

CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIFACVEST
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA
LETICIA MARGARETE DE MOLINER

**POTENCIAL DE IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS DE PRODUTOS
QUÍMICOS DE USO AGRÍCOLA**

LAGES
2019

LETICIA MARGARETE DE MOLINER

**POTENCIAL DE IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS DE PRODUTOS
QUÍMICOS DE USO AGRÍCOLA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Centro Universitário Unifacvest como parte dos requisitos para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Ambiental e Sanitária.

Orientador: Prof. ME. Aldori Batista dos Anjos

Coorientador: Prof. Dr. Alexandre Antunes Ribeiro Filho

LAGES

2019

LETICIA MARGARETE DE MOLINER

POTENCIAL DE IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS DE PRODUTOS QUÍMICOS DE USO AGRÍCOLA

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Centro Universitário Unifacvest como parte dos requisitos para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Ambiental e Sanitária.

Orientador: Prof. ME. Aldori Batista dos Anjos

Coorientador: Prof. Dr. Alexandre Antunes Ribeiro Filho

Lages, SC ___/___/2019. Nota _____
(Data da aprovação) Prof. ME. Aldori Batista dos Anjos)¹

Prof. ME. Aldori Batista dos Anjos¹

LAGES

2019

¹Orientador do trabalho e coordenador do curso de graduação

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pelo dom da vida, pela saúde e proteção proporcionada.

Aos meus pais, Helio e Margarete, pelo amor, dedicação e incentivo em cada momento.

Ao Elias e a Janaina, pela presença, carinho e apoio incondicional.

Ao Elias Francisco, por me alegrar e me iluminar de modo tão especial.

Ao Moizés Junior, pela motivação e compreensão.

Aos orientadores, Aldori Batista dos Anjos e Alexandre Antunes Ribeiro Filho, pela dedicação, atenção e correções. Suas indicações fizeram toda a diferença nesse estudo.

Aos Professores, por compartilharem seus conhecimentos, os quais se tornaram essências na minha formação acadêmica.

Aos amigos, pela força e por tantos bons momentos compartilhados nessa jornada.

A todos aqueles que estiverem presentes e me apoiaram nesse período, deixo aqui registrado o meu agradecimento!

RESUMO

Atualmente, os agrotóxicos são indispensáveis para o cultivo de plantações, pois o seu uso proporciona economia e eficiência na produção agrícola, no entanto, a sua utilização pode ocasionar diversos impactos ao meio ambiente e à saúde pública. Diante deste cenário, o presente estudo tem por objetivo apresentar informações sobre os agrotóxicos e seu potencial impacto no meio ambiente e na saúde pública. A metodologia utilizada consiste em uma pesquisa bibliográfica sobre o tema, evidenciando o uso de agrotóxico e as contaminações no solo, água, atmosfera e os danos à saúde humana, bem como a comparação dos ingredientes ativos mais vendidos no Brasil. Contudo, após o estudo realizado, foi constatado que os agrotóxicos são potencialmente causadores de impactos socioambientais, tornando-se indispensável o uso de medidas que possam vir a evitar a contaminação e poluição do meio ambiente, bem como evitar os danos à saúde humana.

Palavras-chave: Agrotóxicos. Impactos socioambientais. Saúde pública. Meio ambiente.

ABSTRACT

Currently, pesticides are indispensable for the cultivation of plantations, as their use provides economy and efficiency in agricultural production, however, their use can cause various impacts on the environment and public health. Given this scenario, the present study aims to present information on pesticides and their potential impact on the environment and public health. The methodology consists of a bibliographic research on the subject, showing the use of pesticides and the contamination in soil, water, atmosphere and damage to human health, as well as the comparison of the most sold active ingredients in Brazil. However, after the study, it was found that pesticides are potentially causing social and environmental impacts, making it indispensable the use of measures that could avoid environmental contamination and pollution, as well as avoid human health data.

Key words: Pesticides. Social and environmental impacts. Public health. Environment.

LISTA DE QUADROS

| | |
|---|----|
| Quadro 1 – Classificação conforme periculosidade ambiental | 18 |
| Quadro 2 – Classificação toxicológica dos agrotóxicos | 19 |
| Quadro 3 – Brasil – 10 ingredientes ativos mais vendidos (2014)..... | 24 |
| Quadro 4 – Os 10 ingredientes ativos mais vendidos – 2018 | 53 |
| Quadro 5 – Classe de uso dos produtos formulados | 55 |
| Quadro 6 – Comparação entre Glifosato, Mancozebe e Acefato | 56 |
| Quadro 7 – Informações toxicológicas do Glifosato, Mancozebe e Acefato | 57 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|--------|--|
| ABNT | Associação Brasileira de Normas Técnicas |
| Art. | Artigo |
| APP | Área de Proteção Ambiental |
| ANVISA | Agência Nacional de Vigilância Sanitária |
| BPA | Boas Práticas Agrícolas |
| CONAMA | Conselho Nacional do Meio Ambiente |
| EPI | Equipamento de Proteção Individual |
| EPC | Equipamento de Proteção Coletivo |
| EPR | Equipamento de Proteção Respiratória |
| FAO | Food and Agriculture Organization |
| FISQP | Ficha de Informações de Segurança de produtos Químicos |
| IBAMA | Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis |
| IA | Ingrediente Ativo |
| IDA | Ingestão Diária Aceitável |
| IN | Instrução Normativa |
| IMA | Instituto do Meio Ambiente |
| INPEV | Instituto Nacional de Processamento de Embalagens Vazias |
| MAPA | Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento |
| NBR | Norma Brasileira |
| OMS | Organização Mundial da Saúde |

