

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
FACULDADE DE FARMÁCIA

MILTON COSME RIBEIRO

**RASTREABILIDADE E CONTROLE SANITÁRIO NA CADEIA PRODUTIVA DE
ALIMENTOS DE ORIGEM VEGETAL: UM ESTUDO DO PROGRAMA DE
ANÁLISE DE RESÍDUOS DE AGROTÓXICOS EM ALIMENTOS DO ESTADO DE
MINAS GERAIS, BRASIL**

Belo Horizonte
2021

MILTON COSME RIBEIRO

**RASTREABILIDADE E CONTROLE SANITÁRIO NA CADEIA PRODUTIVA DE
ALIMENTOS DE ORIGEM VEGETAL: UM ESTUDO DO PROGRAMA DE
ANÁLISE DE RESÍDUOS DE AGROTÓXICOS EM ALIMENTOS DO ESTADO DE
MINAS GERAIS, BRASIL**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos da Faculdade de Farmácia da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do grau de Doutor em Ciência de Alimentos.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Camila Argenta Fante

Coorientador: Prof. Dr. Geraldo Lucchese

Belo Horizonte
2021

R484r Ribeiro, Milton Cosme.
Rastreabilidade e controle sanitário na cadeia produtiva de alimentos de origem vegetal: um estudo do Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos do Estado de Minas Gerais, Brasil / Milton Cosme Ribeiro. – 2021.
209 f. : il.

Orientadora: Camila Argenta Fante.
Coorientador: Geraldo Lucchese.

Tese (doutorado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Farmácia, Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos.

1. Agroquímicos – Teses. 2. Produtos químicos agrícolas – Teses. 3. Alimentos – Contaminação – Teses. 4. Alimentos – Qualidade – Teses. 5. Segurança alimentar – Teses. I. Fante, Camila Argenta. II. Lucchese, Geraldo. III. Universidade Federal de Minas Gerais. Faculdade de Farmácia. IV. Título.

CDD:615.954



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
FACULDADE DE FARMÁCIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DE ALIMENTOS

FOLHA DE APROVAÇÃO

RASTREABILIDADE E CONTROLE SANITÁRIO NA CADEIA PRODUTIVA DE ALIMENTOS DE ORIGEM VEGETAL: UM ESTUDO DO PROGRAMA

DE ANÁLISE DE RESÍDUOS DE AGROTÓXICOS EM ALIMENTOS DO ESTADO DE MINAS GERAIS, BRASIL

MILTON COSME RIBEIRO

Tese submetida à Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em CIÊNCIA DE ALIMENTOS, como requisito para obtenção do grau de Doutor em CIÊNCIA DE ALIMENTOS, área de concentração CIÊNCIA DE ALIMENTOS.

Aprovada em 30 de agosto de 2021, pela banca constituída pelos membros:

Profa. Dra. Camila Argenta Fante (Orientadora e Presidente da Comissão) - UFMG
Profa. Dra. Tania Regina Riul - UFVJM
Profa. Dra. Sílvia Eloiza Priore - UFV
Profa. Dra. Eliane Novato Silva - UFMG
Profa. Dra. Scheilla Vitorino Carvalho de Souza Ferreira - UFMG
Prof. Dr. Geraldo Lucchese - UNB

Assinatura dos membros da banca examinadora:



Documento assinado eletronicamente por **Sílvia Eloiza Priore, Usuário Externo**, em 31/08/2021, às 19:41, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Camila Argenta Fante, Professora do Magistério Superior**, em 01/09/2021, às 08:29, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Eliane Novato Silva, Professora do Magistério Superior**, em 02/09/2021, às 05:18, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).

Documento assinado eletronicamente por **Tania Regina Riul, Usuário Externo**, em 02/09/2021, às 11:10, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).

https://sei.ufmg.br/sei/controlador.php?acao=documento_imprimir_web&acao_origem=arvore_visualizar&id_documento=987819&infra_sistema=1000... 1/2



[novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Scheilla Vitorino Carvalho de Souza Ferreira, Professora do Magistério Superior**, em 03/09/2021, às 11:20, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Geraldo Lucchese, Usuário Externo**, em 08/09/2021, às 11:03, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufmg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **0932986** e o código CRC **935E9210**.

Dedico este trabalho aos agricultores que ainda
resistem e acreditam em uma produção
sustentável de alimentos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por me dar a vida e iluminar meus pensamentos nos momentos mais difíceis;

A minha família, em especial meus pais e irmãs, pelo importante apoio e incentivo nessa trajetória;

A minha esposa Vanessa e minha filha Ana Luisa, pela compreensão, incentivo e amor incondicional;

À Superintendência de Vigilância Sanitária da Secretaria de Estado da Saúde de Minas Gerais, em especial, ao ex-Superintendente Rilke Novato Públio e à Diretora Ângela Ferreira Vieira, pelo interesse e condições indispensáveis para realização desta pesquisa;

As Universidades Federais dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), de Lavras (UFLA) e de Minas Gerais (UFMG), pelo acolhimento e por constituírem o alicerce da minha formação acadêmica;

À professora Camila Argenta Fante, pela orientação, oportunidade e confiança em mim depositadas;

Ao professor Geraldo Lucchese, pela coorientação e fundamental participação neste trabalho;

Aos professores e técnicos do Departamento de Ciência de Alimentos da Faculdade de Farmácia – UFMG, pelo valioso aprendizado;

Aos colegas da pós-graduação em Ciência de Alimentos, pela parceria e amizade;

Às pessoas entrevistadas ao longo desta pesquisa, pela disponibilidade e participação;

Aos membros das bancas de Qualificação e de Defesa de Tese, por dedicarem seu tempo na leitura e análise dos dados e pelas valiosas contribuições ao texto;

Enfim, meus sinceros agradecimentos a todos àqueles que acreditaram e de alguma forma contribuíram para essa realização.

"Não estou alegando que os inseticidas químicos nunca devam ser usados. Estou alegando que colocamos substâncias químicas venenosas e biologicamente potentes nas mãos de pessoas ampla ou totalmente ignorantes. Submetemos um vasto número de pessoas ao contato com esses venenos sem o seu consentimento, e muitas vezes sem o seu conhecimento."

Raquel Carson, trecho do livro
"Primavera Silenciosa" escrito em 1962.

RESUMO

O objetivo deste estudo foi investigar as condições de monitoramento, rastreabilidade e controle sanitário frente aos resultados dos laudos das análises de alimentos vegetais coletados pelo Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos do Estado de Minas Gerais (PARA-MG). Para tanto, a pesquisa foi organizada em três capítulos: (1) Avaliação e monitoramento dos níveis de contaminação por resíduos de agrotóxicos em alimentos de origem vegetal comercializados no estado de Minas Gerais; (2) Tecnologias de rastreabilidade, segurança e controle de resíduos de agrotóxicos na cadeia produtiva de alimentos de origem vegetal; (3) Análise dos fatores envolvidos no controle sanitário e na rastreabilidade de alimentos em Minas Gerais. A metodologia consistiu em análise documental e descritiva dos laudos de análises do PARA-MG; revisão integrativa da literatura sobre tecnologias de rastreabilidade, segurança e controle de alimentos vegetais e entrevistas com fiscais sanitários municipais e gerentes de qualidade de alimentos das redes varejistas participantes do PARA-MG. Todos os procedimentos para realização desta pesquisa foram aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa (COEP) da Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG (Parecer nº. 3.508.440). Foram analisadas 602 amostras de alimentos, das quais 62,3% apresentaram resíduos de agrotóxicos e resultaram em 22,6% de laudos insatisfatórios. Entre os resultados insatisfatórios, 86,8% apresentavam resíduos de agrotóxicos não autorizados para a cultura e 13,2% continham agrotóxicos acima do limite máximo permitido pela legislação. Apesar da obrigatoriedade da rastreabilidade no país e da existência de modernas tecnologias de informação, ainda existem dificuldades operacionais e técnicas que prejudicam sua implementação. De acordo com os gerentes de qualidade, 88,9% das redes varejistas não inserem informações de rastreabilidade nos alimentos e 62,2% dos alimentos comercializados não carregam todas as informações obrigatórias de rastreabilidade. A maioria dos entrevistados desconhece os resultados das análises do programa e considera que a ausência de informações de rastreabilidade nos alimentos interfere negativamente nas ações de controle sobre os resíduos agrotóxicos. Conclui-se que a contaminação por resíduos de agrotóxicos ameaça à segurança e a qualidade dos alimentos comercializados em Minas Gerais e que a ausência de informações sobre rastreabilidade nos alimentos, associada ao desconhecimento dos resultados das análises do PARA-MG pelos agentes municipais de vigilância sanitária e responsáveis pelo controle de qualidade, dificultam o controle sanitário sobre resíduos de agrotóxicos em alimentos no estado.

Palavras-chave: resíduos de agrotóxicos; rastreabilidade; alimentos; qualidade; segurança.

ABSTRACT

The objective of the study was to investigate the conditions of monitoring, traceability and sanitary control regarding the results of vegetable foods analysis reports collected by the Program for the Analysis of Pesticide Residues in Food in the State of Minas Gerais (PARA-MG). Therefore, the research was organized in three chapters: (1) Evaluation and monitoring of pesticide residues contamination levels in plant origin food sold in the state of Minas Gerais; (2) Technologies for traceability, safety and control of pesticide residues in the food production chain of plant origin and; (3) Analysis of the factors involved in sanitary control and food traceability in Minas Gerais. The methodology consisted of documentary and descriptive examination of the analysis reports from PARA-MG; integrative review of the literature on traceability, safety and control technologies for vegetable foods and interviews with municipal sanitary inspectors and food quality managers from retail chains participating in PARA-MG. All procedures for conducting the research were previously approved by the Research Ethics Committee (COEP) of the Federal University of Minas Gerais – UFMG (Opinion n°. 3.508.440). 602 food samples were analyzed, of which 62.3% had pesticide residues and resulted in 22.6% of unsatisfactory reports. Among the unsatisfactory results, 86.8% had pesticide residues not authorized for the crop and 13.2% contained pesticides above the maximum limit allowed by legislation. Despite the obligation of traceability in the country and the existence of modern information technologies, there are still operational and technical difficulties that hinder its implementation. According to the quality managers, 88.9% of the retail chains do not include traceability information on foods and 62.2% of the commercialized foods do not carry all the mandatory traceability information. Most interviewees are unaware of the program analysis results and consider that the lack of traceability information on food negatively interferes with control actions on pesticide residues. It is concluded that the contamination by pesticide residues threatens the safety and quality of food sold in Minas Gerais and that the lack of information on food traceability is associated with the lack of knowledge of the results of the PARA-MG analysis by municipal health surveillance agents and those responsible for quality control, hindering the sanitary control of pesticide residues in food in the state.

Keywords: agrochemical waste; traceability; foods; quality; safety.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

GRÁFICOS

Gráfico 1 - Diferença proporcional entre pequeno, médio e grande estabelecimento no volume da produção de importantes alimentos consumidos no Brasil – 2006.....	24
Gráfico 2 - Consumo de agrotóxicos no Brasil, entre os anos de 2006 e 2017.....	26
Gráfico 3 - Crescimento da área plantada no Brasil, entre os anos de 2006 e 2017.	26
Gráfico 4 - Crescimento médio do uso de agrotóxicos por área plantada no Brasil, entre os anos de 1990 e 2016.....	27
Gráfico 5 - Uso de agrotóxicos no Brasil por unidade da federação, entre 2012 e 2014.	32
Gráfico 6 - Consumo de agrotóxicos em Minas Gerais, entre os anos de 2006 e 2017.	33
Gráfico 7 - Crescimento da área plantada em Minas Gerais, entre os anos de 2006 e 2017....	33
Gráfico 8 - Tendência da incidência de notificações de intoxicação por agrotóxicos no SINAN, Brasil, 2001 a 2014.....	51
Gráfico 9 - Amostras de alimentos coletadas no PARA-MG, entre 2013 e 2017.....	100
Gráfico 10 - Percentual de laudos de análises com presença ou ausência de resíduos de agrotóxicos em alimentos coletados pelo PARA-MG, entre 2013 e 2017.....	103
Gráfico 11 - Número de resíduos de agrotóxicos identificados nas amostras de alimentos analisados pelo PARA-MG, entre 2013 e 2017.	105
Gráfico 12 - Percentual de laudos de análises satisfatórios e insatisfatórios para resíduos de agrotóxicos em alimentos coletados no PARA-MG, entre 2013 e 2017.....	107
Gráfico 13 - Origem dos alimentos coletados pelo PARA-MG de acordo com a Unidade da Federação (UF).....	120
Gráfico 14 - Percentual de respostas dos gerentes de qualidade (A) e fiscais sanitários (B) em relação ao conhecimento sobre agrotóxicos e sobre o PARA.	163
Gráfico 15 - Percentual de respostas dos gerentes de qualidade (A) e dos fiscais sanitários (B) em relação a sua atuação profissional frente a contaminação de alimentos por agrotóxicos.	164
Gráfico 16 - Percentual de respostas dos gerentes de qualidade (A) e dos fiscais sanitários (B) em relação a rastreabilidade.	169

QUADROS

Quadro 1 - Principais categorias de agrotóxicos quanto à Classe (organismo alvo) e ao grupo químico a que pertencem.....	70
Quadro 2 - Classificação toxicológica em função da toxicidade aguda oral (DL50), cutânea (DL50) e inalatória (CL50).....	71
Quadro 3 - Agrotóxicos encontrados nos alimentos monitorados pelo PARA-MG.	189
Quadro 4 - Alimentos coletados pelo PARA entre 2001 e 2015.....	192
Quadro 5 - Agrotóxicos encontrados no ABACAXI (22 amostras).....	193
Quadro 6 - Agrotóxicos encontrados na ABOBRINHA (10 amostras)	193
Quadro 7 - Agrotóxicos encontrados na COUVE (10 amostras)	193
Quadro 8 - Agrotóxicos encontrados no ALFACE (19 amostras)	194
Quadro 9 - Agrotóxicos encontrados no ALHO (10 amostras).....	194
Quadro 10 - Agrotóxicos encontrados na ARROZ (49 amostras)	194
Quadro 11 - Agrotóxicos encontrados na BANANA (20 amostras).....	194
Quadro 12 - Agrotóxicos encontrados na BATATA INGLESA (30 amostras).....	195
Quadro 13 - Agrotóxicos encontrados na BETERRABA (21 amostras)	195
Quadro 14 - Agrotóxicos encontrados na CENOURA (27 amostras).....	195
Quadro 15 - Agrotóxicos encontrados na FARINHA DE TRIGO (18 amostras).....	196
Quadro 16 - Agrotóxicos encontrados na FEIJÃO (30 amostras).....	196
Quadro 17 - Agrotóxicos encontrados na MAÇÃ (30 amostras)	196
Quadro 18 - Agrotóxicos encontrados na GOIABA (28 amostras).....	197
Quadro 19 - Agrotóxicos encontrados na MANGA (19 amostras).....	197
Quadro 20 - Agrotóxicos encontrados na LARANJA (40 amostras).....	198
Quadro 21 - Agrotóxicos encontrados na FUBÁ DE MILHO (29 amostras).....	198
Quadro 22 - Agrotóxicos encontrados na MAMÃO (30 amostras)	199
Quadro 23 - Agrotóxicos encontrados na PEPINO (20 amostras)	199
Quadro 24 - Agrotóxicos encontrados na MORANGO (19 amostras)	200
Quadro 25 - Agrotóxicos encontrados na PIMENTÃO (10 amostras)	200
Quadro 26 - Agrotóxicos encontrados na TOMATE (29 amostras)	201
Quadro 27- Agrotóxicos encontrados na REPOLHO (20 amostras).....	201
Quadro 28 - Agrotóxicos encontrados na UVA (18 amostras)	202

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Amostras de alimentos coletadas pelo PARA-MG, entre 2013 e 2017.	101
Tabela 2 - Comparação dos resultados das análises das amostras do PARA-MG com os publicados em relatórios nacionais do programa.	108
Tabela 3 - Resultados das análises dos PARA-MG distribuídos por grupos de alimentos coletados entre os anos de 2013 e 2017.....	110
Tabela 4 - Resultados das análises de resíduos de agrotóxicos em alimentos analisados pelo PARA-MG, entre 2013 e 2017.....	111
Tabela 5 - Relação de agrotóxicos encontrados nos alimentos analisados no PARA-MG, entre os anos de 2013 e 2017.....	114
Tabela 6 - Resíduos de agrotóxicos acima do LMR encontrados nos alimentos monitorados no PARA-MG, entre 2013 e 2017.....	115
Tabela 7 - Resíduos de agrotóxicos NPC encontrados em alimentos monitorados no PARA-MG, entre 2013 e 2017.....	116
Tabela 8 - Identificação da origem e apresentação dos resultados das análises das amostras de alimentos coletados pelo PARA-MG entre 2013 e 2017.	120
Tabela 9 - Comparação das informações de rastreabilidades existentes nos laudos do PARA-MG com os publicados em relatórios nacionais do programa.....	121
Tabela 10 - Síntese dos estudos que citam o uso de tecnologias de rastreabilidade que podem ser utilizadas para segurança e controle de resíduos de agrotóxicos de alimentos vegetais. .	136
Tabela 11 - Perfil dos gerentes de qualidade (n=12) e dos fiscais sanitários entrevistados (n=6).	162

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABA	- Associação Brasileira de Agroecologia
ABRASCO	- Associação Brasileira de Saúde Coletiva
ABNT	- Associação Brasileira de Normas Técnicas
AGROFIT	- Sistemas de Agrotóxicos Fitossanitários
ANDEF	- Associação Nacional de Defesa Vegetal
ANVISA	- Agência Nacional de Vigilância Sanitária
BPA	- Boas Práticas Agrícolas
CEP	- Comitê de Ética em Pesquisa
CEPEA	- Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada
CONSEA	- Conselho Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional
EMBRAPA	- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EPA	- Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos
FAO	- Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação
FDA	- Food and Drug Administration
FIOCRUZ	- Fundação Oswaldo Cruz
GHS	- Sistema Globalmente Harmonizado
IBAMA	- Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE	- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICD	- Instrumento de Coleta de Dados
IDA	- Ingestão Diária Aceitável
IDEC	- Instituto Brasileiro de Defesa do Consumidor
IMA	- Instituto Mineiro de Agropecuária
INC	- Instrução Normativa Conjunta
INCA	- Instituto Nacional de Câncer
ISO	- International Organization for Standardization
LACEN	- Laboratório Central de Saúde Pública
LMR	- Limite Máximo de Resíduos
MAPA	- Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MERCOSUL	- Mercado Comum do Sul
OGM	- Organismos Geneticamente Modificados
OMS	- Organização Mundial da Saúde

ONU	- Organização das Nações Unidas
PARA	- Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos
PIB	- Produto Interno Bruto
PLANERA	- Plano de Ação da Estratégia Intersetorial de Redução do Uso de Agrotóxicos e Apoio à Agroecologia e à Produção Orgânica
PMQPS	- Programa Mineiro de Monitoramento da Qualidade dos Produtos e Serviços Sujeitos ao Controle Sanitário
PNARA	- Política Nacional de Redução de Agrotóxicos
PNB	- Política Nacional de Biossegurança
PNCRC	- Programa Nacional de Controle de Resíduos e Contaminantes
POF	- Pesquisas de Orçamentos Familiares
PPGCA	- Programa de Pós-graduação em Ciência de Alimentos
SAN	- Segurança Alimentar e Nutricional
SBEM	- Sociedade Brasileira de Endocrinologia e Metabologia
SBPC	- Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência
SDA	- Secretaria de Defesa Agropecuária
SEAPA	- Secretaria de Agricultura, Pecuária e Abastecimento
SES-MG	- Secretaria de Estado da Saúde de Minas Gerais
SINAN	- Sistema de Informação de Agravos de Notificação
SINDVEG	- Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para Defesa Vegetal
SINITOX	- Sistema Nacional de Informações Tóxico-Farmacológicas
SISLAB	- Sistema Nacional de Laboratórios de Saúde Pública
SNVS	- Sistema Nacional de Vigilância Sanitária
TCA	- Termo de Coleta de Amostra
TCLE	- Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
UFMG	- Universidade Federal de Minas Gerais

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	17
2 OBJETIVOS.....	21
2.1 Objetivo Geral	21
2.2 Objetivos específicos.....	21
3 REVISÃO DE LITERATURA	22
3.1 O agronegócio e o mercado de agrotóxicos no Brasil.....	22
3.1.1 A produção de alimentos e o uso de agrotóxicos em Minas Gerais.....	29
3.2 O uso de agrotóxicos e os efeitos para a segurança alimentar.....	34
3.3 Qualidade de alimentos vegetais e Boas Práticas Agrícolas	37
3.4 Os riscos relacionados aos agrotóxicos de uso agrícola.....	42
3.4.1 As consequências dos agrotóxicos para a saúde pública.....	47
3.4.2 Os impactos dos agrotóxicos para o meio ambiente.....	53
3.5 Regulação e controle sanitário sobre os agrotóxicos em alimentos no Brasil.....	56
3.5.1 Classificação dos agrotóxicos.....	68
3.5.2 O monitoramento de resíduos de agrotóxicos em alimentos.....	72
3.5.3 A rastreabilidade de alimentos	76
REFERÊNCIAS	81
CAPÍTULO 1	95
RESUMO	95
1 INTRODUÇÃO.....	96
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	98
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	100
3.1 Avaliação da presença de resíduos de agrotóxicos nos alimentos.....	102
3.2 Perfil dos agrotóxicos encontrados nos alimentos.....	113
3.3 Origem dos alimentos coletados pelo PARA-MG	119
4 CONCLUSÃO.....	123
REFERÊNCIAS	124
CAPÍTULO 2	131
RESUMO	131
1 INTRODUÇÃO.....	132
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	134

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	135
3.1 Aspectos envolvidos no uso da rastreabilidade na cadeia produtiva de alimentos	137
3.2 Principais tecnologias de rastreabilidade disponíveis para o setor agrícola.....	141
3.3 Rastreabilidade na cadeia de alimentos e o controle de resíduos de agrotóxicos.....	144
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	148
REFERÊNCIAS	149
CAPÍTULO 3	156
RESUMO	156
1 INTRODUÇÃO.....	157
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	159
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	160
3.1 Perfil dos participantes da pesquisa.....	160
3.2 Conhecimentos sobre agrotóxicos e efetividade do PARA-MG.....	162
3.3 Rastreabilidade e os resíduos de agrotóxicos em alimentos.....	166
3.4 Fragilidades no controle sanitário de resíduos de agrotóxicos nos alimentos.....	171
4 CONCLUSÃO.....	174
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	175
REFERÊNCIAS	178
ANEXO A – Autorização da Superintendência de Vigilância Sanitária.....	182
ANEXO B - Parecer consubstanciado do Comitê de Ética em Pesquisa.	183
APÊNDICE A - Agrotóxicos encontrados nos alimentos monitorados pelo PARA-MG.....	189
Quadro 3 - Agrotóxicos encontrados nos alimentos monitorados pelo PARA-MG.	189
APÊNDICE B - Alimentos coletados pelo PARA entre 2001 e 2015.	192
Quadro 4 - Alimentos coletados pelo PARA entre 2001 e 2015.....	192
APÊNDICE C - Agrotóxicos encontrados por tipo de alimento analisado no PARA-MG. ..	193
APÊNDICE D – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.....	203
APÊNDICE E – Questionário aplicado junto aos fiscais sanitários.....	204
APÊNDICE F – Questionário aplicado junto aos gerentes de qualidade.....	206

1 INTRODUÇÃO

A recente discussão sobre a flexibilização do registro de agrotóxicos no Brasil, sob forte influência do “lobby industrial” e do setor ruralista, tem impulsionado tentativas de alterações no aparato regulatório do país, com o objetivo de aumentar o aporte desses produtos químicos no mercado agropecuário brasileiro (FRIEDRICH; SOUZA; CARNEIRO, 2018). Porém, o uso indiscriminado desses ingredientes ativos nas culturas agrícolas demanda cada vez mais a atenção dos responsáveis pelo controle de qualidade e pelo controle sanitário de alimentos, tendo em vista que nem sempre é possível se conhecer a origem da produção.

O modelo de desenvolvimento agrícola brasileiro, respaldado pelo chamado “agronegócio”, centra-se na produção agrícola de monoculturas, no plantio em grandes latifúndios, na mecanização em larga escala no campo, na precarização das relações de trabalho e na elevação dos riscos socioambientais (BALSAN, 2006; PORTO; SOARES, 2012). Autores afirmam que este modelo tem resultado em uma agricultura cada vez mais dependente do uso de agrotóxicos (PELAEZ, *et al.*, 2015; CARNEIRO *et al.*, 2015; BOMBARDI, 2017). De tal forma, a taxa de evolução do mercado de agrotóxicos no Brasil tem mostrado crescimento superior ao restante do mundo, o que fez o país figurar entre os maiores mercados consumidores de agrotóxicos (ANVISA, 2012; SANTOS; GLASS, 2018).

Frente a este cenário, a literatura tem evidenciado que o crescimento do uso de agrotóxicos gera impactos que podem ser percebidos na segurança alimentar (GRASSI NETO, 2013; IDEC, 2021), na qualidade dos alimentos vegetais (CHITARRA; CHITARRA, 2005; ANESE; 2015; YANG *et al.*; 2017), na saúde pública (NERO *et al.*, 2007; PALMA, 2011; CARNEIRO *et al.*, 2015) e no meio ambiente (PETERSEN, 2015).

De acordo com a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação, os países que dependem fortemente das exportações e/ou importações de *commodities*¹ primárias, em especial os emergentes, estão mais pré-dispostos aos efeitos das desacelerações econômicas e da insegurança alimentar e nutricional (FAO, 2019b). A intensificação da produção agrícola e o uso crescente de agrotóxicos têm resultado no comprometimento dos sistemas agroalimentares, que ao passarem por desequilíbrios, afetam tanto o acesso quanto a qualidade dos alimentos comercializados entre os mais variáveis países (ARNAIZ, 2005).

¹ Tudo aquilo que, se apresentando em seu estado bruto (mineral, vegetal etc.), pode ser produzido em larga escala; geralmente se destina ao comércio exterior e seu preço deve ser baseado na relação entre oferta e procura (DICIO, 2019).

Diversos estudos apontam que a exposição e o consumo de agrotóxicos podem causar sintomas de intoxicação agudos e crônicos para a saúde do homem, bem como efeitos neurotóxicos, teratogênicos, lesões hepáticas, arritmias cardíacas, alergias, cânceres, doenças respiratórias, fibrose pulmonar, doenças degenerativas, doença de Parkinson, baixo peso ao nascer, anormalidades reprodutivas, entre outros (THALER; HOULIHAN, 2004; CARNEIRO *et al.*, 2015). O glifosato, por exemplo, agrotóxico mais utilizado no país, tem sido apontado como potencialmente cancerígeno (WHO, 2015; GUYTON *et al.*, 2015). Outro grande problema associado à exposição aos agrotóxicos tem sido suas consequências para a saúde do trabalhador, observado pelo aumento dos casos de intoxicação e mortes devido ao uso desses produtos (NETO; LACAZ; PIGNATI, 2014; PIGNATI *et al.*, 2017).

Além de trazer riscos à saúde humana, estudos mostram que o uso indiscriminado e descontrolado de agrotóxicos afetam os ecossistemas (CARSON, 2010), contaminam os recursos naturais (MOREIRA *et al.*, 2012; LOPES; ALBUQUERQUE, 2018) e comprometem a segurança sanitária dos alimentos (CISCATO; GEBARA; MONTEIRO, 2009; PASSOS; REIS, 2013).

De acordo com Andrade *et al.* (2013), há grande preocupação dos consumidores com os riscos associados à contaminação de alimentos, especialmente por agrotóxicos e metais pesados, pois os impactos, além de pouco perceptíveis, quase sempre só podem ser diagnosticados em longo prazo. Nessa direção, desenvolver e garantir sistemas efetivos de controle sanitário sobre alimentos são essenciais para proteger a saúde e a segurança da população. O principal objetivo do controle sanitário de alimentos é fazer cumprir as leis, que protegem o consumidor de alimentos inseguros, contaminados e fraudulentos (FAO; WHO, 2003).

Pela legislação brasileira, os agrotóxicos e afins só podem ser produzidos, exportados, importados, comercializados e utilizados depois de registrados em órgão federal. Frente aos possíveis riscos ao meio ambiente e à saúde pública, as normas estabelecem requisitos para registro, uso, produção, armazenamento, transporte e descarte de agrotóxicos e de destino de suas embalagens (BRASIL, 1989; BRASIL, 2002).

Nesse sentido, todos os envolvidos na cadeia produtiva de alimentos precisam atentar não somente à qualidade de seus produtos, mas à segurança no uso de agrotóxicos (EMBRAPA, 2004). Ao Estado, cabe à responsabilidade de fazer a fiscalização, o monitoramento e o controle sanitário sobre o uso de agrotóxicos, de forma a proteger a saúde dos consumidores e trabalhadores e garantir a preservação do meio ambiente (BRASIL, 1989).

O monitoramento de agrotóxicos em alimentos no país é realizado por meio do Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos (PARA), coordenado pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) (ANVISA, 2003a), e do Programa Nacional de Controle de Resíduos e Contaminantes (PNCRC), coordenado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) (BRASIL, 2008). Ambos os programas permitem verificar se os alimentos apresentam níveis de resíduos de agrotóxicos dentro dos limites e das condições previstas na legislação brasileira.

O estado de Minas Gerais possui seu próprio programa de monitoramento de agrotóxicos, o Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos do Estado de Minas Gerais (PARA-MG), que incorporou as coletas de alimentos definidas no âmbito nacional. O programa estadual é executado conforme as diretrizes do Programa Mineiro de Monitoramento da Qualidade dos Produtos e Serviços Sujeitos ao Controle Sanitário (PMQPS) e monitora, anualmente, os resíduos de agrotóxicos em hortifrutigranjeiros, cereais e polpas de frutas comercializadas no estado (MINAS GERAIS, 2019).

Os dados do último Censo Agropecuário apontaram que os principais alimentos produzidos em Minas Gerais, no ano de 2017, foram: café arábica, alho, feijão, abóbora, morango, abacaxi, banana e batata e que cerca de 1/3 dos agricultores do estado relataram o uso de agrotóxicos na produção de alimentos (IBGE, 2019a). Com o avanço da produção agropecuária, o estado ocupa o posto de 2º maior produtor de hortaliças e de quarto maior produtor de frutas do país, mas os maiores índices de crescimento verificados na última safra, para os alimentos de origem vegetal, foram para as *commodities*: café, cana de açúcar e soja (ESTADO DE MINAS, 2020).

Entre as incertezas que envolvem o atual modelo de desenvolvimento agrícola brasileiro, indaga-se se o uso de substâncias químicas para o controle de pragas na agricultura poderia afetar a qualidade e a segurança dos alimentos ofertados ao consumidor? E como identificar o local de uma possível contaminação e controlar esse perigo entre as etapas de produção e de consumo de alimentos?

Diante da preocupação global dos consumidores em relação à segurança e à qualidade dos alimentos, mecanismos de rastreabilidade passaram a ser considerados na elaboração de legislações de diversos países, de forma a estabelecer novos padrões, nacionais e internacionais, e diretrizes para a indústria de alimentos (PETERSEN, 2004; JIN; ZHANG; XU, 2017; LIU *et al.*, 2018).

No geral, os sistemas de rastreabilidade atuam como um elemento de gerenciamento de suprimentos ou de controle de qualidade e segurança, de modo a fornecer informações que

permitem verificar se os pontos de controle na cadeia de produção e de suprimento estão operando correta ou incorretamente, permitindo detecção precoce e resposta mais rápida a eventuais problemas (AUNG; CHANG, 2014).

No Brasil, com a publicação da Instrução Normativa Conjunta (INC) nº 02/2018, elaborada de forma conjunta entre a Anvisa e o MAPA, a informação referente à rastreabilidade passou a ser uma obrigatoriedade para todos os envolvidos na cadeia produtiva de vegetais frescos destinados à alimentação humana (BRASIL, 2018a). Por outro lado, há carência de estudos que avaliem os procedimentos de rastreabilidade em programas de monitoramento de alimentos de origem vegetal e a existência de possíveis fragilidades e potencialidades no controle sanitário sobre a contaminação por agrotóxicos na cadeia produtiva de alimentos.

Partindo do pressuposto que existem deficiências no compartilhamento de informações sobre a origem ao longo da cadeia produtiva de alimentos, especialmente em países em desenvolvimento (AUNG; CHANG, 2014; JIN; ZHANG; XU, 2017; LIU *et al.*, 2018), e considerando os riscos associados à exposição humana e ambiental aos agrotóxicos, pesquisas que envolvem o monitoramento, a rastreabilidade e o controle sanitário sobre a presença de resíduos de agrotóxicos em produtos alimentícios assumem relevância para o campo da ciência de alimentos.

Neste contexto, esta pesquisa foi organizada em três capítulos distintos: o primeiro capítulo traz os resultados da avaliação e monitoramento dos níveis de contaminação por resíduos de agrotóxicos em alimentos de origem vegetal comercializados no estado de Minas Gerais, o segundo aborda as tecnologias de rastreabilidade, segurança e controle de resíduos de agrotóxicos na cadeia produtiva desses alimentos e último capítulo apresenta uma análise dos fatores envolvidos no controle sanitário e na rastreabilidade de alimentos no estado, na perspectiva dos responsáveis pelo controle de qualidade em estabelecimentos varejistas de alimentos e dos agentes envolvidos no controle sanitário de alimentos.

Considerando o exposto, o presente estudo pretende descrever e analisar os dados oriundos do monitoramento de alimentos coletados pela vigilância sanitária no âmbito do Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos do estado de Minas Gerais (PARA-MG), assim como investigar os fatores envolvidos no controle sanitário e na rastreabilidade de alimentos contendo resíduos de agrotóxicos.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

O presente estudo pretende investigar as condições de monitoramento, rastreabilidade e controle sanitário de alimentos de origem vegetal coletados em estabelecimentos varejistas pelo Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos do Estado de Minas Gerais (PARA-MG), no período de 2013 a 2017.

2.2 Objetivos específicos

- Analisar de forma descritiva os resultados dos laudos das análises laboratoriais de alimentos coletados no estado;
- Avaliar se os níveis de resíduos de agrotóxicos encontrados nesses alimentos atendem ao disposto na legislação;
- Discriminar os principais agrotóxicos encontrados e as culturas com maior percentual de resultados insatisfatórios para resíduos de agrotóxicos;
- Realizar uma revisão sobre os aspectos envolvidos e as principais tecnologias de rastreabilidade voltadas para a segurança e controle de resíduos de agrotóxicos em alimentos vegetais;
- Investigar e discutir os fatores envolvidos no controle sanitário e na rastreabilidade de alimentos vegetais coletados pelo programa a partir da percepção de gerentes de qualidade e de fiscais sanitários.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 O agronegócio e o mercado de agrotóxicos no Brasil

Considerando o mercado mundial de alimentos até o ano de 2017, o Brasil ocupava o 1º lugar entre os maiores produtores de açúcar, café e suco de laranja, e o 2º lugar como maior produtor de carne bovina, carne de frango e soja (ESTADOS UNIDOS, 2017). Em 2018, segundo a Companhia Nacional de Abastecimento (Conab), o país se tornou o maior produtor mundial de soja, o 2º de milho e o 4º de carne suína e algodão. Naquele ano, além de café, suco de laranja e açúcar, o país passou a ocupar também o posto de maior exportador mundial de soja e de carne de frango, o 2º maior exportador de algodão e de milho e o 4º maior exportador de carne suína. Importante destacar que a soja é a principal cultura em extensão de área e volume de produção, representando aproximadamente 48% dos 240,65 milhões de toneladas de grãos produzidos no país (CONAB, 2019).

O agronegócio brasileiro representou 42% de todas as exportações realizadas pelo país no ano de 2018. Com isso, o faturamento dos produtos agrícolas chegou a 101,2 bilhões de dólares em exportações, tendo como principais destinos dos produtos a China (35,04%), a União Europeia (17,58%) e os Estados Unidos (6,67%). Os estados com maior participação nas exportações foram: São Paulo (16,30%), Mato Grosso (15,98%), Paraná (14,19%), Rio Grande do Sul (12,11%) e Minas Gerais (8,05%), e as principais *commodities* enviadas para fora do país foram: soja (40,23%), carnes (14,51%), produtos florestais (13,80%) e produtos do complexo sucroalcooleiro (7,35%) (BRASIL, 2019a). A participação do agronegócio naquele ano representou 21,8% do Produto Interno Bruto (PIB) do país e influenciou na queda dos índices de inflação, bem como na estabilidade do câmbio, visto que resultou em expressivo superávit nas relações comerciais. Enquanto o saldo comercial dos outros setores ficou negativo em quase US\$ 29 bilhões, o superávit gerado pelo agronegócio foi superior a US\$ 87 bilhões, o que fez balança comercial fechar em superávit superior a US\$ 58 bilhões. Em relação a 2017, ainda cresceram as exportações de soja (23%), etanol (19,7%), suco de laranja (14,5%), carne bovina (11,8%), madeira (10,3%), café (10,1%) e algodão (9,7%). Entretanto, recuaram as de frutas (-1,6%), carnes de aves (-5%), carne suína (-7,4%), milho (-18,4%) e açúcar (-25,4%). O mercado chinês se destaca por ser o maior comprador de soja (83%), das carnes bovina (30%) e suína (29%), e o segundo maior comprador das carnes de aves (14%) brasileiras (CEPEA, 2019).

Neste mesmo período, o agronegócio também foi responsável por 18,20 milhões de empregos diretos, representando 19,8% da participação no total de pessoas ocupadas no país. A maioria dos trabalhadores do agronegócio pertencia ao segmento primário (45,8%), seguido pelo de serviços (31,8%), industrial (21,1%) e de insumos (1,2%) (CEPEA, 2019).

Desde o ano de 2010, as exportações de produtos básicos no Brasil são superiores às exportações de produtos manufaturados, fato que não ocorria desde 1979. Em 2014, as exportações de *commodities* já representavam quase 50% do total de exportações do país e, posteriormente, o que se viu foi o aumento progressivo das exportações desses produtos pelo mercado brasileiro. Entre as *commodities* mais produzidas no país destacam-se a soja, a cana de açúcar, a carne de frango, o farelo de soja, a carne bovina, a celulose e o café em grãos. Somente a produção de soja aumentou 84% entre 2005 e 2015 e ocupa uma área de 33,2 milhões de hectares, extensão territorial equivalente a 3,6 vezes o país de Portugal, sendo 4,2 vezes maior que a Escócia e 10,9 vezes maior que a Bélgica. Em contraposição, há uma redução da área de cultivo de outros alimentos destinados à alimentação, visto que em 2015, por exemplo, o país chegou a importar 850 mil toneladas de arroz, 150 mil toneladas de feijão e 6 milhões de toneladas de trigo (BOMBARDI, 2017).

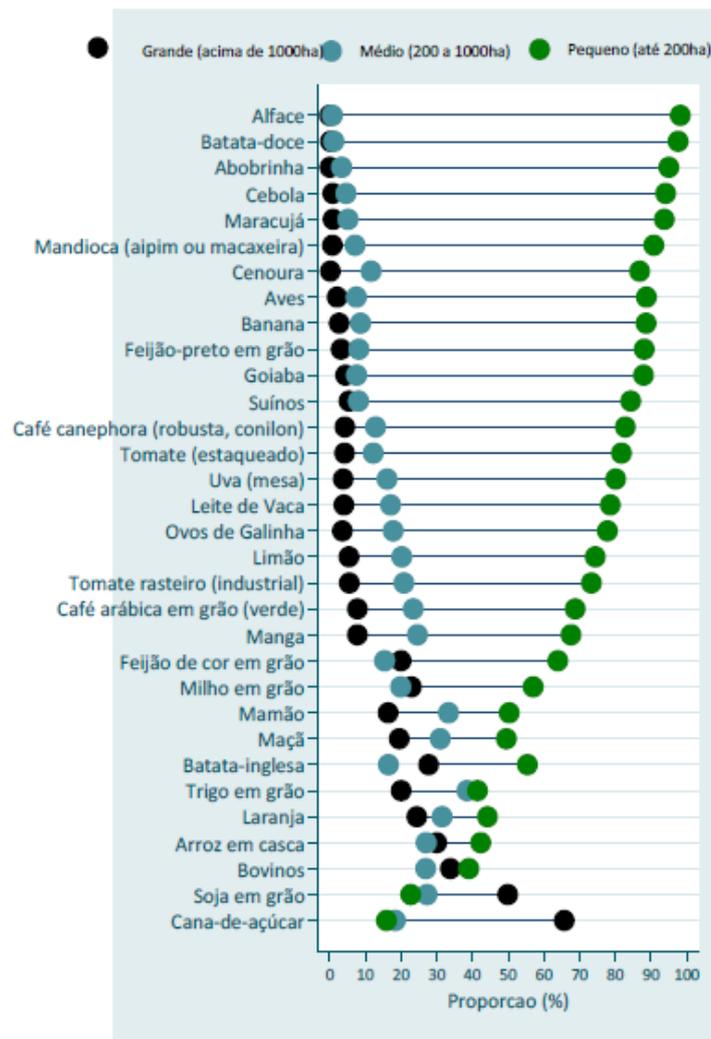
De acordo com os dados do Censo Agropecuário de 2017, levantamento feito em mais de 5 milhões de propriedades rurais de todo o Brasil, 77% dos estabelecimentos agrícolas do país foram classificados como de agricultura familiar. Em extensão geográfica, a agricultura familiar ocupava no período da pesquisa, 80,9 milhões de hectares, o que representa 23% da área total dos estabelecimentos agropecuários brasileiros. Nas culturas permanentes, o segmento respondia por 48% do valor da produção de café e banana; nas culturas temporárias, era responsável por 80% do valor de produção da mandioca, 69% do abacaxi e 42% da produção do feijão (IBGE, 2018).

O Censo também identificou que somente 12% dos estabelecimentos agropecuários adotam o modelo de produção orgânica no país. Aproximadamente 60% desta produção orgânica é destinada à exportação, principalmente para o Japão, Estados Unidos e União Europeia. Dentre os produtos orgânicos exportados, destacam-se alimentos *in natura* e processados da soja, açúcar e arroz (com origem na lavoura temporária), do café e do cacau (com origem na lavoura permanente), e os provenientes da pecuária e da criação de pequenos animais (carnes, leite e derivados e mel) e do extrativismo (palmito, principalmente) (IBGE, 2018).

Os dados do Censo Agropecuário anterior, realizado em 2006, apontaram a agricultura familiar como produtora de 70% dos alimentos consumidos pelos brasileiros (IBGE,

2006). Entretanto, ao analisar os dados dos últimos dez anos desde a realização do Censo Agropecuário em 2006, Mitidiero Junior, Barbosa e Sá (2017) demonstraram a importância da pequena produção agropecuária no Brasil, especialmente quando a análise é realizada por tipo de alimento (GRÁFICO 1). O estudo mostrou que os pequenos produtores rurais, em especial os agricultores familiares, representam 84,4% dos estabelecimentos produtores de alimentos, embora detenham somente 24,3% da área total das terras disponíveis do país. Além disso, o estudo revelou que a agricultura familiar é responsável por 74,4% (12,3 milhões de pessoas) da ocupação laboral no campo.

Gráfico 1 - Diferença proporcional entre pequeno, médio e grande estabelecimento no volume da produção de importantes alimentos consumidos no Brasil – 2006.



Fonte: Mitidiero Junior, Barbosa e Sá (2017).

A discussão sobre quem produz os alimentos que compõem a cesta básica da alimentação brasileira torna-se importante na medida em que o uso de agrotóxicos se mostra

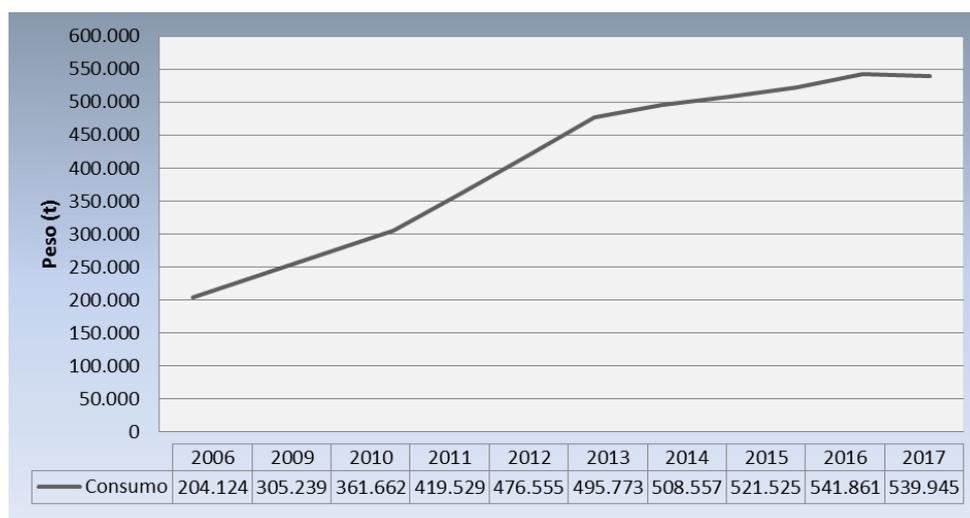
mais elevado nas maiores propriedades rurais. O estudo de Bombardi (2011), que avaliou os dados do Censo Agropecuário, realizado em 2006, evidenciou que 27% dos estabelecimentos agropecuários utilizavam agrotóxicos no país, sendo 27% das pequenas propriedades (0 a 10 hectares), 36% das médias propriedades (10 a 100 hectares) e 80% das maiores propriedades (acima de 100 hectares). O percentual desses estabelecimentos que faziam uso de agrotóxicos subiu para 32% no Censo Agropecuário realizado em 2017, o que sugere um crescimento de 5% no uso de agrotóxicos no intervalo de pouco mais de 10 anos entre as duas pesquisas (IBGE, 2018). Além disso, em 2017, era 1,68 milhão os produtores que relataram o uso de agrotóxicos, o que representou um aumento de 17% em relação a 2006, quando era 1,39 milhão de produtores (IBGE, 2006; 2018).

Com a simplificação do questionário do Censo realizado em 2017, constatou-se a retirada de questões mais detalhadas sobre o uso de agrotóxicos e a caracterização da produção familiar de alimentos em relação à pesquisa anterior, alerta Mitidiero Junior, Barbosa e Sá (2017). De acordo com esses autores, a ausência de algumas informações sobre os processos produtivos pode impossibilitar a identificação das mudanças nas práticas de manejo ambientalmente corretas e o reconhecimento do pluralismo social e tecnológico da produção agrícola brasileira, inclusive no que se refere ao uso de agrotóxicos pelos produtores.

Assim, enquanto por um lado o agronegócio se apresenta como um dos pilares da economia brasileira, por outro tem sido negativamente associado ao uso crescente de agrotóxicos para garantir a produção agrícola. Segundo Pelaez *et al.* (2015), o Brasil consome cerca de 20% de todo o agrotóxico comercializado mundialmente. Para Bombardi (2017), esse consumo tem aumentado de forma muito significativa nos últimos anos, especialmente pelo avanço das culturas e da produção agropecuária voltada para sua conversão em *commodities* e em agroenergia.

A partir da análise dos dados retirados dos boletins anuais de produção, importação, exportação e vendas de agrotóxicos do Ibama (BRASIL, 2017c), nota-se um aumento no consumo de agrotóxicos no Brasil nos últimos anos, visto que em 2006 o país comprou 204.124 toneladas de agrotóxicos e, em 2017, adquiriu 539.944 toneladas, um crescimento de 164,5% (GRÁFICO 2).

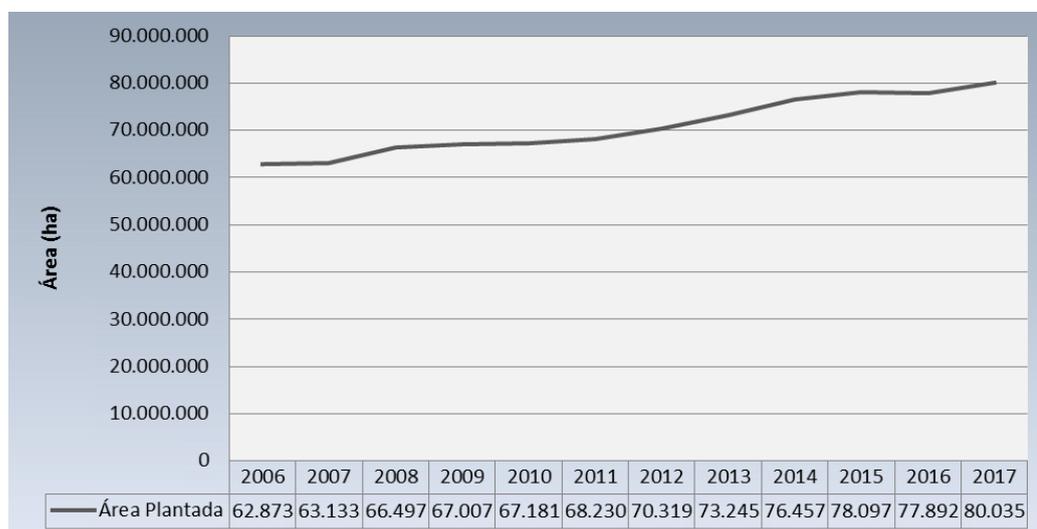
Gráfico 2 - Consumo de agrotóxicos no Brasil, entre os anos de 2006 e 2017.



Fonte: Relatórios de comercialização de agrotóxicos do Ibama, Brasil (2017).

Por outro lado, a área plantada no país cresceu apenas 27,3% entre 2006 e 2017, passando de 62.873.462, para 80.035.993 milhões de hectares (IBGE, 2019a), conforme pode ser visto no Gráfico 3.

Gráfico 3 - Crescimento da área plantada no Brasil, entre os anos de 2006 e 2017.



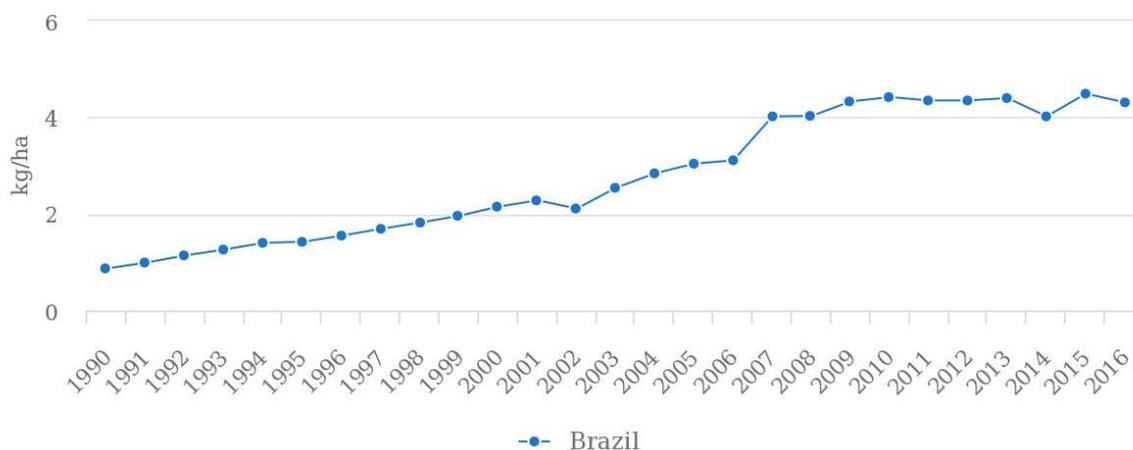
Fonte: Levantamento Sistemático da Produção Agrícola, IBGE (2019).

De acordo com Friedrich, Souza e Carneiro (2018), não há estudos que comprovem estatisticamente que um maior consumo de agrotóxicos resulta em maior produtividade agrícola. Na realidade, essa correlação só é identificada fortemente quando se trata de descrever a estratégia publicitária da indústria dos agrotóxicos para justificar a venda de seus produtos,

aliada ainda à produção de sementes que estimulem a venda casada de agrotóxicos, como é o caso das sementes transgênicas resistentes a herbicidas.

Ao considerar o volume de agrotóxicos comercializado, o Brasil se apresenta como o maior mercado consumidor de agrotóxicos do mundo desde 2008, quando ultrapassou os Estados Unidos (ANVISA, 2012; SANTOS; GLASS, 2018; ANDEF, 2019). Porém, se for avaliada a quantidade de agrotóxico consumida por área plantada, o Brasil é o sétimo país que mais usa agrotóxico, atrás dos países: Japão, Coreia, Alemanha, França, Itália e Inglaterra (SINDIVEG, 2018). Apesar disso, dados disponibilizados pela FAO (2018) sobre o total de agrotóxicos utilizado por área cultivada, no Brasil, demonstram que o consumo alcançou 4,31 kg/ha em 2016, um aumento de aproximadamente 28% em relação a 2006, quando o consumo era de 3,11 kg/ha, e de 64% considerando 20 anos anteriores, quando o total utilizado era de apenas 1,55 kg/ha, conforme pode ser visualizado no Gráfico 4.

Gráfico 4 - Crescimento médio do uso de agrotóxicos por área plantada no Brasil, entre os anos de 1990 e 2016.



Fonte: FAO (2018).

Segundo informações do Banco de Dados de Estatísticas do Comércio de *Commodities* das Nações Unidas - COMTRADE, no ano de 2018 o Brasil, aplicou algo próximo a 2,96 bilhões de dólares no mercado internacional na compra de *commodities* relacionadas a agrotóxicos e afins, tendo como principais parceiros comerciais, do maior para o menor: Estados Unidos, China, Índia e Israel. Já em termos de exportações desses agroquímicos, o país obteve um faturamento próximo de 305 milhões de dólares nesse mesmo ano, cujos principais países importadores, em ordem decrescente, foram: Argentina, Paraguai, Bolívia e Chile (ONU, 2019).

Dados recentes do boletim do Ibama evidenciam que, somente em 2017, 259 novos agrotóxicos foram registrados para uso no Brasil. Pelo boletim houve uma produção de 438.181,15 toneladas e importação de 128.064,75 toneladas de agrotóxicos e afins, durante aquele ano. A quantidade e as classes mais vendidas de agrotóxicos foram: 315,57 toneladas de herbicidas (58,45%), 65,11 toneladas de fungicidas (12,06%) e 54,54 toneladas de inseticidas (10,10%). Entre todos os agrotóxicos, o mais consumido foi o glifosato, com 173.15 toneladas comercializadas, seguido do 2,4-D com 57.389 toneladas, do mancozebe com 30.815 toneladas e do acefato com 27.058 toneladas. O número de registros cresceu ainda mais em 2018 e alcançou 405 novos produtos, resultando atualmente em 2.173 produtos formulados de agrotóxicos e afins aprovados no país (BRASIL, 2017c).

O Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para a Defesa Vegetal – SINDIVEG tem publicitado que a maioria dos agrotóxicos empregada nos produtos de origem vegetal constitui-se como herbicidas (60%), fungicidas (15%) e inseticidas (15%). De acordo com o sindicato, a maior parte dos agrotóxicos consumidos no Brasil é empregada no cultivo da soja (52,2%), da cana-de-açúcar (11,7%), do milho (10,6%) e do algodão (6,7%). O Sindicato afirma que somente a soja foi responsável por metade do consumo de agrotóxicos no país em 2018, e que o volume de agrotóxico utilizado foi menos expressivo para as atividades de fruticultura (3,3%) e da horticultura (3,1%), seguidas de outros vegetais como café (2,8%), grãos (2%), arroz (1,9%), feijão (1,4%) e outras culturas alimentares e não alimentares (4,2%) (SINDIVEG, 2018).

Cerca de 50% do mercado de agrotóxicos no Brasil é controlado por empresas com sede na União Europeia, notadamente na Alemanha e na Suíça. Em relação ao mercado mundial de agrotóxicos, as empresas com sede nos Estados Unidos da América (EUA), na Alemanha e na Suíça constituíram um oligopólio industrial e passaram a dominar o segmento. Mais recentemente, empresas chinesas passaram a controlar 25% do mercado de agrotóxicos no mundo (BOMBARDI, 2017).

De acordo com PELAEZ *et al.* (2015, P. 155)

A implantação da indústria de agrotóxicos no país esteve, em grande parte, associada à política de substituição de importações na década de 1970, que propiciou estímulos à atração de capitais estrangeiros com a instalação de unidades fabris no território nacional. Essas fábricas fazem, no entanto, parte de uma estratégia mais ampla de localização de plantas do capital multinacional oligopolista que controla este mercado em nível mundial. As unidades produtivas fabricam produtos com formulações específicas à agricultura de cada país, também em função dos marcos regulatórios nacionais. Seguindo essas restrições regulatórias, as empresas instalam unidades produtivas de determinados ingredientes ativos (IA) em países onde os mesmos continuam autorizados.

Segundo Bombardi (2017), a região centro-oeste foi a que mais utilizou agrotóxicos no país entre 2012 e 2014 (16,14 kg/ha), seguida pela região sul (9,81 kg/ha), sudeste (8,63 kg/ha), nordeste (3,61 kg/ha) e norte (2,41 kg/ha). Ressalta-se que as maiores concentrações de utilização de agrotóxicos coincidem com as regiões de maior intensidade de monoculturas de soja, milho, cana, cítricos, algodão e arroz.

3.1.1 A produção de alimentos e o uso de agrotóxicos em Minas Gerais

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Minas Gerais possui uma população estimada de 21.292.666 habitantes, 853 municípios e ocupa a 4ª maior extensão territorial no país, com uma área de 586.513,993 Km² (IBGE, 2019b). Além disso, o estado possuía 607,6 mil estabelecimentos agropecuários, uma área plantada de 38,2 milhões de hectares e era responsável pelo emprego de 1,8 milhão de trabalhadores rurais. Entre os principais alimentos produzidos no estado podem ser citados café arábica, alho, feijão, abóbora, morango, abacaxi, banana e batata. De acordo com a Conab, o volume produzido no estado deve alcançar 17 milhões de toneladas na safra 2020/2021, com crescimento de 10,5% em comparação com a safra anterior. A estimativa aponta, ainda, expansão de 11,5% na área plantada no estado (CONAB, 2019).

De acordo com a Secretaria de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Seapa) do governo de Minas Gerais, apesar das restrições provocadas pela Pandemia de Covid-19, o volume produzido na safra de 2019/2020 no estado foi de 15,4 milhões de toneladas, o que equivale a um crescimento de 5,8% em relação à safra anterior (3,5 milhões de hectares de área plantada e um ganho de 4,7% na produtividade). As exportações do agronegócio mineiro também alcançaram números expressivos nessa safra, conquistando o maior volume exportado da história e a segunda maior receita, com 12,7 milhões de toneladas e US\$ 8,7 bilhões de arrecadação (43,5% de todo o faturamento do estado). O estado exportou seus produtos para 172 países, sendo os principais compradores China (US\$ 2,27 bilhões), Estados Unidos da América (EUA) (US\$ 896 milhões), Alemanha (US\$ 881 milhões), Itália (US\$ 403 milhões) e Japão (US\$ 3,8 milhões). Vários produtos contribuíram para esse bom resultado no estado, especialmente o café, a cana de açúcar, a soja e os produtos cárneos (ESTADO DE MINAS, 2021).

Maior produtor de café do país, com participação em 54% do total nacional, Minas Gerais teve uma safra recorde em 2020, com 34,6 milhões de sacas beneficiadas. O volume foi 36,3% maior e a produtividade teve um aumento de 28,7% em comparação com o ano anterior.

Além disso, o café também se destacou na balança comercial, representando 39% das exportações do agronegócio do estado (US\$ 2,24 bilhões de receita e 12,5 milhões de sacas). A cana-de-açúcar, apesar da redução de 3,2% área em produção, demonstrou aumento de 62,3% no volume exportado (US\$ 1,1 bilhão de receita e 3,7 milhões de toneladas). A produção de soja também teve números expressivos, principalmente na exportação, que totalizou US\$ 1,8 bilhão, um aumento de 20,8% em comparação ao ano anterior. O estado também detém o terceiro maior rebanho bovino do Brasil, sendo responsável por 77% de todas as carnes exportadas, o que representou, em 2019, um incremento de 7% no valor e de 4,4% no volume exportado (US\$ 647,7 milhões de receita e 154,3 mil toneladas). A produção de carne suína também mostrou números promissores, chegando a 77,5% de crescimento em relação ao mesmo período do ano anterior (US\$ 34,3 milhões de receita e 18,3 mil toneladas) (ESTADO DE MINAS, 2021).

O estado também se destacou na produção de feijão-comum preto e em cores quando comparado a outros estados produtores, alcançando 6,4 mil hectares e 129,2 mil hectares na última safra (aumento de 6,3% em comparação à área plantada). As regiões sul e zona da mata estão em situação mais adiantada em relação a colheita do feijão, pois apresentaram chuvas no início de outubro, que condicionaram melhor o solo para um cultivo mais precoce (CONAB, 2019).

Minas Gerais foi considerado o 4º maior produtor de frutas do país em 2019, principalmente devido ao crescimento na produção de laranja, banana, tangerina, abacaxi e manga. O estado também se destaca por ser o maior produtor nacional de morango e marmelo, 2º maior produtor de abacate, laranja, limão e tangerina e 3º maior produtor de banana, limão e abacaxi. O setor movimentou uma receita de R\$ 2,8 milhões naquele ano. As exportações mineiras de frutas *in natura* aumentaram significativamente no ano de 2020, 21,8% na receita (R\$ 4 milhões). O volume embarcado foi de 3,9 mil toneladas, 32,6% superior ao mesmo período do ano anterior. As principais frutas exportadas foram: limões, limas, mamões, abacates, figos e bananas. Somadas, essas variedades correspondem a 90% das exportações mineiras de frutas. Entre as principais frutas embarcadas, os principais incrementos das exportações, entre 2020 e 2019, foram registrados para mamões (+224,5%) e limões e limas juntas (+35,3%). Os principais destinos das frutas foram: Reino Unido (32,7%), Espanha (17,6%), Portugal (17,4%), Holanda (14,5%) e Estados Unidos (5,6%). Em relação às hortaliças, o estado é líder na produção de alho e batata e ocupa lugar de destaque na produção de tomate, cebola, cenoura, brócolis e mandioquinha-salsa. Com o crescimento no setor, Minas Gerais se tornou o segundo maior produtor nacional de hortaliças, com uma área plantada

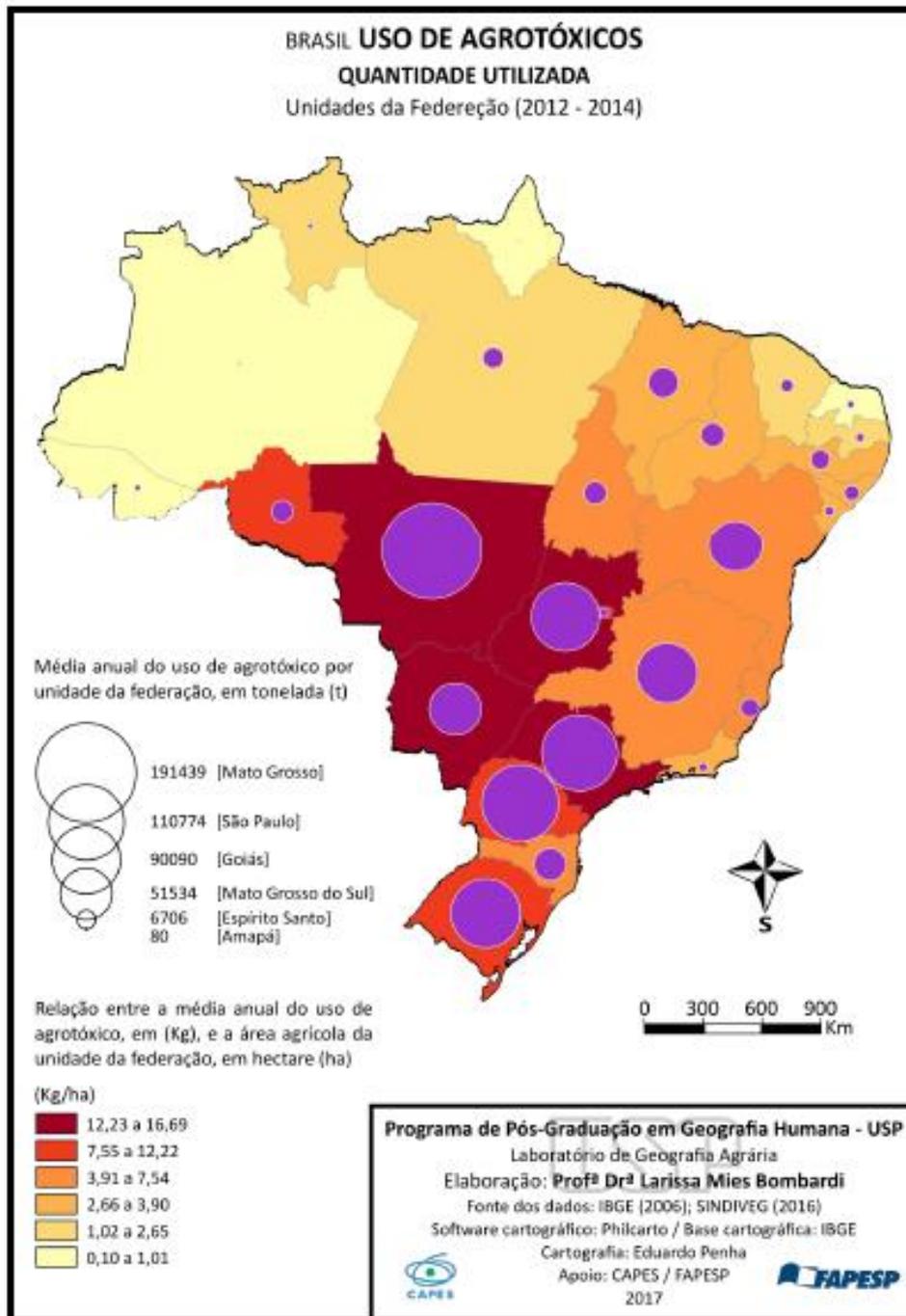
superior a 130 mil hectares e volume produzido estimado em 4 milhões de toneladas (ESTADO DE MINAS, 2021).

Em outra direção, assim como ocorreu em várias regiões do país, o aumento da produção de alimentos no estado tem sido acompanhado pelo aumento no consumo de agrotóxico nos últimos anos. Pelos dados obtidos dos Sistemas de Agrotóxicos Fitossanitários (AGROFIT/MAPA), o consumo de agrotóxicos em Minas Gerais aumentou de 4,09 em 2007 para 27,34 quilos por habitante em 2012 (BRASIL, 2021a).

Os resultados sobre o cultivo no estado de Minas Gerais levantados no último Censo Agropecuário evidenciaram que 27% dos estabelecimentos agropecuários utilizavam agrotóxicos, 29% utilizam fertilizantes químicos, 16% adubação química e orgânica e apenas 12% relatou o uso de técnica de cultivo orgânico (IBGE, 2018).

O estudo de Pignati, Oliveira e Silva (2014) apontou o estado de Minas Gerais entre os maiores mercados consumidores de agrotóxicos do país, atrás apenas dos estados do Mato Grosso, Paraná, Rio Grande do Sul, São Paulo, Goiás e Mato Grosso do Sul, respectivamente. Esses resultados são confirmados por Bombardi (2017), que ilustrou os seis estados que mais consumiram agrotóxicos entre 2012 e 2014, e demonstrou que Minas Gerais aparece atrás dos estados de Mato Grosso, São Paulo, Paraná, Rio Grande do Sul e Goiás, respectivamente (GRÁFICO 5). A diferença entre os dois estudos está no volume de agrotóxicos utilizado pelo estado de São Paulo, que passou a ser o segundo maior consumidor desses produtos no estudo mais recente.

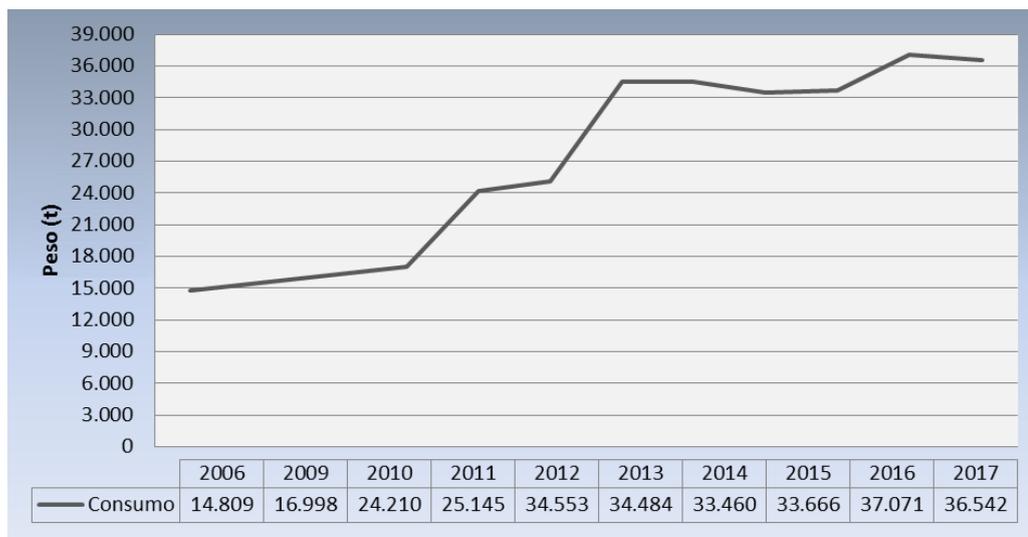
Gráfico 5 - Uso de agrotóxicos no Brasil por unidade da federação, entre 2012 e 2014.



Fonte: Bombardi (2017).

Observando os dados sobre comercialização de agrotóxicos disponibilizados pelo Ibama (BRASIL, 2017c), o estado de Minas Gerais, acompanhando a tendência nacional, comercializou 14.809 t de agrotóxicos em 2006 e 36.541 t em 2017, um aumento de aproximadamente 146,7% (GRÁFICO 6).

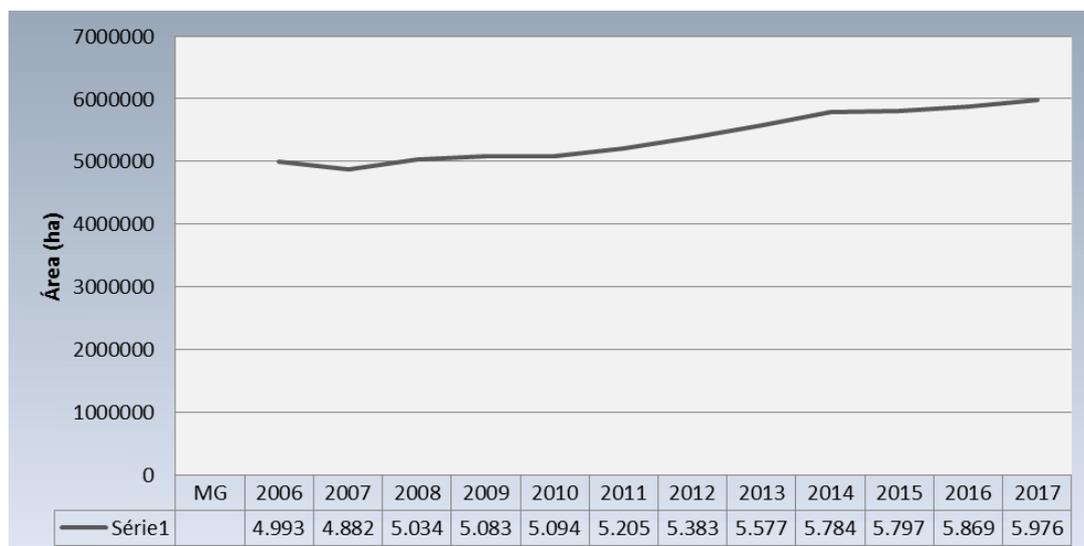
Gráfico 6 - Consumo de agrotóxicos em Minas Gerais, entre os anos de 2006 e 2017.



Fonte: Elaborado pelo autor, considerando dados do Ibama (2017).

Já a área plantada no estado apresentou crescimento de 19,7% no mesmo período, visto que aumentou de 4.993.212 ha em 2006 para 5.976.485 ha em 2017 (IBGE, 2019a), como pode ser visto no Gráfico 7.

Gráfico 7 - Crescimento da área plantada em Minas Gerais, entre os anos de 2006 e 2017.



Fonte: Levantamento Sistemático da Produção Agrícola, IBGE (2019).

Conforme apresentado, o estado de Minas Gerais tem acompanhado o crescimento do setor agropecuário brasileiro e consequentemente está entre os estados que mais consumiu agrotóxicos de uso agrícola nos últimos anos.

3.2 O uso de agrotóxicos e os efeitos para a segurança alimentar

Segundo a Organização das Nações Unidas (ONU), a população brasileira sofrerá uma redução de 211 milhões de habitantes em 2019, para cerca de 181 milhões de habitantes em 2050. Entretanto, a população mundial deverá crescer de 7,7 bilhões em 2019, para 9,7 bilhões em 2050, um aumento de 2 bilhões (26%) de habitantes. Esse crescimento populacional se dará, em especial, em países mais pobres, o que traz maiores desafios para erradicar a pobreza, reduzir as desigualdades, combater a fome e a desnutrição, fortalecer a cobertura e a qualidade dos sistemas de saúde e educação e garantir o desenvolvimento sustentável (ONU, 2019).

Estima-se atualmente que mais de 2 bilhões de pessoas no mundo não possuem acesso regular a alimentos seguros, nutritivos e suficientes (FAO, 2019b). Com o intuito de garantir segurança alimentar à população e reduzir os preços dos alimentos, aumentar a produtividade agrícola passou a ser uma necessidade, em especial nos países de economia emergente, não somente como forma de garantir o crescimento econômico, mas também de combater a fome (PIGNATI, 2012).

Por outro lado, as últimas perspectivas econômicas globais alertam para a desaceleração do crescimento econômico mundial. Essa desaceleração econômica tende a ser mais acentuada e com contrações econômicas mais profundas e duradouras em países dependentes de *commodities*. De tal maneira que, dos 65 países onde os efeitos das desacelerações econômicas e da insegurança alimentar e nutricional tem sido mais acentuado, 52 dependiam fortemente das exportações e/ou importações de *commodities* primárias (FAO, 2019b).

Uma das justificativas que pode ser oferecida para essa desaceleração econômica relacionada às *commodities* está na própria concepção entre produzir alimentos e produzir mercadorias. Tomando como exemplo, os principais alimentos utilizados na alimentação dos brasileiros (arroz, feijão e mandioca) mantiveram praticamente a mesma área plantada nos últimos anos, enquanto soja, milho, cana-de-açúcar, sorgo e algodão apresentaram crescimento na área plantada. Esses resultados mostram uma grande expansão na produção de monoculturas para exportação, a maioria delas destinadas a produção de ração para alimentar animais criados em regime de confinamento, para a indústria têxtil e para a indústria de biocombustíveis, em especial as de etanol e de biodiesel (GRASSI NETO, 2013; CARNEIRO et al., 2015). De acordo com o MAPA, os produtos mais dinâmicos e com maior potencial de crescimento do agronegócio brasileiro para os próximos anos deverão ser soja, carne de frango, açúcar, etanol,

algodão, óleo de soja e celulose (MAPA, 2010). Portanto, vários países, principalmente aqueles em desenvolvimento, estão deixando de produzir alimentos básicos para produzir *commodities* para exportação.

Com a crise sanitária provocada pela pandemia de Covid-19, os impactos para a segurança alimentar se intensificaram ainda mais em vários países. Os resultados de uma pesquisa recente realizada no Brasil, que analisou os efeitos da pandemia na alimentação e na situação da segurança alimentar, demonstram que 59% dos domicílios entrevistados estavam em situação de insegurança alimentar (leve, 31,7%, moderada, 12,7%, e grave, 15,0%), especialmente nas regiões Nordeste (73,1%) e Norte (67,7%) do país (GALINDO *et al.*, 2021).

De acordo com Ribeiro-Silva *et al.* (2020), a pandemia de Covid-19 não poderá ser responsabilizada isoladamente pela severidade que se anuncia na situação de fome, desnutrição e insegurança alimentar e nutricional no Brasil. Para os autores, as desigualdades não superadas, o avanço de políticas neoliberais e o desmonte do sistema que contemplava políticas sociais inclusivas e promotoras da Segurança Alimentar e Nutricional (SAN²) vêm se somando para a situação atual, que tende ao agravamento, dado aos impactos da pandemia.

Atualmente, a luta mundial pelo direito à alimentação adequada e saudável está pautada em dois princípios. O primeiro está relacionado aos impactos negativos causados pela produção e consumo de produtos ultraprocessados. Esses produtos contêm grandes quantidades de ingredientes nocivos, como açúcar, sal e gorduras, além de aditivos alimentares, e estão intimamente relacionados à alta prevalência de doenças do coração, diabetes, cânceres, dentre outras DCNT (doenças crônicas não transmissíveis). O segundo é o acesso universal a alimentos saudáveis, com a ampliação do acesso a alimentos *in natura*, a partir de sistemas produtivos que dependem cada vez menos do uso de agrotóxicos. E, nesse sentido, questiona-se os modelos agrícolas baseados na monocultura, como o brasileiro, que visa a atender a grande demanda por *commodities*, como soja, milho, trigo e açúcar, e torna-se insustentável dos pontos de vista social, ecológico e sanitário (IDEC, 2021).

Para Arnaiz (2005), os sistemas alimentares referem-se cada vez mais à exigências marcadas pelos ciclos econômicos capitalistas de grande escala que supõem, entre outros aspectos, a intensificação da produção agrícola, a orientação da política de oferta e demanda de

² Consiste na realização do direito de todos ao acesso regular e permanente a alimentos de qualidade, em quantidade suficiente, sem comprometer o acesso a outras necessidades essenciais, tendo como base práticas alimentares promotoras de saúde que respeitem a diversidade cultural e que sejam ambiental, cultural, econômica e socialmente sustentáveis (BRASIL, 2006a).

determinados alimentos, a concentração de negócios em empresas multinacionais, a ampliação e especialização por meio das redes comerciais cada vez mais onipresentes e, definitivamente, a internacionalização da alimentação. Enquanto, por um lado, as novas tecnologias agrícolas dispuseram uma série de alimentos cuja oferta se mantém durante o ano inteiro, independentemente de sua possível sazonalidade natural, tornando a alimentação mais variada e diversificada, sem uma preocupação com a sustentabilidade ambiental, os novos consumidores das sociedades industrializadas, diante da existência do “alimento-mercadoria” e do “sujeito-consumidor”, ancoram-se cada vez mais sobre valores mais reflexivos nas escolhas alimentares, como a solidariedade, o novo pacto familiar, os consumos verdes, o discurso do sustentável e sustentado, o multiculturalismo, produtos equilibrados e saudáveis, etc.

Não obstante, o debate acerca da sustentabilidade, da soberania e da segurança alimentar perpassa pela participação ativa da sociedade brasileira. Esse debate foi interrompido a nível nacional desde a extinção do Consea (Conselho Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional), com a publicação recente da Lei n.º 13.844/2019 (BRASIL, 2019c). O Consea, instituído no ano de 2006 pela Lei Orgânica de Segurança Alimentar (BRASIL, 2006a), pautava de forma permanente temas como o fortalecimento da agricultura familiar, o abastecimento alimentar, a produção sustentável de alimentos e o direito humano à alimentação saudável e adequada.

Para Grassi Neto (2013), a segurança, com efeito, consiste na ação ou efeito de garantir-se a satisfação de determinadas necessidades; corresponde ainda, ao estado, qualidade ou condição de estar-se livre de perigos e de incertezas. Assim, a SAN refere-se também a oferta de alimentos livres dos riscos para a saúde, riscos que se relacionam, por exemplo, com intoxicações químicas, especialmente no que se refere ao consumo de resíduos de agrotóxicos presentes nos alimentos.

Diante deste cenário, os aspectos que comprometem a SAN exigem um olhar mais cauteloso sobre a cadeia de produção e distribuição de alimentos. A agenda da SAN envolve várias demandas e urgências na contemporaneidade. Reconhecidamente, os sistemas de produção e distribuição alimentares atuais não asseguram o direito à alimentação adequada e saudável, tampouco a utilização sustentável dos recursos naturais utilizados e muito menos, a segurança e a inocuidade dos alimentos produzidos e comercializados (ARNAIZ, 2005).

3.3 Qualidade de alimentos vegetais e Boas Práticas Agrícolas

Para Chitarra e Chitarra (2005), a qualidade de um alimento representa “*um conjunto de características que diferenciam componentes individuais de um mesmo produto e que têm significância na determinação do grau de aceitação desse produto pelo consumidor*”. Neste sentido, a qualidade de um vegetal guarda relação com as propriedades e características peculiares de cada cultura agrícola. Essas propriedades incluem aspectos sensoriais (aparência, textura, sabor, aroma), valor nutritivo, ausência ou presença de injúrias, propriedades mecânicas, entre outras. Existem alguns fatores envolvidos na qualidade como aspectos econômicos, culturais, éticos, religiosos, psicológicos e outros do consumidor, e outros como a padronização das características sensoriais, as características nutricionais e a segurança. No que tange à segurança, a qualidade está diretamente relacionada ao estudo das estimativas de ocorrência de perigos (contaminantes físicos, químicos e biológicos) que possam ocorrer nos alimentos e ao sucesso das medidas necessárias para reduzir a probabilidade de ocorrência desses perigos. Entre esses perigos, podem ser citados os resíduos de agrotóxicos agrícolas utilizados de forma inadequada e que permanecem no alimento na sua forma ativa ou na forma de metabólitos, em quantidades superiores aos limites de tolerância estabelecidos em lei.

Os agrotóxicos são considerados pela legislação brasileira como

- (a) os produtos e os agentes de processos físicos, químicos ou biológicos, destinados ao uso nos setores de produção, no armazenamento e beneficiamento de produtos agrícolas, nas pastagens, na proteção de florestas, nativas ou implantadas, e de outros ecossistemas e também de ambientes urbanos, hídricos e industriais, cuja finalidade seja alterar a composição da flora ou da fauna, a fim de preservá-las da ação danosa de seres vivos considerados nocivos”; e, as
- (b) substâncias e produtos, empregados como desfolhantes, desseccantes, estimuladores e inibidores de crescimento.” (BRASIL, 1989, p. 27).

Em outros termos, os agrotóxicos são produtos desenvolvidos pela indústria química que por meio de seus princípios ativos são capazes de fazer o controle de alguma praga causadora de danos à lavoura agrícola (FONSECA; ARAÚJO, 2015).

Pragas são organismos nocivos que atacam e podem transmitir doenças às plantas. Elas diminuem a capacidade da cultura de produzir e reduzem também a qualidade dos produtos agrícolas, em alguns casos tornando-os impróprios ao consumo. Os tipos de pragas podem ser fungos, bactérias, ácaros, vírus, parasitas, plantas daninhas, nematoides e insetos considerados pragas ou causadores de doenças. O uso de agrotóxico é indicado nos casos em que há uma infestação de pragas e não existe alternativa de manejo integrado de pragas capaz de controlá-las (SINDIVEG, 2018).

De acordo com Fonseca e Araújo (2015), com o aumento do trânsito de produtos de origem vegetal entre países, por meio da abertura comercial para importação e exportação, cresceu também a possibilidade de entrada e disseminação de novas pragas e doenças; estas, por sua vez, podem acarretar a destruição de culturas, assim como impor grandes mudanças alimentares e desequilíbrio ambiental. Para os autores, na medida em que o setor agrícola se desenvolve, demandam-se maiores quantidades de produtos mais eficientes para o controle de pragas e doenças. Todavia, existem vários métodos de controle que podem ser utilizados para reduzir ou evitar esses ataques de pragas e doenças. Esses métodos referem-se à utilização de cultivares resistentes; ao controle biológico por meio de organismos parasitários e predadores; ao controle físico, referente a várias medidas de manejo do agrossistema; ao controle químico, entre outros. Contudo, para que esses agroquímicos sejam desenvolvidos, produzidos e comercializados, é necessário ter certeza de que não causarão efeitos adversos significativos aos seres humanos e ao meio ambiente.

Na produção agrícola podem ocorrer perigos que comprometem a qualidade dos alimentos e que podem trazer riscos à saúde dos consumidores. Para controle desses perigos, utiliza-se Boas Práticas Agrícolas (BPA), consideradas práticas e procedimentos pautados em tecnologias desenvolvidas para garantir segurança e qualidade, em prol de aumentar a produtividade dos alimentos. Alguns dos contaminantes, como é o caso dos agrotóxicos, têm origem na produção agrícola e não podem ser totalmente eliminados nos demais elos da cadeia produtiva (EMBRAPA, 2004).

O estudo de revisão da literatura realizado por Pereira (2020) apresentou ensaios de laboratório que demonstram ser possível promover a redução dos níveis residuais de agrotóxicos em alimentos de origem vegetal por técnicas de processamento doméstico, tais como: lavagem em água e soluções ácidas, alcalinas e detergentes, descascamento, homogeneização e cocção. No entanto, a autora afirma que as técnicas citadas não são eficazes para todo tipo de alimento e que mesmo com as reduções promovidas, nem sempre é possível atingir limites seguros para exposição do consumidor, principalmente quando os limites residuais permitidos são extrapolados e o período de carência não é cumprido.

Um estudo que procurou investigar a eficácia de agentes químicos na higienização de maçãs da cultivar gala verificou que os resíduos de agrotóxicos presentes na superfície do fruto podem ser removidos com mais eficácia pela solução de bicarbonato de sódio (NaHCO_3), quando comparados à lavagem em água de torneira ou ao uso de hipoclorito de sódio. No entanto, a eficácia do método para remover esses resíduos diminuiu à medida que estes penetram mais profundamente no fruto, especialmente no caso de agrotóxicos sistêmicos. Entre

os achados do estudo, os autores concluíram que a menor taxa de remoção de alguns agrotóxicos, como por exemplo o tiabendazol, guarda relação com o fato de ser um produto de ação sistêmica no organismo vegetal, o que lhe confere maior poder de penetração (YANG *et al.*; 2017).

É importante destacar que não é incomum amostras de alimentos vegetais analisadas em programas de monitoramento apresentarem resíduos de agrotóxicos não autorizados para a cultura (GEBARA *et al.*, 2005; JARDIM; CALDAS, 2012; LOPES; ALBUQUERQUE, 2021). Esses agrotóxicos, em muitos casos, compreendem as situações em que o ingrediente ativo, com registro para uso em outras culturas, não está autorizado para a cultura monitorada ou em que o ingrediente ativo banido ou sem ter tido registro no país (GERMANO; GERMANO, 2015).

Os resíduos de agrotóxicos também podem estar presentes em alimentos de origem animal, conforme demonstraram Nero *et al.* (2007), que analisaram 209 amostras do leite de vaca *in natura*, obtidas em quatro estados brasileiros: São Paulo, Paraná, Minas Gerais e Rio Grande do Sul, e encontraram resíduos de agrotóxicos (organofosforados e/ou carbamatos) em 93,8% das amostras avaliadas. Os autores alertaram para os riscos a que os consumidores estão sujeitos em decorrência da alta frequência de exposição a dessas substâncias, que podem permanecer nos alimentos mesmo após pasteurização ou esterilização do leite.

Mais recentemente, o Instituto Brasileiro de Defesa do Consumidor (Idec) pesquisou 27 produtos alimentícios adquiridos em supermercados, com o objetivo de verificar a presença de resíduos de agrotóxicos em produtos ultraprocessados consumidos pelos brasileiros. Os resultados desse estudo apontaram que 16 (59,3%) produtos apresentaram resíduos de agrotóxicos e que, em 14 (51,8%) deles, existiam resíduos de herbicidas (glifosato ou glufosinato). Merece atenção o fato que todos os produtos que possuíam trigo como ingrediente tinham resíduos de agrotóxicos. O instituto alerta que, embora as quantidades encontradas estivessem dentro do teor legalmente permitido no país, os agrotóxicos continuam presentes nos produtos consumidos pela população mesmo após diversas etapas de processamento industrial e por um longo período (IDEC, 2021).

Para Germano e Germano (2015), outro ponto importante a ser considerado na qualidade dos vegetais é o uso de Organismos Geneticamente Modificados (OGM), visto que existem no mercado culturas tolerantes a herbicidas capazes de resistir à aplicação do produto, que passa a ser letal somente para as ervas daninhas, como é o caso da soja (Round up® Ready da Monsanto), o algodão (BXNR da Calgene e Round up® Ready da Monsanto) e o milho (Liberty Link® da AgrEvo). Nesses casos, os genes que conferem essa tolerância são obtidos

tanto de plantas como de bactérias, e introduzidos nessas culturas. Esses genes promovem maior produção de uma enzima essencial para o crescimento das plantas (EPSP sintetase), fazendo com que aumente a quantidade da enzima e, assim, consigam resistir ao uso do herbicida. Com isso, alguns produtores utilizam esse produto nas lavouras para combater o crescimento de outras plantas consideradas danosas, incidindo sobre a cultura um agente químico contaminante.

Outro ponto tratado pelas grandes corporações como avanço da biotecnologia foi o desenvolvimento de espécies vegetais transgênicas, sob o argumento de que tais espécies são mais resistentes a pragas, portanto necessitariam de menos agrotóxicos. Entretanto, a prática tem demonstrado exatamente o contrário, pois obrigatoriamente as sementes transgênicas dependerem do fertilizante e do agrotóxico para serem produzidas. Portanto, a utilização dessas sementes está fortemente associada a dependência dos agricultores aos agroquímicos (CARNEIRO et al., 2015; ALONZO; COSTA, 2019).

Para utilizar os agrotóxicos com segurança, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária orienta as seguintes medidas de BPA

(2) Os agricultores só devem usar os agrotóxicos que são autorizados pelos órgãos nacionais competentes, para a sua cultura específica (frutas, hortaliças, grãos, condimentos). Os mesmos devem ser aplicados de acordo com as instruções do receituário agrônomo e do fabricante do produto e para a finalidade proposta (princípio de responsabilidade dos fabricantes e usuários). (2) Resíduos dessas substâncias no produto agrícola não pode exceder os níveis estabelecidos pela legislação vigente no país; na falta do estabelecimento do nível de um determinado agrotóxico, deve-se considerar os limites estabelecidos pela *Comissão Codex Alimentarius*³.

(3) Para fins de minimizar e conter a emergência da resistência dos microrganismos aos agentes químicos e aos antibióticos usados para tratamento de doenças humanas e animais, é necessário não utilizar agentes antimicrobianos que são destinados para fins terapêuticos de doenças de homens e animais. Os agentes antimicrobianos que não são destinados para fins terapêuticos de homens e animais, só devem ser usados quando absolutamente necessários e de acordo com as Boas Práticas Agrícolas e o receituário agrônomo, com o fim único da sua finalidade de uso.

(4) Os trabalhadores rurais que aplicam os produtos agroquímicos devem estar devidamente treinados nas técnicas, procedimentos e práticas adequadas para esta aplicação. Devem estar devidamente informados da necessidade de proteção individual durante a aplicação de agrotóxicos, assim como da atitude a tomar, caso ocorra acidente.

(5) Os agricultores devem manter registro das aplicações dos agroquímicos na lavoura e cultivo (caderno de campo). No caso de agrotóxicos, os registros devem incluir informações da data de aplicação, do produto químico usado, em qual cultura foi aplicado, da peste ou doença contra a qual foi usado, da concentração do produto, do método e frequência da aplicação e da data de colheita do produto agrícola em questão,

³ É uma coleção de padrões alimentares adotados internacionalmente e textos relacionados, apresentados de maneira uniforme. Esses padrões alimentares e textos relacionados visam proteger a saúde dos consumidores e garantir práticas justas no comércio de alimentos (FAO, 2019b).

para verificar se o tempo decorrido entre a aplicação e colheita é apropriado (princípio da responsabilidade).

(6) Os equipamentos usados para a aplicação de agrotóxicos (pulverizadores) sobre a cultura devem estar devidamente calibrados, para controlar a quantidade e a vazão da aplicação.

(7) O preparo e aplicação de agrotóxicos devem ser conduzidos de forma a evitar contaminações da água e da terra das áreas adjacentes e para proteger os trabalhadores rurais envolvidos nesta atividade.

(8) Os pulverizadores e os recipientes usados para a mistura devem ser lavados imediatamente após o uso, especialmente quando são usados para diferentes agroquímicos e em diferentes culturas ou lavouras.

(9) Os produtos químicos usados para fins agrícolas devem ser mantidos em suas embalagens originais, rotulados com os nomes das substâncias químicas que os compõem e com as instruções de uso.

(10) Os agrotóxicos devem ser armazenados em local seguro, ventilado, longe das áreas de produção, beneficiamento e armazenamento de produtos agrícolas e dos locais de moradia.

(11) As embalagens devem ser descartadas de forma a não representar risco de contaminação da lavoura, de produtos da colheita, dos moradores da área e do meio ambiente de produção primária ou devolvidas ao fabricante para destruição.

(12) Os recipientes próprios do produto ou usados para o preparo de agroquímicos não podem ser usados para conter alimentos, incluindo produtos da colheita (frutas, grãos, hortaliças e outros), devendo ser descartados ou devolvidos, como indicado pelo fabricante do produto.

(13) O combate às pragas nos locais fechados usados para o cultivo de produtos agrícolas, como as casas-de-vegetação ou estufas, deve ser conduzido conforme especificado na produção primária. (EMBRAPA, 2004, p. 28).

Pela legislação, a aquisição e o uso de agroquímicos deve estar de acordo com a norma sanitária, a qual atribui a responsabilidade pela prescrição do receituário agrônômico a um profissional legalmente habilitado (BRASIL, 1989). Ademais, a aplicação de agroquímicos também requer a observação do período de carência, para que os resíduos de agrotóxicos sejam reduzidos ao valor de tolerância (BRASIL, 2002).

O intervalo de segurança ou período de carência corresponde ao prazo entre a última aplicação do agrotóxico e a colheita ou comercialização da cultura agrícola, a fim de que os resíduos se reduzam ao teor tolerável para consumo humano. Esse período de carência varia de um produto para outro, devendo o responsável pela prescrição estar ciente de que ele é menor que o número de dias previstos para o início da colheita. No caso de imperiosa necessidade de aplicação de um agrotóxico durante a colheita, ela deverá ser suspensa enquanto não transcorrer a carência estabelecida para o defensivo empregado (REINHARDT; SOUZA; CABRAL, 2000).

Para além dos princípios das BPA, o manejo integrado de pragas se apresenta como uma das alternativas que contrapõem o atual modelo de produção agrícola quimiodependente, visto que trabalha na perspectiva da prevenção do perigo, por meio do desenvolvimento da resiliência e da diversidade do ecossistema no controle de pragas, doenças e ervas daninhas nas plantações, como especifica Wallace (2020). Para o autor, a melhor saída do domínio do

agronegócio sobre os meios de produção de alimentos está na prática de “intensificação sustentável”, que permite aumentar a produção de alimentos sem comprometer a biodiversidade, trabalhando o manejo do solo agrícola com a menor alteração possível da sua composição, estrutura e biodiversidade (agricultura de conservação) e promovendo redução de custos de insumos mediante métodos de produção orgânicos e naturalmente renováveis, unindo segurança alimentar e soberania alimentar.

Ademais, é importante considerar que o uso de agrotóxicos por si só não garante a qualidade pós-colheita de um produto vegetal, haja vista que outros fatores afetam sobremaneira a qualidade pós-colheita de um produto vegetal. Esses fatores estão presentes nas fases de pré-colheita (práticas culturais e condições ambientais), colheita (tipo de colheita, período da colheita, manuseio, entre outros), embalagem (materiais e tipos de embalagem), transporte (condições e sistemas de transporte: terrestre, marítimo e aéreo), armazenamento (temperatura, umidade e circulação e renovação de ar). Quando esses fatores não são devidamente adequados, controlados ou corrigidos é comum ocorrerem perdas de frutos e hortaliças em toda a cadeia de produção do alimento (CHITARRA; CHITARRA, 2005; ANESE; 2015).

Assim, a opção pelo uso de um agrotóxico no tratamento fitossanitário deve considerar, no mínimo, os seguintes aspectos: a eficiência do produto no controle do agente nocivo; os possíveis efeitos sobre os inimigos naturais; o aumento da resistência de pragas agrícolas; o período de carência da substância; e o grau de periculosidade ao homem, aos animais e ao meio ambiente. Com relação à eficiência, só deverão ser empregados produtos autorizados e capazes de possibilitar o adequado controle da praga ou doença, razão pela qual essa escolha deverá sempre se basear em uma consulta a um especialista e após verificada a ineficiência ou inexistência de outros métodos de controle menos agressivos e perigosos (SENHOR *et al.*, 2009). De tal forma que, além de prejudicar a qualidade do alimento, o uso indiscriminado ou irregular dessas substâncias químicas não venha a representar riscos à saúde humana e animal, à biodiversidade e aos recursos naturais.

3.4 Os riscos relacionados aos agrotóxicos de uso agrícola

Os registros mais antigos envolvendo o uso de agrotóxicos na agricultura datam do século XIX. Aproximadamente em 1860 a primeira geração de agrotóxicos, conhecidos naquela época como pesticidas, envolveu o uso de compostos altamente tóxicos, como arsênio (arseniato de cálcio e arseniato de chumbo) e um cianeto de hidrogênio fumigante, para o

controle de pragas como fungos, insetos e bactérias. Outros compostos incluíam mistura bordalesa (sulfato de cobre, cal e água) e enxofre. A segunda geração envolveu o uso de compostos orgânicos sintéticos, entre os quais a primeira substância de importância foi o diclorodifeniltricloroetano (DDT), sintetizado, pela primeira vez, por um cientista alemão, Ziedler, em 1873 (OTHMER, 1996), cujo efeito inseticida só foi descoberto em 1939, pelo químico suíço Paul Muller. Inicialmente, o DDT foi considerado uma verdadeira “revolução” para a medicina tropical: um composto orgânico simples, bastante fácil e barato de fabricar, fácil de aplicar e eficaz contra uma ampla variedade de pragas.

Nos períodos da primeira Guerra Mundial (1914-1918) e da segunda Guerra Mundial (1939-1945) ocorreram grandes investimentos nas indústrias químicas pelo mundo que, juntamente com os governos dos países envolvidos nos conflitos, promoveram o desenvolvimento de novos compostos químicos, entre eles os agrotóxicos, com o intuito de ampliar o suprimento alimentar das tropas e controlar a proliferação de vetores transmissores de doenças entre os soldados. Posteriormente, muitas dessas substâncias se transformaram em verdadeiras armas de guerra (COLASSO; AZEVEDO, 2011).

O uso intensivo de agrotóxicos na agricultura está associado ao movimento internacional, iniciado em 1944 no México, que ficou conhecido como "Revolução Verde". Naquela época, os problemas de abastecimento para atender à demanda crescente da população humana por alimentos resultaram neste movimento, que teve como propósito principal aumentar a produtividade de grãos. Estimava-se que, neste período, as pragas destruíam cerca de 30 a 48% da produção mundial de alimentos. Embora o controle de pragas era reconhecidamente necessário na agricultura, a Revolução Verde, em particular, incentivava o uso cada vez maior de insumos de agrotóxicos, visto que a maioria das variedades de alto rendimento, cultivadas em sistemas de monocultura, não eram amplamente resistentes a pragas e doenças. Após seu sucesso no México, esse movimento se espalhou pelo mundo (PIGNATI, 2012).

De acordo com Jardim, Andrade e Queiroz (2009), após a Segunda Guerra Mundial, o DDT começou a ser utilizado não apenas com propósitos de saúde pública em áreas de clima quente, mas também de forma extensiva e intensiva, em países desenvolvidos, para controlar as pragas dos insetos que atacavam as colheitas. Como não se conhecia nenhum efeito adverso para a saúde e para o meio ambiente, o DDT foi tratado como o primeiro inseticida ideal pela população. Com isso, o uso dessa substância se espalhou rapidamente por vários países do mundo. E, com o passar do tempo, o DDT se tornou o principal meio de controle do inseto

propagador da malária e da febre amarela nas campanhas de saúde pública (MELLANBY, 1992).

A decepção com o DDT veio depois, em grande parte como resultado direto do uso excessivo e descontrolado desse agrotóxico. Em seu livro escrito ainda em 1962, *Silent Spring* (Primavera Silenciosa), a escritora Raquel Carson associou o uso dos inseticidas sintéticos, como o próprio DDT, com impactos para os ecossistemas, causando aumento da mortalidade de peixes e pássaros e ampliação da resistência de insetos aos agrotóxicos. Naquela época, Carson acreditava que a chegada do sistema de plantio por monocultura havia promovido um crescimento da população de insetos nas fazendas, o que resultou em um desequilíbrio ambiental e resultou, conseqüentemente, no aumento do uso do DDT (CARSON, 2010). Alguns anos depois, vieram evidências de que a exposição a esse produto químico promovia efeitos carcinogênicos, teratogênicos e cumulativos no organismo humano (SNEDEKER, 2001; COHN *et al.*, 2007; JARDIM *et al.*, 2009) e o nascimento bebês prematuros, visto que a substância se acumulava nos tecidos gordurosos, tendo a capacidade de passar de mãe para filho durante a gestação (LONGNECKER *et al.*, 2001).

A partir do conhecimento dos seus efeitos negativos, o DDT passou a ser proibido em diversos países do mundo (PAULL, 2013). Em 1972, a Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (EPA), que assumiu, em 1970, o controle de agrotóxicos antes feito pela Food and Drug Administration (FDA), não só cancelou todos os registros, como proibiu o uso DDT em todo país (EPA, 1972). Fato que veio a ocorrer no Brasil em 1985, quando foi proibido, em todo território nacional, a comercialização, o uso e a distribuição dos produtos agrotóxicos organoclorados, destinados à agropecuária (BRASIL, 1985). Contudo, foi somente em 2009 que o governo brasileiro proibiu a fabricação, a importação, a exportação, a manutenção em estoque, a comercialização e o uso de DDT no país (BRASIL, 2009). Com a repercussão negativa sobre o uso de inseticidas organoclorados, a indústria química desenvolveu e passou a substituí-los pelos compostos organofosforados e, posteriormente pelos piretróides (JARDIM; ANDRADE; QUEIROZ, 2009).

Alternativas aos agrotóxicos têm sido buscadas ativamente durante os últimos 25 anos (em grande parte em resposta à resistência às pragas) e algumas, como o controle genético ou o uso de microrganismos parasitas, encontraram certos usos - mas todos são bastante complexos e caros demais para a maioria dos países em desenvolvimento. Com o tempo vieram agrotóxicos considerados mais seguros e menos persistentes no meio ambiente. Porém, considerando o alto custo desses novos produtos, em países tropicais os inseticidas de menor custo ainda são muito utilizados para prevenir doenças transmitidas por insetos e para proteger

as plantações de alimentos. O problema é que esses inseticidas costumam ser altamente tóxicos (a exemplo, o paration) e podem causar fatalidades se não forem manuseados com cuidado (MELLANBY, 1992).

Em novembro de 1963, a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO) e a Organização Mundial da Saúde (OMS) criaram o *Codex Alimentarius*, comissão que estabelece regras relacionadas à segurança alimentar com o objetivo de assegurar boas práticas na indústria de alimentos e proteger a saúde dos consumidores. As publicações do *Codex Alimentarius* têm como propósito de harmonizar as normas alimentares entre os países e contribuir para o comércio internacional. Cabe, por exemplo, ao Comitê de Resíduos de Pesticidas (CCPR) do *Codex* a responsabilidade de estabelecer os Limites Máximos de Resíduos (LMRs) para resíduos de agrotóxicos em alimentos específicos ou em grupos de alimentos ou rações que se movimentam entre os países que seguem o *Codex*. Para atender ao critério internacional, os alimentos não devem conter mais do que o LMR (em mg/kg) do resíduo de pesticida no ponto de entrada em um país ou no ponto de entrada nos canais de comércio dentro de um país (FAO; WHO, 2021).

As diretrizes do *Codex* referem-se aos aspectos de higiene e propriedades nutricionais dos alimentos, sejam eles processados, semiprocessados ou crus, e as substâncias e produtos usados para a elaboração dos alimentos, abrangendo código de práticas e normas de aditivos alimentares, agrotóxicos e resíduos de medicamentos veterinários, substâncias contaminantes, rotulagem, classificação, métodos de amostragem e análise de riscos (VAZ, 2015).

No âmbito da União Europeia (UE), a política de segurança alimentar ao mesmo tempo em que visa proteger os consumidores, procura garantir o bom funcionamento do mercado único. A UE aprovou normas para garantir a higiene alimentar, a saúde e o bem-estar animal e a fitossanidade, e para controlar a contaminação por substâncias externas, como os agrotóxicos. São efetuados controles rigorosos em todas as fases, incluindo as importações de alimentos, fazendo com que os alimentos oriundos de países exportadores cumpram os mesmos padrões que os alimentos produzidos na UE. Para tanto, os países membros da UE publicaram o Regulamento (CE) n.º 178/2002, que cria os princípios e requisitos gerais da legislação alimentar e que institui a Autoridade Europeia para a Segurança dos Alimentos (EFSA). A EFSA foi criada para fornecer apoio científico e técnico à Comissão Europeia e aos países da UE em todas as áreas com impacto na segurança alimentar. Quando um determinado risco à saúde humana, animal ou ao meio ambiente é identificado, as autoridades sanitárias dos países membros podem adotar diversas medidas, como ações para restringir a circulação de alimentos

ou sua retirada do mercado; medidas tomadas para prevenir, limitar ou impor condições específicas à colocação no mercado ou à eventual utilização de alimentos para consumo humano ou animal; e a rejeição do lote de alimentos importados (EUROPEAN COMMISSION, 2002; EUROPEAN UNION, 2019a).

Considerando os riscos relacionados aos agrotóxicos para a segurança alimentar nos EUA, o congresso americano publicou a Lei de Proteção da Qualidade Alimentar de 1996, que consistiu em um regulamento contendo medidas como: avaliação da tolerância para obtenção do registro; obrigatoriedade de revisão de registro dos agrotóxico a cada 15 anos; prioridade para pedido de registro de ativos biológicos e convencionais para o controle de pragas; requisitos mínimos para treinamento de indivíduos que usam e supervisionam o uso de agrotóxicos no controle de pragas, na implementação de estudos sobre padrões de consumo alimentar, na exposição de bebês e de crianças aos agrotóxicos, no aumento do aporte de recursos para o monitoramento de resíduos de agrotóxicos em alimentos importados e domésticos, entre outros. O regulamento ainda responsabilizou o Estado pelo treinamento de indivíduos que usam e supervisionam o uso de agrotóxicos para promover o manuseio seguro e eficaz desses produtos na agricultura (ESTADOS UNIDOS, 1996).

De acordo com Grassi Neto (2013), em matéria de segurança alimentar, a regulamentação adotada pelo Mercosul ainda é muito frágil e direcionada especialmente à agricultura familiar. O subgrupo de Trabalho 08 (SGT-8), incumbido da elaboração da “Política Agrária”, comum entre os países integrantes do bloco, chegou a constituir uma comissão sobre harmonização, reestruturação e reconvenção das atividades agropecuárias e agroindustriais, mas tem limitado sua agenda de atividades basicamente ao estabelecimento de padrões fitossanitários e zoossanitários para as diversas espécies vegetais e animais. Até então, a Lei Orgânica de Segurança Alimentar brasileira (BRASIL, 2006a) tem sido considerada como modelo de legislação para o comércio de alimentos entre os Estados-membros.

Segundo Vaz (2015), com os avanços tecnológicos cada vez mais acelerados, surgem novas consequências aos seres humanos quanto aos seus direitos mais elementares, como a saúde e a própria vida. Os riscos relacionados à alimentação enquadram-se também na perspectiva da globalização, haja vista que a produção, circulação e comercialização de alimentos atualmente não está adstrita aos limites territoriais de um determinado país, o que leva a crer na existência de um “risco alimentar global”, dado que a sociedade produz tecnologias que podem acarretar danos incontrolláveis.

Um dos maiores desafios para a ação regulatória do Estado moderno na área sanitária é a avaliação do risco das novas tecnologias, seja elas substâncias, aparelhos ou serviços. Muitos aspectos da análise de risco e de seu gerenciamento estão associados,

na sociedade moderna, ao desenvolvimento industrial – acidentes nucleares, lixo radioativo, pesticidas, derramamento de petróleo, acidentes em indústrias químicas, chuvas ácidas, depleção da camada de ozônio, contaminantes nos alimentos, aquecimento global e assim por diante. A análise de risco permite o manejo mais racional da tecnologia e a eliminação das condições que deterioram o ecossistema e ameaçam o bem-estar da sociedade (LUCCHESI, 2008, p. 67).

Gracia e Contreras (2011) acreditam que os temores ou as preocupações com os riscos devem ser considerados como respostas relativamente lógicas a algumas consequências de uma aplicação sistemática e generalizada de agrotóxicos, fertilizantes ou mesmo da manipulação genética, por exemplo. Assim, em alguns casos, os alimentos processados foram apresentados como produtos perigosos para a saúde na medida em que seu “processamento” pode significar a perda de fibra ou de vitaminas ou o aumento em seu conteúdo de gorduras, açúcar ou sal; também, simplesmente pelo aumento de alguns componentes ‘químicos’ cujos efeitos sobre a saúde podem ser pouco conhecidos.

De acordo com Carneiro *et al.* (2015), o uso de um ou mais agrotóxicos em culturas para as quais eles não estão autorizados, sobretudo daqueles em fase de reavaliação ou de descontinuidade programada devido à alta toxicidade, apresenta consequências negativas para a saúde humana e para a proteção ambiental. Uma delas é o aumento da insegurança alimentar para os consumidores que ingerem o alimento contaminado com algum ingrediente ativo (IA), pois esse uso, por ser absolutamente irregular, não foi considerado no cálculo da ingestão diária aceitável (IDA), insegurança que se agrava na medida em que esse agrotóxico é encontrado em vários alimentos consumidos na dieta cotidiana da população.

Para Chitarra e Chitarra (2005), a existência do risco é determinada pela probabilidade de ocorrência do perigo nos alimentos. Os contaminantes químicos, como o próprio nome indica, correspondem à presença de substâncias químicas estranhas no alimento, ou seja, que não fazem parte de sua composição natural e que podem apresentar risco à saúde quando ingeridas.

3.4.1 As consequências dos agrotóxicos para a saúde pública

Inquestionavelmente, o modelo hegemônico de desenvolvimento agrário adotado no último século foi responsável pela modernização das práticas agrícolas e pelo aumento na produção e oferta de alimentos em todo o mundo. Entretanto, esse aumento da produtividade agrícola foi acompanhado pelo uso intensivo de insumos químicos que, associado às monoculturas e ao agronegócio de exportação, tem sido responsável por inúmeros impactos socioambientais e de saúde pública (PORTO; SOARES, 2012; ARAÚJO; OLIVEIRA, 2017).

O modo de produção globalizado e centrado na exportação de *commodities* demonstra estar relacionado ao surgimento de novas doenças, como sustenta Wallace (2020) em seu livro: “Pandemia e Agronegócio: doenças infecciosas, capitalismo e ciência”. Segundo o autor, uma das hipóteses, por exemplo para o surgimento da própria síndrome respiratória aguda grave provocada pelo novo coronavírus (Sars-Cov-2) está na forma como produzimos e nos alimentamos. Para o autor, o surgimento de novos subtipos de vírus que podem infectar seres humanos pode estar relacionado ao processo de globalização concomitante ao modelo industrial de monoprodução. Esse modelo, devido ao tamanho e à densidade populacional, promove maiores taxas de transmissão de patógenos, facilita a evolução de cepas cada vez mais resistentes ou virulentas e aumenta a capacidade do vírus de se aproximar cada vez mais de novos hospedeiros susceptíveis, mesmo que de espécies distintas.

Segundo Vaz (2015), ao mesmo tempo em que se observa inúmeros avanços tecnológicos nas formas de se produzir na sociedade contemporânea, o que inclui, por exemplo, o surgimento de Organismos Geneticamente Modificados (OGM), o desenvolvimento de alimentos transgênicos e o uso cada vez maior de agrotóxicos na agricultura convencional, verifica-se também o surgimento de novas consequências para saúde dos seres humanos quanto aos seus direitos mais elementares, como saúde e a própria vida. Para a autora, apesar do reconhecimento do conforto e das facilidades que as novas descobertas científicas trazem para a sociedade, o desenvolvimento de danos também tem sido constatado.

O uso de agrotóxicos na produção agrícola e a consequente contaminação dos alimentos têm sido alvo de constante preocupação no âmbito da saúde pública, especialmente diante de um consumidor cada vez mais exigente quanto à presença de resíduos nos alimentos, gerando a necessidade de realização de avaliação toxicológica e do estabelecimento de parâmetros de segurança relativos à sua utilização (ANVISA, 2008).

Uma pesquisa realizada por Palma (2011) comprovou que alguns dos agrotóxicos utilizados na agricultura têm a capacidade de se dispersar no ambiente, enquanto outros podem se acumular no organismo humano, podendo ser encontrados inclusive no leite materno. O estudo alerta que o consumo do leite contaminado pode provocar agravos à saúde dos recém-nascidos, por sua maior vulnerabilidade à exposição a agentes químicos presentes no ambiente, por suas características fisiológicas e por se alimentarem quase exclusivamente com o leite materno até os 6 meses de idade.

De acordo com Thaler e Houlihan (2004), vários estudos na literatura revisada por pares encontraram ligações entre exposição a agrotóxicos e uma ampla gama de problemas de saúde humana, que incluem câncer, doenças neurológicas, doenças generativas, doença de

Parkinson, doenças respiratórias, baixo peso ao nascer e anormalidades reprodutivas. Para os autores, a Agência de Proteção Ambiental dos EUA (EPA) calculou inicialmente os níveis seguros de agrotóxicos que iriam proteger os adultos, embora os estudos científicos recentes indiquem que os bebês e as crianças estão mais vulneráveis a essas exposições químicas.

Neste prisma, o Dossiê da Associação Brasileira de Saúde Coletiva (Abrasco) alerta que diversos estudos evidenciam que a exposição e o consumo de agrotóxicos podem trazer sintomas de intoxicação agudos e crônicos para a saúde do homem, bem como efeitos neurotóxicos, teratogênicos, lesões hepáticas, arritmias cardíacas, alergias, asma brônquica, cânceres, fibrose pulmonar, entre outros. Esses danos envolvem diferentes grupos populacionais, especialmente trabalhadores rurais e moradores do entorno de fábricas e fazendas (CARNEIRO, *et al.*, 2015).

As evidências que associam os efeitos crônicos à saúde humana oriundos da exposição de agrotóxicos são baseadas em estudos epidemiológicos observacionais e testes de toxicidade crônica em animais. Dentre os efeitos observados incluem-se a desregulação do funcionamento da tireoide, obesidade, puberdade precoce, alterações no desenvolvimento da glândula mamária, alteração da lactação, alteração da fertilidade feminina e masculina, infertilidade, diminuição da quantidade do sêmen, malformação urogenital masculina, hiperplasia prostática, alterações na libido, efeitos neurotóxicos e comportamentais, respiratórios incluindo asma, e câncer (REIGART; ROBERTS, 2013 *apud* ALONZO; COSTA, 2019, p. 48).

Segundo Bombardi (2011), nos estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande de Sul, entre os anos de 1999 e 2009, a tentativa de suicídio correspondeu a mais 75% das mortes associadas ao uso de agrotóxicos. Na região Sudeste, o mesmo acontece, chegando a índices superiores a 80% em Minas Gerais e no Espírito Santo. Com relação à região Nordeste, em alguns estados, como é o caso de Pernambuco e do Ceará, a tentativa de suicídio alcança quase 100% dos casos de morte notificados que estão relacionados a esses produtos químicos.

Importante considerar que, em razão dos avanços tecnológicos ocorridos nas últimas décadas, principalmente com o surgimento da nanotecnologia, preocupações estão surgindo com os novos tipos de agrotóxicos recém introduzidos no mercado. Os denominados nanoagrotóxicos, por exemplo, possuem características físico-químicas e toxicocinéticas das nanopartículas diferentes e, na maioria dos casos desconhecidas, em relação às substâncias até então utilizadas na agricultura contemporânea (ALONZO; COSTA, 2019).

Com a publicação das Diretrizes Brasileiras para Diagnóstico e Tratamento de Intoxicações por Agrotóxicos, por meio da Portaria nº 43, de 16 de outubro de 2018, o Ministério da Saúde considerou a exposição humana a agrotóxicos um importante problema de saúde pública no país. De acordo com essas diretrizes, as intoxicações exógenas por agrotóxicos

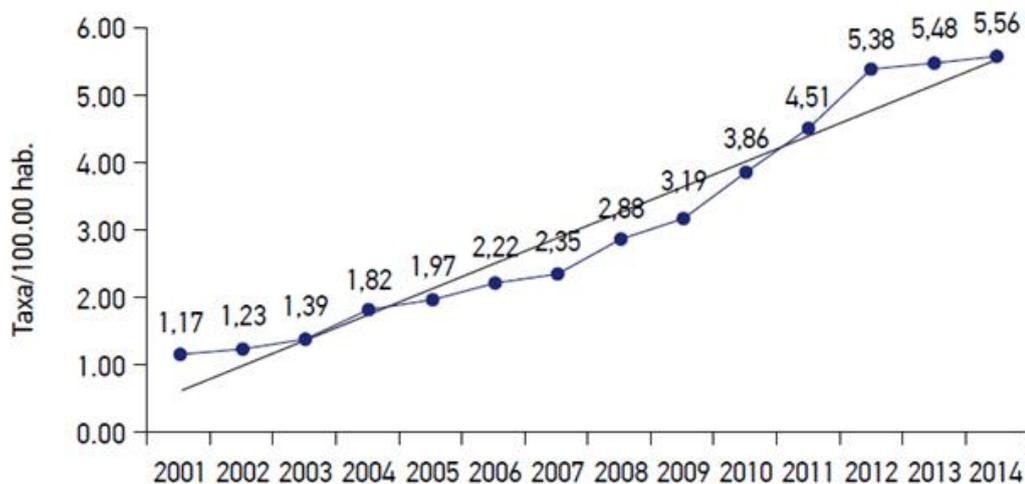
são processos patológicos caracterizados por um desequilíbrio fisiológico, com manifestações variadas de acordo com a classe das substâncias envolvidas (BRASIL, 2018b).

No Brasil, o registro das notificações de intoxicação é realizado em dois sistemas de informação: o SINITOX (Sistema Nacional de Informações Tóxico-Farmacológicas) e o SINAN (Sistema de Informação de Agravos de Notificação). O SINITOX, instituído pela Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), disponibiliza dados específicos sobre intoxicações no país. Já o SINAN, vinculado ao Ministério da Saúde, disponibiliza dados de notificações sobre diversos agravos à saúde, o que inclui as notificações associadas ao uso de agrotóxicos.

De acordo com dados do SINITOX, em 2014 foram registradas 35.851 notificações. Destas, 3.369 (9,4%) estavam relacionadas ao contato com agrotóxicos de uso agrícola, que resultaram em 84 óbitos (1,5% dos casos). Das intoxicações por agrotóxicos notificadas, 830 (24,6%) ocorreram no estado de Minas Gerais, onde 19 indivíduos evoluíram para óbito naquele ano (22,6% dos óbitos). Ao incluir os agrotóxicos de uso doméstico, o número de notificações sobe para 5.718 (15,9% dos casos), dessas 1.094 (19,1%) ocorreram em Minas Gerais. Tal agravo resulta não somente em mortes e sequelas, mas tem sido associado a tentativas de suicídio (41,6%), na maioria das vezes envolvendo homens (62,7%) com idade entre 20 e 49 anos (51,4%) (FIOCRUZ, 2019).

O estudo de Queiroz *et al.* (2019), demonstrou que o número de casos de intoxicação por agrotóxicos tem aumentado de forma crescente e linear no Brasil (GRÁFICO 8). O autor aponta que, somente no período de 2001 a 2014, 80.069 casos de intoxicação por agrotóxicos foram notificados no SINAN. O estudo também revelou que as maiores taxas de intoxicação se concentram nas regiões Sul e Centro-Oeste, embora com maior incremento de notificações durante o período nas regiões Centro-Oeste e Sudeste.

Gráfico 8 - Tendência da incidência de notificações de intoxicação por agrotóxicos no SINAN, Brasil, 2001 a 2014.



Fonte: QUEIROZ *et al.* (2019).

Dados mais recentes obtidos do SINAN acusaram 135.441 casos de intoxicação exógenas no Brasil em 2017. Desses, 7.412 (5,5%) casos estavam associados ao uso de agrotóxicos, sendo 5.238 (70,7%) casos de intoxicação por agrotóxicos de uso agrícola, 1.950 (23,3%) casos envolvendo agrotóxicos de uso domésticos e 224 (3,0%) não especificados. Ainda há registros de 5.322 casos de intoxicação relacionados ao uso de raticidas, cujos números somados às demais intoxicações por agrotóxicos resultam em 12.734 (9,4%) casos de intoxicações no país (BRASIL, 2017a).

Bombardi (2011) aponta que a notificação destas intoxicações junto ao SINAN (que visa justamente a notificação e o controle dos agravos) só passou a ser compulsória em todos os estados a partir de janeiro de 2011 e que não há registros oficiais sobre os efeitos crônicos causados pelo contato com os agrotóxicos. Considerando que a subnotificação de casos ainda é uma fragilidade dos sistemas de informação no Brasil (QUEIROZ *et al.*, 2019), o número de casos pode ser ainda maior do que os notificados no sistema, tendo em vista a estimativa de que para cada evento de intoxicação por agrotóxico notificado no SINAN, podem existir outros 50 não notificados (BOCHNER, 2006).

É importante considerar que os agrotóxicos são amplamente utilizados em campanhas de saúde pública no combate aos vetores em produtos de jardinagem, para combater pragas e ervas daninhas, e em inseticidas de uso doméstico, circunstâncias que aumentam a exposição humana aos agrotóxicos e faz aumentar os casos de intoxicação por uso habitual

desses produtos, visto que os consumidores desconhecem os reais efeitos dessas substâncias para a saúde. Como fatores contribuintes para ocorrência de intoxicação acidental utilizando agrotóxicos, podem ser destacados: a reutilização de embalagens de agrotóxicos, o armazenamento desses compostos em locais de fácil acesso a crianças, a manipulação inadequada e o não uso de equipamentos de proteção individual (QUEIROZ *et al.*, 2019).

Segundo Neto, Lacaz e Pignati (2014), a população urbana ou rural, quando se alimenta ou vive e trabalha em ambientes em contato com agrotóxicos, está sendo contaminada direta ou indiretamente e estão sob risco de desenvolver intoxicações crônicas ou agudas. Para Bombardi (2011), os camponeses, trabalhadores rurais, os familiares destes trabalhadores e moradores de áreas próximas aos cultivos contaminados com agrotóxicos, são os mais susceptíveis aos efeitos da intoxicação gerada com o uso desses produtos químicos.

A partir de uma revisão sistemática da literatura, abrangendo o período de 2011 a 2017, Lopes e Albuquerque (2018) apontam que ainda existe uma lacuna na elaboração de estudos voltados à exposição crônica do trabalhador rural relacionada ao uso de agrotóxicos e que a maioria dos artigos publicados nos últimos sete anos no Brasil, acerca do tema ‘agrotóxicos’, está voltada para os efeitos agudos da exposição a essas substâncias e ao tipo de exposição ocupacional. Segundo os autores, pesquisas acerca da ingestão de alimentos contaminados e sua exposição a longo prazo são escassas na literatura científica.

De acordo com um relatório que trata da exposição aos agrotóxicos em Minas Gerais (MINAS GERAIS, 2015), o risco de contaminação humana e ambiental está presente em todas as fases do processo produtivo, desde a fabricação até a destinação final de embalagens vazias, sendo os agricultores o grupo mais exposto. A exposição aos agrotóxicos pode ser direta, quando há manipulação dessas substâncias, ou indireta, quando há circulação e/ou realização de atividades em áreas vizinhas ao local de manipulação e/ou recém-tratadas, bem como quando há ingestão de alimentos com resíduos dessas substâncias.

Pelo fato de ser o agrotóxico mais utilizado no Brasil, o glifosato é um produto que precisa de maior atenção, pois recentemente foi apontado em uma monografia da Organização Mundial da Saúde como uma substância potencialmente cancerígena em humanos (WHO, 2015). Foi com base nessa monografia que, em 2017, os países da União Europeia aprovaram a renovação da licença deste herbicida somente por mais 5 anos. Cabe destacar que, dos 28 países, 9 votaram contra a renovação da licença (Bélgica, Grécia, França, Croácia, Itália, Chipre, Luxemburgo, Malta e Áustria). Apesar disso, em 2019, a Áustria, país que tem cultivos orgânicos em 23% de suas terras, proibiu definitivamente o uso do glifosato e se tornou o primeiro país europeu a banir esse produto (DEUTSCHE WELLE, 2019).

Em outra direção, a Anvisa emitiu a Nota Técnica nº 23/2018, que mantém a autorização para uso do glifosato na agricultura brasileira. Para a agência reguladora, os estudos que encontraram associação entre exposição ao glifosato e câncer não apresentam significância biológica e consistência suficiente de resultados positivos para concluir pela associação. A agência ainda argumenta que muitos dos achados foram encontrados em doses acima da dose limite aceita nesse tipo de estudo e que em nenhum dos estudos com ratos foi observado aumento na incidência de linfomas malignos após a exposição ao glifosato. Porém, na nota, a agência concorda quanto à necessidade de adoção de medidas de mitigação de riscos à saúde, de alterações no registro e na monografia desse ingrediente ativo (ANVISA, 2018).

No que concerne aos impactos do uso de agrotóxicos para a saúde pública não resta dúvida que as evidências apontam para a alta periculosidade em se utilizar esses produtos, o que torna cada vez mais necessário o controle sobre a sua utilização na cadeia produtiva de alimentos. Como a avaliação da toxicidade é realizada com animais e os limites de resíduos de agrotóxicos nos alimentos são baseados na dieta de indivíduos adultos, estudos que envolvem a avaliação da toxicidade e a exposição a essas substâncias para público infantil devem ser priorizados, assim como seus impactos nas demais formas de vida do planeta.

3.4.2 Os impactos dos agrotóxicos para o meio ambiente

O art. 225 da Constituição Federal (CF) brasileira estabelece que *“Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.”* A carta magna determina também que compete ao poder público *“controlar a produção, a comercialização e o emprego de técnicas, métodos e substâncias que comportem risco para a vida, a qualidade de vida e o meio ambiente.”* (BRASIL, 1988). Porém, o crescimento no uso de agrotóxicos no país tem se configurado como uma ameaça a esses preceitos protetivos definidos pela CF.

Para os autores Chitarra e Chitarra (2005), a produção agrícola em alta escala tende a aumentar a suscetibilidade das culturas a pragas e doenças. Com isso, o uso de defensivos químicos passou a fazer parte corrente do sistema agrícola, aumentando o rendimento da produção de frutas e hortaliças frescas. Contudo, o uso desses compostos é associado com o risco de aumento da resistência das pragas, contaminação ambiental e humana, devido aos resíduos remanescentes no solo, na água ou nos produtos.

Considerando que os agrotóxicos são amplamente utilizados tanto na agricultura para o controle de pragas, como na saúde pública para o controle de vetores de doenças, o desenvolvimento de resistência a inseticidas em populações de pragas e vetores e os efeitos para a saúde passaram a ser uma preocupação constante. Estima-se que dois terços dos países enfrentam grandes problemas com resistência aos agrotóxicos na agricultura, mas pouco mais de um terço dos países têm recursos adequados para gerenciar essa resistência, em especial ao uso de inseticidas (WHO; FAO, 2019).

Segundo a teoria da trofobiose, sistematizada pelo agrônomo francês Francis Chaboussou, o emprego dos agrotóxicos pode gerar um efeito inverso ao esperado, ou seja, levar a maior incidência de insetos herbívoros e microrganismos patogênicos nas lavouras. Isso porque os agrotóxicos (assim como os fertilizantes solúveis) geram desequilíbrios fisiológicos nas plantas cultivadas, criando meio nutricional adequado para a explosão populacional de insetos e microrganismos. Além disso, o pesquisador demonstrou que o uso sistemático de agrotóxicos foi determinante para o surgimento de novas doenças e insetos-praga na agricultura (PETERSEN, 2015).

Ao mesmo tempo que os agrotóxicos atingem as ditas “pragas” nocivas às plantas, também exercem importantes interferências no equilíbrio do ecossistema, como a alteração da composição do solo, passando pela contaminação da água e do ar, podendo interferir nos organismos vivos terrestres e aquáticos (PIGNATI *et al.*, 2017; LOPES; ALBUQUERQUE, 2018; ALONZO; COSTA, 2019).

Para Jardim, Andrade e Queiroz, (2009), a crescente procura e conseqüente produção e utilização de novos produtos pela sociedade moderna têm como principais conseqüências a geração e o acúmulo de compostos químicos indesejáveis no meio ambiente. Sabe-se que, de forma global, a existência de uma área contaminada pode gerar comprometimento da qualidade dos recursos hídricos utilizados para o consumo humano, restrições ao uso do solo e, até mesmo, danos ao patrimônio público e privado com a desvalorização das propriedades, além de danos ao meio ambiente.

Devido à necessidade de avaliação da presença de contaminantes na água potável, o Ministério da Saúde publicou recentemente a Portaria GM/MS n.º 888/2021, que aumentou de 27 para 40 os tipos de ativos de agrotóxicos a serem pesquisados na água para consumo humano no Brasil (BRASIL, 2021b). A norma estabelece a obrigatoriedade do prestador do serviço de abastecimento e do poder público em realizar análises semestrais de toda água tratada, para fins de controle e de vigilância da qualidade da água, respectivamente. Além disso, os responsáveis pelos serviços de abastecimento de água devem analisar pelo menos uma

amostra semestral da água bruta em cada ponto de captação. Essas coletas de amostras para análise dos parâmetros de agrotóxicos devem considerar a avaliação dos seus usos na bacia hidrográfica do manancial de contribuição, bem como a sazonalidade das culturas agrícolas.

Em um estudo de revisão, Lopes e Albuquerque (2018) levantaram uma série de pesquisas que evidenciam uma importante interferência dos agrotóxicos no equilíbrio do ecossistema e, conseqüentemente, na vida animal e humana. Para Tomé *et al.* (2015), uma das situações mais preocupantes atualmente tem sido a elevação da mortalidade de abelhas em plantações pulverizadas com agrotóxicos, dada à participação destas no processo de polinização. Nessa mesma direção, Bontempo *et al.* (2013) constataram que a aplicação do agrotóxico tembotriona, mesmo em um período de 8 meses anteriores ao plantio, promoveu uma redução na produtividade de cenouras em função da redução da polinização.

No estudo realizado por Pignati *et al.* (2014), os autores observaram que em todas as lavouras estudadas foram utilizados mais de um tipo de agrotóxico e, considerando que em alguns municípios são cultivadas várias lavouras concomitantemente, os efeitos dessas substâncias, em associação, sobre toda a biota, podem elevar os riscos de impactos ambientais e de doenças humanas.

Segundo dados apresentados no relatório da subcomissão que tratou do tema dos agrotóxicos na Câmara Federal, apenas 30% dos agrotóxicos lançados por pulverização aérea nas lavouras atingem o “alvo”, e os 70% restantes se transformam em deriva, dos quais 20% vão para o ar e 50% para a terra (CÂMARA DOS DEPUTADOS, 2011). Corroborando com esses dados, Moreira *et al.* (2012) relataram que os agrotóxicos podem se dispersar, seja por evaporação ou desvio das gotas/nuvens ou lixiviação, e contaminar as águas superficiais, as águas subterrâneas, a chuva e o ar que respiramos.

A utilização de produtos químicos no plantio sem supervisão técnica e em desacordo com as normas técnicas, além de provocar a contaminação dos alimentos, pode ocasionar desequilíbrio no meio ambiente, contaminação de solos e rios e o surgimento de pragas e doenças resistentes, conseqüentemente ocasionando riscos à saúde e prejuízos ao produtor (FONSECA; ARAÚJO, 2015).

Para além dos riscos ambientais até aqui abordados, o incentivo cada vez maior ao agronegócio e o aumento da produção agrária de *commodities* agrícolas, com particular ênfase a produção de alimentos e biocombustíveis para a exportação, ameaçam a preservação das reservas florestais (GRASSI NETO, 2013). Como esse modelo de produção agrícola está fortemente associado ao uso de agrotóxicos, essa questão torna-se extremamente preocupante,

especialmente em países de economia emergente, como o Brasil, onde as ações de desmatamento e exploração ilegal de terras têm avançado cada vez mais.