| | |
|----------|---|
| PARA | Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos |
| pH | Potencial Hidrogeniônico |
| PNUMA | Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente |
| PPR | Programa de Proteção Respiratória |
| SINDAG | Sindicato Nacional das Empresas de Aviação Agrícola |
| SINDIVEG | Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para a Defesa Vegetal |
| SINITOX | Sistema Nacional de Informações Tóxico-Farmacológicas |
| SNVS | Sistema Nacional de Vigilância Sanitária |

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| 1 INTRODUÇÃO | 12 |
| 2 OBJETIVOS | 14 |
| 2.1 Objetivo geral..... | 14 |
| 2.2 Objetivo específico | 14 |
| 3 PRODUTOS QUÍMICOS DE USO AGRÍCOLA..... | 15 |
| 3.1 Denominação..... | 15 |
| 3.2 Classificação e toxicidade..... | 17 |
| 3.3 Legislação e registro de agrotóxicos | 19 |
| 3.4 Consumo e comercialização de agrotóxicos..... | 22 |
| 4 AS ATIVIDADES AGRÍCOLAS COM O USO DE PRODUTOS QUÍMICOS E SEUS IMPACTOS AMBIENTAIS | 24 |
| 4.1 A agricultura..... | 24 |
| 4.2 O agrotóxico no Brasil..... | 26 |
| 4.3 Agricultura sustentável..... | 26 |
| 4.4 Contaminações e causas..... | 27 |
| 4.4.1 Espécies não-alvos | 29 |
| 4.4.2 Contaminação atmosférica..... | 29 |
| 4.4.3 Contaminação dos recursos hídricos | 30 |
| 4.4.3.1 Qualidade da água | 31 |
| 4.4.3.2 Legislação | 32 |
| 4.4.3.3 Prevenção | 32 |
| 4.4.3.4 Contaminantes dos recursos hídricos..... | 33 |
| 4.4.4 Contaminação e poluição do solo | 34 |

| | |
|---|----|
| 4.5 Avaliação de risco..... | 37 |
| 4.6 Embalagens vazias..... | 38 |
| 4.6.1 Tipos de embalagens..... | 39 |
| 4.6.2 Lavagem das embalagens..... | 39 |
| 4.6.3 Logística reversa..... | 40 |
| 4.6.4 Legislação..... | 42 |
| 4.7 Alternativas sustentáveis..... | 45 |
| | |
| 5 SAÚDE PÚBLICA E IMPACTOS SOCIAIS..... | 47 |
| 5.1 Exposição aos agrotóxicos..... | 48 |
| 5.2 O uso de agrotóxicos e os efeitos a saúde humana..... | 49 |
| 5.3 Dados sobre intoxicações..... | 51 |
| 5.4 Vigilância sanitária e programas..... | 51 |
| | |
| 6 INGREDIENTES ATIVOS MAIS VENDIDO NO BRASIL..... | 53 |
| 6.1 Classes de uso dos produtos formulados..... | 54 |
| 6.2 Comparação entre herbicida, fungicida e inseticida..... | 55 |
| | |
| 7 CONCLUSÃO..... | 59 |
| | |
| REFERÊNCIAS..... | 60 |

1 INTRODUÇÃO

Com o aumento da população e uma maior demanda por alimentos, novas técnicas se tornaram presentes na agricultura para elevar a produtividade. Uma delas é a utilização de agrotóxicos, substância empregada para o controle de pragas, doenças e outras plantas, impedindo danos nas plantações e apresentando alta eficiência econômica, mas, que em contrapartida pode trazer uma série de malefícios ao meio ambiente e à saúde pública.

A poluição do solo, do ar e da água vem ocasionando vários problemas ambientais por conta da utilização de agrotóxicos, sendo que estes produtos são divididos em três grupos: inseticidas – são utilizados para combater pragas, fungicidas – são usados contra doenças fúngicas, e os herbicidas – aplicados para a exterminação de plantas indesejáveis (MOTA, 2003).

Entre as consequências ambientais do uso de agrotóxicos, está a interferência em espécies não alvos - que são aquelas espécies que não interferem no procedimento no qual se tenta controlar – sendo que a espécie humana está inclusa nesse grupo (PERES e MOREIRA, 2007).

Os agrotóxicos alcançam o solo, seja por aplicação direta ou aérea, podendo continuar neste componente por muito tempo ou até quando atingir os recursos hídricos. Contudo, esta substância, seja na água, no solo ou nas plantas, pode se incorporar à cadeia alimentar, assim sendo, chega ao ser humano causando graves efeitos para a sua saúde (MOTA, 2003).

Este trabalho visa revisar as atividades agrícolas desenvolvidas com a utilização de produtos químicos, focando nas consequências e nos impactos que estes produtos podem ocasionar à saúde humana e ao meio ambiente. A revisão visa também analisar as especificações de determinadas substâncias e verificar o potencial de impactos socioambientais das mesmas.

Os dados obtidos nesta revisão serão sobre a contaminação dos agrotóxicos, sendo que a FISQP (Ficha de Informações de Segurança de produtos Químicos) e a bula das substâncias, dispõem dos problemas que podem vim a ocorrer, tornando-

se uma importante fonte de informação para o estudo e, juntamente com a fundamentação teórica, avaliar-se-á o potencial de impactos socioambientais.

A metodologia utilizada é qualitativa, pois a pesquisa é realizada através de referências bibliográficas e de informações contidas na FISPQ e bula das substâncias, desta forma, analisar-se-á e relacionar-se-á os dados coletados com a fundamentação teórica. Nesse trabalho adotamos o termo agrotóxico para os produtos químicos de uso agrícolas.

O atual trabalho está dividido em capítulos, sendo assim, em seguida é a parte dos produtos químicos de uso agrícola, no qual é apresentado a sua denominação, classificação, toxicidade, consumo e legislação vigente. Após, tem as atividades agrícolas com o uso de produtos químicos, expondo um breve histórico sobre seu início, o uso no Brasil, as contaminações atmosférica, recursos hídricos e solo, explicando como ocorrem, quais as formas de contaminações e seus impactos ambientais

Como consequência do uso de agrotóxicos, em seguida, expomos sobre a destinação das embalagens vazia e alternativas sustentáveis. Posteriormente, com relação à saúde pública será apresentado brevemente os prejuízos que as referidas substâncias vêm causando a população mundial. Ao fim, os ingredientes ativos mais vendidos no Brasil, portanto, apresentamos a avaliação do potencial de impactos socioambientais.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

A atual pesquisa busca ponderar o uso de agrotóxico como uma necessidade na produção de alimentos com os efeitos que ele pode gerar ao meio ambiente e à população. Ademais, este estudo tem por finalidade apresentar, informações sobre os agrotóxicos e seu potencial impacto na natureza e na saúde pública. Desta forma, o presente estudo buscará verificar o potencial de impactos socioambientais causados pelos produtos químicos de uso agrícola. Com a FISPQ e bula das substâncias, buscamos informações sobre as precauções, cuidados e riscos que estes produtos podem causar ao meio ambiente e à saúde pública.

2.2 Objetivo específico

- Apresentar revisão bibliográfica, abordando os temas: produtos químicos de uso agrícola, as atividades agrícolas com o uso de produtos químicos e impactos ambientais, saúde pública e seus impactos.
- Através da fundamentação teórica, verificar o potencial de impactos socioambientais oriundos de produtos químicos de uso agrícola.
- Seleção das principais substâncias de uso agrícola, entre as classes de herbicida, fungicidas e inseticidas.
- Para as três substâncias selecionadas, será desenvolvida uma pesquisa qualitativa com base na FISPQ e na Bula. Serão incluídos na pesquisa os seguintes itens:
 - Toxicidade;
 - Uso de Equipamento de Proteção Individual (EPI);
 - Destinação das embalagens vazias;
 - Efeitos a saúde humana e ao meio ambiente.
- Apresentação de sugestões para soluções dos problemas socioambientais encontrados no estudo.

3 PRODUTOS QUÍMICOS DE USO AGRÍCOLA

3.1 Denominação

A nomenclatura dos agrotóxicos apresenta uma grande discussão, pois este grupo de produtos possui diversos termos, os quais variam de acordo com seu aspecto ou constituição. Por exemplo, a nomenclatura “defensivo agrícola” é geralmente usada pelas empresas produtoras deste produto, já o termo “agrotóxico” é utilizado para se destacar a sua toxicidade e os riscos de sua utilização (PERES, 2003).

A nomenclatura genérica de agrotóxicos, pesticidas ou defensivos agrícolas, conforme Libânio (2016, p. 83) “abrange vasta relação de compostos orgânicos sintéticos utilizados como herbicidas, inseticidas, fungicidas e acaricidas extensivamente empregados, sobretudo na agricultura, no controle de pragas”.