Em outra direção, os estudos de BADGLEY *et al.* (2007), a partir de dois modelos criados para estimar a produção global de alimentos, demonstraram que os sistemas orgânicos de produção alcançam rendimentos físicos iguais ou superiores aos sistemas que utilizam agroquímicos, o que indica que a agricultura orgânica tem o potencial de contribuir substancialmente para o abastecimento global de alimentos, ao mesmo tempo em que reduz os impactos ambientais prejudiciais da agricultura convencional. Os autores alertam que a conversão para a produção orgânica em solos degradados por anos de cultivo com resíduos de fertilizantes sintéticos e agrotóxicos resulta em uma diminuição inicial em termos de rendimento em relação aos métodos convencionais, seguido por um aumento na produtividade, à medida que a qualidade do solo é restaurada. Estudos como este, no entendimento de Petersen (2015), colocam em xeque a narrativa que justifica o *mal necessário*, visto que as evidências comprovam que a produção de alimentos contaminados por resíduos de agrotóxicos não é uma necessidade irremediável para assegurar o abastecimento de uma população mundial crescente.

Em uma perspectiva semelhante, Porto e Soares (2012) sustentam que a redução do uso de agrotóxicos na agricultura perpassa por um processo denominado como “transição agroecológica”, com o desenvolvimento de políticas públicas que incorporem princípios e tecnologias de base ecológica e que estimulem a produção de alimentos saudáveis e livres de agrotóxicos, com vistas a promover a saúde humana e a preservação do meio ambiente, preservar a biodiversidade e manter os ciclos e as atividades biológicas do solo.

Para Alonzo e Costa (2019), um dos desafios atuais para a saúde ambiental está em estruturar sistemas de monitoramento e vigilância que permitam antecipar e, se possível, prevenir e monitorar as consequências das mudanças ambientais para a saúde humana, o que requer coleta e análise sistemática de dados que subsidiem a construção de indicadores que apontem para essa inter-relação.

3.5 Regulação e controle sanitário sobre os agrotóxicos em alimentos no Brasil

Os efeitos da Revolução Verde chegaram ao Brasil na década de 1960, quando o modelo agrícola do país passou por transformações na sua estrutura de produção de alimentos. Neste período, o plantio de culturas para exportação, capitaneado por grandes grupos econômicos ligados ao agronegócio, passou a ser incentivado, em detrimento aos produtos básicos considerados de primeira necessidade. Essa transformação tinha como fundamento a

modernização da agricultura, com propósito de ampliar a produção de monoculturas em grandes propriedades de terra e a maior mecanização das atividades agrícolas. Com essa modernização, a agricultura brasileira incorporou um “pacote tecnológico” que envolvia o incentivo à pesquisa, o crédito rural, a assistência técnica no campo, o fornecimento de sementes híbridas e a incorporação de uma tecnologia químico-dependente, com o uso de agrotóxicos e fertilizantes (BALSAN, 2006; CARNEIRO *et al.*, 2015; PELAEZ *et al.*, 2015). Nesse período foram implantadas uma série de políticas públicas e medidas favoráveis ao setor agrícola, que culminaram no aumento da produção de alimentos e, conseqüentemente, no crescimento do uso de agrotóxicos no país (BRASIL, 1966).

Para Porto e Soares (2012), entre os anos de 1960 e 1970, a oferta de subsídio de créditos agrícolas para a aquisição de maquinários (tratores) e de agroquímicos e fertilizantes químicos, e a consolidação de uma agricultura de exportação, contribuíram para o uso indiscriminado dos agrotóxicos, que passaram a ser utilizados não só pelos agricultores mais bem capitalizados, mas também por produtores familiares compelidos e impulsionados a adquirir esse “pacote tecnológico” de uma forma passiva e sistematicamente descontrolada. Os autores acreditam que o discurso do aumento da produtividade vem sendo utilizado para mascarar os impactos negativos desse modelo hegemônico de produção agrícola, visto que essa produtividade foi altamente impactada pelo melhoramento genético de plantas e pela crescente mecanização no meio rural.

Em meados da década de 1970, quando se vivia o período desenvolvimentista sob o Estado de exceção (regime militar), o governo instalou o Plano Nacional de Defensivos Agrícolas, condicionando o crédito rural ao uso obrigatório de agrotóxicos. Tão decisiva foi essa medida que rapidamente a maioria dos produtores rurais passou a só produzir com base nesses venenos (CARNEIRO *et al.*, 2015).

O pacote tecnológico promovido pela Revolução Verde promoveu um aumento de 371% na produção de alimentos no Brasil nos últimos 40 anos, enquanto a área plantada cresceu apenas 42%. Fato esse que fez com que o país passasse a ser um dos maiores exportadores de alimentos, fibras e biocombustíveis do mundo (ANDEF, 2019). Rapidamente, o país se tornou o principal exportador mundial de suco de laranja, açúcar, café, carnes bovina, suína e aves, e o 2º maior de soja e milho (ESTADOS UNIDOS, 2017).

Ao longo das últimas décadas, as exportações de alimentos se tornaram a força motriz do crescimento econômico brasileiro, em especial a partir de uma agricultura voltada à produção de *commodities*. Se, por um lado, o agronegócio representa uma parcela significativa desta economia, por outro a dependência agrícola aos agrotóxicos tem gerado impactos

importantes, tais como: redução da biodiversidade, danos ambientais decorrentes do uso de produtos tóxicos, concentração de terra e renda e, não raro, o uso desses produtos também tem sido associado a situações precárias de trabalho (FRIEDRICH; SOUZA; CARNEIRO, 2018).

Segundo Bombardi (2017), o uso de agrotóxicos é a estratégia de manejo de pragas mais amplamente adotada para garantir o fornecimento de alimentos em todo o mundo. Contudo, o avanço das culturas e a produção agropecuária voltada para sua conversão em *commodities* e em agroenergia têm ampliado consideravelmente o uso de agrotóxicos e de sementes transgênicas na agricultura.

Schreinemachers e Tipraqsa (2012) verificaram que vários países de renda média alta (por exemplo Argentina, Brasil, Malásia, África do Sul e Uruguai) e países de renda média baixa (por exemplo Camarões, Cabo Verde, Nicarágua, Paquistão e Ucrânia) sofreram um crescimento de dois dígitos em termos de intensidade do uso de agrotóxicos. Os autores sugerem que esse crescimento rápido e a dependência de inseticidas de amplo espectro são frutos de uma fraca estrutura institucional, da ineficiência na aplicação das normas e da pouca conscientização entre os agricultores sobre o uso desses produtos químicos perigosos, o que representa um enorme desafio para o gerenciamento de agrotóxicos de forma segura e sustentável nesses países.

A incorporação de tecnologias na agricultura e as imposições do mercado quanto à expansão desmedida de monoculturas sobre os biomas, em resposta à oportunidade conjuntural criada com o aumento da demanda por *commodities* agrícolas, fez com que o Brasil assumisse nos últimos anos o posto de maior consumidor mundial de agrotóxicos (ANVISA, 2012; PETERSEN, 2015 SANTOS; UN COMTRADE, 2017; GLASS, 2018; IPEA, 2019). Além disso, dos 50 agrotóxicos amplamente utilizados nas lavouras brasileiras, 22 são de uso proibido nos países membros da União Europeia (CARNEIRO *et al.*, 2015). Diante disso, a Anvisa colocou 14 desses agrotóxicos (cyhexatina, acefato, glifosato, abamectina, lactofem, triclorfom, parationa metálica, metamidofós, fosmete, carbofurano, forato, endossulfam, paraquat e tiram) em processo de reavaliação toxicológica em 2008, porém, a grande maioria deles não teve suas monografias concluídas até o presente momento e continuam em circulação no país (ANVISA, 2008).

Na última década, o Brasil tem se destacado como um dos grandes consumidores de agrotóxicos e cultivadores de plantas transgênicas do mundo (FRIEDRICH; SOUZA; CARNEIRO, 2018). De acordo com Bombardi (2017), grande parte do cultivo de alimentos transgênicos é feito com sementes tolerantes ao herbicida glifosato, cujo consumo corresponde a mais da metade do volume total de agrotóxicos comercializados no país.

O Decreto-Lei nº 986 publicado em 1969, foi um dos primeiros dispositivos de controle sanitário para alimentos no Brasil, o qual conceitua alimento como “*toda substância ou mistura de substância, no estado sólido, líquido, pastoso ou qualquer outra forma adequada destinada a fornecer ao organismo humano os elementos normais à sua formação, manutenção e desenvolvimento*”. O decreto regulou em todo o território nacional as normas básicas para alimentos, desde a sua obtenção até o seu consumo, com vistas à defesa e à proteção da saúde individual ou coletiva. Este decreto determinou a obrigatoriedade da identificação da sede da fábrica ou local de produção na rotulagem dos alimentos adicionados em embalagens, ou seja, essa informação era facultativa para os alimentos *in natura* não embalados. Embora não trate especificamente do controle de agrotóxicos em alimentos, esta norma prevê que os alimentos serão fiscalizados pela autoridade federal, no caso de alimento em trânsito de uma para outra unidade federativa e no caso de alimento exportado ou importado e, pela autoridade estadual ou municipal, dos territórios ou do Distrito Federal nos casos de alimentos produzidos ou expostos à venda na área da respectiva jurisdição (BRASIL, 1969).

Na legislação brasileira, o papel de intervir sobre os riscos relacionados às mercadorias (alimentos, medicamentos, saneantes domissanitários, produtos para a saúde, entre outros) desde a sua produção até o consumo, foi delegado à vigilância sanitária a partir da publicação da Lei Federal n.º 6.360 no ano de 1976 (BRASIL, 1976). A partir de então, os estabelecimentos passaram a ter a obrigatoriedade de serem licenciados neste órgão sanitário para extrair, produzir, fabricar, transformar, sintetizar, purificar, fracionar, embalar, reembalar, importar, exportar, armazenar ou expedir os produtos alimentícios. Essa norma foi pioneira ao regular o registro e uso de alguns agrotóxicos na área de saúde pública, mas não menciona os agrotóxicos de uso agrícola. Entre suas determinações, tornou os inseticidas passíveis de registro somente quanto (1) possam ser aplicados corretamente, em estrita observância às instruções dos rótulos e demais elementos explicativos, (2) não ofereçam qualquer possibilidade de risco à saúde humana e à dos animais domésticos de sangue quente, nas condições de uso previstas, (3) não sejam corrosivos ou prejudiciais às superfícies tratadas, (4) apresentados segundo as formas previstas no Regulamento desta Lei, (5) em cuja composição a substância inseticida e a sinérgica, naturais ou sintéticas, observem os índices de concentração adequados, estabelecidos pelo Ministério da Saúde e (6) cuja fórmula de composição atenda às precauções necessárias, com vistas ao seu manuseio e às medidas terapêuticas em caso de acidente, para a indispensável preservação da vida humana, segundo as instruções do Ministério da Saúde, assim como a concessão do registro deverá considerar (1) à pronta aplicação por qualquer pessoa, para fins domésticos e (2) à aplicação e manipulação por pessoa ou organização

especializada para fins profissionais. Essa Lei também definiu que a venda dos raticidas e sua entrega ao consumo ficarão restritas, exclusivamente, aos produtos classificados como de baixa e média toxicidade, sendo privativa das empresas especializadas ou de órgãos e entidades da administração pública direta e indireta o fornecimento e controle da aplicação dos classificados como de alta toxicidade.

Todavia, somente a partir da edição da Lei Federal n.º 7.802 em 1989, que o registro de agrotóxicos, seus componentes e afins, passou a ser obrigatório para que estes ativos pudessem ser produzidos, exportados, importados, comercializados e utilizados no país. A partir de então, os fabricantes dos produtos foram obrigados a atender as diretrizes e exigências da legislação federal e a concessão do registro ficou condicionada a prévia avaliação dos órgãos da saúde, do meio ambiente e da agricultura (BRASIL, 1989).

Com a publicação da Lei Federal n.º 8.080/1990, a vigilância sanitária foi definida como *“um conjunto de ações capaz de eliminar, diminuir ou prevenir riscos à saúde e de intervir nos problemas sanitários decorrentes do meio ambiente, da produção e circulação de bens e da prestação de serviços de interesse da saúde”*. Entre as competências da vigilância sanitária, foram elencados: (I) o controle de bens de consumo que, direta ou indiretamente, se relacionem-se com a saúde, compreendidas todas as etapas e processos, da produção ao consumo; e (II) o controle da prestação de serviços que se relacionam direta ou indiretamente com a saúde (BRASIL, 1990). Com base nesse dispositivo, a legislação federal delegou à vigilância sanitária, entre outros produtos e serviços, a competência no controle sanitário de agrotóxicos em alimentos expostos ao consumidor, sem, contudo, retirar as atribuições dos órgãos do meio ambiente e da agricultura definidas pela supracitada Lei n.º 7.802/1989.

De acordo com Lucchese (2008), a vigilância sanitária pode ser considerada uma área da saúde pública que trata das ameaças à saúde resultantes do modo de vida contemporâneo, do uso e consumo de novos materiais, novos produtos, novas tecnologias, novas necessidades, em suma, de hábitos e de formas complexas de vida coletiva, que são as consequências necessárias do desenvolvimento industrial e do que lhe é imanente: o consumo. Para o autor, a vigilância sanitária se insere como um dos campos de ação da saúde pública que envolve complexas relações entre o Estado, desde os poderes federais até os locais, e a sociedade, desde o mais simples consumidor aos produtores transnacionais.

Com a criação do Sistema Nacional de Vigilância Sanitária (SNVS) pela Lei Federal n.º 9.782/1999, este passou a assumir a competência para normatizar, controlar e fiscalizar produtos, substâncias e serviços de interesse para a saúde. Esta mesma Lei criou a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), a qual tem como finalidade institucional

promover a proteção da saúde da população, por intermédio do controle sanitário da produção e da comercialização de produtos e serviços submetidos à vigilância sanitária, inclusive dos ambientes, dos processos, dos insumos e das tecnologias a eles relacionados, bem como o controle de portos, aeroportos e de fronteiras (BRASIL, 1999a). Com isso, a Lei delegou à Anvisa a responsabilidade pelo controle e fiscalização sanitária de alimentos, inclusive bebidas, águas envasadas, seus insumos, suas embalagens, aditivos alimentares, limites de contaminantes orgânicos, resíduos de agrotóxicos e de medicamentos veterinários, entre outros bens e produtos, que atualmente é compartilhada por todos os entes federados que compõem o SNVS, no âmbito de seus territórios.

A criação de agências tem o objetivo de desonerar os núcleos estratégicos dos ministérios das atividades de execução. Assim, estes ficariam em melhores condições para dedicar-se a suas funções de formulação e de avaliação das diretrizes e políticas públicas e ao acompanhamento e avaliação dos órgãos descentralizados sob sua supervisão. As agências regulatórias – vinculadas aos ministérios correspondentes, mas teoricamente autônomas em termos administrativos e financeiros – surgiram com essas características e têm a responsabilidade de emprestar qualidade e eficiência às ações do Estado (LUCCHESI, 2008, p. 101).

Considerando as inovações tecnológicas, a globalização da economia, a intensificação da importação de alimentos e a necessidade da harmonização da legislação em nível internacional, a Anvisa publicou a Resolução n.º 17/1999, que traz o regulamento técnico que estabelece as diretrizes básicas para avaliação de risco e segurança dos alimentos no país (ANVISA, 1999b). Nessa norma foram definidos os seguintes elementos: a) **perigo**: agente biológico, químico ou físico, ou propriedade de um alimento, capaz de provocar um efeito nocivo à saúde; b) **risco**: função da probabilidade de ocorrência de um efeito adverso à saúde e da gravidade de tal efeito, como consequência de um perigo ou perigos nos alimentos; c) **análise de risco**: processo que consta de três componentes: avaliação de risco, gerenciamento de risco e comunicação de risco; d) **avaliação de risco**: processo fundamentado em conhecimentos científicos, envolvendo as seguintes fases: identificação do perigo, caracterização do perigo, avaliação da exposição e caracterização do risco; e) **identificação do perigo**: identificação dos agentes biológicos, químicos e físicos que podem causar efeitos adversos à saúde e que podem estar presentes em um determinado alimento ou grupo de alimentos; f) **caracterização do perigo**: avaliação qualitativa e/ou quantitativa da natureza dos efeitos adversos à saúde associados com agentes biológicos, químicos e físicos que podem estar presentes nos alimentos; g) **avaliação da exposição**: avaliação qualitativa e/ou quantitativa da ingestão provável de agentes biológicos, químicos e físicos por meio dos alimentos, assim como as exposições que derivam de outras fontes, caso sejam relevantes.; h) **caracterização do risco**: estimativa qualitativa e/ou quantitativa, incluídas as incertezas inerentes, da probabilidade de

ocorrência de um efeito adverso, conhecido ou potencial, e de sua gravidade para a saúde de uma determinada população, com base na identificação do perigo, sua caracterização e a avaliação da exposição; i) **gerenciamento de risco**: processo de ponderação das distintas opções normativas à luz dos resultados da avaliação de risco e, caso necessário, da seleção e aplicação de possíveis medidas de controle apropriadas, incluídas as medidas de regulamentação, e; j) **comunicação de risco**: intercâmbio interativo de informações e opiniões sobre risco, entre as pessoas responsáveis pela avaliação de risco, pelo gerenciamento de risco, os consumidores e outras partes interessadas.

No entendimento de Grassi Neto (2013), os atributos de sanidade e da segurança dos alimentos decorrem tanto do atendimento aos requisitos mínimos de higiene estabelecidos pelas autoridades sanitárias, como da ausência de modificações genéticas potencialmente nocivas e de qualquer tipo de contaminação por substâncias em si consideradas tóxicas ao ser humano.

De acordo com Ciscato, Gebara e Monteiro (2009), o cumprimento dos critérios de qualidade e segurança esperados para o comércio nacional e internacional agrega valor e confiança para economias que se baseiam na produção e exportação de alimentos. Para Lucchese (2008), a definição de regras para aplicação de medidas sanitárias e fitossanitárias insere-se em uma séria de acordos multilaterais de comércio de bens e é fruto de um esforço para eliminar restrições ao comércio de produtos agrícolas, estabelecendo regulamentos baseados em referências internacionais de amplo acesso a todos os países membros.

A regulamentação da Lei n.º 7.802/89 só veio ocorrer mais de uma década depois, com a publicação dos Decretos n.º 4.074/2002 e n.º 5.981/06, que condicionaram o registro de agrotóxicos e afins à autorização de um comitê formado pelos três órgãos ministeriais: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), a partir da avaliação da eficiência agrônômica dos produtos; Ministério da Saúde, que realiza a análise do potencial tóxico dos produtos à saúde humana; e Ministério do Meio Ambiente (Ibama), que ficou incumbido de avaliar o potencial tóxico dos produtos quanto ao potencial de periculosidade ambiental (BRASIL, 2002; BRASIL, 2006b). Com a criação da Anvisa, a competência do Ministério da Saúde no que se refere à avaliação toxicológica do uso de agrotóxicos foi delegada a essa agência.

De acordo com o Decreto n.º 4.074/2002, o controle sanitário de agrotóxicos consiste em verificar o cumprimento dos dispositivos legais e requisitos técnicos relativos a esses produtos, seus componentes e afins. Perante o Decreto, os agrotóxicos, para serem produzidos, manipulados, importados, exportados, comercializados e utilizados no território

nacional, precisam passar por avaliações dos três órgãos de maneira independente. O MAPA verifica a eficiência e o potencial de uso na agricultura com a emissão de um dossiê agrônômico, o Ibama avalia o potencial poluidor do produto a partir da elaboração de um dossiê ambiental e a Anvisa avalia a toxicidade para a saúde humana e em quais condições seu uso é seguro por meio de um dossiê toxicológico. Somente após o parecer favorável desses órgãos é que o registro do agrotóxico é concedido (BRASIL, 2002).

A regulamentação ocorrida a partir dos anos 2000 possibilitou não só a análise e a comercialização de produtos à base de ingredientes ativos com patentes vencidas, como aumentou a demanda de registro de produtos equivalentes, facilitando a entrada de novos *players*⁴ no mercado nacional, em especial de empresas chinesas, que passaram a exportar de forma direta para o mercado brasileiro. Todavia, a redução do tempo de espera para se obter o registro de um produto tem sido o principal item de reivindicação da indústria de agrotóxicos, uma vez que implica em consideráveis custos de oportunidade do capital investido pelas empresas. Nessas condições, os órgãos reguladores passam por grandes pressões, tanto da parte das empresas quanto de segmentos do setor agrícola, interessados em uma oferta maior desses produtos no mercado (PELAEZ *et al.*, 2015).

Até o ano de 2017, o Brasil possuía 504 ingredientes ativos com registro autorizado, 149 destes eram proibidos na União Europeia (30%). Dos dez ingredientes ativos mais vendidos no Brasil, dois estavam proibidos na Europa, o acefato e a atrazina. Apesar da última avaliação da Anvisa ter evidenciado “acentuada neurotoxicidade” e “suspeitas de carcinogenicidade” para o acefato, este teve a continuidade do seu registro aprovado e está em 3º no ranking de vendas no país. A atrazina, por sua vez, é amplamente utilizada no Brasil nos cultivos de abacaxi, cana-de-açúcar, milho, pinus, seringueira, sisal e sorgo (BOMBARDI, 2017). Embora o uso do acefato tenha sofrido algumas restrições (ANVISA, 2013), ambos os agrotóxicos continuam autorizados no país, mesmo com a publicação do novo marco regulatório (ANVISA, 2019a; ANVISA, 2019b). Não obstante, após a publicação do marco regulatório observou-se um crescimento na concessão de registros de agrotóxicos no país. Segundo dados disponíveis no sistema de registro de agrotóxicos fitossanitários, no período entre 2016 e 2020, a Anvisa autorizou o uso de 2.012 novos ingredientes ativos de agrotóxicos, um aumento de 146,9% em relação aos cinco anos anteriores (BRASIL, 2021a).

⁴ Grupos que dividem sua expertise em um segmento crescente, geralmente localizado em regiões aparentemente não tão promissoras, mas que no final das contas acabam apresentando um grande potencial lucrativo (IBC, 2019).

Em direção oposta, a União Europeia implantou, em 2011, um marco regulatório mais restritivo para os agrotóxicos, fazendo com que uma série de ingredientes ativos esteja em fase de banimento na região do bloco econômico, o que implica riscos de barreiras técnicas comerciais aos alimentos exportados que contenham resíduos desses produtos (PELAEZ *et al.*, 2015). Assim, em decorrência da liberação de agrotóxicos proibidos em outros países, produtos brasileiros poderão sofrer restrições no comércio com mercados internacionais (FRIEDRICH; SOUZA; CARNEIRO, 2018).

A Organização Mundial da Saúde (OMS) e a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO) recomendam que as disposições devem permitir o cancelamento do registro, proibição do uso ingrediente ativo ou restrição de agrotóxicos altamente perigosos que representam risco significativo à saúde humana ou ao meio ambiente. Para tanto, a legislação precisa considerar todas as fases do ciclo de vida do agrotóxico, incluindo a implementação da legislação sobre registro, esquemas de licenciamento e mecanismos de controle de varejo, publicidade, armazenamento seguro, transporte e eliminação de agrotóxicos (WHO; FAO, 2019).

Perante o Art. 3, da Lei n.º 7.802/89, são proibidos os produtos que representam possibilidade de provocar teratogênese, carcinogênese, mutagênese e distúrbios hormonais ou danos ao aparelho reprodutor humano (BRASIL, 1989). Com a publicação do Decreto n.º 4.074/02, o registro de um agrotóxico somente poderá ser concedido após a realização de estudos e provas executados em pelo menos duas espécies animais antes da autorização de uso da substância (BRASIL, 2002).

O registro de agrotóxicos no Brasil não possui previsão legal para a sua renovação ou revalidação. Portanto, uma vez concedido, o registro de agrotóxicos possui validade indeterminada. A reavaliação toxicológica é o instrumento técnico e legal para a revisão do perfil de segurança desses produtos, a partir de novas informações produzidas pelos sistemas de monitoramento ou de pesquisas científicas. A partir da reavaliação, pode-se concluir: pela manutenção do registro do ingrediente ativo sem alterações; pela alteração da formulação, da dose ou do método de aplicação; pela restrição da produção, da importação, da comercialização ou do uso; pela proibição ou suspensão da produção, importação ou uso; ou pelo cancelamento do registro (ANVISA, 2019d).

Uma das etapas da reavaliação realizada pela Anvisa consiste na avaliação do risco dietético, etapa em que se analisa a probabilidade de aparecimento de efeitos adversos à saúde humana, resultante da ingestão de alimentos que contenham resíduos de agrotóxicos. A partir dessa avaliação, são estabelecidos diferentes parâmetros, dentre eles, a Dose de Referência

Aguda (DRfA), a Ingestão Diária Aceitável (IDA) e o Limite Máximo de Resíduos (LMR). Na avaliação do risco agudo, a exposição é comparada à DRfA. A DRfA é definida como a “*quantidade estimada do resíduo de agrotóxico presente nos alimentos que pode ser ingerida em um curto período, geralmente de até 24 horas, sem causar efeito(s) adverso(s) à saúde, expressa em miligrama de resíduo do ingrediente ativo por quilograma de peso corpóreo (mg/kg p.c.)*”. A DRfA é estabelecida somente para ingredientes ativos que possuem potencial de toxicidade aguda (ANVISA, 2019d).

Na avaliação do risco crônico, a exposição estimada é comparada à Ingestão Diária Aceitável (IDA). Os resultados dos estudos toxicológicos, além de serem utilizados para estabelecer a classificação toxicológica dos produtos técnicos e formulados, são necessários para calcular a Ingestão Diária Aceitável (IDA) de cada ingrediente ativo, que consiste na “*quantidade máxima que, ingerida diariamente durante toda a vida, parece não oferecer risco apreciável à saúde, à luz dos conhecimentos atuais. É expressa em mg do agrotóxico por kg de peso corpóreo (mg/kg p.c.)*” (BRASIL, 1992; 2019d). A IDA é calculada com base em estudos experimentais, realizados com animais de laboratório e, em geral, expostos por via oral, nos quais é encontrado o NOAEL⁵ para um determinado desfecho de toxicidade. Mediante esse valor, faz-se uma abstração matemática e esse número é extrapolado para os humanos. Da mesma maneira, em um estudo experimental, pode-se calcular os níveis considerados “seguros” a partir da exposição dérmica ou inalatória (CARNEIRO *et al.*, 2015).

A partir de estudos conduzidos em campo pelas empresas interessadas no registro ou na alteração pós-registro de um agrotóxico, a Anvisa estabelece o Limite Máximo de Resíduo (LMR), que foi definido como “*quantidade máxima de resíduo de agrotóxico legalmente aceita no alimento, em decorrência da aplicação adequada numa fase específica, desde sua produção até o consumo, expressa em partes (em peso) do agrotóxico ou seus derivados por um milhão de partes de alimento (em peso) (ppm ou mg/kg)*” (BRASIL, 1992). Para definir o limite de segurança, o órgão controle avalia a exposição humana a partir do LMR, tendo como base o consumo médio per capita de cada cultura, de acordo com os dados da Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF) (MACHADO, 2004).

⁵ No Observed Adverse Effect Level (NOAEL) pode ser definido como o nível de exposição no qual não existe aumento significativo na frequência ou severidade do efeito adverso entre a população exposta e a população controle (JARDIM; ANDRADE; QUEIROZ, 2009).

Em outra direção, uma revisão realizada por Friedrich (2013) apontou que mesmo que as condições de uso e os limites máximos estabelecidos para os agrotóxicos sejam obedecidos, centenas de estudos comprovam o aparecimento de efeitos em doses muito abaixo dos níveis considerados seguros, para efeitos modulados por mecanismos genômicos e não genômicos, como a imunotoxicidade, a desregulação endócrina e o desenvolvimento de tumores. A autora recomenda a execução de revisões periódicas do registro de agrotóxicos, de forma a identificar e proibir o uso daqueles que são extremamente danosos à saúde.

Segundo Chitarra e Chitarra, (2005), muitas vezes o problema não ocorre na fase de registro, mas durante a produção dos alimentos, onde podem ser utilizados produtos não autorizados para a cultura ou acima do Limite Máximo de Resíduo (LMR) autorizado. Para os autores Germano e Germano (2015), para minimizar os riscos à saúde, os órgãos governamentais deveriam exercer rigoroso controle sobre a toxicidade dos produtos utilizados nas lavouras e divulgar para o público todos os riscos ao adquirir produtos de origem vegetal.

Recentemente, foi publicada a INC MAPA/Anvisa nº 1/2017, que estabelece novos critérios para o reconhecimento de LMR de agrotóxicos em produtos vegetais in natura. O principal objetivo da norma consiste em estabelecer critérios para o reconhecimento de LMR de agrotóxicos entre os países membros do Mercosul (Mercado Comum do Sul), como forma de facilitar os processos de importação e exportação destes produtos no comércio intrabloco (BRASIL, 2017b).

Importante salientar que, embora o consumo de alimentos classificados como organismos geneticamente modificados (OGM) ainda não possuam indícios suficientemente definidos para caracterizar o risco a saúde humana, animal e vegetal, a Política Nacional de Biossegurança (PNB) em vigor no país (BRASIL, 2005) instituiu normas de segurança e mecanismos de fiscalização sobre toda a cadeia de produção desses organismos, mas não tratou de igual maneira a contaminação de alimentos por agrotóxicos, visto que somente para o primeiro foi exigida a identificação obrigatória na rotulagem dos produtos, mesmo sendo conhecidos, em diversas pesquisas, os riscos associados à exposição humana e ambiental aos agrotóxicos.

Em contraposição ao aumento de registros de ativos de agrotóxicos no país, o Estado brasileiro publicou a Lei no 10.831/2003, que dispõe sobre a produção de alimentos

orgânicos⁶ (BRASIL, 2003). Assim, os produtores de alimentos podem optar pela produção de alimentos saudáveis e isentos de contaminantes intencionais. Muito embora os produtos orgânicos devam ser certificados para fins de comercialização, o processo de registro deve garantir a simplificação e agilização de sua regularização (BRASIL, 2007). De acordo com a norma, os sistemas orgânicos de produção

adotam técnicas específicas, mediante a otimização do uso dos recursos naturais e socioeconômicos disponíveis e o respeito à integridade cultural das comunidades rurais, tendo por objetivo a sustentabilidade econômica e ecológica, a maximização dos benefícios sociais, a minimização da dependência de energia não-renovável, empregando, sempre que possível, métodos culturais, biológicos e mecânicos, em contraposição ao uso de materiais sintéticos, a eliminação do uso de organismos geneticamente modificados e radiações ionizantes, em qualquer fase do processo de produção, processamento, armazenamento, distribuição e comercialização, e a proteção do meio ambiente (BRASIL, 2007, p. 2).

Para garantir a oferta de insumos para produção orgânica, os órgãos reguladores estabeleceram procedimentos para registro de *Agentes Biológicos de Controle*⁷ no Brasil na Instrução Normativa n.º 02 no ano de 2006 (BRASIL, 2006c) e, procedimentos para o registro de *Produtos Fitossanitários com uso aprovado para a Agricultura Orgânica*⁸ publicados em 2011 (BRASIL, 2011). Ressalta-se que os produtos fitossanitários para uso próprio na agricultura orgânica estão dispensados de registro, não dependem de receituário agrônomo para uso e, para aqueles que dependem de registro, este deverá ter tramitação própria e prioritária nos órgãos reguladores (BRASIL, 2009). Todavia, a disseminação de informações sobre o registro e a eficácia desses agentes no controle de pragas agrícolas ocorre de forma muito incipiente no país.

Mais recentemente, o MAPA definiu por meio da Portaria nº 52/2021 o regulamento contendo a lista de substâncias e práticas autorizadas para manejo e controle de pragas e doenças nos vegetais em sistemas orgânicos de produção, bem como medidas de prevenção e mitigação de riscos em relação às fontes de contaminantes oriundas das áreas de produção de culturas não orgânicas para as orgânicas, principalmente em relação aos OGM e derivados, aos insumos não autorizados e a qualidade da água usada na produção (BRASIL, 2021c).

⁶ Produto **in natura** ou processado obtido em sistema orgânico de produção agropecuário ou oriundo de processo extrativista sustentável e não prejudicial ao ecossistema local (BRASIL, 2003).

⁷ Organismos vivos, de ocorrência natural ou obtidos por manipulação genética, introduzidos no ambiente para o controle de uma população ou de atividades biológicas de outro organismo considerado nocivo (BRASIL, 2006c).

⁸ Agrotóxico ou afim contendo exclusivamente substâncias permitidas, em regulamento próprio, para uso na agricultura orgânica (BRASIL, 2009).

Na atualidade existem proposições de modificação da legislação brasileira relacionadas à regulação sobre os agrotóxicos. Entre as propostas, está a tramitação do Projeto de Lei (PL) n.º 6.299/2002, que tem como propósito alterar os dispositivos da Lei n.º 7.802/1989 (CÂMARA DOS DEPUTADOS, 2002). Entre os dispositivos desse PL, consta a intenção de alterar o nome agrotóxicos para “produtos defensivos fitossanitários”, retirando a denominação que transparece seus efeitos tóxicos e negativos. Outra modificação controversa presente no texto deste PL está na retirada da análise obrigatória da Anvisa e do Ibama para a concessão do registro de agrotóxicos no país, portanto o registro dos produtos passaria a ser concedido pelo MAPA sem avaliação toxicológica para a saúde humana e avaliação dos riscos ambientais. Dentre os principais interesses envolvidos na alteração da lei, está o de ampliar a entrada de novos agrotóxicos no país, com a redução de exigências no processo de registro dessas substâncias nos órgãos competentes.

Em outra direção está a tramitação do PL n.º 6.670/2016, que propõe instituir a Política Nacional de Redução de Agrotóxicos – PNARA, com o objetivo de incentivar ações que contribuam para a redução progressiva do uso de agrotóxicos na produção agrícola, pecuária, extrativista e nas práticas de manejo dos recursos naturais, com ampliação da oferta de insumos de origens biológicas e naturais. Para tanto, o respectivo PL estabelece medidas que visam: retirar subsídios e benefícios tributários associados a produção e exportação de agrotóxicos, ampliar as compras governamentais de alimentos oriundos de sistemas de produção que dispensam a aplicação de agrotóxicos, vedar o fornecimento de créditos financeiros que possam induzir o uso de agroquímicos, aprimorar os programas de monitoramento de resíduos de agrotóxicos, reavaliar periodicamente as monografias dos agrotóxicos registrados, entre outras (CÂMARA DOS DEPUTADOS, 2016).

3.5.1 Classificação dos agrotóxicos

Enquanto no Brasil utiliza o termo agrotóxicos, na literatura internacional em língua inglesa essas substâncias/produtos químicos recebem a denominação de *pesticides* ou *pesticidas*. Já na literatura de língua espanhola, esses ativos são nomeados como *plaguicidas* ou *praguicidas*. O termo *agrochemicals* ou agroquímicos utilizados, respectivamente, na literatura de língua inglesa e portuguesa, engloba um número maior de produtos como os fertilizantes e os adubos inorgânicos. Entre os trabalhadores rurais esses insumos são amplamente conhecidos por “veneno” ou “remédio” (PERES; MOREIRA; DUBOIS, 2003).

Em relação a categoria de uso, os agrotóxicos podem ser classificados em agrícolas e não agrícolas. O primeiro, como o próprio nome diz, é utilizado na agricultura, enquanto os não agrícolas são aqueles utilizados para outros fins, como por exemplo, nas campanhas de saúde pública, uso domissanitário e no controle de pragas urbanas (ALONZO; COSTA, 2019).

A classificação dos agrotóxicos também pode ser realizada de acordo com o modo de entrada no organismo alvo, pela sua função e pela sua composição química. A classificação por modo de entrada no organismo alvo corresponde à via de absorção das substâncias ativas, ou seja, agrotóxicos sistêmicos, de contato, de absorção oral e de via inalatória. A classificação por função considera os organismos alvo das substâncias, tais como inseticidas, fungicidas, herbicidas, bactericidas, rodenticidas, acaricidas, dentre outros. Já a classificação por composição química, a mais comum, agrupa os agrotóxicos pela natureza da substância ativa, correspondendo principalmente aos organoclorados, organofosforados, carbamatos e piretróides (YADAV; DEVI, 2017).

No Quadro 1 pode ser visualizada a classificação de alguns dos principais agrotóxicos empregados no mundo, considerando a classe, os organismos alvo e o grupo químico dessas substâncias.

Quadro 1 - Principais categorias de agrotóxicos quanto à Classe (organismo alvo) e ao grupo químico a que pertencem.

Classe (organismo alvo)	Grupo Químico	Agrotóxicos
Inseticidas (insetos)	Inorgânicos	Fosfato de alumínio, arsenato de cálcio
	Organoclorados	Aldrin*, DDT*, BHC*, Dicofol*
	Organofosforados	Metil-paration*, Acefato, Metamidófós*
	Carbamatos	Carbofuran*, Aldicarb, Carbaril
	Piretróides sintéticos	Deltametrina, Cipermetrina,
Fungicidas (fungos)	Inorgânicos	Calda Bordalesa, enxofre
	Alquilenobi	Mancozeb, Tiram, Ditiocarbamatos
	Dinitrofenóis	Binapacril*
	Triazol	Tebuconazol
	Fentalamidas	Captafol*, Captam
	Benzimidazol	Carbendazim
Herbicidas (plantas invasoras)	Inorgânicos	Arsenito de sódio, cloreto de sódio
	Dinitrofenóis	Bromofenoxim, Dinoseb*, DNOC
	Fenoxiacéticos	CMPP, 2,4-D, 2,4,5-T
	Carbamatos	Profam, Cloroprofam, Bendiocarb
	Dipiridilos	Diquat, Paraquat*, Difenzoquat
	Dinitroanilinas	Nitralin*, Profluralin
	Benzonitrilas	Bromoxinil, Diclobenil
	Glicina substituída	Glifosato
Desfoliantes (folhas indesejadas)	Dipiridilos	Diquat, Paraquat*
	Dinitrofenóis	Dinoseb, DNOC
Fumigantes (bactérias do solo)	Hidrocarbonetos halogenados	Brometo de metila, cloropicrina
	Geradores de Metilisocianato	Dazomet, Metam
Rodenticidas/Raticidas (roedores/ratos)	Hidroxicumarinas	Cumatetralil, Difenacum
	Indationas	Fenil-metil-pirozolona, pindona
Moluscocidas (moluscos)	Inorgânicos (aquáticos)	Sulfato de cobre
	Carbamatos (terrestres)	Aminocarb, Metiocarb, Mexacarbato
Nematicidas (nematódeos)	Hidrocarbonetos halogenados	Dicloropropeno, DD
	Organofosforados	Diclofention, Fensulfotion
Acaricidas (ácaros)	Organoclorados	Dicofol*, Tetradifon
	Dinitrofenóis	Dinocap, Quinometionato

*Uso proibido no Brasil (Anvisa, 2017d, 2017e).

Fonte: Adaptado de Peres, Moreira e Dubois (2003).

Diante dos riscos associados aos agrotóxicos, os governos de vários países passaram a classificar e avaliar os agrotóxicos em relação aos seus mecanismos de ação e seus efeitos tóxicos, assim como a exigir o registro em órgãos reguladores para serem utilizados (CHITARRA, CHITARRA, 2005).

No Brasil, o novo marco regulatório publicado pela Anvisa alterou os critérios para avaliação toxicológica de agrotóxicos. Com isso, a nova classificação, estabelecida pela Resolução da Diretoria Colegiada RDC nº 294/2019, adotou os critérios baseados no Sistema Globalmente Harmonizado (GHS) de Classificação e Rotulagem de Produtos Químicos, que é

um sistema mundial de classificação e rotulagem de produtos químicos para comunicação de perigo adotado pelos países membros da Organização das Nações Unidas (BRASIL, 2019b). A nova classificação toxicológica é realizada com base na categoria mais restritiva atribuída aos resultados dos estudos de toxicidade oral aguda, cutânea ou inalatória, conforme disposto no Quadro 2. Para o cálculo dos valores, a atual classificação considera a dose letal DL50 oral das formulações líquidas e sólidas, a qual pode causar a morte de 50% dos animais de uma mesma população, exposta com a administração única de uma substância química (BRASIL, 1992).

Quadro 2 - Classificação toxicológica em função da toxicidade aguda oral (DL50), cutânea (DL50) e inalatória (CL50).

CATEGORIA	CATEGORIA 1	CATEGORIA 2	CATEGORIA 3	CATEGORIA 4	CATEGORIA 5	NÃO CLASSIFICADO
Cor da Faixa	VERMELHO	VERMELHO	AMARELO	AZUL	AZUL	VERDE
Nome da categoria	Extremamente Tóxico	Altamente Tóxico	Medianamente tóxico	Pouco tóxico	Improvável de Causar Dano Agudo	Não classificado
Via de exposição Oral (mg/kg p.c.)	< =5	> 5 - 50	> 50 - 300	> 300- 2000	> 2000 - 5000 >	> 5000
Via de exposição Cutânea (mg/kg p.c.)	< = 50	> 50 - 200	> 200 - 1000	> 1000- 2000	> 2000 - 5000	> 5000
Via de exposição Inalatória Gases (ppm/V)	< = 100	> 100 - 500	> 500 - 2500	> 2500-20000	> 20000- 50000	
Via de exposição Inalatória Vapores (mg/L)	< = 0,5	> 0,5 - < = 2,0	> 2,0 - < = 10	> 10 < = 20	> 20-50	
Via de exposição Inalatória Produtos sólidos e líquidos (mg/L)	< = 0,05	> 0,05 - 0,5	> 0,5 - 1,0	> 1,0- 5,0	> 5,0-12,5	

Fonte: Adaptado de Brasil (2019).

Segundo a Anvisa, a nova classificação toxicológica dos agrotóxicos já registrados no Brasil com base nos parâmetros estabelecidos pelo GHS resultou em 1.942 produtos avaliados, destes 1.924 foram reclassificados. Com isso, 43 ingredientes ativos foram enquadrados como extremamente tóxicos, 79 como altamente tóxicos, 136 como moderadamente tóxicos, 599 como pouco tóxicos e 899 como produtos improváveis de causar dano agudo. Para a Agência reguladora, essa medida promoveu uma maior harmonização das regras brasileiras com as de países da União Europeia e da Ásia, entre outros, fortalecendo a comercialização de produtos nacionais no exterior (ANVISA, 2019c)

Na nova classificação brasileira, os produtos de origem biológica estão dispensados da apresentação de estudos toxicológicos e passaram a ser enquadrados como “Não Classificados” e devem ser priorizados pela agência reguladora os produtos de baixa toxicidade. Além disso, novos agrotóxicos deverão ser comparados com aqueles já registrados, de forma que sempre que o produto for enquadrado em categoria de maior perigo que os outros já registrados, o pedido de avaliação toxicológica de registro ou pós-registro será indeferido. A toxicidade dos produtos ainda é classificada de acordo com o órgão-alvo específico por exposição única e por exposição repetida, a mutagenicidade, a carcinogenicidade, a toxicidade reprodutiva, a corrosão ou irritação cutânea, a corrosão ou irritação ocular, a sensibilização cutânea e a sensibilização respiratória (BRASIL, 2019b).

Por outro lado, enquanto no novo marco regulatório são classificados como extremamente ou altamente tóxicos apenas os agrotóxicos que levam à morte se ingeridos ou em contato com a pele e olhos, na classificação anterior, mesmo aqueles produtos que causam lesões ou irritação severa se ingeridos ou que provocam opacidade na córnea ou ulceração ou corrosão na pele, eram classificados como extremamente ou altamente tóxicos. Além disso, o símbolo da caveira, antes obrigatório para todos os agrotóxicos, com a nova classificação, tornou-se obrigatório somente para as categorias 1, 2 e 3 (APMT, 2020).

3.5.2 O monitoramento de resíduos de agrotóxicos em alimentos

Entre as medidas empregadas para identificar as inconformidades no uso de agrotóxicos na agricultura, os órgãos sanitários realizam, periodicamente, o monitoramento de resíduos de agrotóxicos em alimentos de origem vegetal, de forma a verificar a presença e o nível de contaminação. Esse monitoramento permite verificar os critérios de qualidade esperados para proteger os consumidores e fortalecer o comércio de alimentos entre o Brasil e os mercados internacionais (CISCATO; GEBARA; MONTEIRO, 2009; JARDIM E CALDAS, 2012).

De acordo com Szpyrka *et al.* (2015), estudos que promovam a avaliação e o monitoramento de resíduos de agrotóxicos em alimentos podem contribuir não somente para atestar a qualidade dos alimentos comercializados no mercado, como também para verificar se os produtores de alimentos utilizaram adequadamente os princípios das Boas Práticas Agrícolas (BPA).

O monitoramento de agrotóxicos em alimentos no Brasil é realizado por meio do Programa Nacional de Controle de Resíduos e Contaminantes em Produtos de Origem Vegetal

(PNCRC/Vegetal), sob responsabilidade do MAPA, e pelo Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos (PARA), coordenado pela Anvisa. Ambos os programas emitem relatórios sobre a pesquisa de resíduos de agrotóxicos em alimentos consumidos pela população brasileira.

O PNCRC/Vegetal foi criado em 2008 com função de monitorar a qualidade de alimentos de origem vegetal produzidos em todo o território nacional, destinados tanto ao mercado interno quanto à exportação. O programa analisa a presença de resíduos de agrotóxicos e outros contaminantes químicos e biológicos em alimentos coletados nas propriedades rurais, estabelecimentos beneficiadores e centrais de abastecimento (BRASIL, 2008). Por sua vez, o PARA foi instituído em 2003 a partir da necessidade de avaliar continuamente os níveis de resíduos de agrotóxicos nos alimentos comercializados no país. O programa foi criado com o objetivo de estruturar um serviço para avaliar e promover a segurança dos alimentos em relação aos resíduos de agrotóxicos (ANVISA, 2003a). Apesar da relevância dos resultados do PNCRC/Vegetal, este estudo se limitará a analisar apenas o monitoramento de resíduos de agrotóxicos em alimentos coletados no PARA.

O PARA é coordenado pela Anvisa, mas é executado em conjunto com os órgãos estaduais e municipais de vigilância sanitária e laboratórios estaduais de saúde pública. O programa promove a coleta e análise sistemática de alimentos comercializados em estabelecimentos varejistas de todas as 27 unidades da federação. São as vigilâncias sanitárias de estados e municípios que realizam as coletas de alimentos nos estabelecimentos varejistas, de acordo com uma pactuação realizada entre os três entes (ANVISA, 2016).

As análises de resíduos de agrotóxicos nos produtos coletados no PARA, na grande maioria das vezes, são realizadas em Laboratórios Centrais de Saúde Pública (LACEN), que são laboratórios públicos de referência para análise desses ativos. Esses laboratórios integram o Sistema Nacional de Laboratórios de Saúde Pública (SISLAB), constituído por um conjunto de redes nacionais de laboratórios, organizadas em sub-redes, por agravos ou programas, de forma hierarquizada por grau de complexidade das atividades relacionadas à vigilância em saúde (BRASIL, 2004).

Os critérios para a escolha dos alimentos a serem coletados e monitorados no âmbito nacional do programa se orientam nos dados de consumo per capita de alimentos obtidos nas Pesquisas de Orçamentos Familiares (POF), na disponibilidade dos alimentos no comércio varejista de estados e municípios e no histórico do uso de agrotóxicos nas culturas agrícolas de cada unidade da federação (ANVISA, 2008).

A coleta de amostras segue orientação do manual de submissão e avaliação de resíduos de agrotóxicos da Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO), que recomenda que ela seja feita no local em que a população adquire os alimentos, com vistas a obter amostras com características semelhantes ao que será consumido (FAO, 2016). Assim, as amostras analisadas pelo PARA são coletadas pelas vigilâncias sanitárias nos comércios varejistas locais e em distribuidores de alimentos, sendo as amostras enviadas ainda frescas para os laboratórios (ANVISA, 2016).

A análise dos alimentos é realizada pelo método analítico de “multirresíduos” ou de metodologias específicas previamente validadas. O método multirresíduo (MRM, do inglês *Multiresidue Method*) consiste em analisar simultaneamente diferentes ingredientes ativos de agrotóxicos em uma mesma amostra, sendo ainda capaz de detectar diversos metabólitos (ANVISA, 2016). No entanto, para Sousa (2018, p. 147), “embora as técnicas empregadas sejam capazes de analisar, simultaneamente, mais de 100 analitos, identificou-se que ainda há limitações a respeito dos métodos desenvolvidos, uma vez que são validados em sua maioria para de 2 a 20 resíduos de agrotóxicos, em 1 a 5 matrizes alimentares.”. A análise de multirresíduos utilizada no PARA é denominada QuEChERS (Quick, Easy, Cheap, Effective, Rugged and Safe), e toma como referência a técnica desenvolvida por Anastassiades *et al.* (2003). De acordo com Meira (2015), esse método utiliza Dispersão de Matriz em Fase Sólida (Matrix Solid-Phase Dispersion - MSPD) e foi elaborado com o objetivo de superar limitações práticas dos demais métodos multirresíduos de extração existentes. Para tanto, os extratos podem ser analisados por cromatografia líquida e/ou cromatografia gasosa, acopladas à espectrometria de massas em série. De acordo com o autor, além de apresentar vantagens como rapidez, facilidade de aplicação, economia, efetividade, robustez e segurança, o QuEChERS permite utilizar pequenas quantidades de amostra e de solvente.

Os resultados do PARA permitem verificar se os alimentos comercializados no país apresentam níveis de resíduos de agrotóxicos dentro dos limites máximos de resíduos (LMR) estabelecidos pela legislação, conferir se os agrotóxicos utilizados estão devidamente registrados no país e se foram aplicados somente nos alimentos para os quais estão autorizados, estimar a exposição da população a resíduos de agrotóxicos em alimentos de origem vegetal e, assim, avaliar o risco à saúde decorrente dessa exposição (BRASIL, 2006b; BRASIL, 2017c).

As amostras insatisfatórias, cujos níveis de agrotóxicos estão acima do LMR, evidenciam a utilização do agrotóxico em desacordo com as determinações presentes nos rótulos e bulas, como, por exemplo: maior número de aplicações, quantidades excessivas de agrotóxicos aplicados por hectare, por ciclo ou safra da cultura, e não cumprimento do intervalo

de segurança ou período de carência. Já os resultados insatisfatórios relacionados ao uso de agrotóxicos não autorizados, referem-se ao uso de agrotóxico não permitido para determinada cultura agrícola, mas cujo ingrediente ativo está registrado no Brasil e com uso permitido para outras culturas, mas também pode indicar a presença de agrotóxicos de uso proibido ou que nunca teve registro no país (ANVISA, 2011).

Os resultados das análises dos alimentos coletados no PARA fornecem informações para a tomada de ações de mitigação de risco adequadas a cada tipo de alimento ou sobre quais agrotóxicos e produtos alimentares devem ser alvo de maior investigação, norteando as ações de educação, controle e fiscalização dos órgãos de vigilância sanitária (ANVISA, 2016).

O estado de Minas Gerais possui seu próprio programa de monitoramento de agrotóxicos, o Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos do Estado de Minas Gerais (PARA-MG), que incorporou as coletas de alimentos definidas no âmbito nacional. Esse programa estadual é executado conforme as diretrizes do Programa Mineiro de Monitoramento da Qualidade dos Produtos e Serviços Sujeitos ao Controle Sanitário (PMQPS), instituído pela Resolução SES/MG Nº 6.711/2019 (MINAS GERAIS, 2019). O PMQPS é realizado em conjunto pelas vigilâncias sanitárias (municipais e estadual) e os laboratórios credenciados no SISLAB, por meio de ações integradas e coordenadas, compreendendo, dentre outras: (I) coleta de amostras de produtos sujeitos ao controle sanitário; (II) realização de análises fiscais ou de orientação nos produtos sujeitos ao controle sanitário; (III) realização de análises documentais; (IV) avaliação do risco sanitário; e, (V) aplicação de medidas de intervenções necessárias à solução dos problemas sanitários identificados.

No que tange ao regulamento técnico do PARA-MG, as análises dos produtos podem ser realizadas na modalidade fiscal ou análise de orientação. Perante a norma, entende-se como fiscal a análise realizada com o intuito de verificar a conformidade dos produtos com o disposto na legislação sanitária vigente; já a análise de orientação tem o propósito de levantar informações para subsidiar investigações epidemiológicas e elaboração de novos programas, normas regulamentadoras ou políticas públicas. Diferentemente das análises fiscais, as análises de orientação não são capazes de subsidiar, por si sós, a instauração de um processo administrativo sanitário (MINAS GERAIS, 2019).

O PARA-MG monitora, anualmente, os resíduos de agrotóxicos em hortifrutigranjeiros, cereais e polpas de frutas comercializadas no estado, cujos critérios de escolha para coleta consideram: alimentos amplamente consumidos pela população considerando o consumo específico de cada região ou município do estado; alimentos que fazem parte da cesta básica; capacidade operacional do laboratório, das vigilâncias estadual e

municipais para o desenvolvimento das ações programadas; e, produtos de interesse regional que apresentaram maior índice de reprovação no PARA nacional. Os produtos são coletados pela vigilância sanitária nos estabelecimentos comerciais no estado, ou diante da necessidade e avaliação, nos centros de abastecimento (MINAS GERAIS, 2019).

Os resultados do PARA-MG permitem, além de verificar se os alimentos comercializados no varejo apresentam níveis de resíduos de agrotóxicos dentro dos LMR estabelecidos pela Anvisa, conferir se os agrotóxicos utilizados estão registrados no país e são aplicados nas culturas agrícolas para as quais estão autorizados, assim como estimar a exposição da população a resíduos de agrotóxicos em alimentos de origem vegetal e, conseqüentemente, avaliar o risco à saúde decorrente dessa exposição (MINAS GERAIS, 2019).

Convém esclarecer que o PARA-MG prevê ainda que, após a avaliação técnica, os resultados das análises sejam divulgados por meio eletrônico e notificados aos responsáveis pelo produto ou pelo estabelecimento em que ele a amostra foi coletada. Nos casos em que a fiscalização da produção dos alimentos seja de competência dos órgãos da agricultura, a vigilância sanitária deverá dar ciência do resultado das análises com o encaminhamento da cópia dos laudos aos respectivos órgãos responsáveis, para as devidas providências (MINAS GERAIS, 2019).

3.5.3 A rastreabilidade de alimentos

A rastreabilidade de alimentos pode ser entendida como parte do gerenciamento de logística que captura, armazena e transmite informações adequadas sobre alimentos, rações, animais ou substâncias que produzem alimentos em todos os estágios da cadeia de fornecimento de alimentos, para que o produto seja verificado quanto à segurança, qualidade e controle, traçado para cima e rastreado para baixo a qualquer momento (BOSONA; GEBRESENBET, 2013).

Na garantia da qualidade de alimentos, torna-se fundamental considerar as recomendações previstas na norma ISO 22005/2008 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), que estabelece a necessidade de controle em todas as etapas do processo produtivo, desde o plantio até as fases intermediárias de industrialização e transporte dos alimentos (ROCHA *et al.*, 2009). A respectiva norma trouxe o entendimento da rastreabilidade como um sistema consistente e integrado à cadeia de produção, que possibilita a identificação de lotes ou unidades de produtos que podem oferecer risco aos consumidores (ABNT, 2008).

Todavia, as normas da ABNT são de uso voluntário, o que faz com que cada país decida sobre a necessidade de sua aplicabilidade sobre os produtos e serviços no âmbito de seu território.

Em uma economia global extremamente competitiva, todos os principais mercados passaram a exigir rastreabilidade dos produtos, impulsionados por questões como biossegurança, segurança alimentar, segurança física e proteção de marca/mercado (CCI, 2015). Portanto, medidas políticas, tais como encorajar empresas alimentícias a adotarem sistema de rastreabilidade e registrar informações sobre rastreabilidade de alimentos, devem ser introduzidas para promover a construção de uma plataforma rastreável de compartilhamento de informações (LIU *et al.* 2018).

Pesam na implantação da rastreabilidade alguns fatores, como: a identificação dos pontos fracos na proteção da segurança alimentar; a construção de um sistema regulatório com uma clara cadeia de comando e divisão do trabalho entre diferentes órgãos reguladores; a adoção de padrões de segurança comuns para todos os órgãos reguladores; e avanço das tecnologias para permitir a medição rápida e precisa dos indicadores de segurança alimentar devem ser priorizados (LAM *et al.*, 2017).

A China, por exemplo, estabeleceu um sistema de inspeção para produtos agrícolas comercializados internacionalmente, contudo o sistema foi construído sem regras estritas para a inspeção de produtos agrícolas destinados ao consumo doméstico. Para o ambiente doméstico, o governo chinês criou um programa que incentiva os comércios varejistas nacionais e internacionais a estabelecer relacionamentos mais diretos de compras com seus fornecedores e comunidades agrícolas, eliminando camadas adicionais de intermediação que podem gerar implicações no cumprimento de metas de rastreabilidade e segurança alimentar (DING, *et al.*, 2015). Conforme a legislação de segurança alimentar chinesa, a rastreabilidade é uma ferramenta de gerenciamento de risco que permite aos operadores ou autoridades de empresas alimentícias retirar produtos do mercado que foram identificados como inseguros (FOOD PRODUCTION AND MANAGEMENT, 2009).

De acordo com a Legislação da União Europeia (UE), a rastreabilidade é definida como a capacidade de rastrear e seguir um alimento, ração, animal ou substância para produção de alimentos que se pretende, ou se espera, ser incorporado em um alimento ou ração, em todas as etapas da produção, processamento e distribuição (EUROPEAN UNION, 2019a). Assim, a UE desenvolveu o TraceFood Framework, que é uma colaboração conjunta de projetos financiados pelos países membros com foco na rastreabilidade de produtos alimentares. O TraceFood Framework foi projetado para fornecer um padrão internacional, sem propriedade, para troca eletrônica de dados relacionados à rastreabilidade de alimentos. Os muitos projetos

de implementação nos quais o TraceFood Framework foi usado mostraram que o principal obstáculo para a implementação bem-sucedida e eficiente da rastreabilidade nas cadeias de produtos alimentares é organizacional, não técnico (STORØY *et al.*, 2013).

Autores estudaram as preferências do consumidor chinês em relação às informações sobre rastreabilidade em alimentos e verificaram que o uso de agrotóxicos a data da colheita e o uso de fertilizantes, foram as informações consideradas pelos participantes, mais relevantes no caso de produtos de origem vegetal (JIN; ZHANG; XU, 2017; LIU *et al.*, 2018). De acordo com esses autores, esse comportamento está associado à percepção do consumidor quanto ao crescente uso de fertilizantes químicos e agrotóxicos em produtos agrícolas e seus impactos à saúde dos agricultores e consumidores, uma vez que a China está entre os países que mais consomem esses produtos no mundo.

Nessa direção, ZHAO, *et al.* (2018) acreditam que o uso indiscriminado de agrotóxicos tem levantado sérias preocupações dos consumidores relacionadas à segurança alimentar e ambiental, o que faz do desenvolvimento de tecnologias avançadas de detecção e monitoramento de agrotóxicos algo urgente para prevenir o perigo que representam. Para Aarnisalo *et al.* (2007), o aumento das exigências da legislação e as demandas dos consumidores são fatores que impulsionam o desenvolvimento de sistemas harmonizados de rastreabilidade em vários países do mundo.

Do ponto de vista do mercado, os sistemas de rastreabilidade podem resultar em demandas mais efetivas, na prevalência de produtos que utilizam esse sistema e em lucros maiores para as empresas devido ao aumento da demanda por produtos seguros. Como resultado, os organismos de mercado ao longo da cadeia de produção podem contribuir para um comércio de alimentos maior e mais seguro para os consumidores (LIU *et al.*, 2018).

Bosona e Gebresenbet (2013) acreditam que o aumento da renda dos consumidores, a conscientização da sociedade sobre sua saúde, a mudança de estilo de vida e as medidas regulatórias são as principais circunstâncias que impulsionam os setores ligados à agricultura na implementação de sistemas de rastreabilidade na cadeia produtiva de alimentos

Na perspectiva de Aung e Chang (2014), a demanda dos clientes por informações em tempo real sobre os produtos que eles compram e consomem, crescerá e será uma das vantagens competitivas do marketing da indústria de alimentos. Para esses autores, a rastreabilidade surgirá como um novo índice de qualidade e uma base para o comércio no futuro. Segundo os autores, a rastreabilidade de alimentos, da “fazenda até o garfo”, será uma realidade se as forças do mercado, a demanda do consumidor e as regulamentações

governamentais estiverem convergindo para impulsionar um novo nível de visibilidade da cadeia de suprimentos.

Por outro lado, a implantação de um sistema de rastreabilidade demanda investimentos em serviços, tecnologias; novos softwares, mudanças em processos, treinamento e custos operacionais contínuos. Esses custos podem ser dispendiosos para uma empresa, especialmente em países em desenvolvimento. No entanto, visto como um investimento na melhoria de processos, e aplicada coletivamente em todas as empresas em uma cadeia de abastecimento/valor, a rastreabilidade pode proporcionar benefícios substanciais. As pequenas empresas tendem a se concentrar apenas nos mercados locais com requisitos de rastreabilidade menos rigorosos. No entanto, isso não é sustentável, pois mais cedo ou mais tarde os requisitos sobre o mercado interno também podem mudar e se alinhar com padrões internacionais. Além disso, tem aumentado o número de regulamentações sobre rastreabilidade entre os países e, quanto mais cedo as empresas desenvolverem e começarem a implementá-la, melhor será para elas a longo prazo (CCI, 2015).

Segundo Vanany (2006), no contexto regulatório internacional, várias leis de segurança e rastreabilidade de alimentos vegetais foram declaradas e implementadas em alguns países como Japão, EUA e países membros da UE, especialmente França, Alemanha e Reino Unido. O Japão introduziu as diretrizes do sistema de rastreabilidade de alimentos em 2003, os EUA passaram a exigir esse sistema em 2004 e, logo em seguida, a UE adotou a regulamentação em 2005.

No Brasil, com a publicação da Instrução Normativa Conjunta (INC) nº 02/2018, elaborada de forma conjunta entre a Anvisa e a Secretária de Defesa Agropecuária (SDA) do MAPA, a informação referente à rastreabilidade passou a ser uma obrigatoriedade ao longo da *cadeia produtiva de vegetais frescos*⁹ destinados à alimentação humana. A normativa define a rastreabilidade como “*um conjunto de procedimentos que permite detectar a origem e acompanhar a movimentação de um produto ao longo da cadeia produtiva, mediante elementos informativos e documentais registrados.*” Assim, tanto o produtor primário como as unidades de consolidação, deverão manter os registros dos insumos agrícolas, relativos à etapa da cadeia produtiva sob sua responsabilidade. Os registros devem conter, no mínimo, as informações obrigatórias nos estabelecimentos que compõem a etapa de produção, nos estabelecimentos que

⁹ Fluxo da origem ao consumo de produtos vegetais frescos abrangendo as etapas de produção primária, armazenagem, consolidação de lotes, embalagem, transporte, distribuição, fornecimento, comercialização, exportação e importação (BRASIL, 2018).

beneficiam ou manipulam produtos vegetais e nas demais etapas da cadeia produtiva (transporte, armazenamento, consolidação e comercialização) (BRASIL, 2018).

Para a EMBRAPA (2004), a segurança e a qualidade de alimentos vegetais dependem de programas que garantam a rastreabilidade e sejam capazes de permitir o recolhimento no mercado de qualquer produto ou lote inadequado para o consumo.

Para a Anvisa, a rastreabilidade é uma das principais ferramentas utilizadas para gerenciar, controlar riscos, garantir a qualidade dos produtos e, em caso de risco potencial, possibilitar a adoção de ações corretivas ou preventivas quando necessárias. A Agência informa que os estabelecimentos que apresentam não conformidades em seus resultados são notificados para cumprimento de exigências e demais ações sanitárias e que os laudos de análises insatisfatórios são encaminhados aos órgãos de fiscalização agropecuária e vigilância sanitária competentes dos estados para as providências cabíveis, conforme procedimentos internos de orientação e comunicação de risco (ANVISA, 2019d).

A UE, em matéria de segurança alimentar, engloba a segurança dos alimentos e rações de animais, a saúde e o bem-estar dos animais, e a fitossanidade. Neste prisma, a UE assegura a rastreabilidade dos alimentos desde a exploração agrícola até a mesa do consumidor, mesmo quando atravessam suas fronteiras internas, a partir da aplicação de normas muito rigorosas tanto aos alimentos produzidos em seu território, quanto aos alimentos importados (COMISSÃO EUROPEIA, 2021). De acordo com o último relatório do sistema de alerta rápido para alimentos para consumo humano e animal – RASFF - da UE, em 2019 foram realizadas 253 notificações de alerta quanto à entrada de alimentos e rações contendo não conformidades relativas a agrotóxicos. A maioria das notificações reporta-se ao grupo de frutas e hortaliças. O pesticida mais relatado foi o clorpirifós (17), que é proibido na UE. Com a identificação da origem, verificou-se que o ativo proibido estava na categoria “cacau e preparações de cacau, café e chá” e dizia respeito ao chá produzido na China, fazendo com que estes fossem barrados nas fronteiras dos países da UE por representarem um risco à saúde pública (EUROPEAN UNION, 2019b).

Nos EUA, com a publicação da Lei de Modernização da Segurança Alimentar (FSMA) pela Food and Drug Administration (FDA), que prevê melhorias na rastreabilidade de alimentos e manutenção de registros, diversos países exportadores precisaram observar as diretrizes norte-americanas para evitar embargos de seus produtos. Em 2012, o governo americano devolveu toda a carga de suco de laranja importado do Brasil devido à presença de carbendazim, agrotóxico cujo uso está suspenso para reavaliação nos EUA (FDA, 2012).

Portanto, a presença de agrotóxicos em alimentos pode levar a prejuízos de ordem econômica para países agroexportadores, tendo em vista a preocupação mundial com a segurança alimentar. Conhecer a origem e ter a possibilidade de responsabilizar os envolvidos com uso irregular de agrotóxicos favorece a intervenção sobre esse risco, consideravelmente.

É importante salientar que, até o presente momento, não se observou a existência de estudos que permitam saber se as condições de rastreabilidade determinadas pela INC Anvisa/MAPA n.º 02/2018 estão sendo atendidas na comercialização e na distribuição de alimentos vegetais no estado de Minas Gerais. Destaca-se que esta pesquisa abordará apenas os resultados relativos aos alimentos coletados pelo PARA-MG, visto que os dados, disponibilizado nos relatórios da Anvisa, não permitem uma análise descritiva por unidade da federação.

REFERÊNCIAS

AARNISALO, K.; *et al.* **Traceability of foods and foodborne hazards**. Espoo 2007. Helsinki: VTT Tiedotteita, 2007.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (Brasil). **2º Seminário sobre Mercado de Agrotóxicos e Regulação**. Brasília, DF, 2012. Disponível em: <http://www4.planalto.gov.br/consea/comunicacao/noticias/2012/abril-2012/anvisa-realiza-seminario-sobre-agrotoxicos>. Acesso em: 17 ago. 2019.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (Brasil). **Listas de ingredientes ativos com uso autorizado e banidos no Brasil**. 2017d. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/noticias-anvisa/2017/listas-de-ingredientes-ativos-com-uso-autorizado-e-banidos-no-brasil>. Acesso em: 17 ago. 2019.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (Brasil). **Nota técnica nº 23/2018**. Apresenta a Nota Técnica Preliminar sobre as conclusões da reavaliação do Glifosato com as respectivas recomendações e proposta de minuta de RDC a ser submetida à consulta pública. 2018.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (Brasil). **Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos (PARA)**: relatório de atividades 2001 a 2007. Brasília, 2008. 21 p. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/programa-de-analise-de-registro-de-agrotoxicos-para>. Acesso em: 28 jul. 2019.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (Brasil). **Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos (PARA)**: relatório de atividades 2010. Brasília, 2011. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/programa-de-analise-de-registro-de-agrotoxicos-para>. Acesso em: 28 jul. 2019.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (Brasil). **Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos (PARA)**: relatório das análises de amostras monitoradas no período de 2013 a 2015. Brasília, 2016. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/programa-de-analise-de-registro-de-agrotoxicos-para>. Acesso em: 28 jul. 2019.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (Brasil). **Publicada reclassificação toxicológica de agrotóxicos**. 2019c. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/noticias-anvisa/2019/publicada-reclassificacao-toxicologica-de-agrotoxicos>. Acesso em 22 jul. 2021.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (Brasil). Resolução da Diretoria Colegiada RDC n.º 10, de 22 de fevereiro de 2008. Estabelece a reavaliação toxicológica de 14 agrotóxicos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 22 fev. 2008.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (Brasil). Resolução da Diretoria Colegiada RDC n.º 17, de 30 de abril de 1999. Aprova o Regulamento Técnico que estabelece as Diretrizes Básicas para a Avaliação de Risco e Segurança dos Alimentos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 03 maio de 1999.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (Brasil). Resolução da Diretoria Colegiada RDC n.º 45, de 2 de outubro de 2013. Regulamento técnico para o ingrediente ativo acefato em decorrência de sua reavaliação toxicológica. **Diário Oficial da União**, nº 193, 4 de outubro de 2013. 115 p.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (Brasil). Resolução da Diretoria Colegiada RDC n.º 119, de 19 de maio de 2003. Cria o Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos (PARA) e constitui as Coordenações Gerais, Técnica e de Amostragem, com a finalidade de implantar, acompanhar, e avaliar o PARA. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 22 maio 2003a. Seção 1, p. 39.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (Brasil). Resolução da Diretoria Colegiada RDC n.º 165, de 29 de agosto de 2003. Determina a publicação do "Índice das monografias dos ingredientes ativos de agrotóxicos, domissanitários e preservantes de madeira. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2 de setembro. 2003b. p. 48.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (Brasil). Resolução da Diretoria Colegiada RDC n.º 185, de 18 de outubro de 2017. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 19 de out. 2017e. Seção 1. p. 32.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (Brasil). Resolução da Diretoria Colegiada RDC n.º 294, de 29 de julho de 2019. Dispõe sobre os critérios para avaliação e classificação toxicológica, priorização da análise e comparação da ação toxicológica de agrotóxicos, componentes, afins e preservativos de madeira, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília-DF, 11 jul. 2019b. Seção 1. p. 56.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (Brasil). Resolução da Diretoria Colegiada RDC n.º 295, de 29 de julho de 2019. Dispõe sobre os critérios para avaliação do risco dietético decorrente da exposição humana a resíduos de agrotóxicos, no âmbito da Anvisa, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília-DF, 31 jul. 2019d. Seção 1. p. 85.

AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS AND WORLD HEALTH ORGANIZATION AND FOOD. CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION. **International food standards**. FAO/WHO, 2021. Disponível em: <http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/about-codex/en/>. Acesso em: 07 abr. 2021.

ALONZO, H. G. A.; COSTA, A. O. **Bases da Toxicologia ambiental e clínica para atenção à saúde: exposição e intoxicação por agrotóxicos**. São Paulo: Hucitec, 2019.

ANASTASSIADES, M.; LEHOTAY, S.J; STAJNBAHER, D.; SCHENCK, F. L. Fast and Easy Multiresidue Method Employing Acetonitrile Extraction/Partitioning and “Dispersive Solid-Phase Extraction” for the determination of Pesticides Residues in Produce, **J. AOAC Int.**, v. 86, p. 412-431, 2003.

ANDRADE, J. C.; DELIZA, R.; YAMADA, E. A.; GALVÃO, M. T. E. L.; FREWER, L. J.; BERAQUET, N. J. Percepção do consumidor frente aos riscos associados aos alimentos, sua segurança e rastreabilidade. **Braz. J. Food Technol.**, v. 16, n. 3, p. 184-191, 2013.
ANESE, R. O. **Fisiologia pós-colheita em fruticultura**. Santa Maria: UFSM, Colégio Politécnico: Rede e-Tec Brasil, 2015.

ARAÚJO, I. M. M.; OLIVEIRA, A. G. R. C. Agronegócio e agrotóxicos: impactos à saúde dos trabalhadores agrícolas no nordeste brasileiro. **Trabalho, educação e saúde**, v. 15, n. 1, p. 117-129, 2017.

ARNAIZ, M. G. Em direção a uma nova ordem alimentar? *In*: CANESQUI, A. M., GARCIA, R. W. D. (org). **Antropologia da nutrição: um diálogo possível**. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 2005. p. 147 – 164.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO 22005**. Rastreabilidade na cadeia produtiva de alimentos e rações: princípios gerais e requisitos básicos para planejamento e implementação do sistema. Rio de Janeiro: ANNT, 2008.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE DEFESA VEGETAL. **Brasil produz mais com menos defensivos**. 2019. Disponível em: <http://www.undef.com.br/sustentabilidade/brasil-produz-mais-com-menos-defensivos/>. Acesso em: 30 ago. 2019.

ASSOCIAÇÃO PAULISTA DE MEDICINA DO TRABALHO. Como era a classificação dos agrotóxicos? APMT, 2020. Disponível em: <https://apmtsp.org.br/agrotoxicos/>. Acesso em: 21 maio 2021.

AUNG, M. M.; CHANG, Y. S. Traceability in a food supply chain: safety and quality perspectives. **Food Control**, v. 39, p. 172 -184, 2014.

BADGLEY, C.; MOGHTADER, J.; QUINTERO, E.; ZAKEM, E. CHAPPELL, M. J.; AVILÉS-VÁZQUEZ, K.; SAMULON, A.; PERFECTO, I. Organic agriculture and the global food supply. **Renewable Agriculture and Food Systems**, v. 22, n. 2, p. 86-108, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1017/S1742170507001640>.

BALSAN, R. Decurrent impacts of the agriculture modernization in Brazil. CAMPO-TERRITÓRIO: **Revista de Geografia Agrária**, v. 1, n. 2, p. 123-151, ago. 2006.

BOCHNER R. Perfil das intoxicações em adolescentes no Brasil no período de 1999 a 2001. **Cad Saúde Pública**, v. 22, n. 3, p. 587-595, mar. 2006.

BOMBARDI, L. M. A intoxicação por agrotóxicos no Brasil e a violação dos direitos humanos. In: MERLINO, T; MENDONÇA, M. L. (orgs.). **Direitos humanos no Brasil 2011: relatório da Rede Social de Justiça e Direitos Humanos**, p. 71-82, 2011. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/002422667>. Acesso em: 16 de jun. 2021.

BOMBARDI, L. M. **A intoxicação por agrotóxicos no Brasil e a violação dos direitos humanos**. Direitos humanos no Brasil 2011: Relatório da Rede Social de Justiça e Direitos Humanos. São Paulo: Expressão Popular, 2011. 71-84 p.

BOMBARDI, L. M. **Geografia do uso de agrotóxicos no Brasil e conexões com a União Europeia**. São Paulo: FFLCH - USP, 2017. 296 p. Disponível em: <https://www.larissabombardi.blog.br/atlas2017>. Acesso em: 12 jun. 2019.

BONTEMPO, A. F.; *et al.* Residual tembotrione and atrazine in carrot. **J. Environ. Sci. Health B.**, v. 51, n. 7, p. 465-468, 2013.

BOSONA, T.; GEBRESENBET, G. Food traceability as an integral part of logistics management in food and agricultural supply chain. **Food Control**, v. 33, p. 32-48, 2013.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 5 de out. de 1988. p. 1.

BRASIL. Decreto Lei nº 986 de 21 de outubro de 1969. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 21 out. de 1968.

BRASIL. Decreto n.º 6.323, de 27 de dezembro de 2007. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 28 dez. 2007. Seção 1, p. 2.

BRASIL. Decreto nº 4.074, de 4 de janeiro de 2002. **Diário Oficial da União**. Brasília, 08 jan. 2002. p. 1.

BRASIL. Decreto nº 5.981, de 06 de dezembro de 2006. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 7 dez. 2006b. Seção 1, p. 13.

BRASIL. Decreto nº 58.380, de 10 de maio de 1966. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 17 de maio de 1966.

BRASIL. Decreto nº 6.913, de 23 de julho de 2009. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 24 jul. 2009. Seção 1, p. 8.

BRASIL. Lei n.º 10.831, de 23 de dezembro de 2003. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 24 dez. 2003. Seção 1, p. 8.

BRASIL. Lei n.º 11.105, de 24 de março de 2005. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 28 mar. 2005. Seção 1, p.1.

BRASIL. Lei n.º 11.346, de 15 de setembro de 2006. **Diário Oficial da União**, Brasília: Presidência da República, Brasília, DF, 15 de set. 2006a.

BRASIL. Lei n.º 11.936, de 14 de maio de 2009. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 15 mai. 2009, p. 1.

BRASIL. Lei n.º 13.844 de 18 de junho de 2019. **Diário Oficial da União**, 18 jun. 2019c. Seção 1, p.4.

BRASIL. Lei n.º 6.360, de 23 de setembro de 1976. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 24 set. 1976. Seção 1, p. 2647.

BRASIL. Lei n.º 7.802, de 11 de julho de 1989. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 12 jul. 1989. p. 11459.

BRASIL. Lei n.º 8.080, de 19 de setembro de 1990. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, v. 128, n. 182, 20 set. 1990. p.18055-18059.

BRASIL. Lei n.º 9.782, de 26 de janeiro de 1999. **Diário Oficial da União**, Brasília: Presidência da República, 1999a.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **AGROFIT: Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários**. 2021. Disponível em: www.agricultura.gov.br/servicos-e-sistemas/sistemas/agrofit. Acesso em: 02 fev. 2021.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa nº 42, de 31 de dezembro de 2008. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 5 de jan. 2009. Seção 1, p. 2.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria n.º 52, de 15 de março de 2021. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 23 mar. 2021c. Seção 1, p. 10.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Projeções do agronegócio de 2009/10 a 2019/2020**. Brasília: MAPA/AGE/ACS, 2010.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Sistema de estatísticas de comércio exterior do agronegócio brasileiro**- Agrostrat. 2019a. Disponível em: <http://indicadores.agricultura.gov.br/agrostat/index.htm>. Acesso em: 29 ago. 2019.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento; Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Instrução normativa conjunta n.º 01, de 28 de junho de 2017. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 29 jun. 2017b. Seção 1, p. 32.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento; Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Instrução normativa conjunta n.º 02, de 7 de fevereiro de 2018b. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 8 fev. 2018a. Seção 1, p. 148-149.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento; Agência Nacional de Vigilância Sanitária, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Instrução Normativa Conjunta n.º 02, de 23 de janeiro de 2006c. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 26 jan. 2006. Seção 1, p. 8.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento; Agência Nacional de Vigilância Sanitária, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Instrução Normativa Conjunta n.º 01, de 24 de maio de 2011. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 25 maio 2006. Seção 1, p. 25 e 26.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria GM/MS n.º 2.031, de 23 de setembro de 2004. **Diário Oficial da União**. Brasília, 8 jan. 2004, Seção 1, p. 59.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria n.º 43, de 16 de outubro de 2018. Torna pública a decisão de aprovar as diretrizes brasileiras para diagnóstico e tratamento das intoxicações por agrotóxicos - capítulo 1, no âmbito do Sistema Único de Saúde – SUS. **Diário Oficial da União**. Brasília, 17 out. 2018b, Seção 1, p. 44.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Portaria n.º 329, de 02 de setembro de 1985. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 03 de set. 1985.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância Epidemiológica. **Sistema de Informação de Agravos de Notificação**. Notificações segundo Agente Tóxico. 2017c. Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/tabcgi.exe?sinanet/cnv/Intoxbr.def>. Acesso em: 11 ago. 2019.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Relatórios de comercialização de agrotóxicos**. Boletim 2017. 2017c. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/agrotoxicos/relatorios-de-comercializacao-de-agrotoxicos#boletinsanuais>. Acesso em: 01 set. 2019.

BRASIL. Portaria GM/MS n.º 888, de 4 de maio de 2021. **Diário Oficial da União**. Brasília: Ministério da Saúde, 2021b. Seção 1, p. 27.

BRASIL. Portaria n.º 03, de 16 de janeiro de 1992. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 03 jan. 1992.

BRASIL. Resolução n.º 17, de 30 de abril de 1999. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, DOU 82, Seção 1, página 11, 03 maio 1999b.

CÂMARA DOS DEPUTADOS. Comissão de Seguridade Social e da Família. Subcomissão especial sobre o uso de agrotóxicos e suas consequências à saúde. **Relatório final**, nov. 2011. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=529803>. Acesso em: 10 fev. 2021.

CAMARA DOS DEPUTADOS. **Projeto de lei n.º 6.299, de 13 de março de 2002**. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 13 mar. 2002. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=46249>. Acesso em: 18 ago. 2019.

CAMARA DOS DEPUTADOS. **Projeto de lei n.º 6.670, de 13 de dezembro de 2016**. Institui a Política Nacional de Redução de Agrotóxicos - PNARA, e dá outras providências. Disponível em:

<https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=2120775>. Acesso em: 18 ago. 2019.

CARNEIRO, F. F. *et al.* (Org.). **Dossiê ABRASCO: um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde**. Rio de Janeiro: EPSJV, São Paulo: Expressão Popular, 2015.

CARSON, R. **Primavera Silenciosa** (MARTINS, C. S., Trad.). 1ª ed. São Paulo: Gaia, 2010.

CENTRO DE COMÉRCIO INTERNACIONAL. Traceability in food and Agricultural products. **Bulletin n.º 91**, Geneva: CCI, 2015.

CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA. **Boletim CEPEA do mercado de trabalho**. Piracicaba, v. 1, n. 4, 2019.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. Lavras: UFLA, 2005.

CISCATO; C. H. P.; GEBARA, A. B.; MONTEIRO, S. H. Pesticide residue monitoring of Brazilian fruit for export 2006–2007. **Food Additives & Contaminants: Part B.**, v. 2, n. 2, p. 140–145, 2009.

COHN, B. A.; WOLFF, M. S.; CIRILLO, P. M.; SHOLTZ, R. I. DDT and Breast Cancer in Young Women: New Data on the Significance of Age at Exposure. **Environmental Health Perspectives**, v. 115, n. 10, p. 1406–1414, 2007. <https://doi.org/10.1289/ehp.10260>.

COLASSO, C. G.; AZEVEDO, F. A. Riscos da utilização de Armas Químicas. Parte I – Histórico. **Rer. Intertox**. São Paulo, v.4, n. 3, p. 137-172, 2011. Disponível em <http://revistqarevinter.com.br/indez.php/toxicologia/article/view/99/314>. Acesso em: 20 jun. 2021.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Perspectivas para a agropecuária**. Brasília: Conab, v. 7, p. 1-100, out. 2019. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/perspectivas-para-a-agropecuaria>. Acesso em: 02 mar. 2021.

CONTRERAS, J.; GRACIA, M. **Alimentação, sociedade e cultura**. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 2011.

DEUTSCHE WELLE. **Parlamento da Áustria aprova banir o glifosato**. Notícias, Ciências e Saúde. 2019. Disponível em: <https://p.dw.com/p/3LTkW>. Acesso em: 18 ago. 2019.

DICIO. **Dicionário Online de Português**. 2019. Disponível em: <https://www.dicio.com.br>. Acesso em: 19/09/2019.

DING, J.; HUANG, J.; JIA, X.; BAI, J.; BOUCHER, S.; CARTER, M. Direct farm, production base, traceability and food safety in China. **Journal of Integrative Agriculture**, v. 14, n. 11, p. 2380–2390, 2015. [https://doi:10.1016/s2095-3119\(15\)61127-3](https://doi:10.1016/s2095-3119(15)61127-3).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA E AGROPECUÁRIA (Brasil). **Manual de boas práticas agrícolas e sistema APPCC**. Brasília: EMBRAPA, 2004.

ESTADOS UNIDOS. Department of Agriculture. **USDA agricultural projections to 2026**. Washington: USDA, 2017.

ESTADOS UNIDOS. Food Quality Protection Act of 1996, de 3 de Agosto de 1996. **Federal Register**. Washington, DC, 3 ago. 1996. p. 104-170.

EUROPEAN COMMISSION. Regulation (EC) n.º 178 of 28 January 2002. **Official Journal**, 2002. L. 31, p. 1-24.

EUROPEAN UNION. Commission Implementing Regulation (EU) 2019/1793 of 22 October 2019. **Official Journal**, 2019a. L 277, p. 89–129.

EUROPEAN UNION. The Rapid Alert System for Food and Feed. RASFF. **Annual Report**. 2019b. Disponível em: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/2c5c7729-0c31-11eb-bc07-01aa75ed71a1>. Acesso em: 08 maio 2021.

FONSECA, E. M. S.; ARAÚJO, R. C. de. **Fitossanidade**: princípios básicos e métodos de controle de doenças e pragas. São Paulo: Érica, 2015.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Agri-environmental indicator on the use of pesticides per area of cropland (which is the sum of arable land and land under permanent crops) at national level for the period 1990 to 2016**. FAOSTAT Pesticides use classification: definition and standards. 2018. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/EP/visualize>. Acesso em: set. 2019.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Submission and evaluation of pesticide residues data for the estimation of maximum residue levels in food and feed**. Manual on the Submission and Evaluation of Pesticide Residues Data (3ª ed). Rome: FAO, 2016.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **The State of Food Security and Nutrition in the World 2019**: safeguarding against economic slowdowns and downturns. Rome: FAO, 2019b. 239 p. Disponível em: <http://www.fao.org/3/ca5162en/ca5162en.pdf>. Acesso em: 29 ago. 2019.

FOOD AND DRUG ADMINISTRATION. FDA testing orange juice imports for carbendazim, 2012. Disponível em: <https://www.fda.gov/food/foodsafety/producing-specificinformation/fruitsvegetablesjuices/>. Acesso em: 23 jun. 2021.

FOOD PRODUCTION AND MANAGEMENT. **Chinese food safety law**. GS1 Traceability. 2009. Disponível em: <http://www.gs1.org/productsolutions/traceability>. Acesso em: 29 ago. 2019.

FRIEDRICH, K. Desafios para a avaliação toxicológica de agrotóxicos no Brasil: desregulação endócrina e imunotoxicidade. **Vigil. Sanit. Debate**, v. 1, n. 2, p. 2-15, 2013. <https://doi.org/10.3395/vd.v1n2.30>

FRIEDRICH, K.; SOUZA; M. M.O.; CARNEIRO, F. F (Org.). **Dossiê científico e técnico contra o Projeto de Lei do Veneno (PL 6.299/2002) e a favor do Projeto de Lei que**

institui a Política Nacional de Redução de Agrotóxicos – PNARA. Rio de Janeiro: ABRASCO/ABA, jun. 2018.

FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ (Brasil). Centro de Informação Científica e Tecnológica/Sistema Nacional de Informações Tóxico-Farmacológicas. **Dados de intoxicação.** Disponível em: <https://sinitox.iciet.fiocruz.br/dados-nacionais>. Acesso em 10 ago. 2019.

GALINDO, E.; TEIXEIRA, M. A.; ARAÚJO, M.; MOTTA, R.; PESSOA, M.; RENNÓ, L. M. L. **Efeitos da pandemia na alimentação e na situação da segurança alimentar no Brasil.** Food for Justice Working Paper Series, n. 4. Berlin: Food for Justice: Power, Politics, and Food Inequalities in a Bioeconomy. 2021. <http://dx.doi.org/10.17169/refubium-29554>.

GEBARA, A. B. *et al.* Pesticide residues in vegetables and fruits monitored in São Paulo city, Brazil, 1994–2001. **Bull Environ Contam Toxicol.**, v. 75, p.163–169, 2005.

GERMANO, P. M. L.; GERMANO, M. I. S. **Higiene e vigilância sanitária de alimentos:** qualidade das matérias-primas, doenças transmitidas por alimentos, treinamento e recursos humanos. 5ª ed. Barueri: Manole, 2015.

GRASSI NETO, R. **Segurança alimentar:** da produção agrária à proteção do consumidor. São Paulo: Saraiva, 2013.

GUYTON, K. Z. *et al.* Carcinogenicity of tetrachlorvinphos, parathion, malathion, diazinon, and glyphosate. **Lancet Oncology**, v. 16, n. 5, p. 490-491, 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE COACHING. **Players de mercado: sua empresa representa esse conceito? Descubra!** 2019 Disponível em: <https://www.ibccoaching.com.br/portal/players-de-mercado-sua-empresa-representa-este-conceito-descubra/>. Acesso em: 19 set. 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE DEFESA DO CONSUMIDOR. **Tem veneno nesse pacote.** São Paulo: Idec, 2021. 223 p. Disponível em: <https://idec.org.br/veneno-no-pacote>. Acesso em: 12 jun. 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (Brasil). **Censo Agropecuário 2006:** Brasil, grandes regiões e unidades da federação. Rio de Janeiro: IBGE, 2006.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (Brasil). **Censo agropecuário:** resultados definitivos 2017. Rio de Janeiro: IBGE, 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (Brasil). **Conheça as cidades e estados do Brasil.** Rio de Janeiro: IBGE, 2019b.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (Brasil). **Levantamento sistemático da produção agrícola.** Rio de Janeiro: IBGE, 2019a.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS (Brasil). **Boletins anuais de produção, importação, exportação e vendas de agrotóxicos no Brasil**. Boletim 2017.

JARDIM, A. N. O.; CALDAS, E. D. Brazilian monitoring programs for pesticide residues in food e Results from 2001 to 2010, **Food Control**, v. 25, p. 607-616, 2012.
<https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2011.11.001>.

JARDIM, A. N. O.; CALDAS, E. D. Exposição humana a substâncias químicas potencialmente tóxicas na dieta e os riscos para saúde. **Quim. Nova**, v. 32, n. 7, p. 1898-1909, 2009.

JARDIM, I. C. F.; ANDRADE, J. A.; QUEIROZ, S. C. N. Resíduos de agrotóxicos em alimentos: uma preocupação ambiental global, um enfoque às maçãs. **Química Nova**, v. 32, n. 4, p. 996-1012, 2009.

JIN, S.; ZHANG, Y.; XU, Y. Amount of information and the willingness of consumers to pay for food traceability in China. **Food Control.**, v. 77, 163–170, 2017.
<https://doi:10.1016/j.foodcont.2017.02.012>.

LIU, C.; LI, J.; STEELE, W.; FANG, X. A study on Chinese consumer preferences for food traceability information using best-worst scaling. **PLOS ONE**, v. 13, n. 11, p. 1-16, 2018.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0206793>.

LONGNECKER, M. P.; KLEBANOFF, M. A.; ZHOU, H.; BROCK, J. W. Association between maternal serum concentration of the DDT metabolite DDE and preterm and small-for-gestational-age babies at birth. **The Lancet**, v. 358, n. 9276, p. 114, 2001.
[https://doi:10.1016/s0140-6736\(01\)05329-6](https://doi:10.1016/s0140-6736(01)05329-6).

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

LOPES, C. V. A.; ALBUQUERQUE, G. S. C. de. Desafios e avanços no controle de resíduos de agrotóxicos no Brasil: 15 anos do Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos. **Cad. Saúde Pública**; v. 37, n. 2, 1-14, e00116219, 2021.
<https://doi.org/10.1590/0102-311X00116219>. Acesso em: 06 jun. 2021.

LUCCHESI, G. **Globalização e regulação sanitária**: os rumos da vigilância sanitária no Brasil. Brasília: Anvisa, 2008.

MACHADO, Cláudia Parma. **Estimativa do risco da ingestão de resíduos de agrotóxicos em hortifrutícolas comercializadas em Belo Horizonte**. 2004. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) – Faculdade de Farmácia, Universidade Federal de Minas Gerais, 2004.

MEIRA, A. P. G. Técnicas de análise de resíduos de agrotóxicos em alimentos de origem vegetal: uma revisão. **Segurança Alimentar e Nutricional**, v. 22, n. 2, p. 766-777, 2015.

MELLANBY, K. The DDT story K. In: BUSVINE, J. **Bulletin of Entomological Research**, 82, 4, 1992, p. 554-56. <http://doi:10.1017/s0007485300042693>.

MINAS GERAIS. Resolução SES/MG n.º 6.711, de 17 de abril de 2019. Institui o Programa Mineiro de Monitoramento da Qualidade dos Produtos e Serviços Sujeitos ao Controle Sanitário e aprova os regulamentos técnicos dos programas específicos que o integram. **Diário Oficial de Minas Gerais**, Belo Horizonte, 17 de abr. 2019. Seção 1, p. 22.

MINAS GERAIS. Secretaria de Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Balanco do Agronegócio de Minas Gerais 2020**. Belo Horizonte: Seapa, 2021.

MINAS GERAIS. Secretaria de Estado de Saúde. Subsecretaria de Vigilância e Proteção à Saúde. **Exposição a Agrotóxicos em Minas Gerais e suas regiões ampliadas de saúde**. Belo Horizonte: Autêntica, 2015.

MITIDIERO JUNIOR, M. A.; BARBOSA, H. J. N.; E SÁ, T. H, de. Quem produz comida para os brasileiros? 10 anos do censo agropecuário 2006. **Revista Pegada**, v. 18, n. 3, p. 7 -77, 2017. <https://doi.org/10.33026/peg.v18i3.5540>.

MOREIRA, J. C.; PERES, P.; SIMÕES, A. C.; PIGNATI, W. A.; DORES, E. F.; VIEIRA, S.; STRUSSMANN, C.; MOTT, T. Contaminação de águas superficiais e de chuva por agrotóxicos em uma região de Mato Grosso. **Cien Saude Colet**, v. 17, n. 6, p. 1557-1568, 2012.

NERO, L. A. *et al.* Organofosforados e carbamatos no leite produzido em quatro regiões leiteiras no Brasil: ocorrência e ação sobre *Listeria monocytogenes* e *Salmonella* spp. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 1, p. 201-204, 2007.

NETO, E. N.; LACAZ, F. A. C.; PIGNATI, W. A. Vigilância em saúde e agronegócio: os impactos dos agrotóxicos na saúde e no ambiente. Perigo à vista. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 19, n. 12, p. 4709-4718, 2014. <http://dx.doi.org/10.1590/1413-812320141912.03172013>.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **Commodity Trade Statistics Database. Metadata e Reference: commodities** list. 2019a. Disponível em <https://comtrade.un.org/db/mr/daCommoditiesResults.aspx?px=H4&cc=3808>. Acesso em: 30 jul. 2019.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). Department of Economic and Social Affairs. Population Division. **World Population Prospects 2019: highlights**. New York, Jun. 2019.

OTHMER, K. Encyclopedia of Chemical Technology, 14^a ed. **J. Am. Chem. Soc.**, v. 121, n. 10, 1999. 2339 p. <https://doi.org/10.1021/ja9857662>.

PALMA, Danielly Cristina de Andrade. **Agrotóxicos em leite humano de mães residentes em Lucas do Rio Verde. 2011**. 103 f. Dissertação (Mestrado em Saúde Coletiva) – Instituto de Saúde Coletiva, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2011.

PASSOS, F. R.; REIS, M. R. dos. Resíduos de agrotóxicos em alimentos de origem vegetal: revisão. Pesticidas: **Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente**, v. 23, p. 49-58, 2013. <https://doi:10.5380/pes.v23i0.35002>.

PAULL, J. The Rachel Carson Letters and the Making of Silent Spring. **SAGE Open**, v. 3, n. 3, 2013. <https://doi:10.1177/2158244013494861>.

PELAEZ, V. M. *et al.* A (des)coordenação de políticas para a indústria de agrotóxicos no Brasil. **Rev. Bras. Inov.**, Campinas, v. 14, n. esp., p. 153-178, 2015. <https://doi.org/10.20396/rbi.v14i0.8649104>.

PEREIRA, R. C. **Agrotóxicos nos alimentos: discussão de evidências científicas relacionadas com a saúde 2020**. Dissertação (Mestrado em Nutrição e Saúde) - Programa de Pós-Graduação em Nutrição e Saúde, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2020.

PETERSEN, A. **Status of food traceability in the European Union (EU) and United States of America (US), with special emphasis on seafood and fishery products**. Masters' Assignment. Denmark: Danish Technical University. 2004.

PETERSEN, P. Um novo grito contra o silêncio. In: CARNEIRO, F. F. et al. (Org.). **Dossiê ABRASCO: um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde**. Rio de Janeiro: EPSJV, São Paulo: Expressão Popular, 2015. P. 27-36.

PERES, F.; MOREIRA, J. C.; DUBOIS, G. S. **Agrotóxicos, saúde e ambiente: uma introdução ao tema**. In: PERES, F., and MOREIRA, J. C., orgs. *É veneno ou é remédio? Agrotóxicos, Saúde e Ambiente*. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 2003. p. 21-41.

PIGNATI, W. A.; SOUZA E LIMA, F. A. N.; LARA, S. S.; CORREA, M. L. M.; BARBOSA, J. R.; LEÃO, L. H. C.; PIGNATTI, M. G. Distribuição espacial do uso de agrotóxicos no Brasil: uma ferramenta para a Vigilância em Saúde. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 22, n. 10, p. 3281-3293, 2017. <https://doi.org/10.1590/1413-812320172210.17742017>

PIGNATI, W.; OLIVEIRA, N. P.; SILVA, M. C. Vigilância aos agrotóxicos: quantificação do uso e previsão de impactos na saúde-trabalho-ambiente para os municípios brasileiros. **Cien Saude Colet**, v. 19, n. 12, p. 4669-4678, 2014. <https://doi.org/10.1590/1413-812320141912.1276201>.

PINGALI, P. L.; Green Revolution: Impacts, limits, and the path ahead. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 109, n. 31, p. 12302-12308, 2012. <https://doi.org/10.1073/pnas.0912953109>.

PORTO, M.F.; SOARES, W. L. Modelo de desenvolvimento, agrotóxicos e saúde: um panorama da realidade agrícola brasileira e propostas para uma agenda de pesquisa inovadora. **Rev. Bras. Saúde Ocup.**, São Paulo, v. 37, p. 125, 17-50, 2012.

QUEIROZ, P. R. *et al.* Sistema de informação de agravos de notificação e as intoxicações humanas por agrotóxicos no Brasil. **Rev Bras Epidemiologia**, p. 1-10, 2019.

REIGART, J. R.; ROBERTS, J. R. **Recognition and management of pesticide poisonings**. 6.^a ED. Baltimore, MD: United Book Press, 2013 *apud* ALONZO, H. G. A.; COSTA, A. O.

Bases da Toxicologia ambiental e clínica para atenção à saúde: exposição e intoxicação por agrotóxicos. São Paulo: Hucitec, 2019.

REINHARDT, D. M.; SOUZA, F. L. da S.; CABRAL, J. R. S. **Abacaxi**. Produção: Aspectos Técnicos. Embrapa Mandioca e Fruticultura (Cruz das Almas, BA). Brasília: Embrapa, Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000.

RIBEIRO-SILVA, R. C.; PEREIRA, M.; CAMPELLO, T.; ARAGÃO, É.; GUIMARÃES, J. M. M.; FERREIRA, A. J. F.; BARRETO, M. L.; SANTOS, S. M. C. Implicações da pandemia COVID-19 para a segurança alimentar e nutricional no Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 2, n. 9, p. 3421-3430, 2020. <https://doi.org/10.1590/1413-81232020259.22152020>.

SANTOS, M.; GLASS, V. (Org.). **Altas do agronegócio:** fatos e números sobre as corporações que controlam o que comemos. Rio de Janeiro: Fundação Heinrich Böll, 2018.

SENHOR, R.F.; SOUZA, P. A.; CARVALHO, J. N.; SILVAL, F. L.; SILVA, M. Fatores de pré e pós-colheita que afetam os frutos e hortaliças em pós-colheita. **Revista Verde**. v. 4, n. 3, p. 13-21, 2009.

SCHREINEMACHERS, P.; TIPRAQSA, P. Agricultural pesticides and land use intensification in high, middle and low income countries. **Food Policy**, v. 37, n. 6, p. 616-626, 2012. <https://doi:10.1016/j.foodpol.2012.06.003>.

SINDIVEG. Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para a Defesa Vegetal. **O que você precisa saber sobre defensivos agrícolas**. 2018. Disponível em: <https://sindiveg.org.br/wp-content/uploads/2018/08/oquevoceprecisasabersobredefensivosagricolas.pdf>. Acesso em: 28 jul. 2019.

SNEDEKER, S. M. Pesticides and breast cancer risk: a review of DDT, DDE, and dieldrin. **Environmental Health Perspectives**. V. 109 (Suppl 1), p. 35-47, 2001.

SOUSA, R.; C.; S. **Revisão sistemática aplicada à determinação de resíduos de agrotóxicos em alimentos:** técnicas de análise e práticas de validação intralaboratorial. 2018. 184 f. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) – Faculdade de Farmácia, Universidade Federal de Minas Gerais, 2018.

STORØY, J.; THAKUR, M.; OLSEN, P. The TraceFood Framework – Principles and guidelines for implementing traceability in food value chains. **Journal of Food Engineering**, v. 115, n. 1, p. 41-48, 2013. <https://doi:10.1016/j.jfoodeng.2012.09.018>.

SZPYRKA E. *et al.* Pesticide residues in fruit and vegetable crops from the central and eastern region of poland. **Rocz Panstw Zakl Hig**, v. 66, n. 2, p.107-113, 2015.

THAYER, K.; HOULIHAN, J. Pesticides, Human Health, and the Food Quality Protection Act., **WMELPR**, v. 28, n. 2, p. 257-312, 2004.

TOMÉ, H. V. V.; et al. Spinosad in the native stingless bee *Melipona quadrifasciata*: Regrettable non-target toxicity of a bioinsecticide. **Chemosphere**, v. 124, n. 1, p. 103-109, 2015.

VAZ, C. **Direito do consumidor à segurança alimentar e responsabilidade civil**. Porto Alegre: Livraria do Advogado Editora, 2015.

WALLACE, B. **Pandemia e agronegócio: doenças infecciosas, capitalismo e ciências**. São Paulo: Editora Elefante, 2020.

WORLD HEALTH ORGANIZATION AND FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Assuring food safety and quality: Guideline for strengthening national food control system**. Joint FAO/WHO Publication. 2003.

WORLD HEALTH ORGANIZATION AND FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Global situation of pesticide management in agriculture and public health: report of a 2018 WHO-FAO survey**. Roma e Genebra: WHO/FAO, 2019.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Some organophosphate insecticides and herbicides**. IARC Working Group on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. Lyon: WHO, v. 112, 2015.

YADAV, I. C.; DEVI, N. L. Pesticides Classification and Its Impact on Human and Environment; In: KUMAR, A. *et al.* **Environmental science and engineering**, v. 6: Toxicology, Chapter: 7, Publisher: Studium Press LLC, USA, pp.140-158.

YANG, T. *et al.* Effectiveness of Commercial and Homemade Washing Agents in Removing Pesticide Residues on and in Apples. **J. Agric. Food Chem.** v. 65, p. 744-9752, 2017. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.7b03118>.

ZHAO, F.; WU, J.; YING, Y.; SHE, Y.; WANG, J.; PING, J. Carbon nanomaterial-enabled pesticide biosensors: Design strategy, biosensing mechanism, and practical application. **TrAC Trends in Analytical Chemistry**, v. 106, p. 62–83, 2018. <https://doi:10.1016/j.trac.2018.06.017>.

CAPÍTULO 1

AVALIAÇÃO E MONITORAMENTO DOS NÍVEIS DE CONTAMINAÇÃO POR RESÍDUOS DE AGROTÓXICOS EM ALIMENTOS DE ORIGEM VEGETAL COMERCIALIZADOS NO ESTADO DE MINAS GERAIS¹⁰

RESUMO

Nos últimos anos, tem sido crescente a preocupação dos consumidores com a presença de resíduos de agrotóxicos em alimentos, principalmente em vegetais frescos. Este estudo teve como objetivo descrever e avaliar os resultados da análise de resíduos de agrotóxicos em alimentos vegetais coletados pelo Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos (PARA) no estado de Minas Gerais, Brasil. O método consistiu na análise documental e descritiva dos laudos de análises dos alimentos coletados no comércio varejista, entre os anos de 2013 e 2017. Os resultados revelaram que 62,3% das amostras analisadas apresentaram resíduos de agrotóxicos, destas 22,6% apresentavam resultados insatisfatórios perante a legislação. As culturas alimentares mais reprovadas foram, respectivamente: abobrinha, pimentão, goiaba, uva, morango e pepino. Considerando todas as amostras analisadas, 21,6% foram rejeitadas por apresentarem princípio ativo não autorizado, 3% por conterem agrotóxicos acima dos limites máximos de resíduos e 2% foram reprovadas em ambos os parâmetros. Além disso, 5,8% das amostras insatisfatórias apresentaram agrotóxicos cujo uso é proibido no país. O presente estudo permitiu verificar a presença de resultados insatisfatórios para resíduos de agrotóxicos em expressiva parcela de alimentos vegetais comercializados em Minas Gerais, o que reforça a necessidade da implementação de ações mais efetivas de controle e mitigação dos riscos frente a contaminação de alimentos por agrotóxicos.

Palavras-chave: Agroquímicos. Vigilância sanitária. Controle de qualidade. Frutas e hortaliças. Segurança alimentar.

¹⁰ Parte dos resultados descritos nesse capítulo foi publicada no Artigo: RIBEIRO, M. C.; RAMOS, A. M.; FERREIRA, V. A.; LUCCHESI, G.; FANTE, C. A. Avaliação e monitoramento dos níveis de contaminação por resíduos de agrotóxicos em alimentos de origem vegetal comercializados no estado de Minas Gerais, Brasil. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 2, p. e44610212802, 2021. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i2.12802>

1 INTRODUÇÃO

De acordo com o último Censo Agropecuário realizado em 2017 no Brasil, o estado de Minas Gerais possuía 607,6 mil estabelecimentos agropecuários, uma área plantada de 38,2 milhões de hectares e era responsável pelo emprego de 1,8 milhão de trabalhadores rurais. Entre os principais alimentos produzidos no estado podem ser citados café arábica, alho, feijão, abóbora, morango, abacaxi, banana e batata. Pelos dados do Censo, cerca de 1/3 dos agricultores do estado relataram o uso de agrotóxicos na produção de alimentos (IBGE, 2019).

Em geral, o modelo de desenvolvimento agrícola no estado de Minas Gerais, assim como no restante do país, tem sido impulsionado pelo agronegócio, cuja produção agrícola é centrada na monocultura, no plantio de grandes latifúndios, na mecanização em larga escala, na precariedade das relações de trabalho e na elevação dos riscos ambientais (BALSAN, 2006; NETO; LACAZ; PIGNATI, 2014). Para alguns autores, esse modelo resultou em uma agricultura cada vez mais dependente do uso de agrotóxicos (PELAEZ *et al.*, 2015; BOMBARDI, 2017), de forma que o ritmo de evolução do mercado de agrotóxicos brasileiro tem apresentado crescimento superior ao do mercado mundial, o que tornou o país um dos maiores mercados consumidores de agrotóxicos do mundo (ANVISA, 2012; SANTOS; GLASS, 2018; IPEA, 2019).

Para Schreinemachers e Tipraqsa (2012), um aumento de 1% na produção agrícola por hectare está associado a um aumento de 1,8% no uso de agrotóxicos na agricultura, sendo que este aumento é ainda maior em países subdesenvolvidos, cujas as substâncias utilizadas para o controle químico ainda são fracamente reguladas.

A recente discussão sobre a reavaliação e flexibilização do processo de registro de agrotóxicos no Brasil, impulsionada por interesses da indústria e pela influência do setor ruralista (ANVISA, 2008; FRIEDRICH, SOUZA; CARNEIRO, 2018), resultou na publicação de um novo marco regulatório no país, contendo novos critérios de avaliação e classificação toxicológica referentes ao registro e a autorização do uso agrotóxicos (ANVISA, 2019a; ANVISA, 2019b).

De acordo com os dados disponíveis no sistema de registro de agrotóxicos fitossanitários, no período de 2016 a 2020 o Brasil autorizou o uso de 2.012 novos ingredientes ativos de agrotóxicos, um aumento de 146,9% em relação aos cinco anos anteriores, quando foram liberados 815 ativos no país (BRASIL, 2021a).

A literatura tem demonstrado que o crescimento do uso de agrotóxicos gera impactos que podem ser percebidos na saúde pública (PALMA, 2011; PIGNATI *et al.*, 2017).

Vários estudos indicam que a exposição e o consumo de agrotóxicos podem causar sintomas de intoxicação aguda e crônica à saúde humana, resultando em efeitos neurotóxicos, teratogênicos, danos ao fígado, arritmias cardíacas, alergias, asma brônquica, câncer, fibrose pulmonar, entre outros (ALAVANJA; HOPPIN; KAMEL, 2004; FARIA; FACCHINI; FASSA; TOMASI, 2005; CURVO; PIGNATI; PIGNATTI, 2013; GUYTON *et al.*, 2015; CARNEIRO *et al.*, 2015; ALONZO; COSTA, 2019) e tem sido associada a episódios de suicídios (FARIA; FASSA; MEUCCI, 2014).

Em outra direção, estudos apontam para uma crescente demanda de consumidores por qualidade e segurança na comercialização de alimentos vegetais frescos em todo o mundo (AUNG; CHANG, 2014; LIU *et al.*, 2018). De acordo com Andrade *et al.* (2013), há grande preocupação do consumidor contemporâneo com os riscos associados à contaminação de alimentos, principalmente por agrotóxicos e metais pesados, uma vez que os impactos, além de serem pouco perceptíveis, quase sempre só podem ser diagnosticados a longo prazo.

Nesse sentido, todos os envolvidos na cadeia produtiva de alimentos precisam estar atentos não só à qualidade de seus produtos, mas também às boas práticas agrícolas, no que se refere ao uso de agrotóxicos (EMBRAPA, 2004). O Estado é responsável por promover a fiscalização, o monitoramento e o controle sanitário do uso de agrotóxicos, a fim de proteger a saúde dos consumidores e garantir a preservação do meio ambiente (BRASIL, 1989).

De acordo com a Lei Federal nº 7.802/89, os agrotóxicos só podem ser utilizados no país após registro no órgão federal competente, a partir do atendimento as diretrizes e exigências dos órgãos da saúde, do meio ambiente e da agricultura (BRASIL, 1989). O Decreto nº 4.074/02 estabeleceu as competências dos três órgãos públicos envolvidos no processo de registro: Ministério da Saúde (MS), por meio da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) e Ministério do Meio Ambiente (MMA), por meio do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). Entre outras deliberações, o decreto estabeleceu que cabe aos órgãos da agricultura e da saúde o monitoramento de resíduos de agrotóxicos e afins em produtos de origem vegetal (BRASIL, 2002).

O monitoramento de agrotóxicos em alimentos de origem vegetal no Brasil é feito por meio do Programa Nacional de Controle de Resíduos e Contaminantes (PNCRC) do Ministério da Agricultura e do Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos (PARA), coordenado pela Anvisa em parceria com estados e municípios. Nesta pesquisa serão utilizados apenas os dados do PARA, criado em 2001, com o propósito de avaliar a qualidade e segurança dos alimentos consumidos pela população e fornecer subsídios para a realização de

estudos toxicológicos para fins de registro de agrotóxicos (ANVISA, 2003a). Em Minas Gerais, as ações do PARA foram incorporadas ao Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos do Estado de Minas Gerais (PARA-MG), que passou a compor o Programa Mineiro de Monitoramento da Qualidade dos Produtos e Serviços Sujeitos ao Controle Sanitário (PMQPS) (MINAS GERAIS, 2019).

A análise dos resultados do PARA fornece informações para a tomada de ações de mitigação de riscos, principalmente decisões sobre quais agrotóxicos e produtos alimentícios devem ser alvo de novas investigações, orientando as ações de educação, controle e fiscalização dos órgãos de vigilância sanitária (ANVISA, 2016). Além disso, avaliações permanentes da presença de resíduos de agrotóxicos em alimentos podem servir para impulsionar a implementação de ações mais efetivas que visem a adoção de boas práticas agrícolas, a mitigação de riscos à saúde humana e o cumprimento de critérios de qualidade esperados para o comércio nacional e internacional (CISCATO; GEBARA; MONTEIRO, 2009).

Desta forma, o objetivo do presente estudo foi descrever e avaliar os resultados das análises de resíduos de agrotóxicos nos alimentos de origem vegetal coletados no mercado varejista de Minas Gerais pelo Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos (PARA).

2 MATERIAL E MÉTODOS

Trata-se de uma pesquisa descritiva de natureza quantitativa (PEREIRA *et al.*, 2018). As unidades amostrais que constituem o banco de dados são os laudos laboratoriais de alimentos coletados pelo PARA no estado de Minas Gerais (PARA-MG), no período de 2013 a 2017. O acesso aos laudos de análises do PARA-MG para esta pesquisa foi autorizado, previamente, pela Superintendência de Vigilância Sanitária da Secretaria de Estado da Saúde de Minas Gerais (ANEXO A).

Os laudos de análises utilizados são resultantes de coletas de alimentos realizadas no comércio varejista pelos órgãos municipais e estaduais de vigilância sanitária. As análises foram realizadas em laboratórios credenciados pelo programa para quantificação de resíduos de agrotóxicos e seguem métodos preconizados internacionalmente como QuEChERS (Quick, Easy, Cheap, Rugged and Safe) (ANASTASSIADES *et al.*, 2003) e Mini-Luke modificado (GENERAL INSPECTORATE FOR HEALTH PROTECTION, 1996), sendo as determinações realizadas por cromatografia líquida e/ou cromatografia gasosa, acopladas a

espectrometria de massas em série, conforme a necessidade. As concentrações encontradas foram expressas em mg.kg^{-1} e comparadas com o nível máximo de resíduos permitido para cada ingrediente ativo (ANVISA, 2019c).

O estudo levantou dados presentes nos laudos de análises como: data da coleta, tipo de cultivar, presença de agrotóxicos por cultivar, tipos de agrotóxicos encontrados, resultados conclusivos, entre outros. Os alimentos foram categorizados em: frutas; raízes, tubérculos e bulbos; cereais e leguminosas; hortaliças não folhosas; hortaliças folhosas, enquanto os agrotóxicos classificados de acordo com seu mecanismo de ação. Todos esses dados foram codificados e tabulados em planilhas para criação do banco de dados.

Foram usados para avaliação o Limite Máximo de Resíduo (LMR), que refere-se à quantidade máxima de resíduo de agrotóxico ou afim oficialmente aceita no alimento, em decorrência da aplicação adequada do agrotóxico, e; o ingrediente ativo não autorizado para a cultura (NPC), que é aquele cujo ativo não possui LMR definido para o alimento analisado ou cujo ativo está proibido para uso no Brasil, conforme índice de monografias publicado pela Anvisa (ANVISA, 2003b).

O cálculo do total de amostras de alimentos analisadas foi realizado a partir do total de amostras de cada alimento analisado no respectivo ano. A média de ingredientes ativos detectados por alimento foi calculada baseando-se na soma dos valores encontrados nos anos em que o alimento foi analisado, e o total dividiu-se pelo número de anos em que foram analisados.

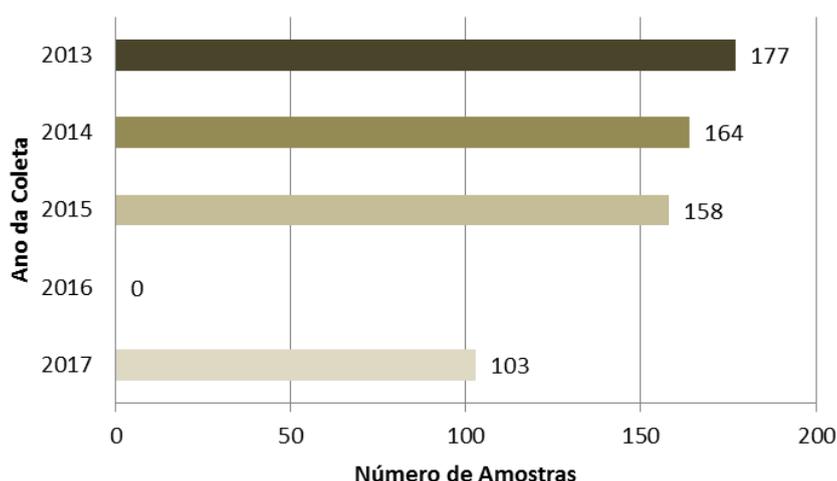
As amostras foram consideradas com irregularidades quando apresentaram ingredientes ativos acima do LMR estabelecido, presença de ativos NPC ou, ainda, quando apresentaram ambas as situações. O estudo também caracterizou o perfil de agrotóxicos detectados nas amostras ao longo dos anos e avaliou as informações de rastreabilidade dos alimentos presentes nos laudos de análises do PARA-MG.

O tratamento dos dados consistiu em verificar a consistência do banco de dados e realizar empilhamentos e cruzamentos de dados presentes em diferentes planilhas. Ao final, os resultados foram expressos em médias e percentuais, comparados com os relatórios nacionais do programa e discutidos com base na literatura científica.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram analisadas 602 amostras para monitoramento de resíduos de agrotóxicos em alimentos vegetais coletados pelo PARA-MG entre 2013 e 2017 (GRÁFICO 9). Durante o ano de 2016, as coletas do programa foram suspensas em âmbito nacional, o que comprometeu o monitoramento de resíduos de agrotóxicos em todo o país. Destaca-se que o número de amostras coletadas no estado foi reduzido de 177 (2013) para 103 (2017), uma redução de 41,8%, quando o esperado seria a ampliação do número de coletas.

Gráfico 9 - Amostras de alimentos coletadas no PARA-MG, entre 2013 e 2017.



Durante o período estudado, as coletas foram realizadas em somente seis municípios mineiros, sendo que em um deles foram coletadas 91,2% das amostras nos cinco anos pesquisados. Como todas as cidades estão localizadas na região metropolitana de Belo Horizonte, pode-se afirmar que a amostra incluiu apenas alimentos comercializados na região central do estado, ou seja, é pouco representativa de outras regiões.

As amostras foram coletadas em 46 estabelecimentos comerciais localizados em áreas urbanas dos municípios participantes. Além disso, 81,1% dessas coletas ocorreram em apenas 4 estabelecimentos pertencentes a grandes redes varejistas. Assim, a amostragem não é representativa dos alimentos comercializados em pequenos mercados varejistas e feiras de livres, onde muitas vezes são comercializados alimentos de pequenos agricultores.

As análises ocorreram em laboratórios da rede particular (44,7%) contratados por licitação e em laboratórios públicos (55,3%) representados pelos LACEN de Minas Gerais (16,9%), Goiás (16,1%), Rio Grande do Sul (14,6%) e Paraná (7,6%). De acordo com a

ANVISA (2016), as amostras são encaminhadas para análise de acordo com a capacidade instalada de cada laboratório.

Conforme Tabela 1, foram 27 culturas de 5 grupos distintos de alimentos coletados em Minas Gerais, entre 2013 e 2017. Observa-se que entre os grupos de alimentos, os mais analisados foram, respectivamente: frutas; seguidas por raízes, tubérculos e bulbos; cereais e leguminosas; hortaliças não folhosas e; hortaliças folhosas.

Tabela 1 - Amostras de alimentos coletadas pelo PARA-MG, entre 2013 e 2017.

GRUPOS DE ALIMENTOS	ANO				TOTAL DE AMOSTRAS	(%)
	2013	2014	2015	2017		
FRUTAS	58	67	50	51	226	37,5
Laranja	10	9	10	11	40	6,6
Maçã	10	10	10	-	30	5,0
Mamão	11	9	10	-	30	5,0
Goiaba	9	10	-	9	28	4,7
Abacaxi	-	10	-	12	22	3,7
Banana	10	-	10	-	20	3,3
Manga	8	-	-	11	19	3,2
Morango	-	19	-	-	19	3,2
Uva	-	-	10	8	18	3,0
RAÍZES, TUBÉRCULOS E BULBOS	40	30	29	33	132	21,9
Batata inglesa	10	10	10	-	30	5,0
Cenoura	10	10	-	7	27	4,5
Beterraba	10	-	-	11	21	3,5
Mandioca (farinha)	-	10	10	-	20	3,3
Cebola	10	-	9	-	19	3,2
Alho	-	-	-	10	10	1,7
Batata doce	-	-	-	5	5	0,8
CEREAIS E LEGUMINOSAS	39	38	30	19	126	20,9
Arroz	10	10	10	19	49	8,1
Feijão	10	10	10	-	30	5,0
Milho (fubá)	10	9	10	-	29	4,8
Trigo (farinha)	9	9	-	-	18	3,0
HORTALIÇAS NÃO FOLHOSAS	20	19	30	-	69	11,5
Pepino	10	-	10	-	20	3,3
Tomate	10	9	10	-	29	4,8
Abobrinha	-	-	10	-	10	1,7
Pimentão	-	10	-	-	10	1,7
HORTALIÇAS FOLHOSAS	20	10	19	-	49	8,1
Repolho	10	-	10	-	20	3,3
Alface	-	10	9	-	19	3,2
Couve	10	-	-	-	10	1,7

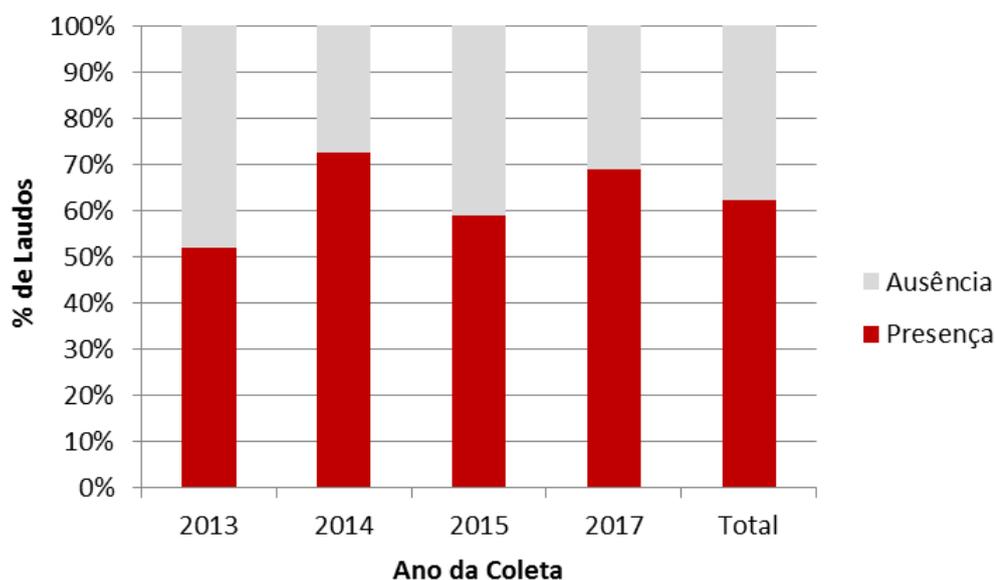
Em 2017, não foram realizadas análises de resíduos de agrotóxicos nos grupos de hortaliças folhosas e não folhosas e, cereais e leguminosas, com exceção arroz. Isso impactou no número de análises dos alimentos pertencentes a esses grupos e fez com que o ano apresentasse menos amostras que os anos anteriores.

Alimentos como laranja, arroz, feijão, batata inglesa, maçã e mamão foram os alimentos mais analisados. Por outro lado batata doce, abobrinha, alho, pimentão e couve foram os alimentos menos analisados no período. A maioria dos alimentos incluídos no PARA-MG nesse período é comercializada “*ao natural*”, com exceção de: farinha de mandioca, fubá de milho e farinha de trigo, que são produtos industrializados. Assim, com exceção do feijão e da batata, a escolha dos alimentos coletados pelo programa não priorizou os principais alimentos produzidos no estado (café arábica, alho, feijão, abóbora, morango, abacaxi, banana e batata) (CONAB, 2019) e suas principais *commodities* agrárias exportadas (café, cana de açúcar e soja), e; com exceção da laranja e da batata, os produtos vegetais de maior crescimento na produção do estado nos últimos anos, entre frutas (morango, marmelo, abacate, laranja, limão e tangerina, banana, limão, manga e abacaxi) e hortaliças (alho, batata, tomate, cebola, cenoura, brócolis e mandioquinha-salsa) (ESTADO DE MINAS, 2020).

3.1 Avaliação da presença de resíduos de agrotóxicos nos alimentos

Conforme pode ser visualizado no Gráfico 10, os resultados das análises evidenciaram que 62,3% (375) das amostras estavam contaminadas por resíduos de agrotóxicos. Em geral, a contaminação por agrotóxicos em alimentos em Minas Gerais esteve acima de 50% em todos os anos avaliados. Além disso, os resultados revelam importante oscilação, com maior número de alimentos contaminados nos anos de 2014 (72,6%) e 2017 (68,9%) e menor número em 2013 (52%) e 2015 (58,9%).

Gráfico 10 - Percentual de laudos de análises com presença ou ausência de resíduos de agrotóxicos em alimentos coletados pelo PARA-MG, entre 2013 e 2017.



Apresentaram percentual igual ou superior a 50% dos laudos com presença de resíduos os alimentos: laranja (100%), morango (100%), maçã (100%), mamão (100%), pimentão (100%), abobrinha (100%), uva (94,4%), tomate (86,2%), cenoura (85,2%), farinha de trigo (83,3%), abacaxi (81,8%), feijão (76,7%) goiaba (75%), manga (68,4%) e pepino (60%). O resultado da contaminação encontrada na farinha de trigo reforça os dados do Instituto de Defesa do Consumidor (IDEC), que evidenciaram que todos produtos que possuíam trigo como ingrediente apresentaram resíduos de agrotóxicos, embora as quantidades encontradas estiveram dentro do teor legalmente permitido no país (IDEC, 2021).

Ao comparar com os resultados do PARA-MG analisados por Machado (2004), entre 2001 e 2003, a presença de resíduos de agrotóxicos nos alimentos aumentou ao longo dos anos, visto que os resíduos pesquisados foram encontrados em 44,8% das 464 amostras de alimentos coletadas. Entretanto, não fizeram parte das coletas naquele período os alimentos: pimentão, abobrinha, uva, farinha de trigo, abacaxi, feijão, goiaba, manga e pepino. E apresentaram percentual igual ou superior a 50% dos laudos com presença de resíduos de agrotóxicos: maçã (91,7%), morango (90,7%), mamão (58,3%) e tomate (56,9%). Esses resultados evidenciam um aumento no número de amostras e nos tipos de alimentos coletados pelo programa, acompanhado pela elevação no percentual de contaminação por resíduos de agrotóxicos nas amostras ao longo dos anos no estado.

Os resultados deste estudo também foram superiores aos de Jardim e Caldas (2012), que avaliaram resíduos de agrotóxicos em vegetais coletados nos programas PARA e PNCRC

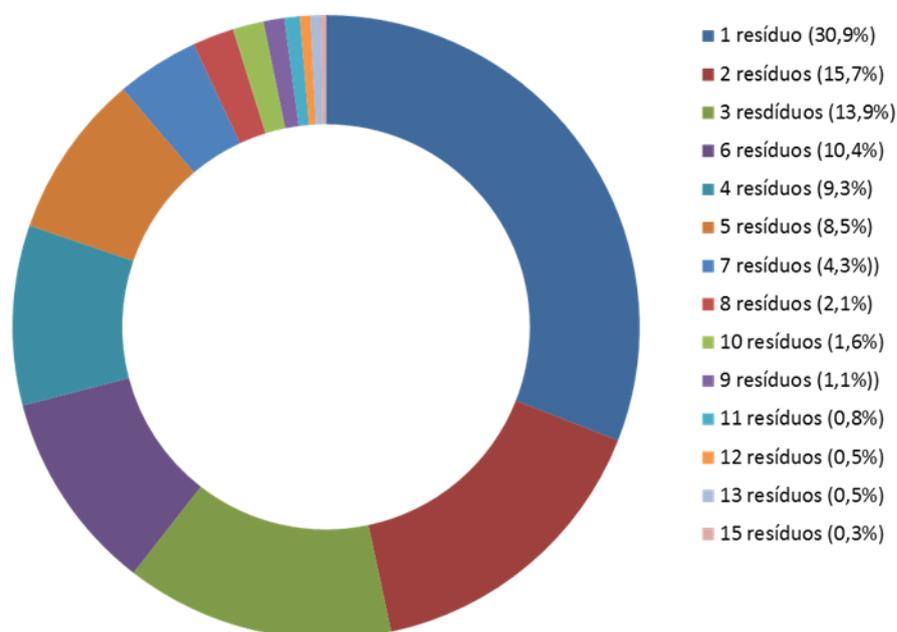
a nível nacional, entre os anos de 2001 e 2010, e, observaram uma contaminação em 48,3% das amostras.

Não apresentaram resíduos de agrotóxicos neste estudo os alimentos: batata doce, cebola, farinha de mandioca e fubá de milho. A justificativa para este achado pode estar relacionada ao fato da maioria desses alimentos pertencerem ao grupo dos tubérculos raízes e bulbos, estando menos expostos ao contato com os agrotóxicos durante a aplicação. No caso do fubá de milho e da farinha de mandioca, que são produtos industrializados, o processamento pode ter contribuído para a decomposição dos agrotóxicos. Contudo, avaliações feitas pelo órgão de defesa do consumidor apontam que a maioria dos produtos ultraprocessados consumidos pelos brasileiros apresentaram contaminação por resíduos de agrotóxicos, em especial por herbicidas (glifosato e glufosinato) (IDEC, 2021). Cabe destacar que, perante a legislação, os alimentos processados preparados com essas matérias primas alimentares, devem apresentar taxa de contaminação igual ou inferior à que tiver fixada para o alimento fresco, excetuados os casos em que tiver concentração ou desidratação do alimento, quando o cálculo se referirá ao alimento preparado para ser consumido (BRASIL, 1992).

Foram pesquisados 273 agrotóxicos nas amostras do PARA-MG e encontrados 98 ativos distintos nos alimentos em Minas gerais. Sabendo que até 2017 existiam 2.173 produtos formulados de agrotóxicos registrados para uso no país, pode-se afirmar que são muitos os agrotóxicos que não são pesquisados pelo Programa (BRASIL, 2017c).

Ao todo, foram identificados 1294 ensaios positivos para resíduos de agrotóxicos encontrados nas amostras de alimentos oriundas de Minas Gerais. Importante ressaltar que, na maioria das amostras de alimentos foi observado a presença de múltiplos resíduos (69,1%) (GRÁFICO 11), resultado inferior aos resultados do relatório nacional do programa de 2016, que revelaram 80% de múltiplos resíduos (Anvisa, 2016) e superior aos resultados do relatório de 2019, que evidenciaram 34,9% de múltiplos resíduos nas amostras (ANVISA, 2019c). Estes também foram superiores aos encontrados por Jardim e Caldas (2012), que apontaram 47,8% das amostras positivas para resíduos múltiplos nas análises do PARA e PNCRC em nível nacional. E próximos aos verificados por Hjorth *et al.* (2011), que apontaram que 71% das frutas e hortaliças importadas da América do Sul para a Europa continham múltiplos resíduos de agrotóxicos.

Gráfico 11 - Número de resíduos de agrotóxicos identificados nas amostras de alimentos analisados pelo PARA-MG, entre 2013 e 2017.



Os principais alimentos que apresentaram múltiplos resíduos foram: pimentão (100%), maçã (96,7%), laranja (95%), morango (94,7%) e mamão (93,3%). Estudos indicam que a similaridade existente no mecanismo de ação entre múltiplos resíduos nos alimentos, amplia a interação entre os mesmos e pode potencializar os efeitos adversos à saúde (JARDIM; CALDAS, 2012; CISCATO; GEBARA, 2017).

Os alimentos que apresentaram maior número de resíduos na mesma amostra foram: laranja (15 resíduos), mamão (13 resíduos) e pimentão (13 resíduos). A presença de distintos resíduos em uma mesma amostra pode ser resultado da aplicação simultânea de agrotóxicos em uma mesma cultura contra diferentes pragas ou doenças, da contaminação cruzada entre lotes de alimentos tratados com diferentes agrotóxicos e da contaminação por resíduos provenientes do solo ou resultantes de derivas provenientes da pulverização aérea (EMBRAPA, 2004).

A relação de todos os ingredientes ativos encontrados nos alimentos coletados pelo PARA-MG, no período avaliado, com sua frequência e sua classificação, encontra-se disposta no Apêndice A. Já os tipos de agrotóxicos encontrados em cada um dos alimentos analisados podem ser consultados no Apêndice C.

Um estudo realizado na região da Lombardia, na Itália, demonstrou que a contaminação e a presença de múltiplos resíduos em alimentos vegetais convencionais chegam a ser 10 vezes maiores do que os encontrados em alimentos orgânicos (TASIOPOULOU *et al.*,

2007). Assim, embora não seja conhecido o local exato de produção dos alimentos coletados pelo PARA-MG, tanto a origem quanto as formas de cultivo precisam fazer parte dos dados deste programa, a fim de mensurar o risco associado às diferentes práticas agrícolas e identificar os produtores que não atendem aos regulamentos nacionais que limitam a aplicação de agrotóxicos.