Essas substâncias são conhecidas comumente no campo por “veneno” ou “remédio”, pois há uma desconfiança histórica sobre a função de tais substâncias em relação à saúde e ao meio ambiente (PERES, 2003).

A denominação de agrotóxico por “remédio” teve procedência nos discursos de vendedores e técnicos que abordavam os produtos por “remédios de plantas”. Por outro lado, o título “veneno” é proveniente da experiência do trabalhador rural devido às observações de seus efeitos nocivos à saúde humana e animal (PERES, 2003).

Conforme a Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989, são considerados agrotóxicos e afins:

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 (BRASIL, 1989).

O produto químico denominado pesticida reforça positivamente seu significado, pois pesticida é o produto que mata – somente – as pragas, tornando-se produtos indispensáveis ao processo de produção rural (PERES, 2003).

Conforme decisão 14/27 do Conselho de Administração do PNUMA (Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente) de 17 de junho de 1987, produto químico “é uma substância química, seja só, em mistura ou preparação, fabricada ou obtida da natureza” (GONÇALVES, 2012).

De acordo com a ABNT (2009), produto químico perigoso é o “produto químico classificado como perigoso para a segurança, a saúde e/ou o meio ambiente, conforme o critério de classificação adotado”.

Segundo a *Food and Agriculture Organization* (FAO), qualquer substância ou mistura de substância que é usada para destruir, prevenir ou controlar pragas e espécies indesejáveis de animais e plantas que causam danos durante a produção, processamento, estocagem, transporte ou distribuição de produtos agrícolas, madeiras, alimentos e até mesmo os produtos que são usados para o controle de insetos e praga que atacam os corpos de animais de criação é considerado agrotóxico (PERES; MOREIRA, 2003 apud BRAIBANTE; ZAPPE, 2012).

Conforme Baird (2006), Silva e Fay (2004) o termo agrotóxico compreende os seguintes produtos:

- “Inseticidas (controle de insetos)
- Fungicidas (controle de fungos)
- Herbicidas (controle de plantas invasoras)
- Fumigantes (combate às bactérias do solo)
- Algicida (combate a algas)
- Avicidas (combate a aves)
- Nematicidas (combate aos nematoides)
- Moluscicidas (combate aos moluscos)
- Acaricidas (combate aos ácaros)
- Reguladores de crescimento
- Desfoliantes (combate às folhas indesejáveis)
- Dissecantes” (apud BRAIBANTE; ZAPPE, 2012, p. 10).

De acordo com a Lei nº 6.894 (1980), fertilizante é “a substância mineral ou orgânica, natural ou sintética, fornecedora de um ou mais nutrientes vegetais” (BRASIL, 1980). Já o biofertilizante é um produto que possui princípio ativo ou agente orgânico, sendo isento de substâncias agrotóxicas, pode atuar indiretamente ou diretamente, sobre parte ou todo o cultivo de plantas, aumentando a sua produtividade (BRASIL, 2004).

São tipos de fertilizantes: fertilizante mineral, orgânico, mononutriente, binário, ternário, com outros macronutrientes, com micronutrientes, mineral simples, mineral misto, mineral complexo, orgânico simples, orgânico misto, orgânico composto e organomineral (BRASIL, 2004).

De acordo com Roman e Vargas (2005) os herbicidas “são agentes biológicos ou substâncias químicas capazes de matar ou suprimir o crescimento de espécies específicas”. Sendo que entre os agentes biológicos está incluso os fungos e demais micro-organismos. Já as substâncias químicas são divididas em orgânicas (atualmente é o mais utilizado) e inorgânicas (eram utilizados no passado, como o NaCl e o H₂SO₄) (ROMAN, VARGAS, 2005).

Conforme GARCIA (1999) fungicidas são “compostos químicos empregados no controle de doenças causadas por fungos, bactérias e algas”.

3.2 Classificação e toxicidade

Os praguicidas são distribuídos em inseticidas, fungicidas e herbicidas, sendo que não há uma ação específica para agir sobre a praga, portanto, são venenos que atingem o ecossistema por onde são dispersos (TELLES, 2013).

De acordo com GONÇALVES (2012, p. 12) a toxicidade “refere-se à capacidade deste agente ou substância tem de causar dano em um órgão determinado, alterar os processos bioquímicos ou alterar um sistema enzimático”.

O Ibama é o responsável pela classificação ambiental dos agrotóxicos. A categorização consiste na avaliação dos agrotóxicos quanto ao potencial de periculosidade ambiental através de dados físico-químicos e toxicidade a organismos não alvos. Portanto, esta classificação é demonstrada no quadro 1 (KARAM, 2015).