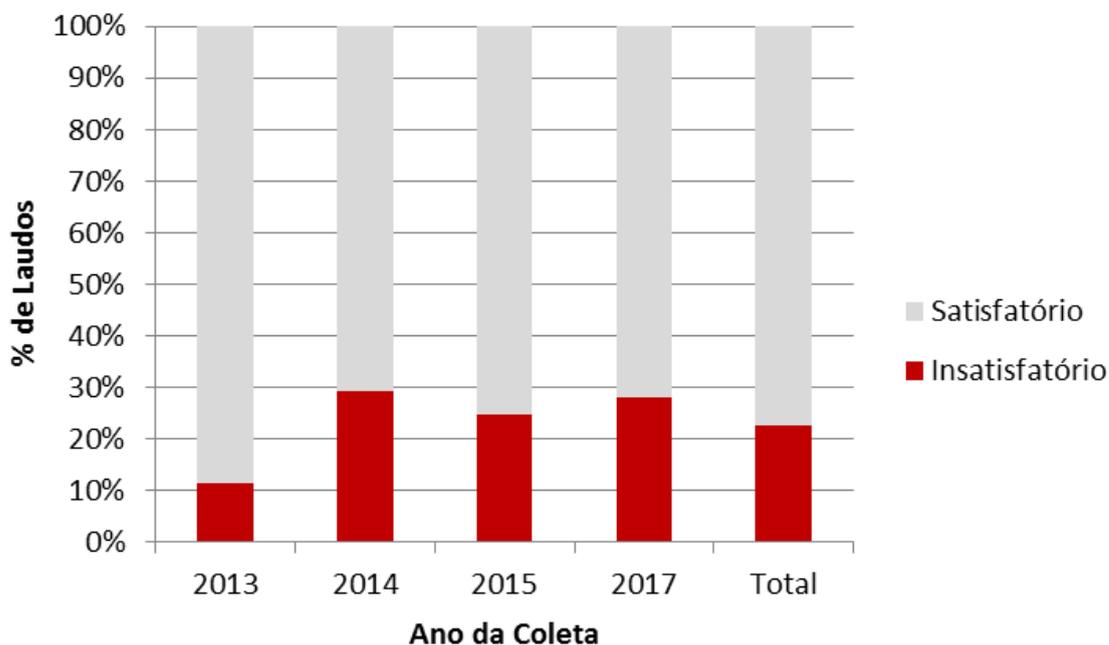
Embora seja possível verificar a entrada de novos alimentos no Programa, como ocorreu para batata doce e alho em 2017, os critérios para escolha dos alimentos a serem coletados não são muito claros, visto que, além de desconsiderar o tipo de alimento produzido em maior escala no estado, não guarda relação com os resultados insatisfatórios do ano anterior. Além disso, o número de amostras coletadas (TABELA 1) e os tipos de alimentos (APÊNDICE B) sofreram variações a logo do período, o que comprometeu a análise dos resultados de alguns alimentos ao longo dos anos.

Tendo em vista que a simples lavagem em água corrente não é eficaz para a remoção de resíduos de agrotóxicos em alimentos, bem como o uso de substâncias químicas na higienização destes, não garante a eliminação dos resíduos que penetram e ficam internalizados nos alimentos, como é o caso de grande parte dos agrotóxicos sistêmicos (YANG *et al.*; 2017), os resultados, como apresentados neste estudo, aumentam a preocupação quanto aos riscos à saúde envolvidos com o consumo de alimentos contaminados por esses resíduos.

De acordo com o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (2019), o uso de agrotóxicos aplicados por área cultivada em Minas Gerais mais do que duplicou nos últimos anos, visto que em 2001 essa taxa era de 2,9 kg/ha e em 2016 passou a 6,6 kg/ha, um aumento de mais de 227%, o que colocou o estado entre os maiores consumidores de agrotóxicos do país, atrás apenas de Mato Grosso, São Paulo, Rio Grande do Sul, Paraná e Goiás. Como demonstrado neste estudo, o índice de contaminação de alimentos aumentou ao longo do período avaliado, o que pode estar associado a ampliação do uso de agrotóxicos nas lavouras no estado ou da possibilidade de contaminação cruzada entre as diferentes culturas durante o plantio, colheita e pós-colheita, considerando todo o trânsito percorrido pelo alimento até chegar na fase de comercialização.

Entre as amostras contaminadas, 22,6% (136) foram insatisfatórias para resíduos de agrotóxicos em Minas Gerais (GRÁFICO 12). Também é importante considerar o aumento do número de laudos insatisfatórios entre 2013 (11,30%) e 2017 (28,16%), o que sugere um aumento do uso indiscriminado de agrotóxicos na produção de alimentos nesse período.

Gráfico 12 - Percentual de laudos de análises satisfatórios e insatisfatórios para resíduos de agrotóxicos em alimentos coletados no PARA-MG, entre 2013 e 2017.



Os resultados deste estudo indicam que praticamente 1 em cada 4 alimentos apresentou resultado insatisfatório para agrotóxicos e que a principal causa de reprovação esteve relacionada à presença de resíduos de NPC (TABELA 2). Com exceção do percentual de amostras insatisfatórias citadas no relatório nacional do PARA em 2016, o PARA-MG apresentou percentual inferior aos publicados nos demais relatórios do programa. Entretanto, ao comparar apenas o ano de 2017 (28,16%), os resultados no estado já se mostraram superiores aos nacionais. Cabe ressaltar que o relatório de 2008 do PARA nacional não demonstrou os resultados totais de amostras insatisfatórias nas análises, impossibilitando uma análise comparativa com o PARA-MG. Os tipos de alimentos coletados entre 2001 e 2015 podem ser consultados no Apêndice B.

Tabela 2 - Comparação dos resultados das análises das amostras do PARA-MG com os publicados em relatórios nacionais do programa.

Referência	Ano da coleta	Amostras analisadas	Amostras positivas (%)	Insatisfatórias (%)			
				Total	NPC ^A	> LMR ^B	Ambos ^C
PARA-MG	2013/2017	602	62,3	22,6	21,6	3,0	2,0
Anvisa (2008)	2001/2007	7.321	-	-	-	-	-
Anvisa (2010)	2008/2009	3.130	-	29,0	23,8	2,8	2,4
Anvisa (2011)	2010	2.488	63,0	27,9	24,3	1,7	1,9
Anvisa (2013)	2011/2012	3.062	42,0	25,0	21,0	1,9	1,9
Anvisa (2016)	2013/2015	12.051	58,0	19,7	18,3	3,0	1,7
Anvisa (2019)	2017/2018	4.616	51,2	23,2	20,4	5,4	2,8

A - Ingrediente ativo não autorizado

B - Cima do Limite Máximo de Resíduos

C - Ambos os parâmetros (NPC + > LMR)

Considerando as amostras insatisfatórias, o percentual de ativos da NPC nos alimentos comercializados no estado esteve acima dos apresentados nos três últimos relatórios nacionais do programa e abaixo apenas dos percentuais dos relatórios de 2010 e 2011. O percentual de ativos acima do LMR do PARA-MG foi inferior ao percentual divulgado no relatório nacional de 2019, idêntico ao de 2016 e superior aos anteriores. Ao comparar o percentual de reprovações em ambos os parâmetros, os resultados do PARA-MG se mostraram inferiores aos relatórios nacionais de 2010 e 2019 e superior aos demais relatórios.

De acordo com a Anvisa, às análises dos resultados das coletas realizadas nos anos de 2017 e 2018, indicam que os alimentos consumidos no Brasil são seguros quanto aos potenciais riscos de intoxicação aguda e crônica advindos da exposição dietética aos resíduos de agrotóxicos. Entretanto a avaliação do risco agudo para os resíduos detectados considerou apenas os agrotóxicos que possuem Dose de Referência Aguda (DRfA) estabelecida e a avaliação de risco crônico, referente aos dados das coletas realizadas no período de 2013 a 2018, considerou somente o potencial de risco à saúde de consumidores com idade superior a 10 anos de idade (ANVISA, 2019).

O percentual de laudos insatisfatórios neste estudo foi inferior ao encontrado por Machado (2004), que avaliou 464 laudos de análises e encontrou 36% de amostras insatisfatórias de alimentos coletados pelo PARA-MG entre 2001 e 2003, período em que as coletas do programa eram realizadas apenas na capital do estado. Deste modo é possível inferir que houve queda no número de resultados insatisfatórios para resíduos de agrotóxicos em

alimentos no estado ao longo dos anos, todavia, além do menor número de alimentos, foram pesquisados somente 92 ativos entre 2001 e 2003 (ANVISA, 2008), número bastante inferior aos 273 ativos pesquisados entre 2013 e 2017.

Estudo conduzido por Amaral *et al.* (2012), que analisou os níveis de agrotóxicos organofosforados em 309 amostras de produtos hortícolas coletados em 44 municípios de Minas Gerais, identificou uma contaminação em 18,4% das amostras, 17,2% dessas em desacordo com a legislação. Resultado inferior ao encontrado no presente estudo, contudo, foram avaliados somente 27 inseticidas do grupo de organofosforados em uma quantidade que equivale a metade dos alimentos desta pesquisa.

Os resultados deste estudo foram próximos aos encontrados no monitoramento de agrotóxicos realizado na cidade de São Paulo, que identificou 23% de amostras insatisfatórias para agrotóxicos em alimentos analisados entre 2012 e 2016 (TOMITCH *et al.*, 2016). Por outro lado, foram menores que o encontrado no estado da Paraíba, onde 33% das amostras de alimentos coletadas entre 2011 e 2013 estavam insatisfatórias (ISMAEL *et al.*, 2015).

Observando apenas os resultados dos relatos insatisfatórios da Tabela 2, os dados deste estudo foram superiores aos de Machado (2004) para amostras com agrotóxicos NPC (18,7%) e inferiores para agrotóxicos acima do LMR (17,3%). Por outro lado, foram superiores aos de Amaral *et al.* (2012), que observaram 16,2% de amostras com resíduos NPC e 1% com resíduos acima do LMR. Esses resultados sugerem que os produtores ou desconhecem a recomendação de uso dos agroquímicos que utilizam ou utilizam intencionalmente agrotóxicos não autorizados, em substituição aos agrotóxicos que possuem limites previstos na legislação.

Na Tabela 3, observa-se que frutas e hortaliças não folhosas foram os grupos de alimentos com maior presença de agrotóxicos quando comparadas aos outros grupos. O mesmo ocorre para os laudos insatisfatórios, pois também apresentam maiores índices de reprovação tanto por conter ativos NPC, quanto por resíduos acima do LMR. As hortaliças folhosas não apresentaram resíduos acima do LMR. É importante ressaltar que não foram coletadas hortaliças no ano de 2017, o que impactou diretamente nos resultados deste estudo.

Tabela 3 - Resultados das análises dos PARA-MG distribuídos por grupos de alimentos coletados entre os anos de 2013 e 2017.

Grupos de alimentos	Amostras analisadas	Amostras positivas (%)	Amostras insatisfatórias (%)			
			Total	NPC ^A	> LMR ^B	Ambos ^C
Frutas	226	85,0	31,0	28,8	5,8	3,5
Raízes, tubérculos e bulbos	132	35,6	11,4	11,4	0,8	0,8
Cereais e Leguminosas	126	53,2	4,0	3,2	0,8	-
Hortaliças não folhosas	69	82,6	58,0	58,0	4,3	4,3
Hortaliças folhosas	49	24,5	12,2	12,2	-	-

A - Ingrediente ativo não autorizado

B - Cima do Limite Máximo de Resíduos

C - Ambos os parâmetros (NPC + > LMR)

As análises com resultados insatisfatórios de frutas deste estudo são superiores aos de Ciscato, Gebara, e Monteiro (2009), que a partir dos relatórios do PNCRC do Ministério da Agricultura, entre os anos de 2006 e 2007, evidenciaram que 23,2% das frutas brasileiras destinadas à exportação apresentaram resultados insatisfatórios para resíduos de agrotóxicos, destas 17,8% com presença de resíduos NPC e 5,4% de agrotóxicos acima do LMR.

Estudos como o de Hjorth *et al.* (2011), apontam que os países da América do Sul podem estar aumentando o uso de agrotóxicos para lucrar com a exportação de alimentos para países do norte da Europa. Esses pesquisadores demonstraram que 8,4% das frutas e hortaliças do continente americano apresentavam agrotóxicos acima do LMR e apontou o Brasil como o maior exportador desses alimentos, seguido do Uruguai e da Colômbia.

Uma pesquisa recente, que avaliou os riscos em produtos importados notificados pelos países membros da Comissão Europeia, com dados do período de 1979 a 2017, evidenciou que 8,7% desses riscos estavam relacionados à presença irregular de resíduos de agrotóxicos em vegetais, atrás apenas das notificações relacionadas à presença de microrganismos patogênicos (18,2%) e microtoxinas (23,0%) (PIGLOWSKI, 2020).

A presença de resíduos de agrotóxicos nos alimentos em desacordo com a legislação nacional e internacional pode não somente comprometer a segurança dos alimentos comercializados, mas prejudicar a exportação de alimentos para outras partes do mundo. Um estudo conduzido em São Paulo, por exemplo, verificou que os teores de resíduos do agrotóxico paraquat encontrados em maçãs do tipo Fuji e Argentina, comercializadas na cidade de Mooca, não seriam aprovadas pela Comissão Europeia e pela Anvisa, por estarem acima dos limites aceitáveis (REZENDE *et al.*, 2020). Vale lembrar que o ingrediente ativo paraquat encontra-se

proibido no Brasil desde 2017, devido a evidências de toxicidade aguda, a associação com a Doença de Parkinson e o potencial de mutagênico deste produto (ANVISA, 2017b).

Apesar do número desigual e irregular de amostras de alimentos coletadas, os resultados insatisfatórios foram iguais ou superiores a 50% para as amostras de abobrinha, pimentão, goiaba, uva, morango e pepino (TABELA 4).

Tabela 4 - Resultados das análises de resíduos de agrotóxicos em alimentos analisados pelo PARA-MG, entre 2013 e 2017.

Alimento	Amostras analisadas	Amostras positivas (%)	Amostras insatisfatórias (%)			
			Total	NPC ^A	> LMR ^B	Ambos ^C
Arroz	49	34,7	4,1	2,0	2,0	-
Laranja	40	100	17,5	17,5	2,5	2,5
Mamão	30	100	16,7	16,7	-	-
Maçã	30	100	13,3	10,0	3,3	-
Feijão	30	76,7	6,7	6,7	-	-
Batata inglesa	30	43,3	3,3	3,3	-	-
Tomate	29	86,2	34,5	34,5	-	-
Fubá de milho	29	41,4	-	-	-	-
Goiaba	28	75,0	67,9	67,9	7,1	7,1
Cenoura	27	85,2	33,3	33,3	-	-
Abacaxi	22	81,8	36,4	31,8	18,2	13,6
Beterraba	21	38,1	19,0	19,0	4,8	4,8
Pepino	20	60,0	50,0	50,0	-	-
Banana	20	20,0	5,0	-	5,0	-
Repolho	20	20,0	5,0	5,0	-	-
Farinha de mandioca	20	-	-	-	-	-
Morango	19	100,0	57,9	57,9	5,3	5,3
Alface	19	31,6	21,1	21,1	-	-
Manga	19	68,4	15,8	15,8	-	-
Cebola	19	-	-	-	-	-
Uva	18	94,4	66,7	55,6	16,7	5,6
Farinha de trigo	18	83,3	5,6	5,6	-	-
Abobrinha	10	100,0	100,0	100,0	10,0	10,0
Pimentão	10	100,0	100,0	100,0	20,0	20,0
Alho	10	30,0	10,0	10,0	-	-
Couve	10	20,0	10,0	10,0	-	-
Batata doce	5	-	-	-	-	-
Total	602	62,3	22,6	21,6	3,0	2,0

A - Ingrediente ativo não autorizado

B - Cima do Limite Máximo de Resíduos

C - Ambos os parâmetros (NPC + > LMR)

Observando os laudos insatisfatórios para as principais *commodities* produzidas em Minas Gerais (IBGE, 2019a), os índices são mais preocupantes para morango e abacaxi e menos preocupantes para alho, feijão, banana e batata inglesa. Merece destaque que os alimentos abacaxi, morango e banana apresentaram agrotóxicos acima do LMR e que café arábica e abóbora não foram coletados no período. Considerando a importância econômica desses produtos, o PARA-MG deveria priorizar um número maior de amostras para essas culturas e incluir aquelas cuja produção também é relevante para o estado.

Entre as seis principais frutas exportadas pelo estado de Minas Gerais, quatro (limões, limas, abacates e figos) não foram coletados pelo PARA-MG no período e duas foram coletadas, o mamão que apresentou 100% de contaminação com 16,7% de laudos insatisfatórios por presença de agrotóxicos NPC e a banana que apresentou 20% de contaminação com 5% de laudos insatisfatórios de agrotóxicos acima do LMR.

Os resultados da presença de resíduos de agrotóxicos NPC nos alimentos neste estudo foram superiores aos observados por Machado (2004) nas análises de morango (45,5%), alface (6,4%), mamão (5,5%) e maçã (5,4%), mas inferior para banana (9,1%). Já quando comparados aos ativos acima do LMR, os resultados deste estudo foram superiores aos de Machado (2004) para: tomate (23,5%) e maçã (2,8%) e inferiores para batata inglesa (26,2%). Assim, passadas quase duas décadas, os alimentos morango, alface, mamão, maçã e tomate mantiveram resultados insatisfatórios no PARA-MG, com tendência de crescimento no número de amostras insatisfatórias.

Em outra pesquisa realizada em Minas Gerais, apresentaram percentuais acima de 20% de laudos insatisfatórios as culturas de tomate, jiló e pimentão. Além disso, resíduos NPC foram identificados nas culturas de alface, cenoura, jiló, morango, pepino, pimentão e tomate e acima do LMR nas amostras de tomate (AMARAL *et al.*, 2012). Resultados semelhantes aos deste estudo para os alimentos alface, cenoura, pepino e tomate que também foram insatisfatórios por conter resíduos NPC. O mesmo não se viu para morango e pimentão, que demonstraram reprovação em ambos avaliados.

Os vegetais com maior índice de reprovação por resíduos de agrotóxicos NPC foram, respectivamente: abobrinha, pimentão, goiaba, uva, morango e pepino. Os percentuais de reprovação por agrotóxicos NPC desta pesquisa foram superiores aos demonstrados por Jardim e Caldas (2012) para pimentão (86,4%), mas inferiores para beterraba (100%), repolho (100%), cebola (100%), alface (97,1%), arroz (93,3%), pepino (88,4%), laranja (86,8%), maçã (82,2%), morango (73,3%), couve (71,2%), manga (66,7%), tomate (63,9%), uva (62,2%), banana (52%), feijão (50%), abacaxi (49,1%), cenoura (48,2%) e mamão (46,2%).

Entre os mais reprovados por conter agrotóxicos acima do LMR estão, respectivamente os alimentos: pimentão, abacaxi, uva e abobrinha. Os resultados deste estudo foram superiores aos encontrados por Jardim e Caldas (2012) nacionalmente para os alimentos: abacaxi (41,5%), uva (21,4%), maçã (16,8%), laranja (13,2%) e pimentão (2,7%), porém, foram inferiores para os alimentos: cenoura (51,8%), feijão (50%), mamão (47,4%), manga (33,3%), tomate (27,2%), couve (19,2%), morango (13,5%), pepino (7%) e alface (1%).

Os alimentos abacaxi, pimenta, abobrinha e goiaba se destacaram tanto pela presença de resíduos de NPC, quanto acima do LMR. Os percentuais de reprovações em ambos os parâmetros (NPC e acima do LMR) foram superiores aos encontrados por Jardim e Caldas (2012) nacionalmente em relação aos alimentos: pimentão (10,6%) e abacaxi (9,1%), mas inferiores para uva (16,3%) e morango (13,2%).

Em comparação ao estudo de Tomitch *et al.* (2016), que analisaram os resultados do PARA no estado de São Paulo e encontraram resíduos de agrotóxicos acima do LMR e NPC em: abobrinha, alface, batata, beterraba, cenoura, couve, maçã, mamão, morango, pepino, pimentão, repolho, tomate e uva, a presente pesquisa do PARA-MG identificou inadequações nos dois parâmetros em beterraba, morango, uva, abobrinha e pimentão, mas também laranja, goiaba e abacaxi. Isso demonstra a presença irregular de resíduos de agrotóxicos em alimentos comumente consumidos pela população desses dois estados populosos da região sudeste.

3.2 Perfil dos agrotóxicos encontrados nos alimentos

Conforme demonstrado na Tabela 5, a maioria dos agrotóxicos encontrados (85,3%) pertencia a três classes, respectivamente: fungicidas (52,7%), acaricidas/inseticidas (17,3%) e inseticidas (15,9%). Resultados esses que diferem dos dados de comercialização de agrotóxicos a nível nacional, que apontam que a maioria dos ativos empregados nos alimentos de origem vegetal foram herbicidas (60%), fungicidas (15%) e inseticidas (15%) (SINDIVEG, 2018). Segundo Ciscato e Gebara (2017), o uso frequente de fungicidas e inseticidas pode estar associado ao clima tropical brasileiro, que propicia o aumento do ataque de diversos tipos de fungos e insetos às plantações.

Tabela 5 - Relação de agrotóxicos encontrados nos alimentos analisados no PARA-MG, entre os anos de 2013 e 2017.

CLASSE	FREQUENCIA	%
Fungicida	622	52,7
Acaricida/inseticida	204	17,3
Inseticida	188	15,9
Acaricida/formicida/inseticida	83	7,0
Formicida/inseticida	22	1,9
Herbicida	20	1,7
Acaricida	13	1,1
Inseticida/nematicida	12	1,0
Regulador de crescimento	10	0,8
Inseticida/formicida/cupinicida	4	0,3
Inseticida/nematicida/cupinicida	2	0,2
Inseticida/nematicida/acaricida	1	0,1
TOTAL	1181	100,0

Os agrotóxicos mais comumente encontrados nos alimentos foram carbendazim (11,4%), ditiocarbamatos (6,9%) e acefato (5,3%). Resultados semelhantes aos publicados no relatório nacional do programa em 2016 (Anvisa, 2016), que evidenciaram em maior quantidade: carbendazim (11,2%), ditiocarbamato (6,7%) e acefato (5,6%). Porém, foram diferentes do último relatório do programa, que apontou maior quantidade de ativos: imidacloprido (15,5%), tebuconazol (12,5%) e carbendazim (11,4%) (Anvisa, 2019c). Embora o carbendazim seja autorizado no Brasil, seu uso está proibido nos países da União Europeia (ESFA, 2010) e suspenso para reavaliação nos EUA (USEPA, 2014). Da mesma forma, o uso do acefato não está autorizado nos países da União Europeia (IPEA, 2019), enquanto no Brasil está em fase de reavaliação toxicológica, visto que estudos com animais e estudos epidemiológicos reportam que o produto causa neurotoxicidade, demonstram suspeita de carcinogenicidade para seres humanos e de toxicidade reprodutiva (ANVISA, 2008)

Os resultados deste estudo divergem dos achados por Jardim e Caldas (2012), que encontraram em maior quantidade os agrotóxicos: diocarbamatos (41,6%), carbendazim (26,7%) e clorpirifós (16,1%) na análise dos programas nacionais, PARA e PNCRC. E também dos encontrados por Ciscato, Gebara e Monteiro (2009), cujos os principais agrotóxicos encontrados em frutas coletadas no PNCRC foram: ditiocarbamatos (23,1%) e piretróides (21,8%).

Os achados do PARA-MG, quanto aos tipos de agrotóxicos encontrados, também não correspondem aos dados de comercialização de agrotóxicos disponibilizados pelo Ibama

(IBAMA, 2017), que apontaram o glifosato (173,15 t), 2,4-D (57,39 t) e maconzeb (30,15 t), respectivamente, como os produtos mais comercializados no país em 2017. Apenas o glifosato respondeu por mais da metade das vendas de agrotóxicos naquele ano. Ademais, o fato do glifosato e do herbicida 2,4-D terem sido incluídos no programa apenas em 2017, justifica os menores percentuais encontrados nos alimentos em relação aos demais (ANVISA, 2016; FRIEDRICH; SOUZA; CARNEIRO, 2018).

Considerando os resultados apresentados na Tabela 6, os agrotóxicos carbendazim, imidacloprido, diocarbamatos, acefato e etefrom foram detectados com maior frequência nos laudos e juntos totalizam 66,7% dos resíduos acima do LMR nos alimentos analisados. É importante ressaltar que resíduos de carbofurano foram encontrados acima do limite em uma amostra de laranja (5,6%), apesar do uso ser proibido no Brasil (ANVISA, 2017a). O carbofurano é outro ativo que consta na lista de ativos em reavaliação toxicológica pela Anvisa por evidências de alta toxicidade aguda demonstrada em alguns estudos (ANVISA, 2008).

Tabela 6 - Resíduos de agrotóxicos acima do LMR encontrados nos alimentos monitorados no PARA-MG, entre 2013 e 2017.

Agrotóxicos	Classe (Grupo Químico)	Ensaio Insatisfatórios (%)	Alimentos positivos (n.º de amostras)
Carbendazim	Fungicida (Benzimidazol)	4 (22,2%)	Abacaxi (4)
Imidacloprido	Inseticida (Neonicotinóide)	2 (11,1%)	Goiaba (1), Abacaxi (1)
Ditiocarbamatos	Fungicida (Alquilenobis)	2 (11,1%)	Morango (1), Beterraba (1)
Acefato	Acaricida/Inseticida (Organofosforado)	2 (11,1%)	Pimentão (2)
Etefom	Regulador de Crescimento (Etileno - precursor de)	2 (11,1%)	Uva (2)
Tebuconazol	Fungicida (Triazol)	1 (5,6%)	Banana (1)
Tiametoxam	Inseticida (Neonicotinóide)	1 (5,6%)	Abobrinha (1)
Cipermetrina	Inseticida (Piretróide)	1 (5,6%)	Arroz (1)
Carbofurano*	Inseticida (Metilcarbamato de benzofuranila)	1 (5,6%)	Laranja (1)
Pirimetnil	Fungicida (Anilinopirimidina)	1 (5,6%)	Maçã (1)
Indoxabarbe	Cupinicida/formicida (Oxadiazina)	1 (5,6%)	Uva (1)

*Uso proibido no Brasil até o ano de 2017 (ANVISA, 2017a).

De acordo com a Anvisa (2016), se o resíduo encontrado não está autorizado para a cultura, não necessariamente o consumidor estará em risco, pois depende se a concentração

deste resíduo está acima ou abaixo do LMR estabelecido para aquela cultura. Entretanto, se o agrotóxico não está registrado no órgão competente e ou o uso do mesmo está proibido no país, torna-se fundamental a determinação dos riscos dietético e ocupacional.

A Tabela 7 apresenta os principais resíduos de agrotóxicos NPC presentes nos alimentos pesquisados. Entre eles estão: acefato, metamidófos, acetamiprido, clorpirifós e carbendazim, que juntos representam 45,8% dos ativos detectados irregularmente. Dentre esses agrotóxicos, dois são proibidos pela legislação brasileira para uso em alimentos: metamidófos e metalaxil (ANVISA, 2017c). Embora com menor frequência, o estudo revelou a presença de outros agrotóxicos NPC: aldicarbe sulfóxido (0,4%), fentoato (1,6%), hexaconazol (0,4%) e ometoato (0,8%) em amostras de goiaba; dicofol (0,8%) em laranja; parationa metilica (0,8%) em morango; procloraz (0,4%) em mamão, e; protiofos (tokution) (0,8%) em amostras de arroz e beterraba.

Tabela 7 – Principais resíduos de agrotóxicos NPC encontrados em alimentos monitorados no PARA-MG, entre 2013 e 2017.

Agrotóxicos	Classe (Grupo Químico)	Ensaio Insatisfatórios (%)	Alimentos positivos (n.º de amostras)
Acefato	Acaricida/Inseticida (Organofosforado)	34 (13,7%)	Pepino (7), goiaba (6), uva (6), abobrinha (4), cenoura (3), morango (3), tomate (3), beterraba (1), manga (1).
Metamidófos*	Acaricida/Inseticida (Organofosforado)	28 (11,2%)	Pimentão (8), pepino (6), tomate (6), morango (3), cenoura (2), abobrinha (2), repolho (1), uva (1).
Acetamiprido	Inseticida (Neonicotinóide)	20 (8%)	Pimentão (7), abobrinha (7), pepino (3), uva (2), morango (1).
Clorpirifós	Acaricida/Formicida/Inseticida (Organofosforado)	17 (6,8%)	Tomate (7), abobrinha (4), cenoura (2), alface (2), couve (1), morango (1).
Carbendazim	Fungicida (Benzimidazol)	15 (6%)	Abobrinha (7), pimentão (5), goiaba (3).
Benalaxil	Fungicida (Acilalaninato)	7 (2,8%)	Abobrinha (4), pepino (2), pimentão (1).
Metalaxil*	Fungicida (Acilalaninato)	6 (2,4%)	Pimentão (3), morango (1), pepino (1), uva (1).
Fluazifope-p-butil	Herbicida (Ácido ariloxifenoxipropiônico)	6 (2,4%)	Goiaba (5), alho (1).
Metomil	Acaricida/Inseticida (Metilcarbamato de oxima)	6 (2,4%)	Pimentão (3), pepino (1), morango (1), uva (1).

*Uso proibido no Brasil (ANVISA, 2017c).

Embora tenham sido encontrados em amostras de alimentos do PARA-MG, os agrotóxicos Carbendazim, Tiametoxam, Clorpirifós e Metomil são de uso proibido na União Europeia desde o ano de 2009 e, desde 2003, o Acefato também está proibido nos países que formam esse bloco (EUROPEAN COMMISSION, 2020). O clorpirifós foi proibido na UE por representar risco a saúde pública e, por isso, alimentos com este contaminante passaram a ser barrados nas fronteiras (EUROPEAN UNION, 2019). Quanto ao carbendazim, o Brasil já teve carga de suco de laranja devolvida pelos EUA devido presença desse ativo, cujo uso está suspenso para reavaliação pelos norte-americanos (FDA, 2012).

O metamidofós é um fungicida de uso proibido no Brasil e que está em fase de reavaliação toxicológica pela Anvisa, pois estudos indicam alta toxicidade aguda e neurotoxicidade. Já a parationa metílica, a partir da comprovação de seu potencial mutagênico, da elevada neurotoxicidade e da capacidade de causar danos ao sistema reprodutor e distúrbios hormonais, teve o uso proibido no país no ano de 2015, quando a Agência decretou a proibição da comercialização, a retirada do ingrediente ativo do mercado e a suspensão de sua importação. Com isso, o órgão concedeu 90 dias, a partir de 1º de junho de 2016, para que as empresas fizessem o recolhimento dos estoques remanescentes junto aos distribuidores e manteve a monografia do ingrediente válida até 31 de dezembro de 2017, apenas para fins de monitoramento de seus resíduos em alimentos (ANVISA, 2015). Apesar das medidas restritivas, observa-se pouca celeridade na reavaliação dos agrotóxicos, posto que no parecer que gerou a proibição da parationa metílica, que já estava em reavaliação desde 2008 (ANVISA, 2008), a própria Anvisa informa que, no cenário regulatório internacional, o ativo já havia sido banido ou teve o registro cancelado em 34 dos 45 países pesquisados (ANVISA, 2016).

As pesquisas realizadas por Hassan et al. (2019), utilizando tomates contaminados por resíduos de Metalaxil e Clorpirifós, comprovaram que 10 minutos de imersão desses frutos em água potável seria suficiente para remover até 34% desses resíduos; em solução de bicarbonato de sódio 1% até 41%; em solução de ácido acético 4% até 39% e; em peróxido de hidrogênio 1% até 45%. Apesar desses percentuais de remoção, a maior parte dos resíduos desses agrotóxicos no tomate não foi passível de ser retirada com os tratamentos citados.

Com base no histórico das irregularidades, desde o primeiro relatório do PARA nacional, de amostras coletadas entre 2001 e 2007, o maior problema no tocante aos níveis de resíduos de agrotóxicos nos alimentos *in natura*, já não estava na presença de resíduos acima dos limites permitidos, mas sim no uso indiscriminado de agrotóxicos não autorizados nas culturas (ANVISA, 2008). Essa situação sugere o uso de agrotóxicos não autorizados com o

propósito de ludibriar os órgãos fiscalizadores ou a falta de conhecimento técnico dos produtores na aplicação correta desses agroquímicos.

De modo geral, 5,8% das amostras analisadas pelo programa em Minas Gerais estavam contaminadas com agrotóxicos proibidos, número seis vezes superior ao último relatório nacional do PARA (ANVISA, 2019c), que mostrou apenas 0,9% das amostras com ativos proibidos. Os maiores percentuais de reprovação para resíduos de agrotóxicos proibidos foram para as frutas: goiaba (32,1%) e morango (21,1%) e para as hortaliças não folhosas: pimentão (60%), pepino (40%), abobrinha (40%) e tomate (24,2%). Vale ressaltar que os ativos proibidos encontrados nesta pesquisa foram responsáveis por 22,59% das detecções de resíduos de NPC. Resultado preocupante do ponto de vista da saúde pública e da economia, visto que o estado é um dos líderes na produção e exportação de frutas e hortaliças. Considerando os produtos contendo agrotóxicos proibidos, o morango e o tomate estão entre os de maior produção em Minas Gerais (ESTADO DE MINAS, 2021).

Esses resultados apontam para o uso de agrotóxicos de forma indiscriminada e às vezes ilegal em culturas para quais não são autorizados ou permitidos, situação que pode se apresentar como um fator de risco para o trabalhador rural, para o consumidor e para o meio ambiente. Considerando a toxicidade de alguns produtos, o uso inadequado pode levar a exposição direta ou a ingestão de alimentos contaminados, bem como resultar no lançamento desses produtos e suas embalagens no solo ou na água para consumo humano.

A dificuldade de se conhecer a origem da contaminação é um dos fatores que limitam o controle sobre o uso de agrotóxicos nas plantações. Embora a implementação da rastreabilidade ao longo da cadeia produtiva de produtos vegetais frescos destinados à alimentação humana se tornou obrigatória no território brasileiro (BRASIL, 2018), a maioria das tecnologias de rastreabilidade disponíveis estão associadas principalmente à logística, em detrimento a aspectos relacionados à segurança alimentar e ao controle sanitário sobre resíduos de agrotóxicos em alimentos vegetais (RIBEIRO *et al.*, 2020).

Apesar da existência de previsão nas normas para destruição ou inutilização de vegetais ou parte desses sempre que apresentarem resíduos de agrotóxicos acima dos níveis permitidos ou quando tenha havido aplicação de agrotóxicos e afins de uso não autorizado no Brasil (BRASIL, 2002), as diretrizes do PARA não estabelecem a realização de medidas de natureza fiscal, o que se traduz em insegurança quanto a efetividade do controle sobre esses resíduos nos alimentos. Contudo, a competência de legislar e fiscalizar o uso, a produção, o consumo, o comércio e o armazenamento de agrotóxicos foi delegada aos estados e ao distrito federal na legislação brasileira, que também estabeleceu penalidades de natureza

administrativa, civil e penal em casos envolvendo danos à saúde das pessoas e ao meio ambiente (BRASIL, 1989).

É importante destacar a baixa escolaridade entre os agricultores que usam agrotóxicos em Minas Gerais, uma vez que cerca de 34% deles possuem apenas o ensino fundamental e 7% se declaram analfabetos. Além disso, 52,9% relatam não ter recebido nenhuma assistência técnica para o uso de agrotóxicos (IBGE, 2019a).

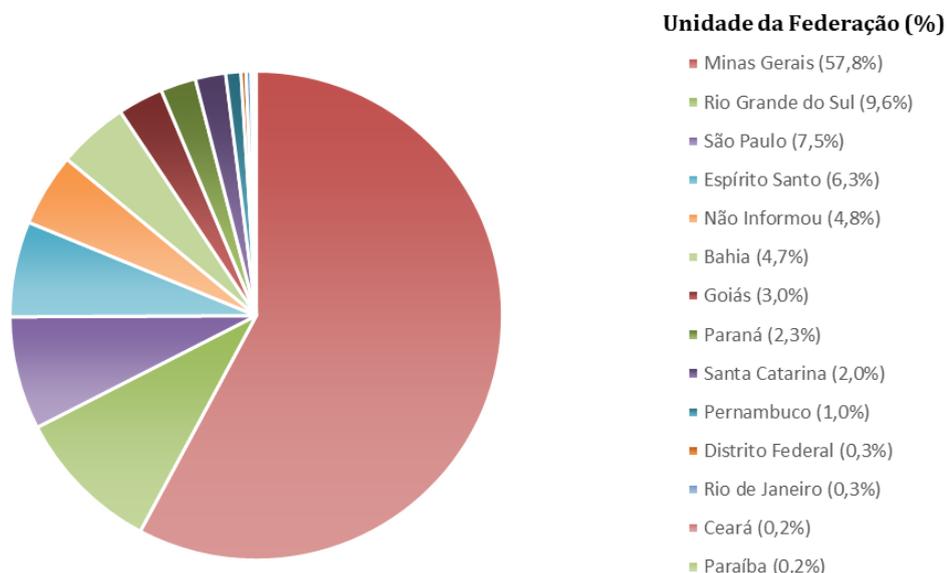
Recentemente, foi instituída a Política Estadual de Agroecologia e Produção Orgânica em Minas Gerais (MINAS GERAIS, 2014) e o Plano de Ação da Estratégia Intersetorial de Redução do Uso de Agrotóxicos e Apoio à Agroecologia e à Produção Orgânica no estado (Minas Gerais, 2018). Além disso, o governo estadual instituiu o Programa Mineiro de Monitoramento da Qualidade dos Produtos e Serviços Sujeitos ao Controle Sanitário (PMQPS), o qual passou a incorporar as ações do PARA em 2019 (MINAS GERAIS, 2019). Com isso, o estado criou condições de implementar medidas para desencorajar o uso de agrotóxicos, valorizar e certificar a produção orgânica e agroecológica, promover às boas práticas agrícolas, ampliar o monitoramento de resíduos de agrotóxicos nos alimentos comercializados e fomentar o uso de sistemas de rastreabilidade, assim como de executar ações de natureza regulatória, fiscalizatória e educativa sobre a cadeia produtiva de alimentos.

De acordo com Cao *et al.* (2017), uma das formas de minimizar os riscos à segurança dos alimentos seria por meio do rastreamento da fonte desses perigos, a partir do monitoramento do fluxo dos produtos alimentares. Ribeiro *et al.* (2020) apontaram que o desenvolvimento de tecnologias de rastreabilidade, apoiadas especialmente no uso da internet e da inteligência artificial, se apresenta como um importante reforço na garantia de precisão e fluxo seguro de informações na cadeia produtiva de alimentos.

3.3 Origem dos alimentos coletados pelo PARA-MG

Um total de 348 (57,8%) das amostras de alimentos coletadas pelo PARA-MG, entre 2013 e 2017, eram de alimentos cultivados no próprio estado (GRÁFICO 13). Os demais alimentos tinham origem, respectivamente nos seguintes estados: Rio Grande do Sul, São Paulo, Espírito Santo, Bahia, Goiás, Paraná, Santa Catarina, Pernambuco, Ceará Paraíba e Rio de Janeiro. Importante destacar que em 29 laudos (4,8%) não havia a especificação do estado de origem das amostras.

Gráfico 13 - Origem dos alimentos coletados pelo PARA-MG de acordo com a Unidade da Federação (UF).



A maioria dos laudos de análises das amostras de alimentos produzidos no estado de Minas Gerais apresentou resultado positivo para resíduos de agrotóxicos (60,9%) (TABELA 8). Verificou-se contaminação por agrotóxicos em alimentos oriundos de todos os estados.

Tabela 8 - Identificação da origem e apresentação dos resultados das análises das amostras de alimentos coletados pelo PARA-MG entre 2013 e 2017.

Local de Origem	Amostras analisadas	Amostras Positivas (%)	Insatisfatórias (%)			
			Total	NPC ^A	> LMR ^B	Ambos ^C
Minas Gerais	348	60,9	27,9	27,6	2,3	2,0
Rio Grande do Sul	58	48,3	5,2	1,7	3,4	0,0
São Paulo	45	80,0	22,2	22,2	6,7	6,7
Espírito Santo	39	71,8	15,4	15,4	-	-
Não Identificado	29	65,5	41,4	31,0	17,2	6,9
Bahia	28	75,0	10,7	10,7	-	-
Goiás	19	31,6	-	-	-	-
Paraná	14	28,6	-	-	-	-
Santa Catarina	12	100,0	8,3	8,3	-	-
Pernambuco	6	100,0	50,0	50,0	-	-
Ceará	1	100,0	-	-	-	-
Paraíba	1	100,0	100,0	100,0	-	-
Rio de Janeiro	2	50,0	-	-	-	-
Total	602	62,3	22,6	21,6	3,0	2,0

A - Ingrediente ativo não autorizado

B - Cima do Limite Máximo de Resíduos

C - Ambos os parâmetros (NPC + > LMR)

Dentre as amostras insatisfatórias originárias de Minas Gerais, aproximadamente a metade (27,6%) foi reprovada por conter resíduos de agrotóxicos NPC. Esse resultado aponta principalmente para o uso indiscriminado de agrotóxicos na agricultura no estado. O percentual de amostras insatisfatórias para resíduos NPC foi mais elevado para aquelas advindas de Pernambuco e Paraíba, apesar do baixo número de alimentos coletados. Com relação as reprovações para presença de resíduos acima do LMR, se destacaram as amostras de alimentos produzidos em São Paulo, Rio Grande do Sul e Minas Gerais, respectivamente. Em outra direção, as amostras de alimentos oriundas dos estados de Goiás, Paraná, Ceará e Rio de Janeiro não apresentaram resultados insatisfatórios.

Importante considerar que das 602 amostras de alimentos analisadas pelo PARA-MG entre 2013 e 2017, mais de 40% dos laudos não possuem a identificação do local de produção (TABELA 9). Cabe informar que esses dados sobre a origem não foram avaliados quanto ao conteúdo e a veracidade das informações, mas apenas da sua existência no laudo.

Tabela 9 - Comparação das informações de rastreabilidades existentes nos laudos do PARA-MG com os publicados em relatórios nacionais do programa.

Referência	Ano da coleta	Rastreabilidade das amostras (%)			
		Produtor	Distribuidor	Embalador/Fabricante	Sem informação
PARA-MG	2013/2017	59,0	29,0	11,8	0,2
Anvisa (2008)	2001/2007	**	**	**	**
Anvisa (2010)	2008/2009	26,9	64,9	5,2	3,0
Anvisa (2011)	2010	29,0	59,0	6,0	6,0
Anvisa (2013)	2011/2012	31,0	47,0	10,0	11,0
Anvisa (2016)	2013/2015	36,0	50,0	13,0	1,0
Anvisa (2019)	2017/2018	**	**	**	**

** O relatório não trouxe informações sobre rastreabilidade.

Comparando os resultados do PARA-MG com os relatórios da nacionais do programa publicados entre 2008 e 2019, o percentual de amostras coletadas em Minas Gerais com a identificação o local de produção é maior que os encontrados nos relatórios nacionais. Porém, tanto no âmbito estadual, como no nacional, a maioria das amostras coletadas não trazem informações completas sobre todos os entes da cadeia por onde o alimento percorreu.

Entre os laudos insatisfatórios, 123 (90,4%) possuíam a informações sobre rastreabilidade, desses 81 (59,6%) permitiam identificar o produtor. Dos laudos insatisfatórios de alimentos produzidos em Minas Gerais 96 (99,0%) tinham informações sobre a rastreabilidade, contudo apenas em 57 (58,8%) era possível identificar o produtor. Isso

demonstra que mesmo com a identificação da origem dos alimentos irregulares vendidos no varejo, uma grande parte dos alimentos não são rastreáveis.

Em seu último relatório do programa, a Anvisa esclarece que as informações sobre a origem dos produtos são registradas documentalmente nos respectivos Termos de Coleta de Amostras (TCAs) emitidos pelas vigilâncias sanitárias responsáveis pelas coletas. Todavia, os resultados referentes a origem dos alimentos não foram consolidados devido a ausência temporária de sistema informatizado para extração dos dados detalhados sobre a rastreabilidade das amostras (ANVISA, 2019d).

Concernente ao controle de resíduos de agrotóxicos nos alimentos, a ausência da identificação do local de produção é um fator que dificulta o emprego de medidas de controle sobre a presença dessas substâncias nos alimentos, embora a implementação da rastreabilidade ao longo da cadeia produtiva de produtos vegetais frescos destinados à alimentação humana se tornou obrigatória no Brasil desde o ano de 2018 (BRASIL, 2018).

Conforme descreve o relatório do PARA publicado em 2016, a VISA de Minas Gerais informou que existem possíveis falhas na identificação das culturas que podem gerar informações inverídicas quanto ao produtor devido ao lote consolidado, ainda que as empresas tenham um programa de rastreabilidade implementado:

Em relação à rastreabilidade, ao avaliar os critérios adotados pelos estabelecimentos que compõem os pontos de coleta, verificaram-se falhas no que tange as informações prestadas. A falta de identificação das culturas desde a sua origem pode gerar informações inverídicas quanto ao produtor, ainda que as empresas tenham um programa de rastreabilidade implementado. Alguns estabelecimentos alegam ter rastreabilidade de seus produtos, gerando inclusive um Código de Rastreabilidade nas etiquetas que acompanham os produtos não embalados. Porém, no momento em que a vigilância sanitária solicita os dados, estes nem sempre estão à disposição e dificilmente levam até aos produtores, exigindo que o funcionário entre em contato com o departamento de compras para obter as informações que, muitas vezes, identificam apenas os distribuidores. Tal situação ocorre uma vez que os produtos que chegam às Centrais de Distribuição das empresas sem embalagem e, conseqüentemente, sem rotulagem formam o chamado lote consolidado, onde são reunidos produtos iguais de diferentes produtores. Situação semelhante ocorre nas distribuidoras que adquirem uma mesma cultura de vários produtores. Neste caso, pode-se ter no máximo informações da parte das distribuidoras, sendo impossível obter informações seguras relativas aos produtores. Diante disto, durante as inspeções, é realizado um trabalho de sensibilização quanto à importância da rastreabilidade (ANVISA, 2016, p. 157).

De acordo com a INC Anvisa/MAPA n.º 02/2018, o lote é o “conjunto de produtos vegetais frescos de uma mesma espécie botânica e variedade ou cultivar, produzidos pelo mesmo produtor, em um espaço de tempo determinado e sob condições similares”, porém o lote consolidado pode ser definido como o “lote oriundo de dois ou mais lotes de origens diferentes.” (BRASIL, 2018).

Perante informações dos relatórios nacionais do PARA a maioria das amostras não apresentam dados completos sobre o local de produção dos alimentos. Informações obtidas nesses relatórios indicam que a vigilância sanitária do estado de Minas Gerais encaminha os laudos de análises insatisfatórios para o órgão estadual de defesa agropecuária e para o comércio varejista onde foi realizada a coleta do alimento, a espera de uma ação junto aos produtores para correção das irregularidades (ANVISA, 2016).

Em tese, a inexistência ou incompletude do registro de dados na cadeia de abastecimento, não só prejudica a rastreabilidade da origem dos produtos, como pode constituir uma barreira para atuação dos órgãos de controle sanitário sobre aqueles alimentos com níveis de resíduos de agrotóxicos em desacordo com a legislação.

4 CONCLUSÃO

Os resultados deste estudo permitiram evidenciar a existência de contaminação por resíduos de agrotóxicos na maioria dos alimentos de origem vegetal coletados pelo PARA-MG no comércio varejista em Minas Gerais entre os anos de 2013 e 2017. Cerca de 1/4 dos alimentos apresentaram irregularidades perante a legislação sanitária, sendo que o maior número de reprovações esteve relacionado à presença de resíduos de agrotóxicos não autorizados para as culturas, muitos dos quais são de uso proibido no Brasil.

Os resultados encontrados no estado estiveram muito próximos aos divulgados no último relatório nacional do programa. As hortaliças não folhosas e as frutas foram as categorias com maior número de reprovações, tanto por conterem agrotóxicos não autorizados para a cultura, como acima dos limites máximos de resíduos permitidos pela legislação brasileira.

Os resíduos de agrotóxicos mais presentes nos alimentos comercializados no estado foram dos ativos: carbendazim, ditiocarbamatos e acefato. Entretanto, o programa não analisou a presença de glifosato, 2,4-D e maconzeb no período anterior a 2017, que estão entre os agrotóxicos mais comercializados no país.

Os critérios de amostragem utilizados pelo PARA-MG não são claros e a descontinuidade no monitoramento de algumas culturas dificultam a definição de uma série histórica de análises de alguns alimentos no estado. Todavia, a presença de agrotóxicos em desacordo com a legislação brasileira e a persistência de resultados insatisfatórios ao longo dos anos pesquisados, sugerem falhas nas boas práticas agrícolas e apontam para a importância de

ações eficazes de controle e mitigação dos riscos frente a contaminação de alimentos por agrotóxicos.

Pesquisas futuras podem ser dirigidas ao estudo das fragilidades envolvidas na execução do PARA-MG e na atuação dos órgãos de controle que propiciam a manutenção de resultados insatisfatórios ao longo do tempo, bem como para a avaliação dos riscos associados ao uso de agrotóxicos para a saúde e para a biodiversidade.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (Brasil). **2º Seminário sobre Mercado de Agrotóxicos e Regulação**. Brasília, DF, 2012. Disponível em: <http://www4.planalto.gov.br/consea/comunicacao/noticias/2012/abril-2012/anvisa-realiza-seminario-sobre-agrotoxicos>. Acesso em: 17 ago. 2019.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (Brasil). Anvisa determina banimento da Parationa Metílica, ingrediente ativo de agrotóxico. 2016. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/noticias-anvisa/2016/anvisa-determina-banimento-da-parationa-metilica-ingrediente-ativo-de-agrotoxico>. Acesso em 04 jul. 2021.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (Brasil). **Listas de ingredientes ativos com uso autorizado e banidos no Brasil**. 2017c. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/noticias-anvisa/2017/listas-de-ingredientes-ativos-com-uso-autorizado-e-banidos-no-brasil>. Acesso em: 17 ago. 2019.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (Brasil). **Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos (PARA)**: relatório de atividades 2001 a 2007. Brasília: Anvisa, 2008. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/programa-de-analise-de-registro-de-agrotoxicos-para>. Acesso em 25 ago. 2019.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (Brasil). **Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos (PARA)**: relatório de atividades 2009. Brasília: Anvisa, 2010. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/programa-de-analise-de-registro-de-agrotoxicos-para>. Acesso em 25 ago. 2019.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (Brasil). **Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos (PARA)**: relatório de atividades 2010. Brasília: Anvisa, 2011. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/programa-de-analise-de-registro-de-agrotoxicos-para>. Acesso em 25 ago. 2019.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (Brasil). **Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos (PARA)**: relatório de atividades 2011 a 2012. Brasília: Anvisa, 2013. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/programa-de-analise-de-registro-de-agrotoxicos-para>. Acesso em: 17 ago. 2019.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (Brasil). **Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos (PARA)**: relatório das análises de amostras monitoradas no período de 2013 a 2015. Brasília: Anvisa, 2016. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/programa-de-analise-de-registro-de-agrotoxicos-para>. Acesso em: 17 ago. 2019.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (Brasil). **Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos (PARA)**: relatório de atividades 2017 a 2018. Brasília: Anvisa, 2019c. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/programa-de-analise-de-registro-de-agrotoxicos-para>. Acesso em: 17 ago. 2019.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (Brasil). Resolução - RE nº 2.119, de 1º de agosto de 2019. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 1 de ago. 2019a. p. 56.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (Brasil). Resolução da Diretoria Colegiada RDC nº 56, de 11 de dezembro de 2015. Dispõe sobre regulamento técnico para o ingrediente ativo parationa metílica em decorrência da reavaliação toxicológica. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 14 dez. 2015.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (Brasil). Resolução da Diretoria Colegiada RDC n.º 119, de 19 de maio de 2003. Cria o Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos (PARA) e constitui as Coordenações Gerais, Técnica e de Amostragem, com a finalidade de implantar, acompanhar, e avaliar o PARA. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 22 maio 2003a. Seção 1, p 39.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (Brasil). Resolução da Diretoria Colegiada RDC n.º 165, de 29 de agosto de 2003. Determina a publicação do "Índice das monografias dos ingredientes ativos de agrotóxicos, domissanitários e preservantes de madeira. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2 de setembro. 2003b. p. 48.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (Brasil). Resolução da Diretoria Colegiada RDC nº 185, de 18 de outubro de 2017. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 19 de out. 2017a. Seção 1. p. 32.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (Brasil). Resolução da Diretoria Colegiada RDC N° 190, de 30 de novembro de 2017. Altera a resolução da diretoria colegiada N° 177, de 21 de setembro de 2017b. **Diário Oficial União**, Brasília, DF, 1 dez. 2017.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (Brasil). Resolução da Diretoria Colegiada RDC nº 294, de 29 de julho de 2019. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 11 de julho de 2019b. Seção 1. p. 56.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (Brasil). Resolução da Diretoria Colegiada RDC n.º 295, de 29 de julho de 2019. Dispõe sobre os critérios para avaliação do risco dietético decorrente da exposição humana a resíduos de agrotóxicos, no âmbito da Anvisa, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília-DF, 31 jul. 2019d. Seção 1. p. 85.

ALAVANJA, M. C. R.; HOPPIN, J. A.; KAMEL, F. Health effects of chronic pesticide exposure: cancer and neurotoxicity. **Annu. Rev. Public Health**, v. 25, n. 1, p. 155–197, 2004. [https://doi: 10.1146/annurev.publhealth.25.101802.123020](https://doi.org/10.1146/annurev.publhealth.25.101802.123020).

ALONZO, H. G. A.; COSTA, A. O. **Bases da Toxicologia ambiental e clínica para atenção à saúde: exposição e intoxicação por agrotóxicos**. São Paulo: Hucitec, 2019.

AMARAL, E. H.; SOARES, A. A.; SOUSA, L. A. F.; SOUZA, S. V. C.; JUNQUEIRA, R. G. Resíduos de inseticidas organofosforados: validação de método e ocorrência em hortícolas. **Rev Inst Adolfo Lutz**, v. 71, n. 2, p. 345-54, 2012.

ANASTASSIADES, M.; LEHOTAY, S. J.; STAJNBAHER, D.; SCHENCK, F. L. Fast and Easy Multiresidue Method Employing Acetonitrile Extraction/Partitioning and “Dispersive Solid-Phase Extraction” for the determination of Pesticides Residues in Produce. **J. AOAC Int**, v. 86, n. 2, p. 412-431, 2003.

ANDRADE, J. C.; SELIZA, R.; YAMADA, E. A.; GALVÃO, M. T. E. L.; FREWER, L. J.; BERAQUET, N. J. Percepção do consumidor frente aos riscos associados aos alimentos, sua segurança e rastreabilidade. **Braz. J. Food Technol**, v. 16, n. 3, p. 184-191, 2013. <http://dx.doi.org/10.1590/S1981-67232013005000023>.

AUNG, M. M.; CHANG, Y. S. Traceability in a food supply chain: Safety and quality perspectives. **Food Control**, v. 39, p. 172-184, 2014. [https://doi: 10.1016/j.foodcont.2013.11.007](https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2013.11.007).

BALSAN, R. Decurrent impacts of the agriculture modernization in Brazil. Campo-Território: **Revista de Geografia Agrária**, v. 1, p. 123-151, 2006.

BOMBARDI, L. M. **Geografia do uso de agrotóxicos no Brasil e conexões com a União Europeia**. São Paulo: FFLCH - USP, 2017.

BRASIL. Decreto nº 4.074, de 4 de janeiro de 2002. **Diário Oficial da União**. Brasília, 08 jan. 2002. p. 1.

BRASIL. Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989. **Diário Oficial da União, Brasília**, DF, 12 de jul. 1989. Seção 1. p 11459.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **AGROFIT: Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários**. 2021a. Disponível em: www.agricultura.gov.br/servicos-e-sistemas/sistemas/agrofit. Acesso em: 02 jul. 2019.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento; Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Instrução normativa conjunta nº 02, de 7 de fevereiro de 2018b. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 8 fev. 2018a. Seção 1, p. 148-149.

CAO, Y.; LIU, X.; GUAN, C.; MAO, B. Implementation and Current Status of Food Traceability System in Jiangsu China. **Procedia Computer Science**, v. 122, p. 617–621, 2017. [https://doi:10.1016/j.procs.2017.11.414](https://doi.org/10.1016/j.procs.2017.11.414).

CARNEIRO, F. F. *et al.* (Org.). **Dossiê ABRASCO**: um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde. Rio de Janeiro: EPSJV, São Paulo: Expressão Popular, 2015.

CISCATO, C. H. P.; GEBARA, A. B. Avaliação de resíduos de pesticidas na dieta brasileira, período de 2001 a 2010. **Higiene Alimentar**, v. 31, n. 274/275, p. 110-114, 2017.

CISCATO, C. H. P.; GEBARA, A. B.; MONTEIRO, S. H. Pesticide residue monitoring of Brazilian fruit for export 2006–2007. **Food Additives & Contaminants: Part B**. v. 2, n. 2, p. 140–145, 2009. <https://doi.org/10.1080/19440040903330326>.

CURVO, H. R. M.; PIGNATI, W. A.; PIGNATTI, M. G. Morbimortalidade por câncer infanto-juvenil associada ao uso agrícola de agrotóxicos no Estado de Mato Grosso, Brasil. **Cad. Saúde Colet**, v. 21, n. 1, p. 10-17, 2013. <https://doi.org/10.1590/S1414-462X2013000100003>.

FOOD AND DRUG ADMINISTRATION. FDA testing orange juice imports for carbendazim, 2012. Disponível em: <https://www.fda.gov/food/foodsafety/producing-t-specificinformation/fruitsvegetablesjuices/>. Acesso em: 23 jun. 2021.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA E AGROPECUÁRIA (Brasil). **Manual de boas práticas agrícolas e sistema APPCC**. Brasília: EMBRAPA, 2004.

EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY. Conclusion on Pesticide Peer Review. Conclusion on the Peer Review of the Pesticide Risk Assessment of the Active Substance Carbendazim. **EFSA Journal**, v. 8, n. 5, p. 1-76, 2010.

EUROPEAN COMMISSION. **EU pesticides database**. 2020. Disponível em: https://ec.europa.eu/food/plants/pesticides/eu-pesticides-database_en. Acesso em: 22 fev. 2021

EUROPEAN UNION. Commission Implementing Regulation (EU) 2019/1793 of 22 October 2019. **Official Journal**, 2019. L 277, p. 89–129.

EUROPEAN UNION. The Rapid Alert System for Food and Feed. RASFF. **Annual Report**. 2019b. Disponível em: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/2c5c7729-0c31-11eb-bc07-01aa75ed71a1>. Acesso em: 08 maio 2021

FARIA, N. M. X.; FACCHINI, L. A.; FASSA, A. G.; TOMASI, E. Pesticides and respiratory symptoms among farmers. **Rev Saúde Pública**, v. 39, n. 6, p. 973-981, 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0034-89102005000600016>.

FARIA, N. M. X.; FASSA, A. G. F.; MEUCCI, R. D. Association between pesticide exposure and suicide rates in Brazil. **Neurotoxicology**, v. 45, p. 355–362, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.neuro.2014.05.003>.

FRIEDRICH, K.; SOUZA, M. M. O.; CARNEIRO, F. F. (Org.). **Dossiê científico e técnico contra o Projeto de Lei do Veneno (PL 6.299/2002) e a favor do Projeto de Lei que institui a Política Nacional de Redução de Agrotóxicos – PNARA**. Rio de Janeiro: ABRASCO/ABA, 2018.

GENERAL INSPECTORATE FOR HEALTH PROTECTION. **Analytical Methods for Pesticide Residues in Foodstuffs**. (6^a ed.). The Netherlands: Ministry of Public Health, Welfare and Sports, 1996.

GUYTON, K. Z. *et al.* Carcinogenicity of tetrachlorvinphos, parathion, malathion, diazinon, and glyphosate. **Lancet Oncology**, v. 16, n. 5, p. 490-491, 2015.

HASSAN, H.; ELSAYED, E.; EL-RAOUF, A.; SALMAN, S. N. Method validation and evaluation of household processing on reduction of pesticide residues in tomato. **J Consum Prot Food Saf**, v. 14, p. 31–39, 2019. [https://doi: 10.1007/s00003-018-1197-2](https://doi.org/10.1007/s00003-018-1197-2).

HJORTH, K.; JOHANSEN, K.; HOLEN, B.; ANDERSSON, A.; CHRISTENSEN, H. B.; SIIVINEN, K.; TOOME, M. Pesticide residues in fruits and vegetables from South America e A Nordic project. **Food Control**, v. 22, n. 11, p. 1701-1706, 2011. [https://doi: 10.1016/j.foodcont.2010.05.017](https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2010.05.017).

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (Brasil). **Censo agropecuário: resultados definitivos 2017**. Rio de Janeiro: IBGE, 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS (Brasil). **Boletins anuais de produção, importação, exportação e vendas de agrotóxicos no Brasil**. Boletim 2017. Rio de Janeiro: IBGE, 2017.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Agrotóxicos no Brasil: padrões de uso, política da regulação e prevenção da captura regulatória** texto para discussão. Brasília: IPEA, 2019.

ISMAEL, L. L.; ROCHA, E. M. R.; LINS FILHO, L. A.; LIMA, R. P. A. Resíduos de agrotóxicos em alimentos: preocupação ambiental e de saúde para população paraibana. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 10, n. 3, p. 24-29, 2015. <http://dx.doi.org/10.18378/rvads.v10i3.3459>.

JARDIM, A. N. O.; CALDAS, E. D. Brazilian monitoring programs for pesticide residues in food e Results from 2001 to 2010, **Food Control**, v. 25, p. 607-616, 2012. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2011.11.001>.

LIU, C.; LI, J.; STEELE, W.; FANG, X. A study on Chinese consumer preferences for food traceability information using best-worst scaling. **PLOS ONE**, v. 13, n. 11, p. 1-16, 2018. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0206793>.

MACHADO, Cláudia. Parma. **Estimativa do risco da ingestão de resíduos de agrotóxicos em hortifrutícolas comercializadas em Belo Horizonte**. 2004. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) – Faculdade de Farmácia, Universidade Federal de Minas Gerais, 2004.

MINAS GERAIS. Decreto n.º 481, de 25 de setembro de 2018. **Diário Oficial de Minas Gerais**, Belo Horizonte, 26 de set. 2018. Seção 1, p. 2.

MINAS GERAIS. Lei n.º 21.146, de 14 de janeiro de 2014. **Diário Oficial de Minas Gerais**, Belo Horizonte, 15 de jan. 2014. Seção 1, p. 2.

MINAS GERAIS. Resolução SES/MG n.º 6.711, de 17 de abril de 2019. Institui o Programa Mineiro de Monitoramento da Qualidade dos Produtos e Serviços Sujeitos ao Controle Sanitário e aprova os regulamentos técnicos dos programas específicos que o integram. **Diário Oficial de Minas Gerais**, Belo Horizonte, 17 de abr. 2019. Seção 1, p. 22.

MINAS GERAIS. Secretaria de Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Balanco do Agronegócio de Minas Gerais 2020**. Belo Horizonte: Seapa, 2021.

NETO, E. N.; LACAZ, F. A. C.; PIGNATI, W. A. Vigilância em saúde e agronegócio: os impactos dos agrotóxicos na saúde e no ambiente. Perigo à vista. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 19, n. 12, p. 4709-4718, 2014. <http://dx.doi.org/10.1590/1413-812320141912.03172013>

PALMA, Danielly Cristina de Andrade. **Agrotóxicos em leite humano de mães residentes em Lucas do Rio Verde. 2011**. 103 f. Dissertação (Mestrado em Saúde Coletiva) – Instituto de Saúde Coletiva, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2011.

PELAEZ, V. M. *et al.* A (des)coordenação de políticas para a indústria de agrotóxicos no Brasil. **Rev. Bras. Inov.**, Campinas, v. 14, n. esp., p. 153-178, 2015. <https://doi.org/10.20396/rbi.v14i0.8649104>.

PEREIRA, A. S.; SHITSUKA, D. M.; PARREIRA, F. J.; SHITSUKA, R. **Metodologia da pesquisa científica**. 1. ed. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2018.

PIGŁOWSKI, M. Food hazards on the European Union market: The data analysis of the Rapid Alert System for Food and Feed. **Food Sci Nutr.**, p. 1-25, 2020. <https://doi.org/10.1002/fsn3.1448>.

PIGNATI, W. A.; SOUZA E LIMA, F. A. N.; LARA, S. S.; CORREA, M. L. M.; BARBOSA, J. R.; LEÃO, L. H. C.; PIGNATTI, M. G. Distribuição espacial do uso de agrotóxicos no Brasil: uma ferramenta para a Vigilância em Saúde. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 22, n. 10, p. 3281-3293, 2017. <https://doi.org/10.1590/1413-812320172210.17742017>.

REZENDE, R. A. E.; NICOLETTI, M. A.; PEREIRA, A. G. A.; SERAFIM, B. O.; PAIXÃO, D. F.; DINIZ, J. S.; GAMA, L. C. B.; SILVA, L. P.; MUNOZ, J. W. P.; FUKUSHIMA, A. R. Determinação de Paraquat em maçãs do tipo Gala, Fuji, Argentina e Verde. **Vigil. sanit. Debate**, v.8, n. 1, p. 106-110, 2020. <https://doi.org/10.22239/2317-269x.01341>.

RIBEIRO, M. C.; RAMOS, A. M.; FERREIRA, V. A.; CUNHA, J. R. da; FANTE, C. A. Tecnologias de rastreabilidade, segurança e controle de resíduos de agrotóxicos na cadeia produtiva de alimentos de origem vegetal: um estudo de revisão. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 9, n 12, p. e5291210780, 2020. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i12.10780>.

SANTOS, M.; GLASS, V. (Org.). **Altas do agronegócio: fatos e números sobre as corporações que controlam o que comemos**. Rio de Janeiro: Fundação Heinrich Böll, 2018.

SCHREINEMACHERS, P.; TIPRAQSA, P. Agricultural pesticides and land use intensification in high, middle and low income countries. **Food Policy**, v. 37, n. 6, p. 616-626, 2012. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2012.06.003>.

SINDIVEG. Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para a Defesa Vegetal. **O que você precisa saber sobre defensivos agrícolas**. 2018. Disponível em: <https://sindiveg.org.br/wp-content/uploads/2018/08/oquevoceprecisasabersobredefensivosagricolas.pdf>. Acesso em: 28 jul. 2019.

TASIOPOULOU, S.; CHIODINI, A. M.; VELLERE, F.; VISENTIN, S. Results of the monitoring program of pesticide residues in organic food of plant origin in Lombardy (Italy). **Journal of Environmental Science and Health, Part B**, v. 42, n. 7, p. 835-841, 2007. <https://doi.org/10.1080/03601230701555054>.