Quadro 1: Classificação conforme periculosidade ambiental

| Classe toxicológica | Toxidade |
|----------------------------|----------------------------|
| I | Produto altamente perigoso |
| II | Produto muito perigoso |
| III | Produto perigoso |
| IV | Produto pouco perigoso |

Fonte: KARAM (2015)

No Brasil, conforme registro dos produtos no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, os agrotóxicos estão divididos em:

- 8% são produtos altamente perigoso,
- 46% são produtos muito perigoso,
- 36% são produtos perigoso,
- 10% são produtos pouco perigoso (AGROFIT, 2014 apud KARAM, 2015).

Avaliar e classificar toxicologicamente os agrotóxicos, seus componentes e afins são algumas das competências da Anvisa. Para constituir a classificação toxicológica dos produtos formulados e técnicos, bem como o cálculo de parâmetro de segurança – que incide na Ingestão Diária Aceitável (IDA) de cada Ingrediente Ativo (IA) – são utilizados os resultados dos estudos toxicológicos (ANVISA, 2016).

De acordo com Braibante e Zappe (2012, p. 14) “a toxicidade de uma substância também pode variar de acordo com o modo de administração, e os rótulos dos produtos são identificados por meio de faixas coloridas”, conforme demonstrado no quadro 2.

A Anvisa classifica os agrotóxicos em relação a sua toxidade do ponto de vista dos efeitos agudos, já a OMS (Organização Mundial da Saúde), classifica sua toxidade baseada na DL50 em ratos – sendo dérmica e oral por mg/Kg de peso em formulações sólidas e líquidas. No entanto, em ambos, a classificação é a representada no quadro 2 (KARAM, 2015).

Os agrotóxicos são classificados em função dos efeitos à saúde, sendo estes decorrentes da exposição humana a estes produtos. Desta forma, os resultados

variam de acordo com a classe, conforme demonstrado no quadro 2. A classificação é feita através dos resultados de testes e estudos realizados em laboratórios, os quais tentam estabelecer a dosagem letal (DT) do produto em 50% dos animais utilizados naquela concentração (PERES, 2003).

Quadro 2: Classificação toxicológica dos agrotóxicos

| Classe toxicológica | Toxidade | DL50 (mg/Kg) | Faixa colorida |
|----------------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|
| I | Extremamente tóxico | ≤5 | Vermelha |
| II | Altamente tóxico | Entre 5 e 50 | Amarela |
| III | Medianamente tóxico | Entre 50 e 500 | Azul |
| IV | Pouco tóxico | Entre 500 e 5000 | Verde |

Fonte: PERES e MOREIRA, 2003 apud BRAIBANTE; ZAPPE, 2012

No Brasil, os registros dos produtos no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, estão divididos em:

- 34% são extremamente tóxicos,
- 18% são altamente tóxicos,
- 33% são medianamente tóxicos,
- 15% são pouco tóxicos (AGROFIT, 2014 apud KARAM, 2015).

3.3 Legislação e registro de agrotóxicos

No Brasil, os agrotóxicos são regulados desde o decreto nº 24.114 em 1934, o qual estabeleceu diretrizes para a sua produção, importação, exportação, comercialização e uso no Brasil (REBELO; CALDAS, 2014).

A inscrição dos agrotóxicos tem por finalidade observar os benefícios e malefícios que o produto pode oferecer aos seres humanos e a natureza, sendo assim, estas instituições governamentais é responsável pela avaliação às características agronômicas, toxicológicas e ecotoxicológicas de cada produto, instituindo restrições e recomendações do uso (PERES, 2003).

De acordo com o art. 3º da Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989, os agrotóxicos só poderão ser exportados, importados, produzidos, utilizados e

comercializados, se estiverem registrados em órgão federal, conforme exigências e diretrizes do órgão federal responsável pelas áreas da saúde, da agricultura e do meio ambiente (BRASIL, 1989).

Os registros das substâncias em órgãos governamentais – tais como o Ministério da Agricultura, Meio Ambiente e Saúde – são de fundamental importância para o controle básico sobre estes produtos, tendo em vista sua importação, exportação, produção, armazenamento, transporte, uso e comercialização (PERES, 2003).

De acordo com PERES (2003), os registros no Brasil “após a regulamentação da Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989, pelo Decreto no 98.816, de 11 de janeiro de 1990, passaram a ser exigidas também a avaliação e a classificação do potencial de periculosidade ambiental”.

A Instrução Normativa (IN) nº 29, do Instituto do Meio Ambiente (IMA) de Santa Catarina apresenta por objetivo a definição de documentos necessários ao licenciamento, bem como o estabelecimento de critérios para a apresentação de programas, planos e projetos ambientais para a implementação de comércio atacadista com depósitos de agrotóxicos e para o depósito de agrotóxicos em casas agropecuárias (SANTA CATARINA, 2018).

A proibição dos registros de agrotóxicos advém conforme determinado na legislação brasileira, sendo que no Artigo 3º, § 6, essa proibição pode acontecer nas seguintes situações:

1. para os quais o Brasil não disponha de métodos para a desativação de seus componentes;
2. para os quais não haja antídoto ou tratamento eficaz no país;
3. que revelem características teratogênicas, carcinogênicas ou mutagênicas;
4. que provoquem distúrbios para hormonais e danos ao aparelho reprodutor;
5. que se revelem mais perigosos para o homem do que os testes de laboratório, com animais, tenham podido demonstrar
6. cujas características causem danos ao meio ambiente (PERES, 2003).

No entanto, a Lei nº 7.802/1989 fez algumas mudanças, umas delas é inserção do órgão responsável pelo setor de meio ambiente, o IBAMA, o qual

responsabiliza pelo processo de avaliação e registro dos produtos. O MAPA e a ANVISA também foram inclusos, sendo que o MAPA avalia as questões agronômicas e a ANVISA, avalia o impacto do uso do agrotóxico na saúde humana (REBELO; CALDAS, 2014).

Conforme PERES (2003), de acordo com a atual legislação compete aos órgãos às funções:

- Ministério da Agricultura e Abastecimento: realizar a avaliação da eficácia agronômica
- Ministério da Saúde: a avaliação e classificação toxicológica e ao Ministério do Meio Ambiente
- Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama): avaliar e classificar o potencial de periculosidade ambiental.
- Órgãos estaduais: controle e fiscalização da comercialização e uso dos produtos

A periculosidade ambiental, bem como sua avaliação e classificação, é realizada com base em estudos físico-químicos, toxicológicos e ecotoxicológicos, desta forma, ocorre a fundamentação de quais alteração, restrição, concessão ou não do registro (PERES, 2003).

Conforme a Anvisa (2016, p. 16) as culturas agrícolas “são incluídas no registro de um agrotóxico com base em estudos de resíduos de campo, conduzidos segundo as Boas Práticas Agrícolas (BPA). A partir da análise desses estudos, a Agência estabelece o LMR e o Intervalo de Segurança”.

Conforme as instruções específicas da INº 29 do IMA, os depósitos de agrotóxicos deverão apresentar as seguintes características descritas suscetivelmente a seguir: piso de concreto resistente e impermeabilização; sistema de contenção primária de resíduos no próprio depósito; paredes de alvenarias; as aberturas devem ser protegidas com grades ou telas para impedir o acesso de animais e pessoas não autorizadas; iluminação adequada; ventilação facilitada para área externa; porta com abertura para fora ou deslizante; EPIs e EPCs disponíveis aos funcionários; o local deve ter um supervisor responsável técnico que deverá seguir as obrigações legais; as fichas de emergência e bulas dos produtos deverão

estar em local de fácil acesso; entre outras características (SANTA CATARINA, 2018).

3.4 Consumo e comercialização de agrotóxicos

De acordo com Lopes e Albuquerque (2018, p. 519), “na última década, o Brasil expandiu em 190% o mercado de agrotóxicos, o que colocou o País em primeiro lugar no ranking mundial de consumo desde 2008”. Desta forma, o Brasil torna-se o maior consumidor de agrotóxico do mundo, a região sul consome 30%, onde o Paraná é destaque entre os estados brasileiros, utilizando aproximadamente 12Kg/hectare/ano, sendo que a média brasileira é de 4 Kg/hectare/ano (LOPES & ALBUQUERQUE, 2018).

No Brasil, o consumo de agrotóxicos que era de 170.000 toneladas no ano de 2000, passou para 500.000 toneladas em 2014, logo, no período de 15 anos teve um aumento de 135% (BOMBARDI, 2017).

Em 2003 no Brasil, conforme o Sindag (2005), em 2003, dos produtos comercializados 19,0% era classe toxicológica I, 25,8% classe II, 32,0% classe III e 23,2% classe IV (SILVA et al., 2005).

Na comercialização de agrotóxicos, os herbicidas representam 45% do total de vendas, os fungicidas 14%, os inseticidas 12% e as demais classificações de agrotóxicos 29% (ANVISA; UFPR, 2012 apud CASSAL et al, 2014).

De acordo com Silva e colaboradores (2005, p. 895) existem no mundo atualmente “cerca de grandes indústrias com um volume de vendas da ordem de 20 milhões de toneladas e uma produção de 2,5 milhões de toneladas de agrotóxicos, sendo 39% de herbicidas, 33% de inseticidas, 22% de fungicidas e 6% de outros grupos químicos”. Sendo que no Brasil, há uma produção de 250 mil toneladas de agrotóxicos (SINDAG, 2005 apud SILVA et al., 2005).

Conforme dados do SINDIVEG (Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para a Defesa Vegetal), em 2015, a soja teve 52% da destinação das vendas dos agrotóxicos no país, ocupando o primeiro lugar, já o milho e a cana empataram, sendo que cada um consumiu 10% do total de vendas (BOMBARDI, 2017).