TOMITCH, R.; BARCHI, C. W. C. B.; FEITOSA, M. C. J. C. de; VAZ LOBO, R. S.; TAMEGA JUNIOR, W.P. Analysis program of pesticide residues in food - PARA: Tracking food with unsatisfactory results in São Paulo. **Anais [...]** XXX Congresso de Secretários Municipais de Saúde do Estado de São Paulo. São Paulo. 2016.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Thiophanate-Methyl and Carbendazim (MBC)**. Human Health Assessment Scoping Document in Support of Registration Review. Memorandum. EUA: USEPA, 2014.

CAPÍTULO 2

TECNOLOGIAS DE RASTREABILIDADE, SEGURANÇA E CONTROLE DE RESÍDUOS DE AGROTÓXICOS NA CADEIA PRODUTIVA DE ALIMENTOS DE ORIGEM VEGETAL¹¹

RESUMO

O objetivo deste artigo consistiu em realizar uma revisão integrativa da literatura sobre os aspectos envolvidos e as principais tecnologias de rastreabilidade voltadas para a segurança e controle de resíduos de agrotóxicos em alimentos vegetais. A análise dos artigos ocorreu de forma descritiva, de maneira a apresentar seus aspectos mais relevantes e reunir conhecimentos produzidos sobre o tema. Para tanto, foram selecionados 67 artigos publicados nos últimos dez anos (2010 - 2020) em periódicos nacionais e internacionais. O estudo possibilitou observar que o desenvolvimento de tecnologias de rastreabilidade, apoiadas especialmente no uso da internet e da inteligência artificial, se apresenta como um importante reforço na garantia de precisão e fluxo seguro de informações na cadeia produtiva de alimentos. Além disso, a demanda dos consumidores por mais transparência e segurança na cadeia produtiva e o estabelecimento de mecanismos regulatórios internacionais de rastreabilidade sob *commodities* alimentares têm impulsionado o desenvolvimento dessas tecnologias. Entretanto, a maioria dos artigos revisados apontam que tais tecnologias ainda estão muito associadas a processos de logística, em detrimento a aspectos relacionados à segurança alimentar e ao controle sanitário sobre resíduos de agrotóxicos em alimentos vegetais.

Palavras-chave: Produção de alimentos. Tecnologia da informação. Internet das coisas. Controle de perigos. Agroquímicos.

¹¹ Os resultados descritos nesse capítulo foram publicados no Artigo: RIBEIRO, M. C.; RAMOS, A. M.; FERREIRA, V. A.; CUNHA, J. R. DA; FANTE, C. A. Tecnologias de rastreabilidade, segurança e controle de resíduos de agrotóxicos na cadeia produtiva de alimentos de origem vegetal: um estudo de revisão. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 12, p. e5291210780, 2020. <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i12.10780>

1 INTRODUÇÃO

Na década de 1960, a escritora Rachel Carson, em sua obra *Primavera Silenciosa*, publicada nos Estados Unidos da América, trouxe à tona a discussão sobre os perigos que o uso indiscriminado de agrotóxicos organoclorados promovia ao ambiente e aos seres vivos, despertando a humanidade para a necessidade de seu controle (CARSON, 2010). Mais recentemente, o estudo de Bombardi (2017) denominou como “círculo de envenenamento” o processo no qual as indústrias químicas situadas em países desenvolvidos, produzem agrotóxicos não permitidos em seus territórios e exportam para outros países, especialmente àqueles em desenvolvimento, onde o controle sanitário é mais frágil. Contudo, esses produtos retornam aos países de origem por meio dos alimentos contaminados, nas chamadas *commodities* alimentares.

De acordo com Lam *et al.* (2013), além de satisfazer as necessidades básicas de sobrevivência, os alimentos são percebidos como uma mercadoria comercial comum, com fins lucrativos e, a busca por margens de lucros cada vez maiores, tem feito ampliar o número de atividades ilegais promovidas por produtores e fabricantes de alimentos, que ameaçam a soberania e a segurança alimentar dos países.

A atual produção agrícola voltada para atender a demanda mundial por alimentos se depara com grandes desafios relacionados à segurança alimentar. A produção de energia não renovável, a escassez de recursos hídricos, a redução de áreas cultiváveis e a ampliação de impactos ambientais são alguns dos atuais problemas vivenciados (SARTI; TORRES, 2017).

Os agrotóxicos têm sido cada vez mais utilizados na agricultura com o intuito de assegurar a alta produtividade, a partir da redução de doenças e pragas nas culturas. Entretanto, estudos realizados nos últimos anos evidenciaram que várias culturas estão sendo comercializadas com a presença de resíduos de agrotóxicos acima dos limites máximos permitidos ou com substâncias não autorizadas pelos órgãos reguladores de diversos países (GEBARA *et al.*, 2005; CISCATO; GEBARA; MONTEIRO, 2009; PASSOS; REIS, 2013).

Para Schreinemachers e Tipraqsa (2012), apesar da dificuldade em se mensurar a quantidade de agrotóxicos utilizada nos alimentos, um aumento de 1% na produção agrícola por hectare está associado a um aumento de 1,8% no uso de agrotóxicos por hectare. Os autores observaram ainda que o uso de agrotóxicos por hectare aumenta à medida que os países se apresentam em um nível mais baixo de desenvolvimento econômico.

Uma pesquisa recente que avaliou os riscos em produtos importados notificados pelos países membros da Comissão Europeia, com dados do período de 1979 a 2017, evidenciou

que 8,7% desses riscos estavam relacionados à presença irregular de resíduos de agrotóxicos em vegetais, o que representou a terceira maior causa de notificações, atrás apenas das relacionadas à presença de microrganismos patogênicos (18,2%) e microtoxinas (23,0%) (PIGLOWSKI, 2020).

De acordo com a Organização Mundial da Saúde, a todo momento as pessoas estão potencialmente expostas a doenças causadas pela contaminação microbiológica e/ou química de alimentos. Substâncias químicas perigosas, como os agrotóxicos, atingem os alimentos devido a falhas em processos de produção e manipulação de alimentos, ausência de infraestrutura adequada de armazenamento de alimentos e padrões regulatórios inadequados ou mal aplicados (OMS, 2015).

Com o ritmo acelerado da globalização econômica, a segurança alimentar não está apenas relacionada à saúde dos consumidores, mas também consiste em um importante pilar do desenvolvimento social e econômico. É necessário identificar, prevenir, controlar e reduzir os riscos presentes em alimentos da fazenda até a mesa, considerando a variedade de perigos que podem existir durante esse percurso. Para minimizar os riscos à segurança dos alimentos, é necessário rastrear a fonte desses perigos, a partir do monitoramento do fluxo dos produtos alimentares (CAO *et al.*, 2017).

Além disso, os riscos relacionados aos surtos de doenças comuns em animais que podem ser transmitidas aos seres humanos e a presença de produtos químicos acima dos limites aceitáveis nos alimentos ameaçam a qualidade e a segurança dos produtos agrícolas no mundo contemporâneo. Para proteger as pessoas das doenças de origem alimentar, além de identificar é essencial retirar do mercado ou fazer o recall de produtos considerados inseguros (CCI, 2015).

Partindo do pressuposto que existem deficiências no compartilhamento de informações ao longo da cadeia produtiva de alimentos (AUNG; CHANG, 2014; JIN, ZHANG; XU, 2017) e dos crescentes desafios a serem superados para mitigação de riscos associados aos agrotóxicos (Singh *et al.*, 2017), pesquisas que envolvem a otimização de sistemas de rastreabilidade sobre a presença de resíduos de agrotóxicos assumem relevância para o controle da qualidade de alimentos (LI *et al.*, 2010; HU *et al.*, 2013; VANANY *et al.*, 2016; QIAN *et al.*, 2018).

Embora existam inúmeras definições de rastreabilidade na literatura, um estudo de revisão concluiu que rastreabilidade de alimentos “é parte da gestão logística que captura, armazena e transmite informações adequadas sobre um alimento, ração animal ou substância que produz alimentos em todos os estágios da cadeia de abastecimento alimentar, para que o

produto possa ser verificado quanto à segurança e ao controle de qualidade, rastreado para cima e rastreado para baixo a qualquer momento necessário” (BOSONA; GEBRESENBET; 2013)

Neste contexto, o presente estudo se propõe a realizar uma revisão integrativa da literatura científica sobre os aspectos envolvidos e as principais tecnologias de rastreabilidade voltadas para a segurança e controle de resíduos de agrotóxicos em alimentos vegetais.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Trata-se de um estudo de revisão integrativa da literatura, de natureza qualitativa, conduzido a partir de fontes secundárias obtidas de periódicos nacionais e internacionais. O estudo foi realizado a partir de um levantamento bibliográfico e análise de artigos publicados nos últimos dez anos (2010/2020), conforme o método proposto por Souza, Silva e Carvalho (2010). A escolha do método de revisão considerou a possibilidade de produção de conhecimentos a partir da síntese e da aplicabilidade dos achados encontrados, conforme preconiza Pereira *et al.* (2018).

Para definir qual a abordagem dos estudos que seriam pesquisados, formulou-se a seguinte pergunta norteadora: quais são os aspectos envolvidos e as tecnologias de rastreabilidade para segurança e controle de alimentos vegetais contaminados por resíduos de agrotóxicos?

A fase de coleta de dados ocorreu entre os meses de maio e outubro de 2020. Para tanto, utilizou-se o instrumento de coleta validado por Ursi e Galvão (2006). O instrumento contempla os seguintes itens: identificação do artigo original, características metodológicas do estudo, tipo de tecnologia de rastreabilidade, tipo de abordagem e resultados encontrados.

Procurou-se por periódicos indexados nas seguintes bases de dados: Scientific Electronic Library Online (Scielo), ScienceDirect (Elsevier), Scopus Preview e Crossref. Os critérios de inclusão consistiram de estudos publicados nos últimos dez anos, com resumos disponíveis nas bases de dados selecionadas, com abordagem sobre tecnologias de rastreabilidade para alimentos vegetais. Como critérios de exclusão foram considerados: artigos publicados há mais de dez anos, cujos os resumos não estavam relacionados a tecnologias de rastreabilidade, segurança e controle de alimentos vegetais contaminados por resíduos de agrotóxicos.

A busca procurou correlacionar, nas línguas portuguesa, inglesa e espanhola, os seguintes descritores: “rastreabilidade” and “alimentos” and “segurança” and “controle and

“agrotóxicos”. Na sequência, a seleção do material se deu a partir da leitura dos resumos, de forma a identificar os artigos que guardavam relação com a pergunta norteadora definida para o estudo (corpus). Ao fim, a análise dos dados se deu de forma descritiva e os resultados foram reunidos em subgrupos, visando facilitar a análise de acordo com as características da amostra.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao todo foram selecionados 67 artigos a partir dos critérios de inclusão. Esses estudos foram realizados em 25 países, dos quais se destacaram: China (29,9%), Itália (16,4%) e Espanha (6,0%). Entre os continentes, a maioria dos artigos foram de instituições de pesquisa da Europa (43,3%) e da Ásia (41,8%), seguidos das Américas (8,9%), da África (4,5%) e da Oceania (1,5%). Esses resultados podem sugerir que pesquisadores de países europeus e asiáticos demonstram maior interesse em estudar a rastreabilidade de alimentos vegetais, sendo a China o país que mais fomenta esse tipo de pesquisa.

Após aplicação dos critérios de exclusão, foram selecionados 6 (9%) artigos que citam alguma tecnologia de rastreabilidade voltada para segurança e controle de alimentos vegetais contaminados por agrotóxicos. O corpus final de publicações desta revisão de literatura está representado na tabela 10.

Tabela 10 - Síntese dos estudos que citam o uso de tecnologias de rastreabilidade que podem ser utilizadas para segurança e controle de resíduos de agrotóxicos de alimentos vegetais.

Título da publicação	Autores (Ano)	Origem	Periódico (base de dados)	Abordagem/Tecnologia
Cloud-based system for rational use of pesticide to guarantee the source safety of traceable vegetables	Qian, J., Shi, C., Wang, S., Song, Y., Fan, B., & Wu, X. (2018)	China	Food Control (Elsevier)	Apresenta um caso de um sistema baseado em nuvem (Cloud-Based System) para o uso racional de agrotóxicos e garantia da segurança de vegetais rastreáveis, bem como reduzir os custos associados com recalls
Food Traceability and Safety: From Farm to Fork: A Case Study of Pesticide Traceability in Grapes	Singh, D., Karthik, S., Nar, S., & Piplani, D. (2017)	India	Journal of Advanced Agricultural Technologies (Crossref)	Apresenta um caso de um sistema integrado de gerenciamento e rastreabilidade que permite detectar os pontos de contaminação por agrotóxicos ou pontos de falhas na segurança alimentar na produção de uva com o uso do código de barras bidimensional (QR Code)
Developing electronic mango traceability in Indonesia.	Vanany, I., Mardiyanto, R., Ijtihadie, R. M., Andri, K. B., & Engelseth, P. (2016)	Indonésia	Supply Chain Forum: An International Journal (Scopus Preview)	Apresenta um caso de sistema de rastreabilidade eletrônica de frutas (FETS) com base no código de barras bidimensional (QR Code) e na Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC) construído com o propósito de atender aos regulamentos internacionais
Modeling and implementation of the vegetable supply chain traceability system	Hu, J., Zhang, X., Moga, L. M., & Neculita, M. (2013)	China e Romênia	Food Control (Elsevier)	Propõe um sistema de rastreabilidade para gestão da qualidade na cadeia de abastecimento de vegetais que permite o monitoramento constante dos parâmetros críticos utilizando código de barras bidimensional (QR Code) e tecnologia de identificação por radiofrequência (RFID)
A traceability system incorporating 2D barcode and RFID technology for wheat flour mills.	Qian, J.-P., Yang, X.-T., Wu, X.-M., Zhao, L., Fan, B.-L., & Xing, B. (2012)	China	Computers and Electronics in Agriculture (Elsevier)	Propõe um sistema de rastreabilidade para moinhos de farinha de trigo para aumentar a segurança e reduzir os custos associados a recalls utilizando código de barras bidimensional (QR Code) e tecnologia de identificação por radiofrequência (RFID).
A PDA-based record-keeping and decision-support system for traceability in cucumber production	Li, M., Qian, J.-P., Yang, X.-T., Sun, C.-H., & Ji, Z.-T. (2010)	China	Computers and Electronics in Agriculture (Elsevier)	Propõe um sistema de apoio à decisão (PDA) e manutenção de registros para rastreabilidade de dados da produção a partir de uma plataforma móvel, acoplada ao Sistema de Informação Geográfica (GSI), que permite orientar o uso controlado de fertilizantes e emite um aviso prévio para uso de agrotóxico em caso de infecção por míldio, fator crítico para a segurança da qualidade do pepino.

Para melhor discutir os achados encontrados na literatura, o estudo foi organizado nos seguintes subgrupos: 3.1 Aspectos envolvidos no uso da rastreabilidade na cadeia produtiva de alimentos; 3.2 Principais tecnologias de rastreabilidade disponíveis para o setor agrícola e; 3.3 Rastreabilidade na cadeia de alimentos e o controle de resíduos de agrotóxicos.

3.1 Aspectos envolvidos no uso da rastreabilidade na cadeia produtiva de alimentos

Segundo Hu *et al.* (2013), para desvendar os pontos críticos que envolvem a produção de um alimento é importante rastrear seu percurso ao longo da cadeia produtiva. A capacidade de rastrear as unidades individuais de produtos depende de um sistema de rastreabilidade eficiente que, por sua vez, depende dos sistemas internos de gerenciamento de dados e da troca de informações entre os atores da cadeia de suprimentos.

Face ao crescente processo de globalização e aumento dos riscos à segurança alimentar, a Organização Internacional para Padronização, por meio da ISO 22005:2007, editou padrões internacionais com princípios e requisitos básicos para implementação de um sistema de rastreabilidade na cadeia de rações e alimentos. O texto desta norma define o termo tracking ou "rastrear a jusante" como a capacidade de seguir o caminho de unidade específica de um produto por meio da cadeia de alimentos e tracing ou "rastrear a montante" como o meio de identificar a origem de uma unidade de produto ou lote, na cadeia de suprimentos, seguindo os registros efetuados (ISO, 2007).

A implementação de sistemas eficazes de rastreabilidade parece melhorar a capacidade de implementar a segurança em programas de conformidade de qualidade. Isso porque a visibilidade resultante das informações rastreáveis faz com que as empresas agroalimentares gerenciem melhor os riscos e atuem em situações de emergência, como por exemplo na retirada de produtos inseguros do mercado (recalls). Além disso, sistemas eficazes de rastreabilidade reduzem, significativamente, os tempos de resposta quando um surto de doença em um animal ou planta ocorre. Isso permite o acesso mais rápido a informações relevantes e confiáveis que ajudam a determinar a origem e a localização dos produtos envolvidos em qualquer ponto da cadeia de alimentos (CCI, 2015).

Para Dabbene, Gay e Tortia (2014), um sistema de rastreabilidade, associado com outras ferramentas, tais como análise dos perigos e pontos críticos de controle (APPCC), planejamento da produção e logística, pode levar a melhorias significativas no desempenho de toda a cadeia de abastecimento. De acordo com os autores, rastrear o histórico de um alimento, registrando com rigor as informações relacionadas ao seu deslocamento ao longo da rede de abastecimento, é essencial para as empresas. Contudo, a eficiência deste rastreamento não depende de uma única empresa, mas de acordos feitos entre grupos de empresas que se inter-relacionam, o que é motivado por diferentes propósitos. Entre os quais podem ser destacados: cumprimento de regulamentos, padrões internacionais; requisitos de certificações, implementação de estratégias de marketing e programas, atestado de origem geográfica,

identidade e qualidade e; a necessidade de métodos eficazes para reagir contra a propagação de surtos alimentares.

O estudo de Pakurár *et al.* (2015), demonstrou que os compradores internacionais passaram a impor condições mais rígidas aos membros da cadeia de abastecimento e que essas costumam ser mais exigentes que as normas obrigatórias do próprio país. Segundo esses autores, a implantação de um sistema de controle e rastreabilidade passou a ser uma dessas condições, pois tornou-se um fator significativo para oferecer segurança e fornecer alimentos saudáveis.

De acordo com Badia-Melis, Mishra e Ruiz-García (2015) tanto a rastreabilidade, quanto a logística alimentar inteligente estão ganhando destaque na cadeia de suprimentos. Para Jedermann *et al.* (2014), enquanto a primeira seria parte integrante da segurança alimentar, qualidade e defesa dos alimentos com vistas a proteção dos consumidores, a segunda guarda relação com a redução do desperdício ao longo da cadeia de suprimentos, por meio da redução dos desvios da cadeia de frio e controle das variações na vida útil dos alimentos.

Bosona e Gebresenbet (2013) consideram que a busca por informações em tempo real passou a ser uma necessidade dos mercados contemporâneos, de modo que o desenvolvimento e a implementação de um sistema de rastreabilidade, apoiado por tecnologias de informação, pode melhorar o planejamento operacional e aumentar a eficiência dos processos de logística de alimentos.

Para Aung e Chang (2014), os sistemas de rastreabilidade atuam como um elemento de gerenciamento de suprimentos ou de controle de qualidade e segurança, de modo a fornecer informações que permitam verificar se os pontos de controle na cadeia de produção ou de suprimento estão operando corretamente, permitindo a detecção precoce e respostas mais rápidas a eventuais problemas.

Saltini e Akkerman (2012), em estudo de caso envolvendo a cadeia de abastecimento de chocolate, afirmaram que, dependendo do tipo de beneficiamento, melhorar a rastreabilidade pode resultar na redução da magnitude de um recall de 55 a 96% em casos de contaminação da matéria-prima. De acordo com o estudo, embora o sistema possa aumentar a segurança alimentar, por outro lado pode impactar na redução da eficiência de produção.

Uma série de escândalos alimentares envolvendo contaminações e envenenamento de alimentos, fraudes na cadeia produtiva e questões sobre a forma de se produzir, reforçam a necessidade de se adotar o rastreamento de informações sobre os alimentos. Deste modo, todos os envolvidos na cadeia de suprimento de alimentos, desde sua origem, precisam conhecer o

motivo e estar cientes de como esse registro deve ser feito e comunicado, de forma a garantir a qualidade das informações (VANANY *et al.*, 2016).

Embora um sistema de rastreabilidade bem desenvolvido possa organizar a transmissão de informações ao longo de toda a cadeia de fornecimento e funcionar como uma ferramenta eficaz para garantir a qualidade dos alimentos, construir sistemas de rastreabilidade de alimentos com maior volume de informações é dispendioso e complexo, o que traz dificuldades financeiras para os fornecedores de informação (BOSONA; GEBRESENBET, 2013; AUNG; CHANG, 2014).

Em geral, as empresas de alimentos não estão motivadas a implementar novos padrões de troca e rastreabilidade de informações, pois percebem isso como um custo adicional e não estão dispostas a fazer alterações em suas práticas operacionais atuais. As empresas não têm uma imagem detalhada de seus processos internos, portanto, não podem quantificar os benefícios. Por sua vez, isso leva ao ceticismo sobre as vantagens de se implantar a rastreabilidade e constitui um fator importante no que diz respeito às rotas de implementação, seja pelas forças de mercado ou pela adequação regulatória (STORØY *et al.*, 2013).

Epelbaum e Martinez (2014) afirmam que mesmo impulsionadas por normativas publicadas por órgãos reguladores, a implementação de inovações tecnológicas de rastreabilidade está mais associada a capacidade de decisão da empresa e aos recursos humanos envolvidos.

Outra questão que impacta na decisão de uma empresa em implantar sistemas de rastreabilidade está no interesse dos consumidores. Estudos conduzidos nos últimos anos apontam para o crescimento da demanda dos consumidores por qualidade e segurança na comercialização de alimentos em todo o mundo (ANDRADE *et al.*, 2013; LU *et al.*, 2016; JIN; ZHANG; XU, 2017; LIU *et al.*, 2018).

Para Aung e Chang (2014), a expectativa dos consumidores por informações em tempo real sobre os produtos que eles compram e comem, crescerá e será uma das vantagens competitivas do marketing da indústria de alimentos, fazendo com que a rastreabilidade se apresente como um novo índice de qualidade e uma base para o comércio no futuro.

Um estudo realizado na Grécia evidenciou que cerca de 40% dos consumidores observam as informações sobre rastreabilidade nos rótulos dos alimentos e estão dispostos a pagar mais por essas informações. Dentre as preferências por informações nos rótulos de frutas e legumes, por exemplo, os consumidores consideraram mais importantes: o valor nutritivo (89,2%), a segurança alimentar (75,8%), a certificação (70,3%) e a designação de origem (67,7%) (TSAKIRIDO *et al.*, 2011).

Do ponto de vista do mercado, os sistemas de rastreabilidade podem resultar em demandas mais efetivas, uma prevalência de produtos que usam esse sistema e maiores lucros para as empresas devido a uma maior demanda por produtos mais seguros. Como resultado, as organizações empresariais envolvidas ao longo da cadeia de produção podem contribuir para um mercado de alimentos mais atrativo e mais seguro para os consumidores (LIU *et al.*, 2018).

Em muitos casos, por exemplo, a rastreabilidade é utilizada para avaliar a denominação de origem geográfica de um alimento, como forma de avaliar a autenticidade de um produto, a segurança de uso, a tipicidade e a ausência de adulterações (BEVILACQUA *et al.*; 2012; VERSARI *et al.*; 2014; GONZÁLEZ-MARTÍN *et al.*, 2014). Para Zhao *et al.* (2014), esses atributos são essenciais para avaliar a qualidade dos alimentos e garantir não somente valor agregado ao produto, como a proteção do consumidor.

Segundo Ding *et al.*, (2015), apesar do crescimento do setor de varejo, não houve mudanças estruturais relevantes nas práticas das cadeias produtivas, isentando os produtores de responsabilidade após a venda dos produtos. Para esses autores, a capacidade de rastrear produtos frescos do varejo até sua origem agrícola permite que empresas e governos não só identifiquem fontes de contaminação e outros riscos potenciais envolvidos na cadeia, como façam exigências para que produtores e fornecedores cumpram os regulamentos de segurança alimentar.

Assim, as informações do produto e do processo devem ser registradas de forma sistemática para serem rastreáveis; em particular, as informações recebidas por uma empresa sobre a matéria-prima devem ser registradas e vinculadas ao lote de produção, que por sua vez deve estar vinculado aos produtos distribuídos. Só então é possível recuperar informações sobre as matérias-primas dos produtos acabados (KARLSEN *et al.*, 2013).

Um sistema de rastreabilidade é eficaz quando produtos alimentícios podem ser completamente rastreados em toda a cadeia de abastecimento. A informação deve ser prontamente acessível para saber o que, quanto e de onde o produto precisa ser lembrado em caso de questões de segurança alimentar. A maioria das iniciativas de rastreabilidade dependem de tecnologias para fornecer eficiência, maneiras precisas de rastrear o produto e seu movimento através da cadeia. Isso inclui tecnologia para identificação de produtos, captura de informações, análise, armazenamento e transmissão de dados, bem como integração geral de sistemas (CCI, 2015).

Isso posto, o desenvolvimento de novas tecnologias para a produção de alimentos, que otimizem os processos industriais, trata-se de uma questão a ser enfrentada por todos os

entes da cadeia produtiva, com vistas a atender à crescente demanda por alimentos de qualidade, seguros e sustentáveis (SARTI; TORRES, 2017; MAGALHÃES *et al.*, 2019).

3.2 Principais tecnologias de rastreabilidade disponíveis para o setor agrícola

Diversos estudos sobre sistemas de rastreabilidade passaram a ser realizados para evidenciar tecnologias cada vez mais eficientes para capturar, armazenar e transmitir dados da cadeia produtiva. Magalhães *et al.* (2019), por exemplo, analisaram 69 tecnologias utilizadas para rastreabilidade na cadeia de alimentos e identificaram as cinco mais utilizadas: Tecnologia de Identificação por Radiofrequência (RFID), Internet das Coisas (IoT); Rede de Sensores Sem Fio (RSSF), Tecnologia de Ácido Desoxirribonucleico (DNA) e Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC). Além dessas, serão abordadas neste estudo as demais tecnologias de rastreabilidade citadas na Tabela 1: Sistema Computação em Nuvem (Cloud-Based System), Código de Barras Bidimensional (QR Code), Sistema de Apoio à Decisão (PDA-base) e Sistema de Informação Geográfica (GSI).

A RFID é uma tecnologia que insere um chip capaz de ser identificado por meio da frequência das ondas de rádio emitidas (Kumari *et al.*, 2015). Um sistema RFID consiste em uma etiqueta eletrônica que atua como um transmissor e receptor de sinal, ambos suportados por sistema decodificador (middleware); dados de identificação são armazenados na etiqueta e transferidos para o receptor de sinal por ondas de radiofrequência, isso para que o sistema processe os dados recebidos para a identificação e monitoramento do produto por meio da cadeia de suprimentos ou dentro de um processo de manufatura (MUSA; DABO, 2016; FUERTES *et al.*, 2016).

A tecnologia de RFID integrada a sensores é uma ferramenta promissora para uso em cadeias de alimentos perecíveis, cuja vida útil é curta. Com ela é possível, por exemplo, monitorar a temperatura e outras variáveis de qualidade pós-colheita de frutas e hortaliças (como textura, sabor, valor nutritivo), de forma eficiente para a tomada de decisão na gestão da cadeia de distribuição, contribuindo para a redução de perdas qualitativas e quantitativas entre a colheita e o consumo (BADIA-MELIS *et al.*, 2015; SPAGNOL *et al.*, 2018, CARVALHO; NASCIMENTO; NASCIMENTO-E-SILVA, 2020). Como desvantagem, a RFID ainda é uma alternativa considerada dispendiosa comparada a outras tecnologias (TZOUNIS *et al.*, 2017; PING *et al.*, 2018).

A IoT pode ser definida como um sistema de dispositivos de computação inter-relacionados, máquinas mecânicas e digitais, objetos, animais ou pessoas, que possuem

identificadores exclusivos e capacidade de transferir dados em uma rede sem fio, sem a necessidade de interação humano-humano ou humano-computador. Os dispositivos IoT consistem em sistemas embarcados que interagem com sensores e atuadores. Esses sensores são usados para coletar, medir e monitorar informações, como temperatura do ar, temperatura do solo em várias profundidades, precipitação, umidade da folha, clorofila, velocidade do vento, temperatura do ponto de orvalho, direção do vento, umidade relativa, radiação solar, pressão atmosférica e outras variáveis agrícolas e fatores que afetam a produção (TZOUNIS *et al.*, 2017; ELIJAH *et al.*, 2018; PING *et al.*, 2018).

Para Yuan *et al.* (2020), tecnologias como a IoT, podem ser usadas na construção de um sistema de rastreabilidade da cadeia de suprimentos para rastreamento de alimentos em tempo real, o que poderia fornecer uma plataforma de informações para todos os membros da cadeia de suprimentos com segurança e transparência. Para Giri, Dutta e Neogy (2016), essa tecnologia também encontra uma série de limitações, que incluem, por exemplo, os custos de instalação, os custos para manter um provedor de serviços em nuvens e a necessidade de adquirir equipamentos mais sofisticados.

A RSSF consiste em um grande número de pequenos nodos sensores autônomos distribuídos para monitorar e transmitir informações sobre condições físicas e ambientais. Esses sensores operam com energia limitada de baterias para executar uma tarefa em comum ou monitorar uma área de interesse. Cada nó tem um ou mais sensores pequenos com processadores embutidos e transceptores de rádio de baixa potência para detectar eventos externos. Ao longo dos anos, essa tecnologia tem sido usada na agricultura inteligente, no monitoramento ambiental, na agricultura de precisão, na automação e na rastreabilidade (PING *et al.*, 2018; ELIJAH *et al.*, 2018). A principal limitação desta tecnologia está associada à vida útil dos nodos sensores, de modo que a instalação destes em áreas remotas pode prejudicar a manutenção e a recarga de energia, resultando em falhas nos sensores (LOUREIRO, 2018).

Um campo promissor para tecnologias de rastreabilidade está no desenvolvimento de outros tipos de sensores para registrar ou capturar informações, tais como os biométricos (MAHMOUDPOUR *et al.*, 2020); os biossensores (LIU; ZHENG; LI, 2012; LIU; DONG; DENG, 2016; ZHAO *et al.*, 2018); os sensores óticos (YAN; LI; SU, 2018) e os nanosensores (FUERTES *et al.*, 2016). Os autores afirmam que esses dispositivos podem fornecer uma opção flexível e viável para substituir outros conceitos existentes, que em sua maioria são caros, complexos e exigem procedimentos mais demorados.

A tecnologia de DNA consiste na obtenção de uma sequência curta específica de DNA, extraída por diferentes técnicas, que contém informações do elemento ou organismo a

ser rastreado. Essa sequência gera um marcador que persiste nos alimentos, mesmo após processos físicos e químicos. Além disso, o DNA ou código de barras de DNA, como tem sido denominado, também permite a detecção de uma baixa concentração de adulterantes biológicos (PIRONDINI *et al.*, 2010).

Métodos de rastreamento baseados em código de barras de DNA são considerados sensíveis, rápidos, baratos e confiáveis para matérias-primas e produtos derivados de *commodities* alimentares, e para detectar alérgenos ou componentes venenosos, potencialmente, de ocorrência em matrizes alimentares (GALIMBERTI *et al.*, 2013; GALIMBERTI *et al.*, 2015). A maioria dos problemas associados a essa técnica está relacionada com a reprodutibilidade dos experimentos em diferentes laboratórios e semelhança de estruturas de diferentes organismos (homologia) (BINNECK; NEDEL; DELLAGOSTIN, 2002).

O APPCC é uma ferramenta utilizada para identificar perigos ainda na fase de cultivo, traçar medidas de controle, monitorar riscos e propor ações corretivas que podem afetar a inocuidade de um alimento. Para estabelecer medidas de controle em alguma etapa da cadeia produtiva de alimentos os registros obtidos do APPCC são essenciais, cuja principal dificuldade de aplicação está na conscientização da sua importância e a necessidade de frequentes treinamentos por parte dos colaboradores (TIAN, 2017).

O QR Code é um código de barras bidimensional (2D) que permite que todos os usuários insiram um código de rastreabilidade e recuperem as informações de rastreabilidade de produtos agrícolas ao longo da cadeia produtiva. Por meio dessa tecnologia, os consumidores, departamentos governamentais, importadores e exportadores podem consultar informações agrícolas (cultivo, processamento, inspeção, armazenamento, transporte e venda de produtos) a qualquer hora e em qualquer tempo, por meio de sites, smartphones e outros terminais de consultas (LI; LIU; GAO, 2017; XUEYUAN; BO, 2018).

Nos últimos anos, as tecnologias de computação em nuvem (Cloud-Based System) avançaram gradualmente e têm sido aplicadas em vários setores. O armazenamento em nuvem é uma tecnologia que permite guardar dados na internet através de um servidor online sempre disponível. Quando um sistema autônomo ou software é combinado com tecnologia de nuvem, uma rede pode fornecer um serviço compartilhado para vários usuários. O provedor de serviços desta rede tem a capacidade de armazenar e analisar dados em grande volume (big data), o que facilita a toma de decisões por parte das empresas (CHEN; CHANG; LIN, 2016). Essa tecnologia revolucionou os aplicativos de computação na última década e passou a oferecer vantagens como custos de operação reduzidos, consolidação do servidor, sistema de configuração flexível e maior provisionamento de recursos (QIAN *et al.*, 2018).

O QR Code apresenta grande capacidade de armazenamento de caracteres alfanuméricos, menor custo, permite download gratuito na maioria dos terminais móveis, pode ser impresso diretamente na embalagem do produto e permite verificar, em tempo real, a originalidade, a qualidade das informações de certificação e as informações falsas ou de erros nos produtos. (QIAO; WEI; YANG, 2013).

Outra ferramenta útil para otimização da cadeia produtiva de alimentos é o sistema GSI, que pode ser definido como um conjunto de tecnologias voltadas à coleta e ao tratamento de informações espaciais para um objetivo específico. Essas atividades são executadas por sistemas (softwares) destinados ao processamento de dados georreferenciados desde a sua coleta até a geração de produtos como mapas relatórios e arquivos digitais, oferecendo recursos para armazenamento, gerenciamento, manipulação e análise dos dados (SILVA, 2007).

3.3 Rastreabilidade na cadeia de alimentos e o controle de resíduos de agrotóxicos

Embora a carga total de riscos químicos para a saúde não seja conhecida, as doenças transmitidas por alimentos têm aumentado em todo o mundo como resultado da ampliação da quantidade de alimentos no mercado e do aumento da distância entre o local de produção, comercialização e consumo (GRACE, 2015).

O uso generalizado de produtos químicos ou de produtos químicos obsoletos, perigosos e proibidos, bem como de produtos químicos acima dos níveis permitidos em alimentos, levantam evidências sólidas de impactos dessas substâncias sobre a saúde de agricultores e consumidores (EFSA, 2014; CARNEIRO *et al.*, 2015; GUYTON *et al.*, 2015).

O risco da presença de resíduos de agrotóxicos em alimentos está associado a uma série de práticas agrícolas incorretas, em especial, ao manejo inadequado de pragas e doenças, ao uso de produtos químicos proibidos em alta dosagem, a pulverização do produto químico diretamente sobre a produção, a existência de mão de obra não treinada, a disposição do recipiente de resíduos junto ao fluxo de água e ao uso do produto químico para acelerar o amadurecimento da cultura e da colheita do alimento logo após a aplicação dos agrotóxicos (SINGH *et al.*, 2017).

Para Fang e Zhu (2014), fertilizantes foliares, agentes de maturação, agrotóxicos e outros materiais de pulverização, são as principais fontes de contaminação química em alimentos vegetais e estão sendo encontrados em níveis acima dos padrões de segurança, especialmente em frutas. De acordo com esses autores, tanto a taxa quanto o momento da aplicação de produtos químicos devem ser rigorosamente controlados, uma vez que a

pulverização de agroquímicos durante a floração e maturação dos frutos é um dos motivos da introdução direta dessas substâncias nos alimentos.

A mitigação do risco associado a presença de resíduos de agrotóxicos em alimentos está associada não somente a rastreabilidade, mas a implementação do manejo integrado de pragas, o que inclui evitar o uso de produtos químicos proibidos, adequar a dosagem do agrotóxico, direcionar a pulverização somente à área afetada pela doença, treinar constantemente a mão de obra, destinar as embalagens de forma correta, colher somente após o período de carência, entre outros (SINGH *et al.*, 2017).

Com a crescente preocupação da sociedade quanto aos riscos presentes nos agrotóxicos, os governos passaram a instituir regulamentações contendo limites máximos de resíduos (LMR) permitidos nos alimentos. As diretrizes dos países membros da União Europeia (UE) para o sistema alimentar, por exemplo, compreendem não apenas o desenvolvimento de abordagens integradas eficazes para estabelecer, promover e apoiar uma cadeia alimentar sustentável, mas também inclui medidas para garantir a integridade em termos de segurança e qualidade alimentar (UE, 2017).

Entre as medidas, os países da UE desenvolveram um Sistema de Alerta Rápido para Alimentos e Rações (RASFF), criado para fornecer informações às autoridades responsáveis pelo controle de alimentos sobre perigos nesses produtos. As informações são disponibilizadas de forma estruturada por meio de uma plataforma online, que possibilita que os países tomem decisões mais rápidas e de forma coordenada frente aos casos graves de perigos detectados em alimentos que venham a representar riscos para a saúde humana ou animal. O último relatório de monitoramento, publicado em 2018, demonstrou que 237 notificações estavam relacionadas à presença irregular de resíduos de agrotóxicos em alimentos, um aumento de 27% em relação ao ano anterior. A maior parte dessas notificações referem-se a não conformidades na presença de substâncias encontradas acima do LMR em frutas e hortaliças. Das 237 notificações, um total de 154 resultou em rejeições nas fronteiras dos países membros da EU e devoluções dos produtos ao país de origem (UE, 2019).

A UE também desenvolveu a TraceFood Framework, que é uma colaboração conjunta de projetos financiados pelos países membros com foco na implementação de sistemas de rastreabilidade de produtos alimentícios. O TraceFood Framework foi projetado para fornecer um padrão internacional, sem propriedade, para troca eletrônica de dados relacionados à rastreabilidade de alimentos. A estrutura consiste nos seguintes componentes: princípio das identificações únicas; documentação de transformações de unidades; linguagem genérica para troca eletrônica de informações; idioma específico do setor para troca eletrônica de

informações; diretrizes genéricas para implementação da rastreabilidade e; diretrizes específicas do setor para implementação da rastreabilidade (STORØY *et al.*, 2013).

Liu, Kerr e Hobbs (2012) relataram que, em 2002, a UE proibiu a importação de produtos aquáticos da China, país que exporta cerca de 3,06 milhões de toneladas de produtos aquáticos por ano, alegando que os resíduos de medicamentos veterinários, agrotóxicos e metais pesados detectados nos alimentos excediam os limites permitidos pela UE. No intuito de reduzir as perdas financeiras e restaurar sua reputação junto aos mercados internacionais, a China precisou reagir rapidamente e promulgou uma série de regulamentações de segurança alimentar, passando a investir mais em: criação de sistemas de rastreabilidade, inspeção de alimentos, certificação e rotulagem de alimentos.

Em um estudo realizado por Liao, Chang e Chang (2011), com o objetivo de investigar a baixa adesão de agricultores ao programa de rastreabilidade de alimentos, criado pelo governo de Taiwan em 2004 para monitorar resíduos de agrotóxicos em frutas e hortaliças, foram evidenciadas falhas importantes de comunicação e de conscientização dos participantes. De acordo com o estudo, passados 6 anos, 65% dos agricultores não tinham conhecimento do programa e apenas 9,4% dos produtores realizavam os testes para presença de resíduos de agrotóxicos. O estudo comprovou que como os testes para resíduos de agrotóxicos não eram obrigatórios, participaram do programa somente aqueles que buscavam a certificação de seus produtos.

Qian *et al.* (2018) descreveram e testaram o desenvolvimento de uma plataforma baseada em nuvem para o uso racional de agrotóxicos em diferentes culturas alimentares. O sistema incluiu uma plataforma de controle de uso de agrotóxicos, que orienta interativamente os usuários através das etapas de compra de agrotóxicos, aplicação de agrotóxicos, tempo de colheita e avaliação de agrotóxicos. O sistema foi utilizado por cerca de um ano e agregou vantagens na qualidade e na segurança dos vegetais. As desvantagens segundo os autores, incluíram aumento de custos e redução da eficiência.

Um estudo de modelagem conduzido por Singh *et al.*, (2017) sobre a rastreabilidade na cadeia de produção da uva mostrou que a garantia da segurança no uso de agrotóxicos exige a implantação de um sistema integrado de rastreabilidade. Este sistema deve permitir: (a) identificação, coleta e documentação das informações de produção, trânsito ou distribuição e consumo; (b) exibição de informações disponíveis e rastreamento dos destinos originais; (c) capturar partes interessadas envolvidas e suas respectivas funções e responsabilidades, estabelecendo assim a prestação de contas e (d) permitir uma abordagem estruturada e orientada para o processo formal, visando a gestão abrangente de segurança alimentar e o controle dos

riscos. Considerando esses preceitos, os autores propuseram um sistema integrado de gerenciamento e rastreabilidade com o uso do código de barras bidimensional (QR Code), que permite detectar os pontos de contaminação por agrotóxicos ou pontos de falhas na segurança alimentar na cadeia produtiva.

Um estudo envolvendo a rastreabilidade eletrônica de frutas (FETS), no caso mangas, para exportação, colhidas na Indonésia a partir da implantação de um sistema de rastreabilidade eletrônica, demonstrou que é possível verificar informações sobre a existência de certificação para alimentos livres de agrotóxicos, data de validade e outros. Além disso, o consumidor também pode verificar a autenticidade do produto, a localização e os métodos de cultivo, inclusive nos casos em que são identificados como 'orgânicos', 'produção sustentável' ou 'comércio justo'. Contudo, os resultados demonstram que ao longo da cadeia existem limitações relacionadas ao poder econômico e a competência tecnológica de pequenas empresas para implantação do sistema e que a maioria dos operadores não estava familiarizada com o uso de um scanner de código de barras para operar o software (VANANY *et al.*, 2016).

Hu *et al.* (2013), propuseram um sistema de rastreabilidade para gestão da qualidade na cadeia de abastecimento de vegetais que permite o monitoramento constante dos parâmetros críticos utilizando código de barras bidimensional (QR Code) e tecnologia de identificação por radiofrequência (RFID). O uso de agroquímicos estão entre os parâmetros que podem ser monitorados por esta tecnologia. Contudo, todos os envolvidos na cadeia de abastecimento de alimentos de origem vegetal devem armazenar as informações necessárias relacionadas ao produto alimentar que vinculam os insumos com as saídas, para que, quando demandadas, as informações possam ser fornecidas às autoridades fiscalizadoras em tempo hábil. Os testes indicam que o sistema pode ser uma ferramenta eficaz de gestão da qualidade de produtos vegetais. Além de contribuir para a segurança durante o processo de produção, a partir do monitoramento constante dos parâmetros críticos.

Em estudo, realizado por Qian *et al.* (2012), os autores desenvolveram um sistema de rastreabilidade para farinha de trigo utilizando código de barras bidimensional (QR Code) acoplado à tecnologia de identificação por radiofrequência (RFID). O sistema permite a inserção de informações sobre o uso de agrotóxicos nos alimentos. O estudo demonstrou que, embora o custo total da aplicação desta tecnologia tenha aumentado o investimento da empresa em 17,2%, ocorreu uma elevação substancial nas vendas dos produtos em 32,5%. Os achados demonstraram que o consumidor chinês tem interesse na compra de alimentos rastreáveis.

Li *et al.* (2010), desenvolveram uma plataforma móvel ligada à internet e acoplada a um Sistema de Informação Geográfica (GIS) para rastreabilidade na produção de pepino. Com

base nesse modelo, foram criadas funções que permitem mapear e gerenciar dados, manter registros de produção e dar suporte para consulta e tomada de decisão. O sistema permite orientar o uso de fertilizantes de acordo com as recomendações e emite avisos prévios para uso de agrotóxico em caso de infecção por míldio, praga considerada como um fator crítico para a segurança da qualidade do pepino.

Nessa direção, torna-se fundamental a promoção de ações políticas e governamentais para segurança dos alimentos, que incentivem empresas a adotarem sistema de rastreabilidade para o controle de agrotóxicos na cadeia produtiva de alimentos vegetais (LIU *et al.*, 2018); bem como o desenvolvimento de meios de identificação dos pontos críticos ao longo da cadeia, a construção de um sistema regulatório com uma clara cadeia de comando e divisão do trabalho entre os órgãos reguladores; a adoção de padrões de segurança comuns a todos os países e a disponibilização de tecnologias de medição rápida e precisa dos indicadores de segurança alimentar (LAM *et al.*, 2013).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Perante os achados da literatura, a adoção de sistemas de rastreabilidade por parte dos entes envolvidos na cadeia de produção de alimentos está associada, principalmente às exigências legais e aos aspectos logísticos. Embora esses sistemas ainda sejam vistos como complexos e de alto custo, passaram a agregar valores não somente à eficiência de processos de logística, mas à segurança sanitária e às características do mercado consumidor.

A revisão evidenciou o surgimento e o aprimoramento de tecnologias voltadas para sistemas de rastreabilidade de alimentos. Mecanismos que utilizam dispositivos móveis, armazenam dados em nuvem, que usam inteligência artificial para análise dos dados e que transmitem informações em tempo real usando a internet, já são uma realidade. Com essas tecnologias é possível estabelecer um fluxo seguro e possibilitar autenticidade, precisão, eficiência e transparência aos sistemas de rastreabilidade de alimentos.

O estudo também permitiu observar que a demanda dos consumidores por mais transparência e segurança na cadeia produtiva de alimentos e o estabelecimento de mecanismos regulatórios internacionais de rastreabilidade sob *commodities* alimentares têm impulsionado o desenvolvimento de tecnologias cada vez mais modernas e acessíveis. Por outro lado, são poucas as iniciativas para tornar a rastreabilidade uma ferramenta de segurança e controle de resíduos de agrotóxicos em alimentos vegetais.

Pesquisas futuras podem ser direcionadas para os fatores de risco gerenciais que afetam a qualidade das informações de rastreabilidade, aspectos da legislação sanitária e em novas soluções capazes de garantir um maior controle sobre o uso de agrotóxicos em alimentos e de responsabilização dos atores envolvidos na cadeia produtiva.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, J. C. DE; DELIZA, R.; YAMADA, E. A.; GALVÃO, M. T. E. L.; FREWER, L. J.; BERAQUET, N. J. Percepção do consumidor frente aos riscos associados aos alimentos, sua segurança e rastreabilidade. **Braz. J. Food Technol.**, v. 16, n. 3, p. 184-191, 2013. <https://doi:10.1590/S1981-67232013005000023>.

AUNG, M. M.; CHANG, Y. S. Traceability in a food supply chain: Safety and quality perspectives. **Food Control**, v. 39, p. 172-184, 2014. <https://doi:10.1016/j.foodcont.2013.11.007>.

AUTORIDADE EUROPEIA PARA A SEGURANÇA ALIMENTAR. The 2011 European Union Report on Pesticide Residues in Food, **EFSA Journal**, v. 12, n. 5, p. 3694, 2014. <https://doi:10.2903/j.efsa.2014.3694>.

BADIA-MELIS, R.; MISHRA, P.; RUIZ-GARCÍA, L. Food traceability: New trends and recent advances. A review. **Food Control**, v. 57, p. 393-401, 2015. <https://doi:10.1016/j.foodcont.2015.05.005>.

BEVILACQUA, M.; BUCCI, R.; MAGRÌ, A. D.; MAGRÌ, A. L.; MARINI, F. Tracing the origin of extra virgin olive oils by infrared spectroscopy and chemometrics: A case study. **Analytica Chimica Acta**, v. 717, p. 39-51, 2012. <https://doi:10.1016/j.aca.2011.12.035>.

BINNECK, E.; NEDEL, J. L.; DELLAGOSTIN, O. A. Análise de RAPD na identificação de cultivares: uma metodologia útil? **Revista Brasileira de Sementes**, v. 24, n. 1, p. 183-196, 2002. <https://doi.org/10.1590/S0101-31222002000100027>.

BOMBARDI, L. M. **Geografia do uso de agrotóxicos no Brasil e conexões com a União Europeia**. São Paulo: FFLCH - USP, 2017.

BOSONA, T.; GEBRESENBET, G. Food traceability as an integral part of logistics management in food and agricultural supply chain. **Food Control**, v. 33, n. 1, p. 32-48, 2013. <https://doi:10.1016/j.foodcont.2013.02.004>.

EPELBAUM, F. M. B.; MARTINEZ, M. G. The technological evolution of food traceability systems and their impact on firm sustainable performance: a RBV approach. **International Journal of Production Economics**, v. 150, p. 215-224, 2014. <https://doi:10.1016/j.ijpe.2014.01.007>.

CAO, Y.; LIU, X.; GUAN, C.; MAO, B. Implementation and Current Status of Food Traceability System in Jiangsu China. **Procedia Computer Science**, v. 122, p. 617–621, 2017. <https://doi:10.1016/j.procs.2017.11.414>.

CARNEIRO, F. F.; RIGOTTO, R. M.; AUGUSTO, L. G. S.; FRIEDRICH, K.; BÚRIGO, A. C. (Org.). **Dossiê ABRASCO: um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde**. Rio de Janeiro: EPSJV, São Paulo: Expressão Popular, 2015.

CARSON, R. **Primavera Silenciosa** (Martins, C. S., Trad.) (1ª ed.). São Paulo: Gaia, 2010.

CARVALHO, L. S. P. DE.; NASCIMENTO, J. F. DE L.; NASCIMENTO-E-SILVA, D. Rastreamento na entrega de produtos utilizando RFID portátil com arduino. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 10, p. e7529109298, 2020. <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i10.9298>.

CENTRO DE COMÉRCIO INTERNACIONAL. **Traceability in food and agricultural products**. Bulletin n.º 91, Geneva: CCI, 2015. Disponível em: www.intracen.org/uploadedfiles/intracenorg/content/exporters/exporting_better/quality_management. Acesso em: 20 ago. 2020.

CHEN, H.-M.; CHANG, K.-C.; LIN, T.-H. (2016). A cloud-based system framework for performing online viewing, storage, and analysis on big data of massive BIMs. **Automation in Construction**, v. 71, p. 34-148, 2016. <https://doi:10.1016/j.autcon.2016.03.002>. Acesso em: 20 ago. 2020.

CISCATO, C. H. P.; GEBARA, A. B.; MONTEIRO, S. H. Pesticide residue monitoring of Brazilian fruit for export 2006–2007. **Food Additives and Contaminants: Part B**, v. 2, n. 2, p. 140–145, 2009. <https://doi:10.1080/19440040903330326>.

DABBENE, F.; GAY, P.; TORTIA, C. Traceability issues in food supply chain management: A review. **Biosystems Engineering**, v. 120, p. 65–80, 2014. <https://doi:10.1016/j.biosystemseng.2013.09.006>.

DING, J.; HUANG, J.; JIA, X.; BAI, J.; BOUCHER, S.; CARTER, M. Direct farm, production base, traceability and food safety in China. **Journal of Integrative Agriculture**, v. 14, n. 11, p. 2380–2390, 2015. [https://doi:10.1016/s2095-3119\(15\)61127-3](https://doi:10.1016/s2095-3119(15)61127-3).

ELIJAH, O.; RAHMAN, T. A.; ORIKUMHI, I.; LEOW, C. Y.; HINDIA, M. N. An Overview of Internet of Things (IoT) and Data Analytics in Agriculture: Benefits and Challenges. **IEEE Internet of Things Journal**, v. 5, n. 5, p. 3758 – 3773, 2018. <https://doi:10.1109/jiot.2018.2844296>.

FANG, B.; ZHU, X. High content of five heavy metals in four fruits: Evidence from a case study of Pujiang County, Zhejiang Province, China. **Food Control**, v. 39, p. 62–67, 2014. <https://doi:10.1016/j.foodcont.2013.10.039>.

FUERTES, G.; SOTO, I.; CARRASCO, R.; VARGAS, M.; SABATTIN, J.; LAGOS, C. Intelligent Packaging Systems: Sensors and Nanosensors to Monitor Food Quality and Safety. **Journal of Sensors**, v. 2016, n. 2, p. 1–8, 2016. <https://doi:10.1155/2016/4046061>.

- GALIMBERTI, A.; BRUNO, A.; MEZZASALMA, V.; DE MATTIA, F.; BRUNI, I.; LABRA, M. Emerging DNA-based technologies to characterize food ecosystems. **Food Research International**, v. 69, p. 424–433, 2015. <https://doi:10.1016/j.foodres.2015.01.017>.
- GALIMBERTI, A.; DE MATTIA, F.; LOSA, A.; BRUNI, I.; FEDERICI, S.; CASIRAGHI, M.; MARTELLOSS S.; LABRA, M. DNA barcoding as a new tool for food traceability. **Food Research International**, v. 50, n. 1, p. 55–63, 2013. <https://doi:10.1016/j.foodres.2012.09.036>;
- GEBARA, A. B.; CISCATO, C. H. P.; FERREIRA, M. da S.; MONTEIRO, S. H. Pesticide Residues in Vegetables and Fruits Monitored in São Paulo City, Brazil, 1994–2001. **Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology**, v. 75, n. 1, p. 163–169, 2006. <https://doi:10.1007/s00128-005-0733-9>.
- GIRI, A.; DUTTA, S.; NEOGY, S. Enabling agricultural automation to optimize utilization of water, fertilizer and insecticides by implementing Internet of Things (IoT). **2016 International Conference on Information Technology (InCITe)**. The Next Generation IT Summit on the Theme - Internet of Things: Connect Your Worlds. 2016. <https://doi:10.1109/incite.2016.785760>.
- GONZÁLEZ-MARTÍN, M. I.; MONCADA, G. W.; GONZÁLEZ-PÉREZ, C., MARTÍN, N. Z. S.; LÓPEZ-GONZÁLEZ, F.; ORTEGA, I. L.; HERNÁNDEZ-HIERRO, J.-M. Chilean flour and wheat grain: Tracing their origin using near infrared spectroscopy and chemometrics. **Food Chemistry**, v. 145, p. 802–806, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.08.103>
- GRACE, D. Food Safety in Low and Middle Income Countries. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 12, n. 9, p. 10490–10507, 2015. <https://doi:10.3390/ijerph120910490>.
- GUYTON, K. Z.; LOOMIS, D.; GROSSE, Y.; EL GHISSASSI, F.; BENBRAHIM-TALLAA, L.; GUHA, N.; STRAIF, K. Carcinogenicity of tetrachlorvinphos, parathion, malathion, diazinon, and glyphosate. **The Lancet Oncology**, v. 16, n. 5, p. 490–491, 2015. [https://doi:10.1016/s1470-2045\(15\)70134-8](https://doi:10.1016/s1470-2045(15)70134-8).
- HU, J.; ZHANG, X.; MOGA, L. M.; NECULITA, M. Modeling and implementation of the vegetable supply chain traceability system. **Food Control**, v. 30, n. 1, p. 341–353, 2013. <https://doi:10.1016/j.foodcont.2012.06.037>.
- JEDERMANN, R.; NICOMETO, M.; UYSAL, I.; LANG, W. Reducing food losses by intelligent food logistics. **Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences**, v. 372, p. 20130302, 2014. <https://doi:10.1098/rsta.2013.0302>
- JIN, S.; ZHANG, Y.; XU, Y. Amount of information and the willingness of consumers to pay for food traceability in China. **Food Control**, v. 77, p. 163–170, 2017. Disponível em: <https://doi:10.1016/j.foodcont.2017.02.012>

KARLSEN, K. M.; DREYER, B.; OLSEN, P.; ELVEVOLL, E. O. Literature review: Does a common theoretical framework to implement food traceability exist? **Food Control**, v. 32, n. 2, p. 409–417, 2013. <https://doi:10.1016/j.foodcont.2012.12.011>.

KUMARI, L.; NARSAIAH, K.; GREWAL, M. K.; ANURAG, R. K. Application of RFID in agri-food sector. **Trends in Food Science & Technology**, v. 43, n. 2, p. 144–161, 2025. <https://doi:10.1016/j.tifs.2015.02.005>.

LAM, H.-M.; REMAIS, J.; FUNG, M.-C.; XU, L.; SUN, S. S.-M. Food supply and food safety issues in China. **The Lancet**, v. 381, n. 9882, p. 2044–2053, 2013. [https://doi:10.1016/s0140-6736\(13\)60776-X](https://doi:10.1016/s0140-6736(13)60776-X).

LI, J.; LIU, Y.; GAO, H. Requirement Analysis for the Collaborative Supply and Logistics Management of Fresh Agricultural Products. **Web of Conferences, ITA**. 2017. <https://doi:10.1051/itmconf/201712011026>.

LI, M.; QIAN, J.-P.; YANG, X.-T.; SUN, C.-H.; JI, Z.-T. A PDA-based record-keeping and decision-support system for traceability in cucumber production. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 70, n. 1, p. 69–77, 2010. <https://doi:10.1016/j.compag.2009.09.009>.

LIAO, P.-A.; CHANG, H.-H.; CHANG, C.-Y. Why is the food traceability system unsuccessful in Taiwan? Empirical evidence from a national survey of fruit and vegetable farmers. **Food Policy**, v. 36, n. 5, p. 686–693, 2011. <https://doi:10.1016/j.foodpol.2011.06.010>.

LIU, C.; LI, J.; STEELE, W.; FANG, X. A study on Chinese consumer preferences for food traceability information using best-worst scaling. **PLOS ONE**, v. 13, n. 11, p. e0206793, 2018. <https://doi:10.1371/journal.pone.0206793>.

LIU, H.; KERR, W. A.; HOBBS, J. E. A review of Chinese food safety strategies implemented after several food safety incidents involving export of Chinese aquatic products. **British Food Journal**, v. 114, n. 3, p. 372–386, 2012. Disponível em: <https://doi:10.1108/00070701211213474>.

LIU, K.; DONG, H.; DENG, Y. Recent Advances on Rapid Detection of Pesticides Based on Enzyme Biosensor of Nanomaterials. **Journal of Nanoscience and Nanotechnology**, v. 16, n. 7, p. 6648–6656, 2016. <https://doi:10.1166/jnn.2016.11392>.

LIU, S.; ZHENG, Z.; LI, X. Advances in pesticide biosensors: current status, challenges, and future perspectives. **Analytical and Bioanalytical Chemistry**, v. 405, n. 1, p. 63–90, 2012. <https://doi:10.1007/s00216-012-6299-6>.

LOUREIRO, A. A. F. **Redes de Sensores Sem Fio: grandes desafios da pesquisa em computação no Brasil 2006 - 2016**. Sociedade Brasileira de Computação, 2018.

LU, J.; WU, L.; WANG, S.; XU, L. Consumer preference and demand for traceable food attributes. **British Food Journal**, v. 118, n. 9, p. 2140–2156, 2016. <https://doi:10.1108/bfj-12-2015-0461>.

MAGALHÃES, A. E. V.; ROSSI, A. H. G.; ZATTAR, I. C.; MARQUES, M. A. M.; SELEME, R. Food traceability technologies and foodborne outbreak occurrences. **British Food Journal**, v. 121, n. 12, p. 3362-3379, 2019. <https://doi:10.1108/BFJ-02-2019-0143>.

MAHMOUDPOUR, M.; TORBATI, M.; MOUSAVI, M.-M.; GUARDIA, M. de L.; NAZHAD DOLATABADI, J. E. **Nanomaterial-based molecularly imprinted polymers for pesticides detection**: Recent trends and future prospects. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, 115943, 2020. <https://doi:10.1016/j.trac.2020.115943>.

MUSA, A.; DABO, A.-A. A. A Review of RFID in Supply Chain Management: 2000–2015. **Global Journal of Flexible Systems Management**, v. 17, n. 2, p. 189–228, 2016. <https://doi:10.1007/s40171-016-0136-2>.

ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL PARA PADRONIZAÇÃO. **ISO22005:2007**: traceability in feed and food chain: general principles and basic requirements for system design and implementation. Brussels: European Standard, Committee for Standardization, 2007.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Estimativas da OMS da carga global de doenças transmitidas por alimentos**: grupo de referência epidemiológica da carga de doenças transmitidas por alimentos 2007-2015. Geneva: OMS, 2015.

PAKURÁR, M.; KOVÁCS, S.; POPP, J.; VÁNTUS, A. Innovative solutions in traceability to improve the competitiveness of a local fruit and vegetable retailing system, **Amfiteatru Economic Journal**, v. 17, n. 39, p. 676-691, 2015. <http://hdl.handle.net/10419/168941>.

PASSOS, F. R.; REIS, M. R. dos. Resíduos de agrotóxicos em alimentos de origem vegetal: revisão. *Pesticidas: Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente*, v. 23, p. 49-58, 2013. <https://doi:10.5380/pes.v23i0.35002>.

PEREIRA, A. S.; SHITSUKA, D. M.; PARREIRA, F. J.; SHITSUKA, R. **Metodologia da pesquisa científica**. UFSM, 2018.

PIGŁOWSKI, M. Food hazards on the European Union market: The data analysis of the Rapid Alert System for Food and Feed. **Food Sci Nutr**. v. 8, n. 3, p. 1603-1627, 2020. <https://doi:10.1002/fsn3.1448>.

PING, H.; WANG, J.; MA, Z.; DU, Y. Mini-review of application of IoT technology in monitoring agricultural products quality and safety. **Int J Agric & Biol Eng**, v. 11, n. 5, p. 35-45, 2018. <https://doi:10.25165/j.ijabe.20181105.3092>.

PIRONDINI, A.; BONAS, U.; MAESTRI, E.; VISIOLI, G.; MARMIROLI, M.; MARMIROLI, N. Yield and amplifiability of different DNA extraction procedures for traceability in the dairy food chain. **Food Control**, v. 21, n. 5, p. 663–668, 2010. <https://doi:10.1016/j.foodcont.2009.10.004>.

QIAO, S.; WEI, Z.; YANG, Y. Research on Vegetable Supply Chain Traceability Model Based on Two-Dimensional Barcode. **Sixth International Symposium on Computational Intelligence and Design (ISCID)**, p. 317–320, 2013. <https://doi:10.1109/ISCID.2013.86>.

QIAN, J.-P.; YANG, X.-T.; WU, X.-M.; ZHAO, L.; FAN, B.-L.; XING, B. A traceability system incorporating 2D barcode and RFID technology for wheat flour mills. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 89, p. 76–85, 2012. <https://doi:10.1016/j.compag.2012.08.004>.

QIAN, J., SHI, C.; WANG, S.; SONG, Y.; FAN, B.; WU, X. Cloud-based system for rational use of pesticide to guarantee the source safety of traceable vegetables. **Food Control**, v. 87, p. 192–202, 2018. <https://doi:10.1016/j.foodcont.2017.12.015>.

SALTINI, R.; AKKERMAN, R. Testing improvements in the chocolate traceability system: Impact on product recalls and production efficiency. **Food Control**, v. 23, n. 1, p. 221–226, 2012. <https://doi:10.1016/j.foodcont.2011.07.015>.

SARTI, F. M.; TORRES, E. A. F. da S. (Org.). **Nutrição e Saúde Pública: produção e consumo de alimentos**. Barueri: São Paulo, Manole, 2017. 323 p.

SCHREINEMACHERS, P.; TIPRAQSA, P. Agricultural pesticides and land use intensification in high, middle and low income countries. **Food Policy**, v. 37, n. 6, p. 616–626, 2012. <https://doi:10.1016/j.foodpol.2012.06.003>.

SILVA da, R. M. **Introdução ao geoprocessamento: conceitos, técnicas e aplicações**. Novo Hamburgo/RS, Feevale, 2007.

SINGH, D.; KARTHIK, S.; NAR, S.; PIPLANI, D. Food Traceability and Safety: From Farm to Fork: A Case Study of Pesticide Traceability in Grapes. **Journal of Advanced Agricultural Technologies**, v. 4, n. 1, p. 40-17, 2017. <https://doi:10.18178/joaat.4.1.40-47>.

SOUZA, M.T. de; SILVA, M. da; CARVALHO, R. de. Integrative review: what is it? How to do it? **Einstein**, v. 8, n. 1, p. 102–106, 2010. <https://doi:10.1590/s1679-45082010rw1134>.

SPAGNOL, W. A.; SILVEIRA JUNIOR, V.; PEREIRA, E.; GUIMARÃES FILHO, N. Redução de perdas nas cadeias de frutas e hortaliças pela análise da vida útil dinâmica. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 21, p. e2016070, 2018. <https://doi:10.1590/1981-6723.07016>.

STORØY, J.; THAKUR, M.; OLSEN, P. The TraceFood Framework – Principles and guidelines for implementing traceability in food value chains. **Journal of Food Engineering**, v. 115, n. 1, p. 41–48, 2013. <https://doi:10.1016/j.jfoodeng.2012.09.018>.

TIAN, F. A supply chain traceability system for food safety based on HACCP, blockchain & Internet of things. 2017 **International Conference on Service Systems and Service Management**. 2017. <https://doi:10.1109/icsssm.2017.7996119>.

TSAKIRIDOU, E.; MATTAS, K.; TSAKIRIDOU, H.; TSIAMPARLI, E. Purchasing Fresh Produce on the Basis of Food Safety, Origin, and Traceability Labels. **Journal of Food Products Marketing**, v. 17, n 2-3, p. 211–226, 2011. <https://doi:10.1080/10454446.2011.548749>.

TZOUNIS, A.; KATSOULAS, N.; BARTZANAS, T.; KITTAS, C. Internet of Things in agriculture, recent advances and future challenges. **Biosystems Engineering**, v. 164, p. 31–48, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2017.09.007>.

UNIÃO EUROPEIA. **Introduction to EC Pesticides Residues Legislation**. Brussels: European Union. 2017.

UNIÃO EUROPEIA. **The Rapid Alert System for Food and Feed 2018**: annual report. Luxemburgo: European Union. 2019.

URSI, E. S.; GAVÃO, C. M. Prevenção de lesões de pele no perioperatório: revisão integrativa da literatura. **Revista Latino-Americana de Enfermagem**, v. 14, n. 1, p. 124–131, 2006. <https://doi.org/10.1590/S0104-11692006000100017>.

VANANY, I.; MARDIYANTO, R.; IJTIHADIE, R. M.; ANDRI, K. B.; ENGELSETH, P. Developing electronic mango traceability in Indonesia. Supply Chain Forum: **An International Journal**, v. 17, n. 1, p. 26–38, 2016. <https://doi.org/10.1080/16258312.2016.1143206>.

VERSARI, A.; LAURIE, V. F.; RICCI, A.; LAGHI, L.; PARPINELLO, G.P. Progress in authentication, typification and traceability of grapes and wines by chemometric approaches. **Food Research International**, v. 60, p. 2–18, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2014.02.007>.

XUEYUAN, W.; BO, Y. Research and Design of Traceability Sistem of Agricultural Products. **International Conference on Engineering Simulation and Intelligent Control**, 2018. <https://doi.org/10.1109/ESAIC.2018.00097>.

YAN, X.; LI, H.; SU, X. Review of optical sensors for pesticides. **TrAC Trends in Analytical Chemistry**, v. 103, p. 1–20, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.trac.2018.03.004>.

YUAN, C.; WANG, S.; YU, X. The impact of food traceability system on consumer perceived value and purchase intention in China. **Industrial Management & Data Systems**, v. 120, n. 4, p. 810–824, 2020. <https://doi.org/10.1108/imds-09-2019-0469>.

ZHAO, F.; WU, J.; YING, Y.; SHE, Y.; WANG, J.; PING, J. Carbon nanomaterial-enabled pesticide biosensors: Design strategy, biosensing mechanism, and practical application. **TrAC Trends in Analytical Chemistry**, v. 106, p. 62–83, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.trac.2018.06.017>.

ZHAO, Y.; ZHANG, B.; CHEN, G.; CHEN, A.; YANG, S.; YE, Z. Recent developments in application of stable isotope analysis on agro-product authenticity and traceability. **Food Chemistry**, v. 145, p. 300–305, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.08.062>.

CAPÍTULO 3

ANÁLISE DOS FATORES ENVOLVIDOS NO CONTROLE SANITÁRIO E NA RASTREABILIDADE DE ALIMENTOS EM MINAS GERAIS

RESUMO

O objetivo da pesquisa foi investigar e analisar os fatores envolvidos na rastreabilidade e no controle sanitário de alimentos vegetais coletados no comércio varejista pelo Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos do estado de Minas Gerais (PARA-MG). Para tanto, a partir de uma amostragem não probabilística, foram entrevistados os fiscais sanitários que atuaram nas coletas de amostras (n=6) e os responsáveis pelo controle de qualidade dos alimentos nas redes varejistas participantes do programa (n=12), utilizando como referência o método *survey*. Todos os procedimentos para realização desta pesquisa foram aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa (COEP) da Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG (Parecer nº. 3.508.440). Os resultados evidenciaram que 83,3% dos locais de coleta de amostras são estabelecimentos de grande porte localizados na região metropolitana da capital do estado, o que demonstra que os alimentos comercializados em pequenos estabelecimentos varejistas e feiras livres, não foram priorizados no monitoramento do programa. De acordo com os entrevistados, 88,9% das redes varejistas não inserem informações de rastreabilidade nos alimentos e 62,2% dos alimentos comercializados não carregam todas as informações obrigatórias de rastreabilidade. O estudo identificou fatores relacionados às empresas varejistas, aos fornecedores, ao produtor rural e aos órgãos fiscalizadores que dificultam a implementação da rastreabilidade nos alimentos comercializados, além de fatores associados a questões operacionais, de amostragem dos produtos alimentícios e relativos a atuação dos órgãos de controle sanitário que interferem negativamente no controle sanitário de resíduos de agrotóxicos nos alimentos e na eficiência do PARA-MG. A partir dos resultados encontrados, o estudo propõe ações e medidas voltadas para superar as fragilidades existentes no programa e promover mais transparência e segurança em toda cadeia produtiva de alimentos.

Palavras-chave: Vigilância sanitária, Informação, Segurança alimentar. Agrotóxicos. Consumidor.

1 INTRODUÇÃO

A recente discussão sobre a reavaliação e flexibilização do processo de registro de agrotóxicos no Brasil, impulsionada por setores ruralistas e da indústria química (FRIEDRICH; SOUZA; CARNEIRO, 2018), resultou na publicação de um novo marco regulatório no país, contendo novos critérios de avaliação e classificação toxicológica referentes ao registro e a autorização do uso agrotóxicos (ANVISA, 2019a; ANVISA, 2019b). Segundo dados disponíveis no sistema de registro de agrotóxicos fitossanitários, no período entre 2016 e 2020, o país autorizou o uso de 2.012 novos ingredientes ativos de agrotóxicos, um aumento de 146,9% em relação aos cinco anos anteriores (BRASIL, 2021a).

Pela legislação brasileira, a autorização e o registro de agrotóxicos depende do atendimento às diretrizes e exigências dos órgãos do meio ambiente (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA), da saúde (Agência Nacional de Vigilância Sanitária – Anvisa) e da agricultura (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA) (BRASIL, 1989). Além disso, a decisão de manter a autorização ou o registro desses ativos, depende do resultado de ações de controle e monitoramento de resíduos de agrotóxicos e afins na cadeia de produção de alimentos de origem vegetal, competências essas delegadas à Anvisa e ao MAPA (BRASIL, 2002).

Atualmente, o monitoramento de resíduos de agrotóxicos em alimentos de origem vegetal no país é realizado por dois programas estatais: o Programa Nacional de Controle de Resíduos e Contaminantes (PNCRC) e o Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos (PARA). O PNCRC, instituído pelo MAPA em 2008, analisa a presença de resíduos de agrotóxicos em alimentos de origem vegetal e outros contaminantes químicos e biológicos em alimentos coletados nas propriedades rurais, estabelecimentos beneficiadores e centrais de abastecimento, destinados ao mercado interno e à exportação (BRASIL, 2008). Enquanto o PARA, criado em 2003 pela Anvisa, avalia continuamente os níveis de resíduos de agrotóxicos em alimentos vegetais comercializados dentro do país, porém apenas no mercado varejista (ANVISA, 2003).

O PARA é executado pelo Sistema Nacional de Vigilância Sanitária (SNVS), enquanto a Anvisa exerce a função de coordenação nacional do programa, os órgãos de vigilância sanitária de estados e municípios executam as ações de coleta e análise dos alimentos, no âmbito dos seus territórios. O objetivo principal do programa está em avaliar a qualidade e segurança dos alimentos e fornecer subsídios para a realização de estudos toxicológicos, tanto para registro de uma substância ativa, quanto para mitigação dos riscos associados a exposição

dietética da população aos resíduos agrotóxicos (ANVISA, 2003). Em Minas Gerais, as ações do PARA foram incorporadas ao Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos do Estado de Minas Gerais (PARA-MG), que passou a compor o Programa Mineiro de Monitoramento da Qualidade dos Produtos e Serviços Sujeitos ao Controle Sanitário (PMQPS) (MINAS GERAIS, 2019).

De acordo com Ciscato, Gebara e Monteiro (2009), o monitoramento permanente de resíduos de agrotóxicos em alimentos pode impulsionar a implementação de ações de controle mais efetivas, que visem a adoção de boas práticas agrícolas, a mitigação de riscos à saúde humana e o cumprimento de critérios de qualidade esperados para o comércio nacional e internacional. Deste modo, os resultados das análises de agrotóxicos nos alimentos fornecem informações para a tomada de decisão, principalmente sobre quais agrotóxicos e produtos alimentícios devem ser alvo de novas investigações, orientando as ações de educação, controle e fiscalização dos órgãos de vigilância sanitária (ANVISA, 2016).

Em Minas Gerais, a análise de resíduos de agrotóxicos em amostras de alimentos de origem vegetal coletados pelo PARA, entre os anos de 2013 e 2017 evidenciou que 62,3% das amostras de alimentos coletadas apresentou alguma contaminação por resíduos de agrotóxicos e que 22,6% dessas estavam irregulares perante a legislação sanitária, tanto pela presença de resíduos de agrotóxicos não autorizados para a cultura (21,6%), quanto por conter ativos acima dos limites máximos permitidos (3%). Além disso, 5,8% das amostras continham resíduos de agrotóxicos de uso proibido no país (RIBEIRO *et al.*, 2021). Assim, avaliar as condições de rastreabilidade e as medidas controle realizadas na cadeia produtiva frente a presença de resíduos de agrotóxicos em alimentos é relevante para a garantia da qualidade e segurança dos alimentos.

Estudos apontam o crescimento da preocupação de consumidores modernos por qualidade e segurança na comercialização de alimentos (ANDRADE *et al.*, 2013; JIN; ZHANG; XU, 2017; LIU *et al.*, 2018). De acordo com Ribeiro *et al.* (2020), a demanda dos consumidores por mais transparência e segurança na cadeia produtiva de alimentos e o estabelecimento de mecanismos regulatórios internacionais de rastreabilidade sob *commodities* alimentares têm impulsionado o desenvolvimento de tecnologias de rastreabilidade cada vez mais modernas e acessíveis.

A INC Anvisa/MAPA n.º 02/2018, prevista na legislação sanitária brasileira, define rastreabilidade como um “conjunto de procedimentos que permite detectar a origem e acompanhar a movimentação de um produto ao longo da cadeia produtiva, mediante elementos informativos e documentais registrados.” (ANVISA, 2018). A norma tornou obrigatória a

rastreabilidade desde a produção até a comercialização dos produtos vegetais frescos e definiu as informações necessárias e os prazos de implementação para os distintos grupos de alimentos: frutas; raízes, tubérculos e bulbos; hortaliças folhosas e ervas aromáticas frescas; e hortaliças não folhosas. Prazos que foram estendidos, posteriormente, com a publicação da INC MAPA n.º 01/2019 (BRASIL, 2019).

Diante do exposto, esta pesquisa teve como objetivo investigar e analisar os fatores envolvidos na rastreabilidade e no controle sanitário de alimentos vegetais frescos coletados no comércio varejista pelo Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos do Estado de Minas Gerais (PARA-MG).

2 MATERIAL E MÉTODOS

Para realização da pesquisa foram realizadas entrevistas com os fiscais sanitários e com os responsáveis pelo controle de qualidade dos alimentos nas redes varejistas localizadas em municípios participantes do PARA-MG. Para a coleta de dados, utilizou-se como referência o método de pesquisa de *survey*, no qual se utiliza uma abordagem quantitativa com o propósito de verificar a percepção dos fatos de uma determinada população (BABBIE, 2003).

Inicialmente, foram elaborados questionários semiestruturados com o intuito de avaliar os fatores envolvidos na rastreabilidade e no controle sanitário de alimentos vegetais frescos, os quais foram organizados em quatro 4 (quatro) seções: (1) dados dos participantes; (2) conhecimentos sobre agrotóxicos e sobre o PARA; (3) conhecimentos sobre rastreabilidade; (4) avaliação da efetividade do PARA-MG, conforme pode ser visualizado nos Apêndices E e F.

A amostra do estudo foi selecionada de modo não-probabilístico e considerou a totalidade de municípios (n=6) que participam do PARA-MG e de redes varejistas de alimentos (n=17), que tiveram amostras coletadas pelo Programa, no período de 2013 a 2017. Compuseram a amostra, indivíduos, maiores de 18 anos, que atuavam como fiscais de vigilância sanitária (VISA) e eram responsáveis pelas coletas de alimentos nos municípios participantes e indivíduos responsáveis pelo controle de qualidade de alimentos vegetais nas redes varejistas, onde foram coletadas as amostras. Os locais de aplicação dos questionários foram conhecidos a partir dos dados presentes nos laudos de análises do PARA-MG, disponibilizados pela Superintendência de Vigilância Sanitária da Secretaria de Estado da Saúde de Minas Gerais (ANEXO A).

Os profissionais foram convidados a participar da pesquisa e informados sobre os riscos e benefícios envolvidos no estudo por meio da leitura e assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (APÊNDICE D). Todos os procedimentos para realização da pesquisa foram previamente aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa (COEP) da Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG (Parecer nº. 3.508.440) (ANEXO B).

A pesquisa ocorreu entre os meses de abril e novembro de 2020. Em virtude da alta transmissibilidade do novo coronavírus (Sars-Cov-2) devido a Pandemia de Covid19 em Minas Gerais, a coleta de dados com os fiscais sanitários ocorreu por meio do envio *on-line* do TCLE e do questionário para os endereços eletrônicos dos participantes, obtidos com a coordenação estadual do programa. Todavia, a aplicação dos questionários junto aos responsáveis pelo controle de qualidade das redes varejistas ocorreu em um momento de menor transmissibilidade do vírus e, portanto, foi realizada *in loco* pelo pesquisador.

Para avaliação da rastreabilidade dos alimentos, independente se embalados ou vendidos a granel, considerou-se como regular todo lote de alimento, exposto ao consumo, que mantinha informações obrigatórias do ente imediatamente anterior da cadeia produtiva, como prevê a legislação (ANVISA, 2018).

Os dados obtidos das questões fechadas foram codificados, tabulados e dispostos em planilhas. As respostas as perguntas abertas foram sistematizadas, classificadas e distribuídas em eixos temáticos no intuito de quantificar e descrever o seu conteúdo. A análise dos dados foi realizada de forma descritiva e os resultados foram apresentados em gráficos e tabelas contendo dados expressos em frequências e em porcentagens.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Perfil dos participantes da pesquisa

Foram entrevistados 18 participantes, sendo 6 indivíduos que atuavam como fiscais sanitários nos municípios que participaram do PARA-MG e 12 indivíduos responsáveis pelo controle de qualidade de alimentos vegetais das redes varejistas. Essas redes representavam 85,7% dos locais selecionados para coleta de alimentos no programa, tendo em vista que algumas delas foram excluídas da pesquisa ou por terem sido incorporadas a outras redes que nunca tiveram amostras coletadas (3 redes) ou pela recusa em participar (2 redes).

Ao analisar os locais de coleta, observou-se que somente quatro supermercados pertencentes a quatro redes varejistas distintas de alimentos, localizados na mesma cidade, representaram 81,1% dos locais onde foram feitas as coletas. Com isso é possível afirmar que existe pouca alternância entre os pontos de coleta durante a execução do programa no estado.

Os indivíduos responsáveis pelo controle de qualidade de alimentos vegetais nas redes varejistas participantes assistiam a 31 supermercados (86,1%) e 5 de hortifrutigranjeiros (13,9%). Esses profissionais atuavam em mais de um estabelecimento e assumiam cargos com denominações distintas, tais como: gerente de qualidade (66,7%), analista de qualidade (16,7%), supervisor de hortifrutigranjeiros (8,3%) e gerente de inspeção sanitária (8,3%). Para o presente estudo, estes foram denominados apenas como gerentes de qualidade.

Em relação ao porte populacional dos seis municípios que participavam do PARA-MG, dois municípios possuíam população de até 300 mil habitantes, três municípios tinham de 300 a 700 mil habitantes e um mais de 700 mil habitantes (IBGE, 2020). Todos estavam localizados na região metropolitana da capital do estado. O município mais populoso abrigava 66,7% dos estabelecimentos onde as coletas do PARA-MG foram realizadas, o que mostra que as coletas pouco representam os alimentos comercializados nos municípios de pequeno porte. Além disso, esses municípios menores somente ingressaram no programa no ano de 2017.

A pesquisa também evidenciou que 83,3% dos estabelecimentos onde foram realizadas as coletas são de grande porte, o que demonstra que os alimentos comercializados em pequenos estabelecimentos varejistas e feiras livres, onde se incluem muitos agricultores familiares, não foram priorizados no monitoramento feito pelo programa durante o período analisado.

Na Tabela 11 estão apresentados os dados do perfil dos entrevistados. A maior parte deles eram homens adultos com mais de 25 anos. Quando foi comparado o tempo de atuação profissional entre os dois grupos, a maior parte dos gerentes de qualidade tinha menos de 10 anos de experiência, enquanto a maioria dos fiscais sanitários possuía experiência superior a 10 anos. Ao observar a escolaridade, a maioria dos fiscais sanitários possuía nível de formação superior ao dos gerentes de qualidade.

Tabela 11 - Perfil dos gerentes de qualidade (n=12) e dos fiscais sanitários entrevistados (n=6).

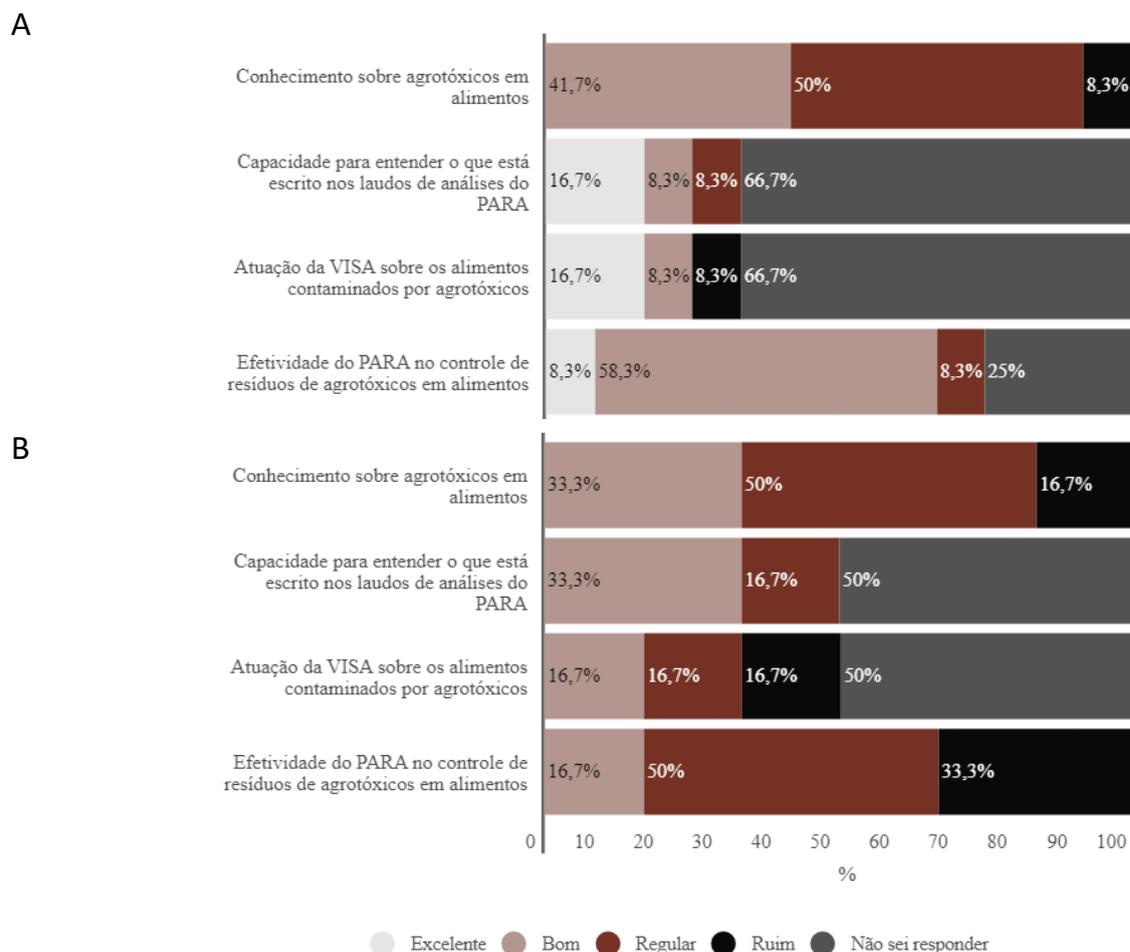
Variáveis estudadas	Gerente de qualidade n (%)	Fiscais sanitários n (%)
Sexo		
Feminino	2 (16,7)	2 (33,3)
Masculino	10 (83,3)	4 (66,6)
Faixa etária		
25 < 34	5 (41,7)	1 (16,7)
35 < 44	2 (16,7)	3 (50,0)
45 < 54	4 (33,3)	2 (33,3)
55 < 64	1 (8,3)	-
Tempo de atuação profissional		
2 < 5 anos	2 (16,7)	-
6 < 10 anos	6 (50,0)	1 (16,7)
11 < 20 anos	4 (33,3)	2 (33,3)
> 20 anos	-	3 (50,0)
Escolaridade		
Ensino médio completo	8 (66,7)	1 (16,7)
Superior completo	3 (25,0)	2 (33,3)
Pós graduação completa	1 (8,3)	3 (50,0)

3.2 Conhecimentos sobre agrotóxicos e efetividade do PARA-MG

De acordo com o apresentado no Gráfico 1, a maioria dos gerentes e dos fiscais entrevistados relatou conhecimento bom ou regular sobre agrotóxicos em alimentos. Todavia, a maior parte deles não soube responder sobre a capacidade de entender o que está escrito nos laudos de análise dos PARA-MG.

A maioria dos gerentes de qualidade considerou como boa a efetividade do PARA-MG no controle de resíduos de agrotóxicos em alimentos. Por outro lado, metade dos fiscais avaliaram essa efetividade como regular. Além disso, a maior parte dos gerentes e metade dos fiscais não souberam avaliar a atuação da VISA, o que demonstra que não parece existir uma compreensão do real papel do órgão de controle sanitário sobre alimentos contaminados por resíduos de agrotóxicos (GRÁFICO 14).

Gráfico 14 - Percentual de respostas dos gerentes de qualidade (A) e fiscais sanitários (B) em relação ao conhecimento sobre agrotóxicos e sobre o PARA-MG.

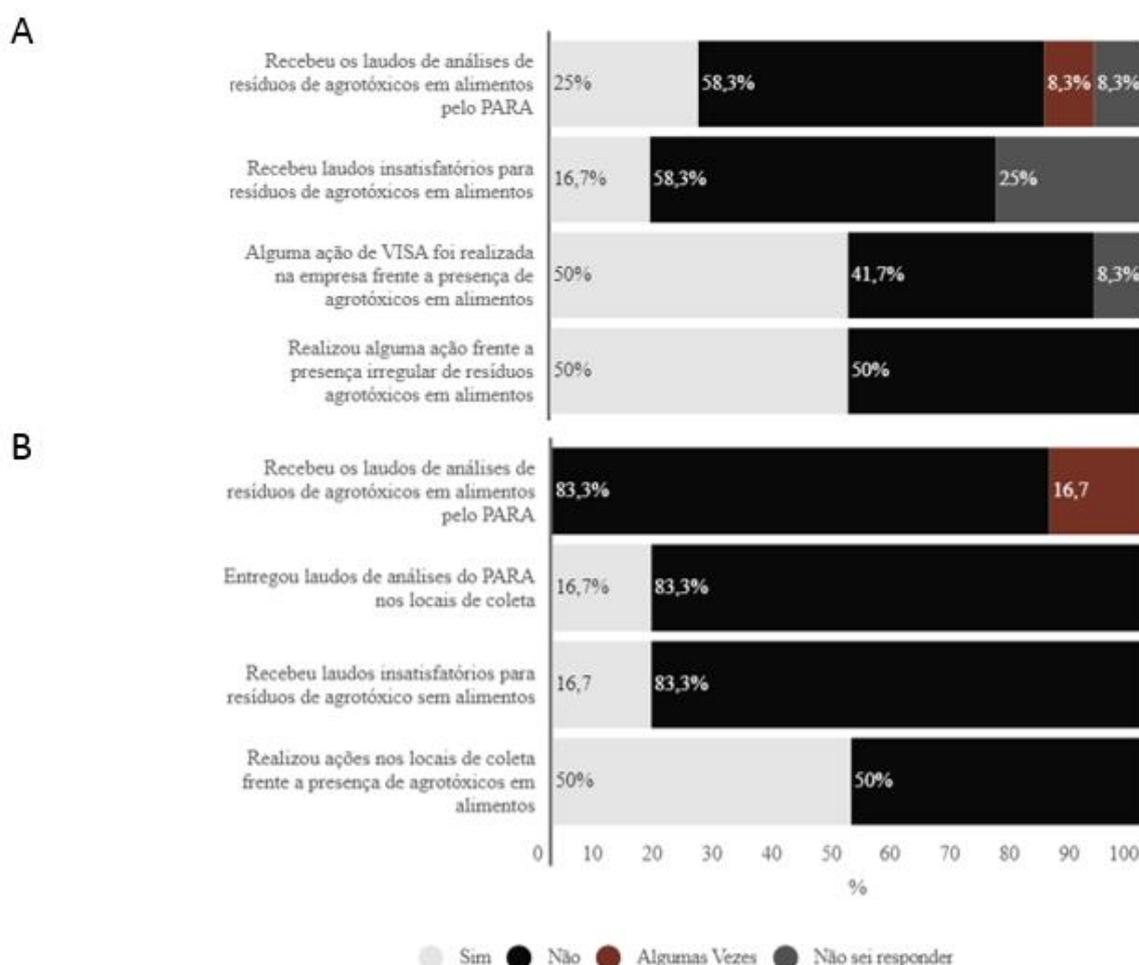


Ao analisar o Gráfico 2, é possível perceber que a maioria dos entrevistados, tanto os gerentes de qualidade, quanto os agentes de fiscalização, relatou que não recebeu os laudos de análises do PARA-MG. Tal fato, pode comprometer o gerenciamento e a comunicação de riscos nos casos de contaminação dos alimentos com substâncias proibidas ou irregulares. As informações presentes nos laudos poderiam, em casos como esses, resultar na aplicação de possíveis medidas de controle apropriadas e no intercâmbio de informações entre os responsáveis, como prevê as diretrizes básicas para avaliação de risco e segurança dos alimentos (ANVISA, 1999).

Com relação as medidas realizadas, metade dos gerentes de qualidade relatou que foram realizadas ações de VISA frente a presença irregular de resíduos de agrotóxicos em alimentos nos estabelecimentos e o restante relatou a não realização de ações ou não soube responder (GRÁFICO 15). Embora a legislação prevê a retirada e inutilização de alimentos contendo resíduos de agrotóxicos do mercado (BRASIL, 2002), o desconhecimento dos

resultados dos laudos pela VISA municipal e o espaço temporal, entre a data da coleta e a emissão dos laudos, impossibilitam essa ação. Soma-se a isso, que as coletas do programa não possuem natureza fiscal, prejudicando a responsabilização em caso de encontro de irregularidades.

Gráfico 15 - Percentual de respostas dos gerentes de qualidade (A) e dos fiscais sanitários (B) em relação a sua atuação profissional frente a contaminação de alimentos por agrotóxicos.



Quando perguntados sobre a atuação da VISA, grande parte dos gerentes disse que não ocorreram ações por parte do órgão fiscalizador (41,7%), os demais disseram que a VISA realizou somente ações de orientação sobre o programa (33,3%) e de notificação do resultado dos laudos de análises (16,7%). Quando essa pergunta foi feita para os fiscais sanitários, metade não soube responder e a outra metade disse que realizaram ações educativas (33,3%) e de notificação dos resultados de laudos de análises (16,7%).

Quando os gerentes de qualidade foram perguntados sobre as ações realizadas nos estabelecimentos frente a presença de agrotóxicos, metade deles respondeu que não realizavam ações e a outra metade que apenas comunicava os resultados das análises aos seus fornecedores (GRÁFICO 2). Porém, a legislação sanitária define que compete ao estabelecimento realizar o controle e a supervisão frente ao risco de contaminação do alimento, cumprir os requisitos de boas práticas de fabricação e intervir sempre que necessário, com vistas a assegurar alimentos aptos ao consumo humano (BRASIL, 1997).

Todos os fiscais entrevistados relataram que a comercialização de alimentos com resíduos de agrotóxicos, mesmo quando em desacordo com a legislação, não resulta em punição para nenhum ente da cadeia produtiva (GRÁFICO 2). Contudo, a legislação estadual prevê que a regularização dos empreendimentos pressupõe o cumprimento dos requisitos de segurança sanitária, sob pena de responsabilização (MINAS GERAIS, 2018a; MINAS GERAIS, 2021).

A Lei n.º 8.078/1990, mais conhecida como Código de Defesa do Consumidor, prevê que os produtos e serviços colocados no mercado de consumo não acarretarão riscos à saúde ou segurança dos consumidores. Portanto, o fornecedor¹² não poderá colocar no mercado de consumo produto ou serviço que sabe ou deveria saber apresentar alto grau de nocividade ou periculosidade à saúde ou segurança. A norma esclarece que a ignorância desse fornecedor sobre os vícios de qualidade por inadequação dos produtos e serviços não o exime de responsabilidade. Além disso, que estes respondem solidariamente pelos vícios de qualidade ou quantidade que venham a tornar os produtos ou serviços impróprios ou inadequados ao consumo a que se destinam (BRASIL, 1990).

Quando perguntados sobre a responsabilidade pela presença de alimentos contaminados por resíduos de agrotóxicos expostos a venda, 58,3% dos gerentes de qualidade disseram que compete a todos os envolvidos na cadeia produtiva; 25% ao produtor rural e 16,7% aos órgãos fiscalizadores. Por outro lado, 50% dos fiscais sanitários acreditam que essa responsabilidade cabe ao produtor rural, 33,3% aos órgãos fiscalizadores e 16,7% a todos os envolvidos na cadeia de produtiva. Portanto, enquanto a maioria dos gerentes entende que todos da cadeia produtiva tem responsabilidade pela presença dos resíduos de agrotóxicos nos alimentos, a maioria dos fiscais acredita que a responsabilidade é principalmente do produtor rural.

¹² Toda pessoa física ou jurídica, pública ou privada, nacional ou estrangeira, bem como os entes despersonalizados, que desenvolvem atividade de produção, montagem, criação, construção, transformação, importação, exportação, distribuição ou comercialização de produtos ou prestação de serviços (BRASIL, 1990).

3.3 Rastreabilidade e os resíduos de agrotóxicos em alimentos

A partir das respostas dos gerentes de qualidade foi possível verificar que 88,9% das redes varejistas não inserem informações de rastreabilidade nas embalagens ou nos rótulos dos alimentos vegetais assim que os recebem. Esse resultado evidencia que a identificação do ente posterior, na maioria das vezes, está comprometida para a maior parte dos produtos. Pela legislação brasileira, a rastreabilidade deve ser assegurada por cada ente da cadeia produtiva de produtos vegetais frescos em todas as etapas sob sua responsabilidade, de forma a garantir a identificação do ente imediatamente anterior e posterior da cadeia produtiva e dos produtos vegetais frescos recebidos e expedidos (ANVISA, 2018; BRASIL, 2019). Em Minas Gerais, os estabelecimentos envolvidos no transporte de alimentos também devem manter, no mínimo, registros que permitam identificar as empresas imediatamente anterior e posterior na cadeia produtiva e os produtos recebidos e entregues (MINAS GERAIS, 2018b).

Os gerentes também revelaram que 62,22% dos alimentos vegetais comercializados nos locais onde eles atuam não carregam todas as informações obrigatórias de rastreabilidade. Entre os motivos que levam a ausência dessas informações, uma grande parte dos entrevistados relatou que os rótulos e as etiquetas são comumente descartados junto com as embalagens ou sacarias dos alimentos, o que faz a informação do ente anterior da cadeia ser inadequadamente perdida junto as embalagens. Não obstante, a norma ISO 22005/2008 de rastreabilidade de alimentos recomenda que cada empresa saiba quem é seu fornecedor imediato e para quem o produto será enviado, tendo em vista que a segurança alimentar é responsabilidade conjunta de todos os atores envolvidos na cadeia de abastecimento (ABNT, 2008).

Nessa mesma direção, o Código de Defesa do Consumidor estabelece que

A oferta e apresentação de produtos ou serviços devem assegurar informações corretas, claras, precisas, ostensivas e em língua portuguesa sobre suas características, qualidades, quantidade, composição, preço, garantia, prazos de validade e origem, entre outros dados, bem como sobre os riscos que apresentam à saúde e segurança dos consumidores (BRASIL, 1990).

Quando os gerentes foram perguntados sobre a rastreabilidade de cada tipo de cultivar agrícola, verificou-se que o grupo das frutas (29,5%) e o grupo das hortaliças folhosas e ervas aromáticas (32,3%) foram os que apresentaram menor percentual de alimentos rastreáveis, em detrimento ao grupo das hortaliças não folhosas (48,3%) e ao grupo das raízes, tubérculos e bulbos (43%). Cabe destacar que, no estudo de Ribeiro *et al.* (2021) as hortaliças não folhosas e as frutas foram as categorias com maior número de laudos insatisfatórios para resíduos de agrotóxicos, tanto por conterem ativos não autorizados para a cultura, como acima dos limites máximos de resíduos.

Os principais alimentos que apresentaram rastreabilidade até a data de realização desta pesquisa, segundo os gerentes de qualidade, foram: uva (91,7%), alface (66,7%), tomate (66,7%), brócolis (58,3%), couve flor (58,3%), pimentão (58,3%) e alho (58,3%). A rastreabilidade dos demais alimentos foi inferior a 50% dos produtos expostos a venda. Cabe ressaltar-se que o prazo previsto na norma para a implementação plena da rastreabilidade para todos os produtos vegetais frescos encerrou-se no dia 01/08/2021 (BRASIL, 2019).

Segundo Ribeiro *et al.* (2020), a adoção de sistemas de rastreabilidade por parte dos entes envolvidos na cadeia de produção de alimentos está associada, principalmente às exigências legais e aos aspectos logísticos. Embora esses sistemas ainda sejam vistos como complexos e de alto custo, passaram, com o tempo, a agregar valores não somente à eficiência de processos de logística, mas à segurança sanitária e às características do mercado consumidor.

A legislação da União Europeia (UE), por exemplo, estabelece que sempre que houver motivos razoáveis para suspeitar que um alimento possa representar um risco para a saúde humana ou animal, devido ao descumprimento de normas nacionais e internacionais, as autoridades públicas, identificando-se na medida do possível os produtos e os riscos que podem apresentar, devem informar o público o mais rapidamente possível (EUROPEAN UNION, 2019). Quando um determinado risco é identificado, os países da UE e a Comissão podem adotar diversas medidas, como ações para restringir a circulação de alimentos ou sua retirada do mercado; ações para prevenir, limitar ou impor condições específicas à colocação no mercado ou à eventual utilização de alimentos para consumo humano ou animal e; a rejeição do lote de alimentos importados (EUROPEAN COMMISSION, 2002).

Quando questionados sobre a origem dos alimentos comercializados, 83,3% dos gerentes de qualidade disseram que adquirem os alimentos junto a fornecedores e os outros 16,7% revelaram que compram diretamente de produtores. Segundo os gerentes, a maioria dos alimentos adquiridos são negociados em uma central de abastecimento, onde os alimentos vindos de diferentes produtores, passam a compor um lote (lote consolidado). Para 91,7% destes, a distância entre o produtor e a rede varejista é um dos motivos que dificultam o conhecimento da origem dos alimentos.

Com foco na qualidade e na segurança dos alimentos, alguns países têm desenvolvido políticas públicas para incentivar a compra de alimentos a partir de uma relação direta entre os comércios varejistas e os produtores locais. Na China por exemplo, o governo criou em 2008, o programa *Direto da Fazenda*, que fornece apoio no relacionamento entre varejistas, seus fornecedores e as comunidades agrícolas. O programa propicia maior

padronização e a rastreabilidade dos produtos, além de promover incentivo às boas práticas de produção e aumentar a segurança na cadeia produtiva de vegetais frescos (DING *et al.*, 2015).

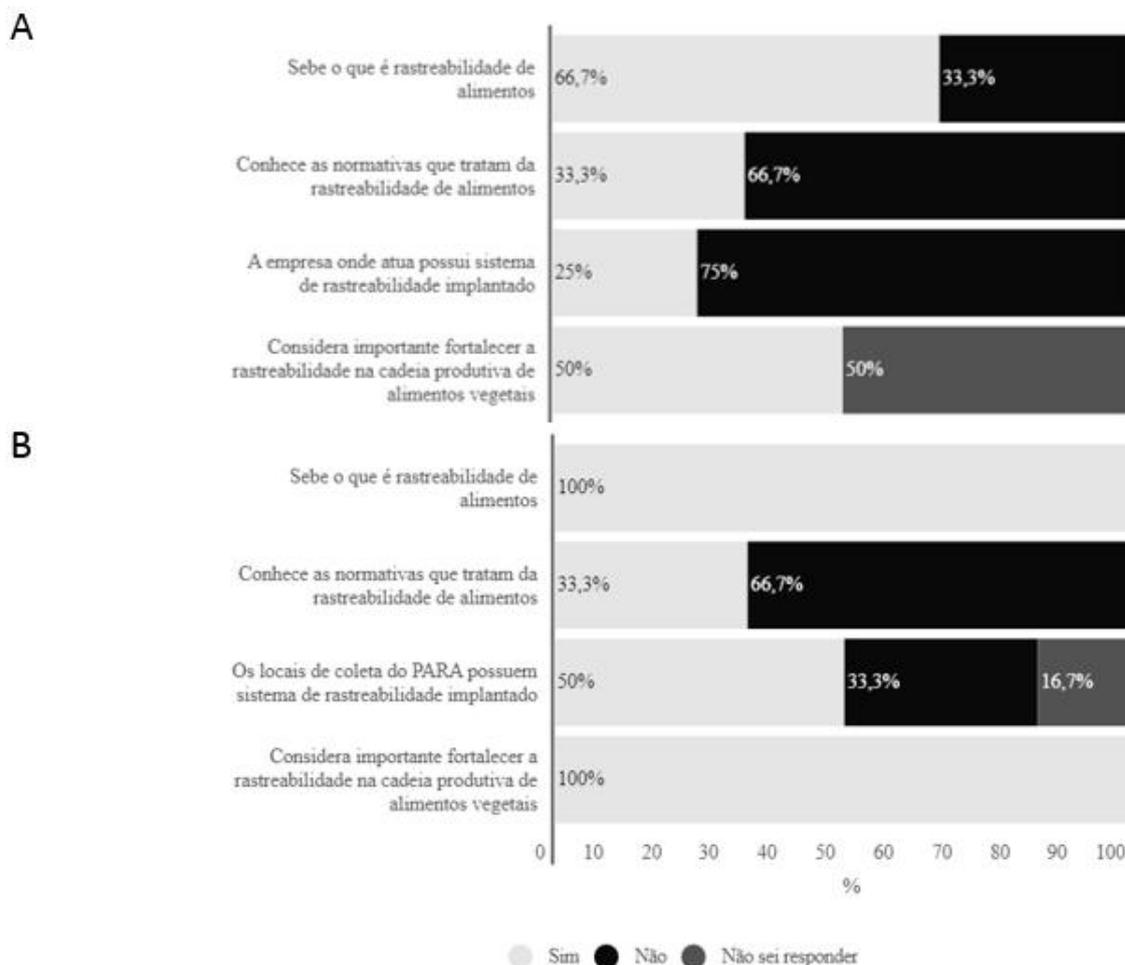
Para Rikkonen *et al.* (2013), a compra de frutas e outros vegetais frescos produzidos em pequenas unidades produtoras está se tornando cada vez mais comum, visto que, geralmente as pessoas depositam maior confiança em alimentos produzidos localmente do que em produtos oriundos de longas cadeias de abastecimento.

De acordo com Fang e Zhu (2014), um sistema de rastreabilidade de alimentos é uma ferramenta que pode ser utilizada para atender às expectativas do consumidor quanto a qualidade segurança de alimentos. Na mesma direção, Pakurar *et al.* (2015) consideram que a rastreabilidade dos produtos alimentares se tornou-se um fator significativo para o fornecimento de alimentos mais seguros e saudáveis.

A maior parte dos gerentes entrevistados (75%), não soube informar quanto tempo as informações de rastreabilidade ficam disponíveis para acesso às autoridades sanitárias. De acordo com os mesmos, as informações de rastreabilidade em alimentos vegetais frescos são mantidas por menos tempo que os demais, devido a perecibilidade desses produtos. Pela legislação, o registro das informações de rastreabilidade deve ser mantido por no mínimo 18 (dezoito) meses após a validade ou expedição dos produtos (ANVISA, 2018).

Conforme pode ser observado no Gráfico 16, a maioria dos gerentes de qualidade e dos fiscais sanitários entrevistados possuem conhecimento sobre o que é a rastreabilidade de alimentos. Todavia, a maior parte deles desconhece as normativas sobre rastreabilidade na cadeia produtiva.

Gráfico 16 - Percentual de respostas dos gerentes de qualidade (A) e dos fiscais sanitários (B) em relação a rastreabilidade.



A maioria dos gerentes e dos fiscais entrevistados informou não conhecer as normativas que tratam da rastreabilidade de alimentos. Além disso, a inexistência de sistema de rastreabilidade nos estabelecimentos onde são coletadas as amostras do PARA-MG foi relatada por metade dos fiscais e pela maioria dos gerentes entrevistados. Apesar disso, todos os fiscais e metade dos gerentes consideram importante fortalecer a rastreabilidade na cadeia produtiva de alimentos para o controle de resíduos de agrotóxicos (Gráfico 3).

Apenas um dos gerentes de qualidade relatou que a rede varejista onde atua possuía rastreabilidade para todos os alimentos (8,3%). De acordo com o entrevistado, a rastreabilidade é exigida para os fornecedores no momento da compra do produto que, quase sempre, são entregues pelos fornecedores com um código bidimensional (QR Code) impresso na embalagem. Para esse gerente, mesmo contendo o QR Code, nem sempre apresenta informações completas sobre a origem dos produtos. Ao considerar a contaminação dos alimentos por resíduos de agrotóxicos, o desconhecimento da fonte de contaminação prejudica

o conhecimento da *rota de exposição*¹³ completa, que liga o contaminante a população exposta (ALONZO; COSTA, 2019).

A partir das respostas dos gerentes de qualidade sobre os fatores que dificultam a implementação da rastreabilidade foram criados quatro eixos temáticos: (1) fatores relacionados às empresas varejistas, (2) fatores relacionados aos fornecedores e (3) fatores relacionados ao produtor rural e (4) fatores relacionados aos órgãos fiscalizadores. Essa pergunta foi respondida por 75% dos gerentes, os demais não responderam ou não souberam responder.

Quanto aos fatores relacionados às empresas varejistas, os gerentes citaram a falta interesse dos empresários (25%), ao fato de diversos estabelecimentos não exigirem a rastreabilidade de seus fornecedores (16,7%), a ausência de registro no momento da recepção dos produtos (8,3%), a dificuldade de manter as etiquetas de rastreabilidade atualizadas (8,3%), a inexistência de um sistema de informação (8,3%) e o desconhecimento das normas de rastreabilidade (8,3%). Para Bosona e Gebresenbet (2013), a exigência da rastreabilidade deveria ser comum a todos os entes da cadeia de produção de alimentos, não somente por exigência legal, mas por que esta tem sido considerada um atributo de qualidade, capaz de oferecer maior transparência e segurança à cadeia de suprimentos.

Em relação aos fornecedores de alimentos, os gerentes responderam que os fatores dificultadores envolvem a indisponibilização de informações completas sobre a origem dos produtos (41,7%) e a entrega de lotes consolidados em um único lote (33,3%). Perante a legislação, mesmo quando há formação do lote consolidado, as unidades de consolidação e os estabelecimentos que beneficiam ou manipulam produtos vegetais frescos devem manter registros das informações obrigatórias (ANVISA, 2018).

Sobre os fatores relativos ao produtor rural, os gerentes relataram a ausência de dados e informações do produtor primário nas caixas e nas embalagens dos produtos (50%) e a dificuldade para convencer os pequenos produtores da importância da implementação da rastreabilidade para a credibilidade do seu próprio negócio (25%).

Segundo Pakurár *et al.* (2015), quando o produto sai da fazenda, mesmos que as notas de aplicações químicas (registro de pulverizações), o nome do gênero das frutas e vegetais e os dados do produtor sejam fornecidos, a chance dessas informações chegarem ao cliente é baixa, pois se perdem ao passarem pelos fornecedores.

¹³ Um processo que permite o contato dos indivíduos com os contaminantes originados em uma fonte de contaminação (ALONZO; COSTA, 2019).

No que se refere aos fatores que envolvem os órgãos fiscalizadores, os gerentes relacionaram a não exigência da rastreabilidade em todos os estabelecimentos comerciais (41,7%) e a existência de falhas na fiscalização dos agricultores quanto ao uso dos agrotóxicos (33,3%).

O estudo de Ribeiro *et al.* (2021) sobre o monitoramento do PARA-MG, demonstrou a presença irregular de resíduos de agrotóxicos nos alimentos coletados pelo PARA-MG e a persistência de resultados insatisfatórios nas amostras ao longo dos anos de 2013 e 2017. Para esses autores, os resultados demonstram falhas nas boas práticas agrícolas e necessidade de ações eficazes de controle e mitigação dos riscos frente a contaminação de alimentos por agrotóxicos.

Em Minas Gerais, a competência de fiscalizar as propriedades e de certificar se a produção atende às boas práticas agrícolas foi delegada ao Instituto Mineiro de Agropecuária – IMA. Essa certificação é realizada pelo Programa Certifica Minas, no qual o órgão emite um selo de conformidade que informa ao consumidor a ausência do uso de agrotóxicos na produção do alimento (MINAS GERAIS, 2018c). Contudo, quando perguntados sobre a comercialização de alimentos contendo o selo desse programa, nenhum dos entrevistados desta pesquisa relatou conhecer o programa e a existência de alimentos certificados com o selo emitido pelo IMA, o que indica fragilidades na execução do respectivo programa no estado.

Considerando que construir uma plataforma de compartilhamento de informações de rastreabilidade pode ser oneroso e complexo para as empresas, os governos poderiam fomentar uma plataforma de registro de informações que já estão disponíveis com base na sua importância relativa para acomodar restrições orçamentárias e encorajar todas as partes interessadas na produção de alimentos a participar (LIU *et al.* 2018). Para Fang e Zhu (2014), outra medida importante seria a introdução de incentivos fiscais adequados para promover a rastreabilidade e incentivar os produtores a melhorar a qualidade de seus produtos agrícolas.

3.4 Fragilidades no controle sanitário de resíduos de agrotóxicos nos alimentos

Os entrevistados também responderam sobre as fragilidades que comprometem a efetividade do controle sanitário de resíduos de agrotóxicos. Essas fragilidades foram classificadas nos seguintes eixos temáticos: (1) fatores relacionados a questões operacionais, (2) fatores relacionados a amostragem e (3) fatores relacionados a atuação dos órgãos de controle sanitário. Responderam a essa pergunta, 58,3% dos gerentes de qualidade e 83,3% dos fiscais sanitários. Os demais não responderam ou não souberam responder.

No que tange aos fatores operacionais, os gerentes de qualidade relataram o não recebimento dos laudos com resultados das análises (25%), a ausência de divulgação dos resultados do programa para a população (8,3%) e o número insuficiente de profissionais na VISA para realizar as ações (8,3%). Por sua vez, os fiscais sanitários apontaram não recebimento ou recebimento tardio dos laudos com resultados das análises (33,3%) a falta de treinamentos em coleta de amostras (16,7%), a deterioração de amostras considerando o tempo entre a coleta e a entrada no laboratório (16,7%), a dificuldade de alimentar o sistema de informação que faz o gerenciamento de amostras do programa (16,7%). A deterioração das amostras também é apontada por Lopes e Albuquerque (2021), em estudo que analisou o PARA no âmbito nacional. Importante salientar que, o regulamento do PARA-MG prevê que os resultados das análises deveriam ser divulgados aos responsáveis pelo produto ou pelo estabelecimento onde a amostra foi coletada (MINAS GERAIS, 2019).

A ausência de conhecimento da vigilância sanitária municipal dos resultados do programa compromete a eficiência do Sistema Nacional de Vigilância Sanitária (SNVS) no que tange o controle de riscos frente aos alimentos contaminados por agrotóxicos. A legislação sanitária estabelece que cabe a Anvisa e os demais órgãos de vigilância sanitária das unidades federativas exercer o controle e fiscalização sanitária sobre os agrotóxicos (BRASIL, 1976, 1999), para tanto a comunicação dos perigos existentes nos alimentos comercializados nos estados precisam chegar em todos os entes que participam do SNVS para que sejam realizadas as ações de avaliação e gerenciamento dos riscos (ANVISA, 1999), assim como de controle e intervenção sobre os mesmos (BRASIL, 1989, 2002). De acordo com Lucchese (2008), o que se verifica em alguns casos é uma concentração de poder no nível federal, o que retira poder dos outros níveis e os deixa na dependência das iniciativas e decisões da Anvisa.

Sobre os fatores relacionados a amostragem, os gerentes disseram que é necessário ampliar o número de coletas de alimentos (58,3%). Na visão de parte dos fiscais sanitários, há pouca representatividade dos alimentos consumidos pela população no estado, pois na maioria das vezes, as coletas são realizadas em grandes estabelecimentos comerciais (83,3%).

No que se refere aos fatores relacionados a atuação dos órgãos de controle sanitário, os gerentes de qualidade disseram que há um grande desconhecimento dos consumidores sobre a contaminação dos alimentos por resíduos de agrotóxicos devido a não disponibilização dos resultados das análises (25%). Relataram ainda que, a VISA precisa realizar ações mais efetivas sobre os produtores rurais (16,7%) e remover os produtos que estão contaminados do mercado (16,7%). Por sua vez, a maioria dos fiscais sanitários citaram como principal fragilidade, o desconhecimento dos resultados das análises dos alimentos coletados (83,3%). Vale ressaltar

que, compete a esfera estadual cientificar dos laudos decorrentes das coletas e apresentar anualmente os resultados do PARA-MG aos órgãos municipais de VISA (MINAS GERAIS, 2019).

Os programas de monitoramento de resíduos de agrotóxicos visam proteger os consumidores e fortalecer o comércio de alimentos de produtos nacionais os mercados internacionais (CISCATO; GEBARA; MONTEIRO, 2009; JARDIM; CALDAS, 2012). Contudo, a presença de agrotóxicos nos produtos alimentícios tem sido uma preocupação crescente dos consumidores modernos, o que tem resultado em uma demanda cada vez maior por informações sobre o caminho que o produto percorre da “fazenda até o garfo” (ANDRADE *et al.*, 2013; JIN; ZHANG; XU, 2017; LIU *et al.*, 2018).

Embora os relatórios do PARA sejam disponibilizados no site da Anvisa, a fala dos entrevistados demonstram que as informações não são divulgadas de forma sistemática e transparente para os órgãos de VISA, para os locais de coleta e para a população. Considerando os riscos inerentes aos resíduos de agrotóxicos, as informações quanto a presença ou ausência dessas substâncias em produtos alimentícios são cruciais para o controle sanitário, além de constituir um direito fundamental do consumidor (VAZ, 2015).

Entre os entrevistados, 61,1% dos gerentes de qualidade e 66,7% dos fiscais sanitários entrevistados disseram que se preocupam com a presença de resíduos de agrotóxicos nos alimentos, os demais participantes não responderam ou não souberam responder. Este resultado evidencia que mesmo os profissionais que atuam na área de qualidade e controle sanitário, possuem um certo grau de insegurança sobre os possíveis riscos da contaminação de alimentos por agrotóxicos.

Por fim, cabe destacar que o regulamento do PARA-MG prevê a realização de procedimentos administrativos sanitários educativos ou punitivos decorrentes dos problemas identificados nos produtos coletados pelo programa no estado (MINAS GERAIS, 2019). Porém, considerando que as coletas do programa são realizadas na modalidade de orientação e não fiscal, as informações dos laudos de análises deveriam subsidiar investigações epidemiológicas, assim como normas regulamentadoras ou políticas públicas voltadas para o controle de agrotóxicos em alimentos.

4 CONCLUSÃO

Os resultados apresentados permitem concluir que existem fragilidades no cumprimento da legislação de rastreabilidade para os alimentos vegetais coletados pelo PARANGUÁ, pois as informações sobre os entes anteriores e posteriores, na maioria das vezes, são extraviadas ao longo da cadeia produtiva de alimentos. A formação de lotes consolidados nas centrais que abastecem o varejo, se apresenta como um ponto crítico que dificulta, sobremaneira, a identificação da origem dos produtos, o que compromete a rastreabilidade e a realização de ações de controle sanitário sobre os alimentos contaminados por resíduos de agrotóxicos.

O estudo também revelou a existência de fatores que dificultam a rastreabilidade dos alimentos vegetais, os quais parecem relacionados: (1) às *empresas varejistas* (falta interesse dos empresários; não exigência da rastreabilidade de fornecedores; ausência de registro no momento da recepção dos produtos; dificuldade de manter as etiquetas de rastreabilidade atualizadas; inexistência de um sistema de informação, e; desconhecimento das normas de rastreabilidade); (2) aos *fornecedores de alimentos* (indisponibilização de informações completas sobre a origem dos produtos, e; entrega de lotes consolidados); (3) ao *produtor rural* (ausência de dados e informações do produtor primário nas caixas e nas embalagens, e; desconhecimento da importância da rastreabilidade para o seu negócio), e; (4) aos *órgãos fiscalizadores* (não exigência da rastreabilidade em todos os estabelecimentos comerciais, e; existência de falhas na fiscalização dos agricultores). Além disso, foram identificados fatores que interferem negativamente no controle sanitário de resíduos de agrotóxicos em alimentos, os quais foram citados: (1) *fatores operacionais* (não recebimento dos laudos de análises pelos estabelecimentos comerciais e pelo órgão fiscalizador; ausência de divulgação dos resultados do programa para a população; número insuficiente de profissionais para realizar as ações de fiscalização; falta de treinamentos dos fiscais em coleta de amostras; deterioração das amostras antes da chegada ao laboratório, e; dificuldades na alimentação do sistema de gerenciamento de amostras); (2) *fatores relacionados a amostragem* (baixo número de coletas de alimentos; pouca representatividade dos alimentos consumidos pela população, e; predomínio das coletas em grandes comércios varejistas), e; (3) *fatores relativos a atuação dos órgãos de controle sanitário* (ausência de transparência na divulgação dos resultados do programa aos consumidores, setor varejista e órgãos fiscalizadores; ausência de ações mais efetivas sobre os produtores rurais, e; não retirada dos produtos contaminados do mercado).

Considerando o exposto, os achados sinalizam para a necessidade não apenas de intensificar as ações de fiscalização e controle de resíduos de agrotóxicos nos alimentos, como de criar medidas para desencorajar e responsabilizar os produtores pelo uso inadequado de agrotóxicos, aproximar a atuação dos órgãos fiscalizadores da saúde, da agricultura e do meio ambiente, desenvolver políticas voltadas para valorizar e certificar a produção orgânica e agroecológica, promover às boas práticas agrícolas, reduzir a distância entre o produtor e a rede varejista e fomentar a implantação de sistemas de rastreabilidade em toda cadeia de abastecimento de produtos vegetais frescos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante dos resultados apresentados neste estudo, a expressiva produção de alimentos vegetais, em especial monoculturas voltadas para exportação de *commodities* agrícolas como café, a cana de açúcar e a soja, fez o estado de Minas Gerais se posicionar entre as cinco maiores unidades da federação consumidoras de agrotóxicos do país. Como resultado, os laudos de análises do Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos do Estado de Minas Gerais (PARA-MG) têm acusado a presença irregular de resíduos de agrotóxicos em alimentos comercializados no mercado varejista e a persistência de resultados insatisfatórios ao longo dos anos, inclusive com a existência de multirresíduos em uma mesma amostra e de resíduos cujo uso é proibido em outros países, inclusive os importadores de alimentos do estado. Com disso, a presença irregular de resíduos de agrotóxicos em alimentos produzidos em Minas Gerais pode, nos anos seguintes, trazer prejuízos para a economia do estado, em virtude das legislações cada vez mais restritivas à entrada de alimentos contaminados por agrotóxicos em países importadores.

Os critérios de definição dos alimentos a serem coletados no PARA-MG não parecem considerar os principais alimentos objeto de exportação mineira, tão pouco as culturas agrícolas nas quais Minas Gerais ocupa posição de destaque na produção nacional. Além disso, a inconstância na coleta de alguns alimentos no programa prejudica a definição de uma série histórica que possibilite identificar as culturas mais susceptíveis a contaminação por agrotóxicos.

Muito embora o programa não analisou todas as substâncias ativas utilizadas na agricultura brasileira, a pesquisa demonstrou uma presença maior de fungicidas e inseticidas nas amostras de alimentos coletadas no estado, em especial dos agrotóxicos carbendazim,

ditiocarbamatos e acefato. Apesar do programa não analisar todos os agrotóxicos autorizados no país, a inclusão do glifosato e do 2,4-D no programa no ano de 2017, representou uma medida importante, dado o alto volume de comercialização desses ativos no país e necessidade de avaliação dos riscos atribuídos aos mesmos. De forma a permitir comparações, o programa poderia considerar a segregação e o aumento do número de amostras de alimentos transgênicos e geneticamente modificados, em especial, aqueles cujas culturas são tolerantes ao glifosato.

Considerando que os resultados do PARA-MG evidenciam o uso de agrotóxicos de forma indiscriminada e às vezes ilegal em alimentos para os quais não são autorizados ou permitidos, situação que aumenta a exposição do trabalhador rural e do consumidor a essas substâncias, torna-se fundamental conhecer a origem dos alimentos contaminados como forma de subsidiar a implementação de ações eficazes de controle e mitigação dos riscos frente a essa contaminação que afeta a qualidade sanitária desses produtos. Deste modo, os sistemas de rastreabilidade para alimentos podem promover maior transparências na cadeia produtiva e possibilitar a identificação dos locais de produção que utilizam agrotóxicos em desacordo com as normas e padrões de qualidade esperados para o mercado consumidor.

Apesar dos achados demonstrarem a existência de fragilidades e dificuldades técnicas e operacionais para a implantação da rastreabilidade pelos entes que compõem a cadeia produtiva de alimentos, esta não só é uma medida obrigatória pela legislação, como tem sido considerada um atributo de qualidade e segurança para o consumidor. Assim, o registro das informações de rastreabilidade pode contribuir para controle de qualidade dos produtos alimentícios comercializados, inclusive sobre a presença de resíduos de agrotóxicos.

Importante destacar que atualmente existem soluções para o desenvolvimento de sistemas de rastreabilidade cada vez mais modernas e acessíveis como: Tecnologias de Identificação por Radiofrequência (RFID), Internet das Coisas (IoT), Rede de Sensores Sem Fio (RSSF), Tecnologia de Ácido Desoxirribonucleico (DNA), Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC), Sistema Computação em Nuvem (Cloud-Based System), Código de Barras Bidimensional (QR Code), Sistema de Apoio à Decisão (PDA-base) e Sistema de Informação Geográfica (GSI). A maioria dessas tecnologias possuem mecanismos que utilizam dispositivos móveis, armazenam dados em nuvem, utilizam inteligência artificial para análise dos dados e podem transmitir informações em tempo real usando a internet.

As fragilidades observadas na atuação da vigilância sanitária sobre a comercialização de alimentos contendo resíduos de agrotóxicos apontam para a importância da aproximação deste órgão aos demais órgãos fiscalizadores do meio ambiente e da agricultura, permitindo o compartilhamento de ações e de informações que possam limitar a extensão dos

danos, suspender a comercialização ou recolher produtos contaminados com resíduos de agrotóxicos irregulares e identificar e responsabilizar os produtores por negligência ou falhas nas boas práticas agrícolas de produção.

Para garantir a implementação da rastreabilidade e a confiabilidade das informações registradas, sugere-se que os órgãos de controle sanitário do estado de Minas Gerais ampliem as ações de fiscalização, controle e monitoramento dos resíduos de agrotóxicos e exijam a adoção da rastreabilidade por todos os participantes da cadeia de abastecimento de alimentos. Ademais, a criação do programa estadual de monitoramento criou as condições para que o estado possa ampliar o número de amostras coletadas e de análises realizadas, assim como agir em consonância com as vigilâncias sanitárias municipais para o cumprimento das instruções normativas que tratam da rastreabilidade.

Além de intensificar a fiscalização e o controle de resíduos de agrotóxicos, os governos precisam desenvolver políticas que visem a redução do uso de agrotóxicos, a valorização de alimentos orgânicos e agroecológicos, a redução da distância entre o produtor e a rede varejista, o incentivo à compra de alimentos junto aos pequenos produtores e a implementação de sistemas de rastreabilidade de alimentos que propiciem maior segurança e qualidade na cadeia produtiva de alimentos. Assim como ocorreu na denominada “Revolução Verde”, o Estado precisa ser o indutor dessas políticas, seja por meio de regulamentação, da abertura de programas de crédito, da suspensão das isenções fiscais na comercialização e produção de agrotóxicos, do fomento às campanhas de conscientização dos setores ligados à agricultura, entre outras. Com isso, além de atender às exigências legais e de padrões nacionais e internacionais, essas medidas contribuem para a proteção e segurança alimentar.

Pelo exposto, este estudo evidenciou que a contaminação por resíduos de agrotóxicos ameaça à segurança e a qualidade dos alimentos comercializados em Minas Gerais e que a ausência de informações sobre rastreabilidade nos alimentos, associada ao desconhecimento dos resultados das análises do PARA-MG pelos agentes de vigilância sanitária e responsáveis pelo controle de qualidade, dificultam o controle sanitário sobre alimentos contaminados por resíduos de agrotóxicos no estado.

Por fim, é indispensável que, para além da avaliação da magnitude dos riscos que envolvem o uso de agrotóxicos na agricultura mineira, o Sistema Nacional de Vigilância Sanitária (SNVS), a partir da sua capacidade técnica e científica, seja capaz de agir de forma eficiente na eliminação, diminuição ou prevenção dos riscos à saúde associados ao uso de agrotóxicos nos alimentos. Isso implica necessariamente em rever os critérios para avaliação e classificação toxicológica de substâncias químicas proibidas em outros países, criar estratégias

e fortalecer a comunicação de risco resultante da exposição aguda e crônica associada aos agrotóxicos e considerar, de forma imprescindível, a participação da sociedade civil na defesa de um modelo de produção mais justo e sustentável e de um sistema agroalimentar mais seguro e saudável.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, J. C. de; DELIZA, R.; YAMADA, E. A.; GALVÃO, M. T. E. L.; FREWER, L. J.; BERAQUET, N. J. Percepção do consumidor frente aos riscos associados aos alimentos, sua segurança e rastreabilidade. **Braz. J. Food Technol.**, v. 16, n. 3, p. 184-191, 2013. <https://doi:10.1590/S1981-67232013005000023>.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (Brasil); MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO/SECRETARIA DE DEFESA AGROPECUÁRIA (Brasil). Instrução normativa conjunta INC n.º 2, de 7 de fevereiro de 2018. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 8 fev. 2018. Seção 1, p. 26-149.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (Brasil). **Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos (PARA)**: relatório das análises de amostras monitoradas no período de 2013 a 2015. Brasília: Anvisa, 2016. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/programa-de-analise-de-registro-de-agrotoxicos-para>. Acesso em: 20 set. 2020.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (Brasil). Resolução - RE n.º 2.119, de 1º de agosto de 2019. Inclui a monografia do ingrediente ativo L06 - LAMINARINA na relação de monografias dos ingredientes ativos de agrotóxicos, domissanitários e preservantes de madeira. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 5 ago. 2019a. Seção 1, p. 56.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (Brasil). Resolução da Diretoria Colegiada RDC n.º 119, de 19 de maio de 2003. Cria o Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos (PARA) e constitui as Coordenações Gerais, Técnica e de Amostragem, com a finalidade de implantar, acompanhar, e avaliar o PARA. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 22 maio 2003a. Seção 1, p. 39.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (Brasil). Resolução da Diretoria Colegiada RDC n.º 294, de 29 de julho de 2019. Dispõe sobre os critérios para avaliação e classificação toxicológica, priorização da análise e comparação da ação toxicológica de agrotóxicos, componentes, afins e preservativos de madeira, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília-DF, 11 jul. 2019b. Seção 1. p. 56.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (Brasil). Resolução da Diretoria Colegiada n.º 17, de 30 de abril de 1999. Aprova o Regulamento Técnico que estabelece as Diretrizes Básicas para a Avaliação de Risco e Segurança dos Alimentos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 03 maio de 1999.

ALONZO, H. G. A.; COSTA, A. O. **Bases da Toxicologia ambiental e clínica para atenção à saúde: exposição e intoxicação por agrotóxicos.** São Paulo: Hucitec, 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 22005.** Rastreabilidade na cadeia produtiva de alimentos e rações: princípios gerais e requisitos básicos para planejamento e implementação do sistema. Rio de Janeiro: ANNT, 2008.

BABBIE, E. **Métodos de Pesquisas de Survey.** Belo Horizonte: Editora UFMG, 1999.

BOSONA, T.; GEBRESENBET, G. Food traceability as an integral part of logistics management in food and agricultural supply chain. **Food Control**, v. 33, n. 1, p. 32–48, 2013. <https://doi:10.1016/j.foodcont.2013.02.004/> [25/03/2021].

BRASIL. Lei n.º 9.782, de 26 de janeiro de 1999. **Diário Oficial da União**, Brasília: Presidência da República, 1999a.

BRASIL. Lei n.º 8.078, de 11 de setembro de 1990. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 12 set. 1990. Sessão 1, p. 1.

BRASIL. Lei n.º 7.802, de 11 de julho de 1989. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 12 jul. 1989. p. 11459.

BRASIL. Lei n.º 6.360, de 23 de setembro de 1976. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 24 set. 1976. Seção 1, p. 2647

BRASIL. Decreto n.º 4.074, de 4 de janeiro de 2002. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 8 jan. 2002. Seção 1, p. 1.

BRASIL. Lei n.º 7.802, de 11 de julho de 1989. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 12 jul. 1989. Seção 1. p 11459.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **AGROFIT: Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários.** 2021. Disponível em: www.agricultura.gov.br/servicos-e-sistemas/sistemas/agrofit. Acesso em: 02 fev. 2021.

BRASIL. Instrução Normativa n.º 42, de 31 de dezembro de 2008. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 5 jan. 2009. Seção 1, p. 2.

BRASIL. Instrução Normativa Conjunta INC n.º 1, de 15 de abril de 2019. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2 maio 2019. Seção 1, p. 148-149.

BRASIL. Portaria n.º 326, de 30 de julho de 1997. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 01 ago. 1997.

CISCATO, C. H. P.; GEBARA, A. B.; MONTEIRO, S. H. Pesticide residue monitoring of Brazilian fruit for export 2006–2007. **Food Additives & Contaminants: Part B**, v. 2, n. 2, p. 140–145, 2009. [https://doi: 10.1080/19440040903330326](https://doi:10.1080/19440040903330326).

DING, J.; HUANG, J.; JIA, X.; BAI, J.; BOUCHER, S.; CARTER, M. Direct farm, production base, traceability and food safety in China. **Journal of Integrative Agriculture**, v. 14, n. 11, p. 2380–290, 2015. [https://doi:10.1016/s2095-3119\(15\)61127-3](https://doi:10.1016/s2095-3119(15)61127-3).

EUROPEAN COMMISSION. Regulation (EC) n.º 178 of 28 january 2002. **Official Journal**, 1 de fev. 2002. L. 31

EUROPEAN UNION. Regulation (EU) n.º 1381 of 22 october 2019. **Official Journal**, 6 de set. 2019. L. 231

FANG, B.; ZHU, X. High content of five heavy metals in four fruits: Evidence from a case study of Pujiang County, Zhejiang Province, China. **Food Control**, v. 39, p. 62–67, 2014. <https://doi:10.1016/j.foodcont.2013.10.039>.