Segundo WHO/UNEP (1990 apud SILVA et al, 2001, p. 131) de forma geral “o consumo desses agentes no meio rural decresce na seguinte ordem: herbicidas > inseticidas > fungicidas. Embora os herbicidas sejam mais utilizados, em geral a toxicidade deste grupo de substâncias é inferior à dos inseticidas”.

Recentemente, nos deparamos com o amplo aumento do cultivo dos transgênicos, sendo que atualmente no Brasil, 96,5% da produção de soja é transgênica, o qual corresponde a uma área de 32,7 milhões de hectares transgênicos (BOMBARDI, 2017).

De acordo com o SINDAG (2013), o Brasil consumiu em 2012 cerca de 823,2 milhões de toneladas de agrotóxicos, sendo assim, o país torna-se o maior mercado consumidor de agrotóxico do mundo (apud SANTOS, 2017).

Conforme BOMBARDI (2017, p. 35), “uma parte significativa destes cultivos transgênicos diz respeito a sementes tolerantes ao herbicida glifosato, principal agrotóxico comercializado no Brasil”. No entanto, o volume do glifosato comercializado é superior à soma do volume dos ingredientes ativos que ocupam do 2º ao 10º lugar das substâncias mais vendidas no Brasil, portanto, o glifosato representa a mais de 50% do volume total de agrotóxicos vendidos conforme demonstra o quadro 3 (BOMBARDI, 2017).

Ainda conforme a legislação brasileira, os agrotóxicos só podem ser comercializados perante receituário agrônomo (prescrito por profissional habilitado). Para indicar o uso adequado, o rótulo e a bula devem conter essas informações, bem como, ações para minimizar os impactos adversos à saúde humana e ao meio ambiente (PERES, 2003).

De acordo com a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), o Brasil é terceiro maior consumidor de agrotóxico do planeta. Em 2014, os dados apontam crescimento de 6,9% do emprego de agrotóxicos se comparado com 2013, totalizando US\$ 12,2 bilhões, sendo o montante dividido em herbicidas (32%), inseticidas (40%), fungicidas (24%), acaricidas e outras classes de produtos agrícolas (SINDIVEG, 2015) (TELLES, 2013).

Quadro 3: Brasil – 10 ingredientes ativos mais vendidos (2014)

| Ingrediente Ativo | Venda (tonelada de IA) | Ranking |
|--------------------------|-------------------------------|----------------|
| Glifosato e seus sais | 194.877,84 | 1º |
| 2, 4-D | 36.513,55 | 2º |
| Acefato | 26.190,52 | 3º |
| Óleo mineral | 25.632,86 | 4º |
| Clorpirifós | 16.452,77 | 5º |
| Óleo vegetal | 16.126,71 | 6º |
| Atrazina | 13.911,37 | 7º |
| Mancozebe | 12.273,86 | 8º |
| Metomil | 9.801,11 | 9º |
| Diurum | 8.579,52 | 10º |

Fonte: IBAMA/ Consolidação de dados fornecidos pelas empresas registrantes de produtos técnicos, agrotóxicos e afins, conforme art. 41 do Decreto nº 4.074/2002 (Dados atualizados: 06/04/2016)
(apud BOMBARDI, 2017, p. 35).

4 AS ATIVIDADES AGRÍCOLAS COM O USO DE PRODUTOS QUÍMICOS E SEUS IMPACTOS AMBIENTAIS

4.1 A agricultura

O ecossistema é composto por fatores bióticos e abióticos, no primeiro, temos em sua composição os autotróficos – produz alimentos provenientes de substâncias inorgânicas – e os heterotróficos – são aqueles que utilizam e decompõem as substâncias sintetizadas pelos autotróficos. Já no segundo, os fatores abióticos, que são os recursos e as condições tais como os nutrientes, a luz, água e o clima, pH, respectivamente, etc. (PHILIPPI Jr, 2015).

O ecossistema rural controvverte de um ecossistema exportador, pois as atividades agropecuárias são responsáveis pelas mudanças no meio ambiente. Suas características são: a produção de alimentos; a importação energética - em forma de fertilizantes químicos, e bióticos – a partir da implementação de vegetais e animais de outras regiões; tem-se a retirada da vegetação primitiva para as atividades agrícolas (PHILIPPI Jr, 2015).

Na pré-história conforme Assad e Almeida (2004, p. 2) “o uso do fogo para limpeza de áreas, de algumas ferramentas para cultivo da terra e de plantios sem preparo do solo eram algumas das práticas que permitiram a formação dos primeiros aglomerados humanos, mais ou menos fixos”.

Na história da civilização, é de alta relevância os acontecimentos que marcaram a prática da agricultura, tais como o seu início, que possivelmente ocorreu há 10 mil anos. A partir deste momento, o homem pôde fixar-se a terra, pois era possível se alimentar sem que precisasse buscar por outro lugar (PHILIPPI Jr, 2015).