FRIEDRICH, K.; SOUZA, M. M. O.; CARNEIRO, F. F. **Dossiê científico e técnico contra o Projeto de Lei do Veneno (PL 6.299/2002) e a favor do Projeto de Lei que institui a Política Nacional de Redução de Agrotóxicos – PNARA**. Rio de Janeiro: ABRASCO/ABA, 2018.

CISCATO; C. H. P.; GEBARA, A. B.; MONTEIRO, S. H. Pesticide residue monitoring of Brazilian fruit for export 2006–2007. **Food Additives & Contaminants: Part B.**, v. 2, n. 2, p. 140–145, 2009.

INSTITUO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (Brasil). **Censo Demográfico 2010: Área territorial brasileira**. Rio de Janeiro: IBGE, 2020. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados>. Acesso em 25 mar. 2021.

JARDIM, A. N. O.; CALDAS, E. D. Brazilian monitoring programs for pesticide residues in food e Results from 2001 to 2010, **Food Control**, v. 25, p. 607-616, 2012. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2011.11.001>.

JIN, S.; ZHANG, Y.; XU, Y. Amount of information and the willingness of consumers to pay for food traceability in China. **Food Control**, v. 77, p. 163–170, 2017. <https://doi:10.1016/j.foodcont.2017.02.012>.

LIU, C.; LI, J.; STEELE, W.; FANG, X. A study on Chinese consumer preferences for food traceability information using best-worst scaling. **PLOS ONE**, v. 13, n. 11, p. 1-16, 2018. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0206793>.

LOPES, C. V. A.; ALBUQUERQUE, G. S. C. de. Desafios e avanços no controle de resíduos de agrotóxicos no Brasil: 15 anos do Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos. **Cad. Saúde Pública**, v. 37, n. 2, p. 1-14, e00116219, 2021. <https://doi.org/10.1590/0102-311X00116219>.

LUCCHESI, G. **Globalização e regulação sanitária: os rumos da vigilância sanitária no Brasil**. Brasília: Anvisa, 2008.

MINAS GERAIS. Resolução SES/MG n.º 6.711, de 17 de abril de 2019. Institui o Programa Mineiro de Monitoramento da Qualidade dos Produtos e Serviços Sujeitos ao Controle

Sanitário e aprova os regulamentos técnicos dos programas específicos que o integram. **Diário Oficial de Minas Gerais**, Belo Horizonte, 17 de abr. 2019. Seção 1, p. 22.

MINAS GERAIS. Lei n.º 22.926, de 12 de janeiro de 2018. Dispõe sobre o Programa de Certificação de Produtos Agropecuários e Agroindustriais Certifica Minas e dá outras providências. **Diário Oficial de Minas Gerais**, Belo Horizonte, 13 jan. 2018c. Seção 2, p. 6.

MINAS GERAIS. Resolução SES/MG n.º 6.362, de 08 de agosto de 2018. Estabelece procedimentos para o licenciamento sanitário do microempreendedor individual, do empreendimento familiar rural e do empreendimento econômico solidário, que exercem atividades de baixo risco sanitário na área de Alimentos. **Diário Oficial de Minas Gerais**, Belo Horizonte, 09 ago. 2018a. Seção 1, p. 16.

MINAS GERAIS. Resolução SES/MG n.º 6.458, de 5 de novembro de 2018. Divulga o Regulamento Técnico que estabelece os requisitos mínimos de Boas Práticas de armazenamento, distribuição e transporte de alimentos, incluindo as bebidas e água para consumo humano, embalagens destinadas a entrar em contato direto com alimento, matérias-primas alimentares, aditivos alimentares e coadjuvantes de tecnologia, no âmbito do Estado de Minas Gerais. **Diário Oficial de Minas Gerais**, Belo Horizonte, 7 nov. 2018b. Seção 1, p. 16.

MINAS GERAIS. Resolução SES/MG n.º 7.426, de 25 de fevereiro de 2021. Estabelece as regras do licenciamento sanitário e os prazos para resposta aos requerimentos de liberação de atividade econômica de que trata o Decreto Estadual n.º 48.036, de 10 de setembro de 2020, no âmbito da Vigilância Sanitária do Estado de Minas Gerais. **Diário Oficial de Minas Gerais**, Belo Horizonte, 26 fev. 2021. Seção 1, p. 25.

PAKURÁR, M.; KOVÁCS, S.; POPP, J.; VÁNTUS, A. Innovative solutions in traceability to improve the competitiveness of a local fruit and vegetable retailing system, **Amfiteatru Economic Journal**, v. 17, n. 39, p. 676-691, 2015.

RIBEIRO, M. C.; RAMOS, A. M.; FERREIRA, V. A.; CUNHA, J. R. DA; FANTE, C. A. Tecnologias de rastreabilidade, segurança e controle de resíduos de agrotóxicos na cadeia produtiva de alimentos de origem vegetal: um estudo de revisão. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 12, p. e5291210780, 2020. <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i12.10780>.

RIBEIRO, M. C.; RAMOS, A. M.; FERREIRA, V. A.; LUCCHESI, G.; FANTE, C. A. Avaliação e monitoramento dos níveis de contaminação por resíduos de agrotóxicos em alimentos de origem vegetal comercializados no estado de Minas Gerais, Brasil. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 2, p. e44610212802, 2021. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i2.12802>.

RIKKONEN, P.; KOTRO, J.; KOISTINEN, L.; PENTTILA, K.; KAURIINOJA, H. Opportunities for local food suppliers to use locality as a competitive advantage - a mixed survey methods approach. **Acta Agriculturae Scandinavica Section B-Soil and Plant Science**, v. 63, n. 1, p. 29-37, 2013.

VAZ, C. **Direito do consumidor à segurança alimentar e responsabilidade civil**. Porto Alegre: Livraria do Advogado Editora, 2015.

ANEXO A – Autorização da Superintendência de Vigilância Sanitária

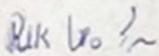
Secretaria de Estado da Saúde de Minas Gerais
Subsecretaria de Vigilância e Proteção à Saúde
Superintendência de Vigilância Sanitária
Diretoria de Vigilância em Alimentos

Belo Horizonte, 12 de novembro de 2018.

AUTORIZAÇÃO

Pela presente, autorizamos o servidor: Milton Cosme Ribeiro - Especialista em Políticas e Gestão da Saúde, Masp: 1212433-5 e discente do Programa de Doutorado em Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) - a acessar os dados dos laudos laboratoriais oficiais do Programa de análise de resíduos de agrotóxicos em alimentos/PARA, referente aos alimentos coletados no âmbito do estado de Minas Gerais, para realização do seu trabalho de tese intitulado: Rastreabilidade e controle sanitário: uma avaliação do programa de análise de resíduos de agrotóxicos em alimentos no estado de Minas Gerais, Brasil. Ainda nestes termos, fica autorizado também a reprodução, a divulgação e a publicação dos dados do referido programa, expressos no seu trabalho, em meios físicos e eletrônicos.


Ângela Ferreira Vieira
Diretora de Vigilância em Alimentos
Masp: 1.372.996-7


Rilke Novato Públio
Superintendente de Vigilância Sanitária
Masp: 350656-5

ANEXO B - Parecer consubstanciado do Comitê de Ética em Pesquisa.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
MINAS GERAIS



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Rastreabilidade e controle sanitário na cadeia produtiva de alimentos de origem vegetal: uma avaliação do Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos (PARA) no estado de Minas Gerais, Brasil.

Pesquisador: CAMILA ARGENTA FANTE

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 15184619.1.0000.5149

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 3.508.440

Apresentação do Projeto:

O crescente uso de agrotóxicos na agricultura brasileira e no mundo tem contribuído para o aumento da preocupação dos consumidores com os riscos à saúde associados à contaminação de alimentos vegetais. Diante disso, os órgãos de controle sanitário e os responsáveis pela comercialização de alimentos precisam atentar para a segurança dos produtos em toda cadeia produtiva de alimentos. O Sistema Nacional de Vigilância Sanitária (SNVS) realiza o monitoramento de resíduos de agrotóxicos em alimentos vegetais comercializados no Brasil por meio do Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos (PARA), criado pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa). Por meio desse programa, os laboratórios credenciados verificam se há presença ou não de agrotóxicos, analisam se os níveis de resíduos estão dentro dos Limites Máximos de Resíduos (LMR) permitidos pela legislação e se as substâncias encontradas são autorizadas para aquele tipo de cultura. O objetivo do estudo será avaliar às condições de rastreabilidade de alimentos de origem vegetal coletados pelo PARA em estabelecimentos comerciais no estado de Minas Gerais, no período de 2013 a 2018 e analisar os mecanismos relacionados ao controle sanitário sobre uso de agrotóxicos na cadeia produtiva desses alimentos.

O projeto será desenvolvido em três fases: 1- análise descritiva dos laudos de análises do Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos (PARA/MG) de alimentos coletados no período de 2013 a 2018: serão analisados dados descritos nos laudos como: data da coleta,

Endereço: Av. Presidente Antônio Carlos, 6627 2º Ad SI 2005

Bairro: Unidade Administrativa II **CEP:** 31.270-901

UF: MG **Município:** BELO HORIZONTE

Telefone: (31)3409-4592

E-mail: coep@prpq.ufmg.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
MINAS GERAIS



Continuação do Parecer: 3.508.440

tipo de cultivar, presença de agrotóxicos por cultivar, tipos de agrotóxicos encontrados, resultados conclusivos, local de coleta, cidade de origem, estado de origem, nome do produtor, endereço do produtor, lote/data de fabricação, órgão responsável pela coleta, entre outros. Posteriormente, os dados sobre rastreabilidade serão lançados em um sistema de geoprocessamento de dados para permitir uma análise espacial de dados; 2 - Entrevistas estruturadas com o objetivo de levantar dados a partir da elaboração e aplicação de Instrumentos de Coleta de Dados (ICD), contendo perguntas relacionadas à rastreabilidade e controle sanitário de resíduos de agrotóxicos em alimentos vegetais na cadeia produtiva de alimentos de origem vegetal coletados no PARA/MG. Estes ICD elaborados como questionários serão testados previamente, utilizando sujeitos voluntários que não farão parte da pesquisa (piloto). Antes da aplicação dos questionários, todos os participantes serão cientificados dos riscos e benefícios da pesquisa por meio do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. O primeiro questionário (Apêndice B) será aplicado aos proprietários de estabelecimentos comercializadores de alimentos que tiveram amostras coletadas entre os anos de 2013 e 2018, localizados em municípios que participam do PARA/MG. Nessa etapa da pesquisa, serão coletados dados sobre: identificação do estabelecimento, conhecimentos dos responsáveis sobre o PARA/MG, capacidade de interpretação dos laudos do programa, medidas adotadas pelo estabelecimento frente aos laudos de análises; ações empreendidas pelos órgãos de controle sanitário, atendimento a INC ANVISA/SPA n.º 02/2018, sistemas de rastreabilidade implantados e conhecimentos sobre contaminação de alimentos por agrotóxicos. Neste caso, a amostra consistirá do total de estabelecimentos que tiveram amostras coletadas entre o período estabelecido. O segundo questionário (Apêndice C) será aplicado junto aos profissionais Vigilância Sanitária (VISA), municipal e estadual, e conterá perguntas sobre ações empregadas sobre a cadeia produtiva de alimentos vegetais a partir dos laudos de análise do PARA/MG, os fluxos e compartilhamento de informações, o conhecimento sobre as normas e as possíveis fragilidades e potencialidades de fiscalização e controle sobre a presença de resíduos de agrotóxicos em alimentos. Ambos os questionários serão construídos e aplicados utilizando um aplicativo de pesquisas on-line disponível de forma gratuita na internet, que serão enviados para os endereços eletrônicos dos responsáveis pelos estabelecimentos e dos órgãos de controle sanitário para autopreenchimento das questões. Será realizada busca ativa nos casos onde não for possível obter respostas dos participantes. Nestes casos o pesquisador fará a aplicação dos questionários "in loco". 3 - Análise documental das legislações que regulam o uso de agrotóxicos em alimentos de origem vegetal. Uma análise crítica será realizada a partir da leitura das normativas publicadas em sites dos órgãos públicos. Os dados serão coletados a partir do

Endereço: Av. Presidente Antônio Carlos, 6627 2º Ad SI 2005
Bairro: Unidade Administrativa II **CEP:** 31.270-901
UF: MG **Município:** BELO HORIZONTE
Telefone: (31)3409-4592 **E-mail:** coep@prpq.ufmg.br

Continuação do Parecer: 3.508.440

preenchimento de um formulário contendo campos sobre as determinações, aplicabilidades e limites das normas (Apêndice D).

Os dados obtidos na primeira e segunda fase serão lançados e analisados com o auxílio do programa estatístico Stata versão 12.0. Para análise estatística, os dados serão submetidos à análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey para comparar diferenças entre as médias. O nível de significância pretendido para calcular a diferença entre as médias será de 5%.

Objetivo da Pesquisa:

Avaliar às condições de rastreabilidade de alimentos de origem vegetal coletados pelo Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos (PARA) em estabelecimentos comerciais no estado de Minas Gerais, no período de 2013 a 2018, e analisar os mecanismos relacionados ao controle sanitário sobre uso de agrotóxicos na cadeia produtiva desses alimentos.

Objetivo Secundário: - Descrever os resultados dos laudos das análises laboratoriais referentes aos alimentos vegetais coletados no PARA/MG entre 2013 e 2018; - Fazer análise espacial de dados geográficos referentes à cadeia produtiva dos alimentos a partir dos dados de rastreabilidades existentes nos laudos de análises do PARA/MG; - Aplicar questionários para avaliar o conhecimento sobre o PARA/MG e as medidas adotadas pelos responsáveis por estabelecimentos varejistas de alimentos frente aos laudos de análises dos alimentos coletados; - Verificar o atendimento à Instrução Normativa Conjunta ANVISA/SDA n.º 02/2018, no que tange a rastreabilidade, nos locais onde foram coletados os alimentos pelo PARA/MG; - Aplicar questionários para avaliar o conhecimento e quais são as medidas de controle sanitário empreendidas pelos órgãos competentes frente aos laudos de análises do PARA/MG; - Analisar a legislação brasileira referente ao controle sanitário sobre resíduos de agrotóxicos em alimentos e apontar possíveis diretrizes para uma legislação estadual.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Os riscos e benefícios informados pelos pesquisadores no TCLE são:

Riscos - “Esta pesquisa pode oferecer o risco de desconforto ou constrangimento do participante ao responder os questionários, para minimizar este risco, este questionário está sendo enviado para o endereço eletrônico individual de cada respondente, que poderá responder de acordo com sua conveniência. O Sr.(a). poderá ainda se recusar a preencher o questionário em qualquer fase da pesquisa ou mesmo solicitar a exclusão do mesmo caso desista de participar.”

Benefícios – “Esta pesquisa não apresenta nenhum benefício individual direto aos participantes,

Endereço: Av. Presidente Antônio Carlos, 6627 2º Ad SI 2005

Bairro: Unidade Administrativa II

CEP: 31.270-901

UF: MG

Município: BELO HORIZONTE

Telefone: (31)3409-4592

E-mail: coep@prpq.ufmg.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
MINAS GERAIS



Continuação do Parecer: 3.508.440

não havendo custos nem vantagens financeiras à participação, tendo em vista o caráter voluntário. Contudo, como benefício à comunidade, espera-se, sobretudo, fomentar a produção de conhecimentos sobre os riscos de contaminação de alimentos por agrotóxicos em suas diversas dimensões e elaborar e/ou propor diretrizes para uma legislação estadual que possibilite a construção de mecanismos de controle sanitário sobre o uso e a comercialização de agrotóxicos em alimentos no estado de Minas Gerais”.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Trata-se de um estudo importante, com relevância científica e social ao avaliar às condições de rastreabilidade de alimentos de origem vegetal coletados pelo Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos (PARA) em estabelecimentos comerciais e tentar identificar as fragilidades e potencialidades do PARA/MG que afetam o controle sanitário sobre o uso de agrotóxicos em alimentos de origem vegetal. O projeto foi aprovado pelo Departamento de Alimentos da Faculdade de Farmácia da UFMG e, de acordo com os pesquisadores, a metodologia proposta proporciona baixo grau de risco aos participantes e, desse modo, analisando os riscos-benefícios relatados no projeto, não foram observados motivos que impeçam sua realização.

No TCUD apresentado pelos pesquisadores não há o item “5. Autorização da Instituição”, entretanto, essa informação está presente no documento “AutorizacaoSVS.pdf”. Da mesma forma, embora não tenha sido preenchido o “local do banco ou instituição de coleta” no item “4. Declaração dos pesquisadores”, esta informação está presente no item “3. Descrição dos Dados”.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Os seguintes documentos foram encaminhados pelos pesquisadores e avaliados para a realização do parecer:

- Informações básicas do projeto de pesquisa (P B _ I N F O R M A Ç Õ E S _ B Á S I C A S _ D O _ P R O J E T O _ 1 3 2 8 3 1 1 . p d f) ;
- Carta_resposta.pdf
- Termo_Utilizacao_Dados.pdf
- Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE_Corrigido.pdf);
- Autorização da Secretaria de Estado de Saúde de Minas Gerais (AutorizacaoSVS.pdf).
- Folha de rosto devidamente preenchida e assinada pelo pesquisador responsável e pela Diretora da Faculdade de Farmácia da UFMG; (folhaderosto.pdf).

Endereço: Av. Presidente Antônio Carlos,6627 2º Ad SI 2005

Bairro: Unidade Administrativa II **CEP:** 31.270-901

UF: MG **Município:** BELO HORIZONTE

Telefone: (31)3409-4592

E-mail: coep@prpq.ufmg.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
MINAS GERAIS



Continuação do Parecer: 3.508.440

- Parecer do Projeto aprovado pelo Departamento de Alimentos da Faculdade de Farmácia da UFMG (parecerFAFAR.pdf)
- Projeto de pesquisa na íntegra (Brochura_COEP.pdf)
- Orçamento (Orçamento.pdf)
- Termo de Compromisso do Pesquisador (Termo_Pesquisador.pdf)
- Cronograma.pdf

Recomendações:

O cronograma deve ser reavaliado. No documento "Informações Básicas do Projeto" o cronograma prevê o início da "TABULAÇÃO E ANÁLISE DE DADOS DAS ENTREVISTAS" em 01/08/2019, portanto, sem a devida aprovação do projeto pelo CEP-UFMG.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Na condição de se atender a recomendação solicitada, sou, S.M.J. favorável à aprovação do projeto.

Considerações Finais a critério do CEP:

Tendo em vista a legislação vigente (Resolução CNS 466/12), o CEP-UFMG recomenda aos Pesquisadores: comunicar toda e qualquer alteração do projeto e do termo de consentimento via emenda na Plataforma Brasil, informar imediatamente qualquer evento adverso ocorrido durante o desenvolvimento da pesquisa (via documental encaminhada em papel), apresentar na forma de notificação relatórios parciais do andamento do mesmo a cada 06 (seis) meses e ao término da pesquisa encaminhar a este Comitê um sumário dos resultados do projeto (relatório final).

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1328311.pdf	19/07/2019 12:33:36		Aceito
Outros	Carta_resposta.pdf	19/07/2019 12:31:51	Milton Cosme Ribeiro	Aceito
Parecer Anterior	PB_PARECER_CONSUBSTANCIADO_CEP_3442283.pdf	19/07/2019 12:30:59	Milton Cosme Ribeiro	Aceito
Outros	Termo_Utilizacao_Dados.pdf	19/07/2019 12:07:20	Milton Cosme Ribeiro	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_Corrigido.pdf	19/07/2019 12:03:47	Milton Cosme Ribeiro	Aceito

Endereço: Av. Presidente Antônio Carlos, 6627 2º Ad SI 2005

Bairro: Unidade Administrativa II **CEP:** 31.270-901

UF: MG **Município:** BELO HORIZONTE

Telefone: (31)3409-4592

E-mail: coep@prpq.ufmg.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
MINAS GERAIS



Continuação do Parecer: 3.508.440

Outros	AutorizacaoSVS.pdf	28/05/2019 23:00:36	Milton Cosme Ribeiro	Aceito
Folha de Rosto	folhaderosto.pdf	28/05/2019 22:49:47	Milton Cosme Ribeiro	Aceito
Parecer Anterior	parecerFAFAR.pdf	28/05/2019 22:49:29	Milton Cosme Ribeiro	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Brochura_COEP.pdf	27/05/2019 12:40:46	Milton Cosme Ribeiro	Aceito
Orçamento	Orcamento.pdf	27/05/2019 12:37:20	Milton Cosme Ribeiro	Aceito
Declaração de Pesquisadores	Termo_Pesquisador.pdf	27/05/2019 12:30:57	Milton Cosme Ribeiro	Aceito
Cronograma	Cronograma.pdf	27/05/2019 12:30:40	Milton Cosme Ribeiro	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

BELO HORIZONTE, 14 de Agosto de 2019

Assinado por:

Eliane Cristina de Freitas Rocha
(Coordenador(a))

Endereço: Av. Presidente Antônio Carlos, 6627 2º Ad SI 2005

Bairro: Unidade Administrativa II **CEP:** 31.270-901

UF: MG **Município:** BELO HORIZONTE

Telefone: (31)3409-4592

E-mail: coep@prpq.ufmg.br

APÊNDICE A - Agrotóxicos encontrados nos alimentos monitorados pelo PARA-MG.

Quadro 3 - Agrotóxicos encontrados nos alimentos monitorados pelo PARA-MG.

INGREDIENTE ATIVO	FREQ.	%	GRUPO QUÍMICO	CLASSE
CARBENDAZIM	135	11,4	Benzimidazol	Fungicida
DITIOCARBAMATO (CS2)	82	6,9	Alquilenobi	Fungicida
ACEFATO	63	5,3	Organofosforado	Acaricida/Inseticida
AZOXISTROBINA	58	4,9	Estrobilurina	Fungicida
TEBUCONAZOL	54	4,6	Triazol	Fungicida
IMIDACLOPRIDO	50	4,2	Neonicotinóide	Inseticida
CLORPIRIFÓS	48	4,1	Organofosforado	Acaricida/Formicida/Inseticida
PIRACLOSTROBINA	44	3,7	Estrobilurina	Fungicida
ACETAMIPRIDO	38	3,2	Neonicotinóide	Inseticida
DIFENOCONAZOL	38	3,2	Triazol	Fungicida
BIFENTRINA	32	2,7	Piretróide	Acaricida/Formicida/Inseticida
LAMBDA-CIALOTRINA	23	1,9	Piretróide	Inseticida
PIRIMIFÓS-METÍLICO	23	1,9	Organofosforado	Acaricida/Inseticida
METAMIDÓFÓS*	22	1,9	Organofosforado	Acaricida/Inseticida
TRIFLOXISTROBINA	22	1,9	Estrobilurina	Fungicida
TIAMETOXAM	21	1,8	Neonicotinóide	Inseticida
FOSMETE	19	1,6	Organofosforado	Acaricida/Inseticida
DIFLUBENZUROM	18	1,5	Benzoiluréia	Acaricida/Inseticida
BOSCALIDA	17	1,4	Anilida	Fungicida
CIPERMETRINA	17	1,4	Piretróide	Formicida/Inseticida
FENPROPATRINA	17	1,4	Piretróide	Acaricida/Inseticida
PROCLORAZ*	17	1,4	Imidazolilcarboxamida	Fungicida
IMAZALIL	15	1,3	Imidazol	Fungicida
CLOROTALONIL	13	1,1	Isoftalonitrila	Fungicida
FLUTRIAFOL	13	1,1	Triazol	Fungicida
TIABENDAZOL	13	1,1	Benzimidazol	Fungicida
CARBOFURANO*	12	1,0	Metilcarbamato de benzofuranila	Inseticida/Nematicida/Cupinicida
PROCIMIDONA	12	1,0	Dicarboximida	Fungicida
DIMETOATO	11	0,9	Organofosforado	Acaricida/Inseticida
METALAXIL*	11	0,9	Acilalaninato	Fungicida
ETEFOM	10	0,8	Etileno (precursor de)	Regulador de crescimento
PROPARGITO	10	0,8	Sulfito de alquila	Acaricida
ETOFENPROXI	11	0,9	Éter difenílico	Inseticida
BENALAXIL	9	0,8	Acilalaninato	Fungicida
PIRIMETANIL	9	0,8	Anilino pirimidina	Fungicida
LINUROM	7	0,6	Uréia	Herbicida
CIPROCONAZOL	6	0,5	Triazol	Fungicida
CLOTIANIDINA	6	0,5	Neonicotinóide	Inseticida
DIMETOMORFE	6	0,5	Morfolina	Fungicida

FAMOXADONA	6	0,5	Oxazolidinadiona	Fungicida
FLUAZIFOPE-P-BUTIL	6	0,5	Ácido ariloxifenoxipropiônico	Herbicida
METOMIL	6	0,5	Metilcarbamato de oxima	Acaricida/Inseticida
PIRIPROXIFEM	6	0,5	Éter piridiloxipropílico	Inseticida
PROPAMOCARBE	6	0,5	Carbamato	Fungicida
CLORFENAPIR	5	0,4	Análogo de pirazol	Acaricida/Inseticida
INDOXABARBE	5	0,4	Oxadiazina	Inseticida
BETA-CIPERMETRINA	5	0,4	Piretróide	Inseticida
CAPTANA	4	0,3	Dicarboximida	Fungicida
CARBOSULFANO	4	0,3	Metilcarbamato de benzofuranila	Acaricida/Inseticida
CLORFLUAZURON	4	0,3	Benzoiluréia	Inseticida
FEMPIROXIMATO	4	0,3	Pirazol	Inseticida/Formicida/Cupinicida
FENTOATO*	4	0,3	Organofosforado	Inseticida
IPRODIONA	4	0,3	Dicarboximida	Fungicida
CLORPIRIFÓS METÁLICO	3	0,3	Organofosforado	Inseticida
CRESOXIM METÁLICO	3	0,3	Estrobilurina	Fungicida
DISSULFOTOM	3	0,3	Organofosforado	Acaricida/Formicida/Inseticida
EPOXICONAZOL	3	0,3	Triazol	Fungicida
PENCICUROM	3	0,3	Feniluréia	Fungicida
TETRACONAZOL	3	0,3	Triazol	Fungicida
ZOXAMIDA	3	0,3	Benzamida	Fungicida
DELTAMETRINA	3	0,3	Piretróide	Formicida/Inseticida
BUPROFENZINA	2	0,2	Tiadiazinona	Acaricida/Inseticida
CIPRODINIL	2	0,2	Anilino pirimidina	Fungicida
CIROMAZINA	2	0,2	triazinamina	Inseticida
DICLORVÓS	2	0,2	Organofosforado	Inseticida
DICOFOL*	2	0,2	Organoclorados	Acaricida
ESFENVALERATO	2	0,2	Piretróide	Inseticida
ETOPROFÓS	2	0,2	Organofosforado	Inseticida/Nematicida
FENAMIDONA	2	0,2	Imidazolinona	Fungicida
FENITROTIONA	2	0,2	Organofosforado	Formicida/Inseticida
FOLPETE	2	0,2	Dicarboximida	Fungicida
MALATIONA	2	0,2	Organofosforado	Acaricida/Inseticida
METIDATIONA	2	0,2	Organofosforado	Acaricida/Inseticida
OMETOATO*	2	0,2	Organofosforado	Acaricida/Inseticida
PARATIONA-METÁLICA*	2	0,2	Organofosforado	Acaricida/Inseticida
PENDIMETALINA	2	0,2	Dinitroanilina	Herbicida
PROPICONAZOL	2	0,2	Triazol	Fungicida
PROTIOFOS (TOKUTION)*	2	0,2	Organofosforado	Acaricida/Inseticida
GLIFOSATO	2	0,2	Glicina substituída	Herbicida
PARAOXON-METIL	2	0,2	Organofosforado	Inseticida
ALDICARBE SULFÓXIDO*	1	0,1	Metilcarbamato de oxima	Inseticida/Nematicida/Acaricida
BROMUCONAZOL	1	0,1	Triazol	Fungicida
CLORFENVINFÓS*	1	0,1	Organofosforado	Acaricida/Inseticida
DELTRAMETRINA	1	0,1	Piretróide	Inseticida

DIAZINONA	1	0,1	Organofosforado	Inseticida
DIUROM	1	0,1	Uréia	Herbicida
FLUFENOXUROM	1	0,1	Benzoiluréia	Acaricida/Inseticida
FORMETANATO	1	0,1	Metilcarbamato de fenila	Acaricida/Inseticida
HALOXIFOPE-P-METIL*	1	0,1	Ácido ariloxifenoxipropiônico	Herbicida
HEXACONAZOL*	1	0,1	Triazol	Fungicida
HEXITIAZOXI	1	0,1	Tiazolidinacarboxamida	Acaricida
IMAZETAPIR	1	0,1	Imidazolinona	Herbicida
LUFENURON	1	0,1	Benzoiluréia	Inseticida
MICLOBUTANIL	1	0,1	Triazol	Fungicida
PROFENOFÓS	1	0,1	Organofosforado	Acaricida/Inseticida
TEFLUBENZURON	1	0,1	Benzoiluréia e píretróide	Inseticida
TIOFANATO METÁLICO	1	0,1	Benzimidazóis	Fungicida
TRIFLUMIZOL	1	0,1	Imidazol	Fungicida
TOTAL	1181			

*Agrotóxicos não autorizados pela Anvisa para uso no Brasil.

APÊNDICE B - Alimentos coletados pelo PARA entre 2001 e 2015.

Quadro 4 - Alimentos coletados pelo PARA entre 2001 e 2015.

Grupo	Alimentos Coletados				
	2001/2007	2008/2009	2010	2011/2012	2013/2015
Cereal, leguminosas		Arroz	Arroz	Arroz	Arroz
		Feijão	Feijão	Feijão	Feijão
					Milho (Fubá)
					Trigo (Farinha)
Fruta		Abacaxi	Abacaxi	Abacaxi	Abacaxi
	Banana	Banana			Banana
					Goiaba
	Laranja	Laranja	Laranja	Laranja	Laranja
	Maçã	Maçã	Maçã	Maçã	Maçã
	Mamão	Mamão	Mamão		Mamão
		Manga	Manga		Manga
	Morango	Morango	Morango	Morango	Morango
	Uva		Uva	Uva	
Hortaliça folhosa	Alface	Alface	Alface,	Alface	Alface
		Couve	Couve		Couve
		Repolho	Repolho		Repolho
Hortaliça não folhosa				Abobrinha	Abobrinha
		Pepino	Pepino	Pepino	Pepino
		Pimentão	Pimentão		Pimentão
	Tomate	Tomate	Tomate	Tomate	Tomate
Raiz, tubérculos e bulbos	Batata	Batata inglesa	Batata inglesa		Batata inglesa
		Beterraba	Beterraba		Beterraba
		Cebola	Cebola		Cebola
	Cenoura	Cenoura	Cenoura	Cenoura	Cenoura
					Mandioca (Farinha)
			Milho		

Fonte: Anvisa (2008); Anvisa (2010); Anvisa (2011); Anvisa (2013); Anvisa (2016).

APÊNDICE C - Agrotóxicos encontrados por tipo de alimento analisado no PARA-MG.

Quadro 5 - Agrotóxicos encontrados no ABACAXI (22 amostras)

NOME DO ATIVO	FREQUÊNCIA
Azoxistrobina	1
Carbendazim	15
Cipermetrina	4
Ciromazina	1
Ditiocarbamato (cs2)	3
Diurum	1
Etefom	6
Flutriafol	1
Imazalil	2
Imidacloprido	6
Lambda cialotrina	1
Tebuconazol	7
Teflubenzuron	1
Tiofanato metílico	1
Trifloxistrobina	3

Quadro 6 - Agrotóxicos encontrados na ABOBRINHA (10 amostras)

NOME DO ATIVO	FREQUÊNCIA
Acefato	4
Acetamiprido	7
Benalaxil	4
Carbendazim	7
Dissulfotom	3
Metalaxil	2
Metamidofós	2
Pencicuum	1
Pirimicarbe	1
Piriproxifem	2
Tetraconazol	1
Tiametoxam	2

Quadro 7 - Agrotóxicos encontrados na COUVE (10 amostras)

NOME DO ATIVO	FREQUÊNCIA
Clorpirifós	1
Imidacloprido	1
Piraclostrobina	1

Quadro 8 - Agrotóxicos encontrados no ALFACE (19 amostras)

NOME DO ATIVO	FREQUÊNCIA
Clorpirifós	2
Difenoconazol	1
Fenamidona	1
Imidacloprido	1
Pendimetalina	1
Piraclostrobina	1

Quadro 9 - Agrotóxicos encontrados no ALHO (10 amostras)

NOME DO ATIVO	FREQUÊNCIA
Azoxistrobina	1
Fluazifope-p-butil	1
Haloxifope-metil	1
Imidacloprido	1
Lufenuron	1
Piraclostrobina	1
Piriproxifem	1
Procimidona	1

Quadro 10 - Agrotóxicos encontrados na ARROZ (49 amostras)

NOME DO ATIVO	FREQUÊNCIA
Cipermetrina	2
Ciproconazol	2
Deltametrina	1
Glifosato	1
Pirimifós-metílico	4
Protiofos (tokution)	1
Tebuconazol	9

Quadro 11 - Agrotóxicos encontrados na BANANA (20 amostras)

NOME DO ATIVO	FREQUÊNCIA
Carbendazim	1
Clorpirifós	1
Ditiocarbamato (cs2)	1
Epoxiconazol	1
Flutriafol	1
Imidacloprido	1
Piraclostrobina	1
Propiconazol	1
Tebuconazol	1

Quadro 12 - Agrotóxicos encontrados na BATATA INGLESA (30 amostras)

NOME DO ATIVO	FREQUÊNCIA
Acefato	4
Clorpirifós	2
Clorpirifós metílico	1
Difenoconazol	1
Metalaxil	4
Pencicurom	2

Quadro 13 - Agrotóxicos encontrados na BETERRABA (21 amostras)

NOME DO ATIVO	FREQUÊNCIA
Acefato	1
Boscalida	1
Difenoconazol	1
Ditiocarbamato (cs2)	5
Imazetapir	1
Pendimetalina	1
Piraclostrobina	1
Protiofos (tokution)	1

Quadro 14 - Agrotóxicos encontrados na CENOURA (27 amostras)

NOME DO ATIVO	FREQUÊNCIA
Acefato	3
Boscalida	10
Clorpirifós	6
Diazinona	1
Difenoconazol	5
Ditiocarbamato (cs2)	2
Imidacloprido	1
Linurom	7
Metamidofós	2
Piraclostrobina	8
Pirimetnil	2
Procimidona	3
Propiconazol	1
Tebuconazol	14
Trifloxistrobina	1

Quadro 15 - Agrotóxicos encontrados na FARINHA DE TRIGO (18 amostras)

NOME DO ATIVO	FREQUÊNCIA
Beta-cipermetrina	1
Bifentrina	6
Clorpirifós	2
Clorpirifós metílico	1
Deltametrina	1
Deltrametrina	1
Pirimifós-metílico	7
Tebuconazol	1

Quadro 16 - Agrotóxicos encontrados na FEIJÃO (30 amostras)

NOME DO ATIVO	FREQUÊNCIA
Acefato	2
Carbendazim	22
Diflubenzurom	2
Flutriafol	6
Procimidona	2
Tebuconazol	1
Tetraconazol	2

Quadro 17 - Agrotóxicos encontrados na MAÇÃ (30 amostras)

NOME DO ATIVO	FREQUÊNCIA
Acetamiprido	14
Carbendazim	19
Clorpirifós	8
Diclorvós	1
Difenoconazol	5
Diflubenzurom	1
Dimetoato	4
Ditiocarbamato (cs2)	26
Esfenvalerato	1
Etofenproxi	8
Famoxadona	1
Fenitrotiona	2
Folpete	2
Fosmete	13
Lambda cialotrina	1
Piraclostrobina	16
Primetanil	5
Tebuconazol	2
Trifloxistrobina	5

Quadro 18 - Agrotóxicos encontrados na GOIABA (28 amostras)

NOME DO ATIVO	FREQUÊNCIA
Acefato	6
Aldicarbe sulfóxido	1
Azoxistrobina	8
Bromuconazol	1
Carbendazim	3
Carbofurano	1
Cipermetrina	1
Clorfenvinfos	1
Clorpirifos metílico	1
Diclorvos	1
Dimetoato	1
Ditiocarbamato (cs2)	1
Epoxiconazol	2
Fenamidona	1
Fentoato	4
Fluazifope-p-butil	5
Fosmete	3
Hexaconazol	1
Imidacloprido	6
Iprodiona	2
Lambda cialotrina	2
Metalaxil	1
Ometoato	2
Profenofos	2
Propamocarbe	1
Propargito	2
Tebuconazol	2
Tiametoxam	1
Trifloxistrobina	1

Quadro 19 - Agrotóxicos encontrados na MANGA (19 amostras)

NOME DO ATIVO	FREQUÊNCIA
Acefato	1
Azoxistrobina	2
Carbendazim	6
Cipermetrina	1
Dimetoato	1
Ditiocarbamato (cs2)	5
Glifosato	1
Imidacloprido	1
Lambda cialotrina	1
Tebuconazol	2
Tiabendazol	2

Quadro 20 - Agrotóxicos encontrados na LARANJA (40 amostras)

NOME DO ATIVO	FREQUÊNCIA
Acefato	2
Amb	1
Azoxistrobina	14
Beta-cipermetrina	4
Bifentrina	13
Buprofenzina	1
Captana	1
Carbendazim	14
Carbofurano	8
Cipermetrina	5
Clorfenapir	1
Clorfluazuron	4
Clorpirifós	17
Clotianidina	1
Deltametrina	1
Dicofol	2
Difenoconazol	4
Diflubenzurom	17
Dimetoato	4
Ditiocarbamato (cs2)	3
Esfenvalerato	3
Etofenproxi	2
Etoprofós	2
Fosmete	6
Hexitiazoxi	2
Imazalil	13
Imidacloprido	17
Lambda cialotrina	5
Malationa	2
Metidationa	2
Piraclostrobina	16
Piriproxifem	1
Profenofós	2
Propargito	5
Tebuconazol	6
Tetraconazol	1
Tiabendazol	9
Tiametoxam	1
Trifloxistrobina	7

Quadro 21 - Agrotóxicos encontrados na FUBÁ DE MILHO (29 amostras)

NOME DO ATIVO	FREQUÊNCIA
Pirimifós-metílico	12

Quadro 22 - Agrotóxicos encontrados na MAMÃO (30 amostras)

NOME DO ATIVO	FREQUÊNCIA
Acetamiprido	2
Azoxistrobina	13
Bifentrina	11
Buprofenzina	1
Carbendazim	17
Ciproconazol	1
Clorfenapir	4
Clorotalonil	9
Clotianidina	1
Difenoconazol	9
Dimetoato	1
Ditiocarbamato (cs2)	21
Epoxiconazol	1
Famoxadona	5
Femproximoato	5
Fempropatrina	6
Flutriafol	8
Hexitiazoxi	1
Imazalil	2
Imidacloprido	5
Piridabem	1
Procloraz	19
Propamocarbe	1
Tebuconazol	8
Tiabendazol	8
Tiametoxam	3
Trifloxistrobina	6

Quadro 23 - Agrotóxicos encontrados na PEPINO (20 amostras)

NOME DO ATIVO	FREQUÊNCIA
Acefato	7
Acetamiprido	4
Azoxistrobina	1
Benalaxil	2
Carbendazim	3
Dimetomorfe	1
Ditiocarbamato (cs2)	2
Metalaxil	2
Metamidofós	6
Metomil	1
Propamocarbe	4
Tiametoxam	1

Quadro 24 - Agrotóxicos encontrados na MORANGO (19 amostras)

NOME DO ATIVO	FREQUÊNCIA
Acefato	3
Acetamiprido	1
Azoxistrobina	8
Boscalida	1
Captana	3
Carbendazim	9
Clorfenapir	1
Clorotalonil	1
Clorpirifós	2
Difenoconazol	8
Ditiocarbamato (cs2)	1
Femproximato	2
Fempropatrina	2
Imidacloprido	2
Iprodiona	2
Lambda cialotrina	5
Metamidófós	3
Metomil	1
Paraoxon-metil	2
Parationa-metílica	2
Pencicurom	1
Pirimetnil	1
Procimidona	7
Propargito	2
Tiametoxam	5

Quadro 25 - Agrotóxicos encontrados na PIMENTÃO (10 amostras)

NOME DO ATIVO	FREQUÊNCIA
Acefato	8
Acetamiprido	7
Azoxistrobina	1
Benalaxil	1
Boscalida	1
Carbendazim	5
Carbofurano	2
Clorfenapir	1
Clorotalonil	1
Clotianidina	3
Ditiocarbamato (cs2)	6
Fempropatrina	1
Imidacloprido	3
Lambda cialotrina	4
Metamidófós	8
Metomil	3
Piraclostrobina	4

Piriproxifem	2
Procimidona	1
Tiametoxam	4
Triflumizol	1

Quadro 26 - Agrotóxicos encontrados na TOMATE (29 amostras)

NOME DO ATIVO	FREQUÊNCIA
Acefato	13
Acetamiprido	1
Azoxistrobina	1
Boscalida	3
Carbendazim	8
Carbofurano	1
Carbosulfano	4
Cipermetrina	4
Ciromazina	1
Clorotalonil	3
Clorpirifós	8
Clotianidina	2
Difenoconazol	3
Dimetomorfe	1
Ditiocarbamato (cs2)	9
Fempropatrina	11
Flufenoxurom	1
Imidacloprido	13
Lambda cialotrina	5
Metamidofós	8
Metconazol	1
Piraclostrobina	2
Procimidona	2
Tebuconazol	5
Teflubenzuron	1
Tiametoxam	4

Quadro 27- Agrotóxicos encontrados na REPOLHO (20 amostras)

NOME DO ATIVO	FREQUÊNCIA
Acefato	3
Imidacloprido	1
Metamidofós	1
Tiametoxam	1

Quadro 28 - Agrotóxicos encontrados na UVA (18 amostras)

NOME DO ATIVO	FREQUÊNCIA
Acefato	6
Acetamiprido	2
Azoxistrobina	8
Benalaxil	2
Bifentrina	2
Boscalida	1
Carbendazim	6
Ciproconazol	5
Ciprodinil	2
Cresoxim metílico	3
Difenoconazol	8
Dimetoato	2
Dimetomorfe	4
Ditiocarbamato (cs2)	1
Espinosade	1
Etefom	4
Formetanato	1
Imidacloprido	2
Indoxabarbe	5
Lambda cialotrina	3
Metalaxil	2
Metamidofós	1
Metomil	1
Miclobutanil	1
Piraclostrobina	1
Pirimetanil	2
Procimidona	1
Propargito	2
Tebuconazol	5
Tetraconazol	1
Trifloxistrobina	2
Zoxamida	4

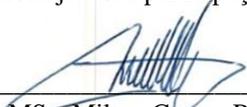
APÊNDICE D – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

O Sr. (a) está sendo convidado (a) a participar da pesquisa: “RASTREABILIDADE E CONTROLE SANITÁRIO NA CADEIA PRODUTIVA DE ALIMENTOS DE ORIGEM VEGETAL: um estudo do Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos (PARA) no estado de Minas Gerais, Brasil”. Pedimos, assim, a sua autorização para a coleta e utilização dos dados e informações que serão disponibilizadas em no instrumento de coleta de dados abaixo. Este estudo é parte integrante do projeto de pesquisa do discente Milton Cosme Ribeiro do Programa de Pós-graduação em Ciência de Alimentos (PPGCA) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) e a utilização desses dados e informações está vinculada somente a este projeto. O presente estudo tem o objetivo de “avaliar às condições de rastreabilidade de alimentos de origem vegetal coletados pelo Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos em estabelecimentos comerciais no estado de Minas Gerais (PARA/MG), no período de 2013 a 2017, e, analisar os mecanismos relacionados ao controle sanitário sobre uso de agrotóxicos na cadeia produtiva desses alimentos”. Para tanto, nessa fase da pesquisa será realizado um levantamento de dados a partir da aplicação de um questionário estruturado contendo perguntas relacionadas a esse propósito. Como critérios de inclusão poderão participar indivíduos, maiores de idade, que atuam no controle de qualidade ou na fiscalização de alimentos vegetais comercializados em municípios da região metropolitana de Belo Horizonte e que participaram do PARA/MG no período de 2013 a 2017. Serão excluídos os indivíduos que por algum motivo desistirem de participar da pesquisa em qualquer de suas fases ou não atenderem os critérios de inclusão. Esta pesquisa pode oferecer o risco de desconforto ou constrangimento do participante ao responder os questionários; para minimizar este risco, todos os instrumentos de coleta serão preenchidos de forma individualiza. Não haverá nenhum benefício individual direto aos participantes, não havendo custos nem vantagens financeiras à participação, tendo em vista o caráter voluntário. Os dados fornecidos são considerados confidenciais, sendo garantidos o sigilo das informações e sua privacidade. O Sr. (a) terá o esclarecimento sobre o estudo em qualquer aspecto que desejar e estará livre para participar ou recusar-se a participar a qualquer tempo e sem quaisquer prejuízos ou penalidade, pode retirar o consentimento de guarda e utilização dos dados e informações coletadas, sem necessidade de justificativa. Os resultados obtidos pela pesquisa estarão à sua disposição quando finalizada. Suas informações pessoais, que indiquem sua participação, não serão liberadas sem a sua permissão. Informamos ainda que, os resultados da pesquisa poderão ser utilizados em trabalhos científicos publicados ou apresentados oralmente em congressos e palestras sem revelar sua identidade ou identificar o estabelecimento. Este termo de consentimento terá uma via arquivada pelo pesquisador responsável e a qualquer momento poderá ter uma via impressa pelo Sr. (a), antes mesmo do preenchimento do questionário. Os termos, dados, materiais e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 (cinco) anos no Departamento de Alimentos da Faculdade de Farmácia da Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG e após esse tempo serão destruídos. Os pesquisadores tratarão a sua identidade com padrões profissionais de sigilo, atendendo a legislação brasileira (Resoluções N° 466/12; 441/11 e a Portaria 2.201 do Conselho Nacional de Saúde e suas complementares), utilizando as informações somente para fins acadêmicos e científicos.

- Em caso de dúvidas e/ou para maiores esclarecimentos da pesquisa, favor entrar em contato com a pesquisadora responsável Profa. **Camila Argenta Fante**: FAFAR/UFMG. Fone: (31) 34096922. E-mail: camila.fante@gmail.com
- Em caso de dúvidas sobre questões éticas contatar o Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG (COEP / UFMG): Avenida Antônio Carlos, 6627 Unidade Administrativa II 2o andar sala 2005 Campus Pampulha 31270-901 - Belo Horizonte - MG Brasil. Telefax: (31) 3409-4592. E-mail: coep@prpq.ufmg.br
- Pesquisador (doutorando): MSc. Milton Cosme Ribeiro - Departamento de Alimentos - Faculdade de Farmácia - Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG. Fone: (31) 996544851 – E-mail: miltoncribeiro@gmail.com

Agradecemos desde já a sua participação!



 MSc. Milton Cosme Ribeiro
 Faculdade de Farmácia/FAFAR/UFMG



 Faculdade de Farmácia/FAFAR/UFMG

Eu _____ compreendi e concordo com as informações que me foram transmitidas e, portanto, aceito participar como voluntário neste projeto de pesquisa.

 Assinatura do participante

_____, _____ de _____ 2020.

APÊNDICE E – Questionário aplicado junto aos fiscais sanitários.**QUESTIONÁRIO DE COLETA DE DADOS****1. IDENTIFICAÇÃO DO PARTICIPANTE**

NOME:

CARGO/FUNÇÃO:

ÁREA DE ATUAÇÃO:

ORGÃO ONDE ATUA:

1.1 QUAL O SEU NÍVEL DE ESCOLARIDADE?

 ENSINO FUNDAMENTAL ENSINO MÉDIO ENSINO SUPERIOR PÓS GRADUAÇÃO LATO SENSU (ESPECIALIZAÇÃO) PÓS GRADUAÇÃO STRICTO SENSU (DOUTORADO/MESTRADO)

1.2 QUANTO TEMPO ATUA NA ÁREA DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA?

 HÁ MENOS DE 2 ANOS ENTRE 2 E 5 ANOS ENTRE 5 E 10 ANOS HÁ MAIS DE 10 ANOS NÃO SEI RESPONDER**2. CONHECIMENTOS SOBRE O PROGRAMA DE MONITORAMENTO**

2.1 – VOCE JÁ REALIZOU COLETA DE AMOSTRAS PELO PROGRAMA DE MONITORAMENTO DE RESÍDUOS DE AGROTÓXICOS EM ALIMENTOS PARA/MG?

 SIM NÃO NÃO SEI RESPONDER

2.2 – A VIGILANCIA SANITÁRIA DO SEU MUNICÍPIO ENTREGA OS LAUDOS DE ANÁLISES DE RESÍDUOS DE AGROTÓXICOS DO PARA/MG PARA OS LOCAIS DE COLETA?

 SIM NÃO ALGUMAS VEZES NÃO SEI RESPONDER

2.3 - COMO VOCÊ AVALIA SEU CONHECIMENTO SOBRE AGROTÓXICOS EM ALIMENTOS?

 EXCELENTE BOM REGULAR RUIM NÃO SEI RESPONDER

2.4 - COMO VOCÊ AVALIA SUA CAPACIDADE PARA ENTENDER O QUE ESTÁ ESCRITO NOS LAUDOS DO PARA/MG?

 EXCELENTE BOM REGULAR RUIM NÃO SEI RESPONDER

2.5 - COMO VOCÊ AVALIA A AÇÃO DA VIGILÂNCIA SANITÁRIA SOBRE OS ALIMENTOS COM RESULTADO INSATISFATÓRIO PARA RESÍDUOS DE AGROTÓXICOS?

 EXCELENTE BOM REGULAR RUIM NÃO SEI RESPONDER

2.6 – COMO VOCÊ AVALIA A EFETIVIDADE DO PARA/MG NO CONTROLE DO RISCO DE CONTAMINAÇÃO DOS ALIMENTOS?

 EXCELENTE BOM REGULAR RUIM

NÃO SEI RESPONDER

2.7 - EM SUA OPINIÃO, O CONTROLE DA QUALIDADE SOBRE A PRESENÇA DE ALIMENTOS VEGETAIS CONTAMINADOS POR RESÍDUOS DE AGROTÓXICOS É RESPONSABILIDADE DE QUEM? (PODE SER MARCADA MAIS DE UMA OPÇÃO)

DO PRODUTOR

DO DISTRIBUIDOR

DO TRANSPORTADOR

DO EMBALADOR

DO ESTABELECIMENTO COMERCIAL

DOS ÓRGÃO FISCALIZADORES

3. CONHECIMENTOS SOBRE RASTREABILIDADE

3.1 – VOCÊ SABE O QUE É RASTREABILIDADE?

SIM NÃO

3.2 - COMO VOCÊ AVALIA OS SEUS CONHECIMENTOS SOBRE RASTREABILIDADE EM ALIMENTOS?

EXCELENTE

BOM

REGULAR

RUIM

NÃO SEI RESPONDER

3.3 – COMO VOCE AVALIA OS PROCEDIMENTOS DE RASTREABILIDADE DOS ALIMENTOS VEGETAIS ADOTADOS PELOS ESTABELECIMENTOS ONDE A COLETA FOI REALIZADA?

EXCELENTE

BOM

REGULAR

RUIM

NÃO SEI RESPONDER

3.4 – JÁ REALIZOU ALGUM TREINAMENTO QUE ABORDASSE A RASTREABILIDADE EM ALIMENTOS DE ORIGEM VEGETAL?

SIM

NÃO

NÃO SEI RESPONDER

3.5 – POSSUI CONHECIMENTO DE NORMATIVA(S) SOBRE RASTREABILIDADE EM ALIMENTOS DE ORIGEM VEGETAL?

SIM

NÃO

NÃO SEI RESPONDER

3.6– SE SIM NA PERGUNTA ANTERIOR, QUAL(IS) SERIA(M) ESSA(S) NORMATIVA(S)?

3.7 – CONHECENDO ESSA(S) NORMATIVA(S), QUAIS TÊM SIDO A(S) PRINCIPAIS DIFICULDADES ENCONTRADAS PARA IMPLANTÁ-LAS NOS ESTABELECIMENTOS?

3.8 - VOCÊ ACREDITA SER IMPORTANTE FORTALECER OS MECANISMOS DE RASTREABILIDADE DE ALIMENTOS DE ORIGEM VEGETAL NOS ESTABELECIMENTOS?

SIM

NÃO

NÃO SEI RESPONDER

3.9 - VOCE GOSTARIA DE APONTAR ALGUMA FRAGILIDADE DO PARA/MG? SE SIM, PREENCHA O CAMPO ABAIXO.

4.0- VOCE GOSTARIA DE APONTAR ALGUMA POTENCIALIDADE DO PARA/MG? SE SIM, PREENCHA O CAMPO ABAIXO.

APÊNDICE F – Questionário aplicado junto aos gerentes de qualidade.

QUESTIONÁRIO DE COLETA DE DADOS

DADOS DO ENTREVISTADO

1. NOME:
2. IDADE:
3. GÊNERO: () MASCULINO () FEMININO () N/A
4. FUNÇÃO NA EMPRESA:
5. FORMAÇÃO PROFISSIONAL:
6. TRABALHOU NA EMPRESA ENTRE 2013 E 2017? () SIM () NÃO
7. FORMAÇÃO PROFISSIONAL:
 ENSINO FUNDAMENTAL
 ENSINO MÉDIO
 ENSINO SUPERIOR
 PÓS GRADUAÇÃO
 NENHUMA DAS ANTERIORES
8. ÁREA/CURSO DE FORMAÇÃO:
9. COMO VOCÊ AVALIA SEU CONHECIMENTO SOBRE RESÍDUOS DE AGROTÓXICOS EM ALIMENTOS VEGETAIS?
 EXCELENTE
 BOM
 REGULAR
 RUIM
 NÃO SEI RESPONDER
10. VOCÊ SABE O QUE É O PROGRAMA DE MONITORAMENTO DE RESÍDUOS DE AGROTÓXICOS EM ALIMENTOS (PARA)?
 SIM
 NÃO
 NÃO SEI

DADOS DO ESTABELECIMENTO

11. NOME DA EMPRESA:
12. LOCALIZAÇÃO:
 BELO HORIZONTE
 CONTAGEM
 BETIM
 RIBEIRÃO DAS NEVES
 NOVA LIMA
 SANTA LUZIA
 NENHUMA DAS ANTERIORES
13. ENTRE OS ANOS DE 2013 E 2017, O ESTABELECIMENTO TEVE ALIMENTOS COLETADOS PELO PARA/MG?
 SIM
 NÃO
 NÃO SEI
14. A EMPRESA RECEBEU OS RESULTADOS DAS ANÁLISES DE RESÍDUOS DE AGROTÓXICOS DO PARA/MG EM ALIMENTOS ENTRE 2013 E 2017?
 SIM
 NÃO
 ALGUMAS VEZES
 NÃO SEI
15. SEM SIM NA PERGUNTA ANTERIOR, ALGUM DESSES LAUDOS DE ANÁLISES ESTAVAM INSATISFATÓRIOS PARA RESÍDUOS DE AGROTÓXICOS DO PARA/MG?
 SIM
 NÃO
 ALGUMAS VEZES
 NÃO SEI
16. EM CASO DE RECEBIMENTO DE LAUDO INSATISFATÓRIO, QUAL (IS) MEDIDA(S) O ESTABELECIMENTO REALIZOU FRENTE A ESSE PERIGO?

17. COMO VOCÊ AVALIA SUA CAPACIDADE PARA ENTENDER O QUE ESTÁ ESCRITO NOS LAUDOS DO PARA/MG?

- EXCELENTE
- BOM
- REGULAR
- RUIM
- NÃO SEI RESPONDER
- N/A

18. NA SUA OPINIÃO A PRESENÇA DE ALIMENTOS VEGETAIS CONTAMINADOS POR RESÍDUOS DE AGROTÓXICOS É RESPONSABILIDADE DE QUEM? (PODE SER MARCADA MAIS DE UMA OPÇÃO):

- DO PRODUTOR
- DO DISTRIBUIDOR
- DO ESTABELECIMENTO COMERCIAL
- DOS ÓRGÃOS FISCALIZADORES
- DE TODOS OS ANTERIORES
- NÃO SEI RESPONDER

19. COMO VOCÊ AVALIA A AÇÃO DA VIGILÂNCIA SANITÁRIA FRENTE OS ALIMENTOS COM RESULTADO INSATISFATÓRIO PARA RESÍDUOS DE AGROTÓXICOS?

- EXCELENTE
- BOM
- REGULAR
- RUIM
- NÃO SEI RESPONDER

20. COMO VOCÊ AVALIA A EFETIVIDADE DO PROGRAMA PARA/MG NO CONTROLE DE RISCOS DA CONTAMINAÇÃO DOS ALIMENTOS POR AGROTÓXICOS?

- EXCELENTE
- BOM
- REGULAR
- RUIM
- NÃO SEI RESPONDER

21. O ESTABELECIMENTO ONDE VOCÊ TRABALHA JÁ FOI AUTUADO POR COMERCIALIZAR ALIMENTOS VEGETAIS CONTAMINADOS POR AGROTÓXICOS?

- SIM
- NÃO
- ALGUMAS VEZES
- NÃO SEI

22. ALGUMA OUTRA AÇÃO JÁ FOI REALIZADA PELA VIGILÂNCIA SANITÁRIA SOBRE ALIMENTOS CONTAMINADOS POR RESÍDUOS DE AGROTÓXICOS NO SEU LOCAL DE TRABALHO? SE SIM, ESPECIFIQUE POR FAVOR.

RASTREABILIDADE E SEGURANÇA

23. OS ALIMENTOS VEGETAIS SÃO COMPRADOS DIRETAMENTE COM O PRODUTOR RURAL?

- SIM
- NÃO
- ALGUMAS VEZES
- NÃO SEI

24. OS ALIMENTOS VEGETAIS SÃO ENTREGUES POR ATRAVESSADORES?

- SIM
- NÃO
- ALGUMAS VEZES
- NÃO SEI

25. A EMPRESA CONHECE OS PROCEDIMENTOS FITOSSANITÁRIOS ADOTADOS NAS ETAPAS DE PRODUÇÃO E DE PÓS-COLHEITA DOS VEGETAIS PARA O CONTROLE DE PRAGAS DOS SEUS FORNECEDORES?

- SIM
- NÃO
- ALGUMAS VEZES
- NÃO SEI

26. OS PRODUTOS VEGETAIS FRESCOS, OU SEUS ENVOLTÓRIOS, SUAS CAIXAS, SACARIAS E DEMAIS EMBALAGENS SÃO DEVIDAMENTE IDENTIFICADOS DE FORMA A POSSIBILITAR O ACESSO, PELAS AUTORIDADES COMPETENTES, AOS REGISTROS COM AS INFORMAÇÕES OBRIGATÓRIAS E DOCUMENTAIS?

- SIM

- () NÃO
() ALGUMAS VEZES
() NÃO SEI
27. SE SIM NA PERGUNTA ANTERIOR, POR QUANTO TEMPO?
() < 6 MESES
() ENTRE 6 E 12 MESES
() ENTRE 12 E 18 MESES
() ACIMA DE 18 MESES
28. VOCÊ SABE O QUE É RASTREABILIDADE DE ALIMENTOS?
() SIM
() NÃO
() ALGUMAS VEZES
() NÃO SEI
29. NO ESTABELECIMENTO ONDE VOCÊ TRABALHA É REALIZADO ALGUM TIPO DE PROCEDIMENTO DE RASTREABILIDADE DOS ALIMENTOS VEGETAIS:
() SIM
() NÃO
() ALGUMAS VEZES
() NÃO SEI
30. SE A RESPOSTA FOR SIM NA PERGUNTA ANTERIOR, QUAL PROCEDIMENTO DE RASTREABILIDADE É REALIZADO?
31. ATÉ EM QUE FASE DA CADEIA PRODUTIVA É POSSÍVEL RASTREAR OS ALIMENTOS VEGETAIS ADQUIRIDOS PELO ESTABELECIMENTO? (PODE SER MARCADA MAIS DE UMA OPÇÃO)
() PRODUTOR PRIMÁRIO
() DISTRIBUIDOR
() EMBALADOR/FABRICANTE
() COMÉRCIO
() NENHUMA DAS ALTERNATIVAS ACIMA
() NÃO SEI RESPONDER
32. O PROCEDIMENTO DE RASTREABILIDADE DO ESTABELECIMENTO PERMITE IDENTIFICAR A ORIGEM EXATA DO LOCAL DE PRODUÇÃO DOS ALIMENTOS VEGETAIS ADQUIRIDOS PELO ESTABELECIMENTO?
() SIM
() NÃO
() ALGUMAS VEZES
() NÃO SEI
33. QUAIS INFORMAÇÕES ESTÃO DISPONÍVEIS NO SISTEMA DE RASTREABILIDADE IMPLANTADO NO ESTABELECIMENTO PARA ALIMENTOS DE ORIGEM VEGETAL? (PODE SER MARCADA MAIS DE UMA OPÇÃO)
() NOME DO PRODUTO VEGETAL
() VARIEDADE OU CULTIVAR
() QUANTIDADE DO PRODUTO RECEBIDO
() IDENTIFICAÇÃO DO LOTE
() DATA DE RECEBIMENTO DO PRODUTO VEGETAL
() NOME OU RAZÃO SOCIAL
() CPF, IE OU CNPJ OU CGC/MAPA DO FORNECEDOR
() ENDEREÇO COMPLETO, OU QUANDO LOCALIZADO EM ZONA RURAL, COORDENADA GEOGRÁFICA OU CCIR
34. VOCÊ CONHECE ALGUMA NORMATIVA QUE TRATE DA RASTREABILIDADE EM ALIMENTOS DE ORIGEM VEGETAL?
() SIM
() NÃO
() NÃO SEI
35. SE SIM NA PERGUNTA ANTERIOR, QUAL(IS)?
36. SE TEM CONHECIMENTO DE ALGUMA NORMATIVA, QUAL (IS) A(S) DIFICULDADE(S) PARA IMPLANTÁ-LAS?
37. VOCÊ POSSUI CONHECIMENTO DA NORMATIVA CONJUNTA ANVISA/SDA N.º 02/2018 SOBRE RASTREABILIDADE?
() SIM
() NÃO
38. SE A RESPOSTA FOR SIM PARA A PERGUNTA ANTERIOR, O ESTABELECIMENTO JÁ CONSEGUIU ADOTAR AS DETERMINAÇÕES DESTA NORMATIVA?
() SIM
() NÃO

- PARCIALMENTE
 NÃO SEI
39. QUAIS DOS GRUPOS DE ALIMENTOS O ESTABELECIMENTO CONSEGUIU ADOPTAR O REGISTRO DE TODAS AS INFORMAÇÕES DE RASTREABILIDADE DA NORMATIVA CONJUNTA ANVISA/SDA N.º 02/2018?
- FRUTAS
 RAÍZES, TUBÉRCULOS E BULBOS
 HORTALIÇAS FOLHOSAS E ERVAS AROMÁTICAS FRESCAS
 HORTALIÇAS NÃO FOLHOSAS
40. SE SIM PARA A PERGUNTA ANTERIOR, VOCÊ SABERIA CITAR QUAIS OS ALIMENTOS POSSUEM REGISTROS DE RASTREABILIDADE IMPLANTADOS DE ACORDO COM A NORMATIVA CONJUNTA ANVISA/SDA N.º 02/2018?
41. QUAIS TEM SIDO A(S) PRINCIPAIS DIFICULDADES ENCONTRADAS PARA IMPLANTAR A NORMATIVA CONJUNTA ANVISA/SDA N.º 02/2018? (PODE SER MARCADA MAIS DE UMA OPÇÃO)
- AUSÊNCIA DE DADOS DO PRODUTOR PRIMÁRIO NAS CAIXAS OU EMBALAGENS
 AUSÊNCIA DE REGISTRO NO MOMENTO DA RECEPÇÃO DOS PRODUTOS
 AUSÊNCIA DE UM SISTEMA DE INFORMAÇÃO QUE PERMITA REGISTRAR A ANALISAR A ORIGEM DOS PRODUTOS
 NÃO É PROCEDIMENTO DA EMPRESA REALIZAR O REGISTRO DA ORIGEM DO PRODUTO
 O FORNECEDOR NÃO DISPONIBILIZA DOS DADOS DA ORIGEM DOS PRODUTOS
 DESCONHECIMENTO DA NORMATIVA
 NÃO SEI RESPONDER
 OUTRO. ESPECIFIQUE:
42. VOCÊ ACREDITA SER IMPORTANTE FORTALECER OS MECANISMOS DE RASTREABILIDADE DE ALIMENTOS DE ORIGEM VEGETAL NO ESTABELECIMENTO?
- SIM
 NÃO
 NÃO SEI
43. NA SUA OPINIÃO OS RESÍDUOS DE AGROTÓXICOS TEM SIDO UM PROBLEMA PARA O CONTROLE DE QUALIDADE DE ALIMENTOS?
- SIM
 NÃO
 NÃO SEI
44. SE SIM NA RESPOSTA ANTERIOR, VOCÊ PODERIA EXPLICAR MELHOR AS DIFICULDADES PARA ESSE CONTROLE?
45. COMO VOCÊ VÊ A QUESTÃO DA CONTAMINAÇÃO DE ALIMENTOS POR AGROTÓXICOS EM MINAS GERAIS?
- EXTREMAMENTE PREOCUPANTE
 PREOCUPANTE
 DESPREOCUPANTE
 NADA PREOCUPANTE
 NÃO SEI RESPONDER
46. VOCÊ JÁ REALIZOU ALGUM TREINAMENTO QUE ABORDASSE A RASTREABILIDADE EM ALIMENTOS DE ORIGEM VEGETAL?
- SIM
 NÃO
 NÃO SEI
47. VOCÊ ACREDITA SER IMPORTANTE FORTALECER OS MECANISMOS DE RASTREABILIDADE DE ALIMENTOS DE ORIGEM VEGETAL NO ESTABELECIMENTO?
- SIM
 NÃO
 NÃO SEI
48. VOCÊ GOSTARIA DE APONTAR ALGUMA FRAGILIDADE NO PARA/MG? SE SIM PREENCHA O CAMPO ABAIXO:
49. VOCÊ GOSTARIA DE APONTAR ALGUMA POTENCIALIDADE NO PARA/MG? SE SIM PREENCHA O CAMPO ABAIXO.