Civilizações antigas utilizavam produtos que tinham por objetivo combater as pragas e doenças presentes na agricultura, como por exemplo, substâncias de enxofre, arsênio, calcário e outras orgânicas, tais como a nicotina extraída do fumo. (GARCIA, 1996; MEIRELLES, 1996 apud SILVA et al, 2005).

As atividades agrícolas foram mudando e se espalhando pelo mundo inteiro. As plantas cultivadas passaram por modificações genéticas, sendo assim, permitiram o seu cultivo em diferentes regiões sem grandes perdas de produtividade. A diversidade de produtos produzidos pelas atividades também cresceu, sendo que o desenvolvimento de técnicas possibilitou o aumento da quantidade de alimentos e a melhoria da dieta humana – pelo menos para a população que busca uma alimentação nutricionalmente equilibrada. No entanto, a produção de alimentos que atendam às demandas da população é preciso fazer agricultura e, praticá-la, causa danos ao meio ambiente (ASSAD; ALMEIDA, 2004).

Diante da situação, deveria se ter uma reação racional de duas maneiras: a primeira, preservação de recursos naturais, caso não a houvesse, impor custos financeiros a quem não usasse com moderação; e a segunda, ações preventivas para quando houvesse consequências das mudanças climáticas (GASQUES, FILHO, NOVARRO, 2010).

Contudo, as atividades agrícolas no Brasil apresentam bom desempenho econômico, evidenciando seu dinamismo e a sua importância no país. No entanto, considerando que esta atividade causa impactos ambientais devido à substituição de uma vegetação naturalmente adaptada por outra que precisa da contenção do

processo de sucessão natural, visando ganhos econômicos, há o desafio ambiental de buscar sistemas de produção agrícola adaptados ao ambiente fazendo que a dependência de insumos externos – tais como os agrotóxicos – e de recursos naturais não renováveis sejam mínimos (ASSAD; ALMEIDA, 2004).

4.2 O agrotóxico no Brasil

Em 1920 deu-se início ao uso de pesticidas, mas foi na Segunda Guerra Mundial que a sua utilização como arma química propagou seu uso. Já no Brasil, foi a partir de 1960 que seu uso foi intensificado e em 1975, houve a abertura do comércio destes produtos com o Plano Nacional de Desenvolvimento (TELLES, 2013).

No setor agrícola brasileiro estima-se que 12 milhões de trabalhadores rurais são expostos constantemente aos agrotóxicos. No entanto, a maioria destes trabalhadores não segue as práticas adequadas para o manejo e uso desta substância, logo tornam-se sucessíveis aos efeitos adversos do produto (VEIGA, 2006).

Atualmente, o Brasil é um dos maiores consumidores mundiais de agrotóxicos, sendo que muitos produtos que são proibidos em outros países, aqui é produzido e vendido. O uso sem limitações vem afetando o meio ambiente e a saúde pública, de acordo com a OMS, 70% das intoxicações por estes produtos, acontecem em países de terceiro mundo (TELLES, 2013).

4.3 Agricultura sustentável

A agricultura sustentável demanda de uma solução integrada para o padrão agrário químico-dependente, concentrador de terras e desigual – referente ao acesso da inovação, crédito e mercado. Contudo, as ações para o desenvolvimento deveriam incorporar um programa no qual haja ações de saúde, controle ambiental e organização da população, ou seja, que não sejam considerados somente os aspectos produtivos e econômicos (PERES, 2003).

O crescimento da consciência ecológica da população choca-se com o cenário da agropecuária em áreas de grandes culturas, sendo este um fator exógeno de mudanças cada vez maiores (BUAINAIN, et al; 2014).

4.4 Contaminações e causas

A contaminação por agrotóxicos é potencializada pelo não cumprimento do receituário agrônomo, a não observação das áreas de proteção ambiental (APP's) e a disposição inadequada das embalagens dessas substâncias. No entanto, a presença de agrotóxicos em corpos hídricos é umas das mais complexas contaminações, tornando a deterioração da qualidade das águas destinadas ao abastecimento público, pois essa substância por vezes é resistente ao tratamento convencional para a potabilidade da água (SARAIVA SOARES et al, 2013 apud SOARES et al, 2014).

O uso extensivo de pesticidas químicos é um caso problemático, considerado ambientalmente incorreto com relação às práticas agrícolas modernas. Seu uso causa impactos negativos à qualidade da água e à biodiversidade aquática e terrestre, sendo que seu resíduo em alimentos representa ameaça a saúde humana. Os riscos ambientais de seu uso dependem dos padrões de uso (quantidade, período, tipo de aplicação, tipos de culturas, entre outros) e os princípios ativos (toxicidade e persistência), logo cada produto terá seu risco, contudo, não há uma avaliação sistematizada sobre esses fatores (BUAINAIN et al, 2014).

Entre os grupos de poluentes ambientais, os agrotóxicos são os que mais se destacam, pois o homem está comumente exposto a essa substância devido ao seu amplo uso, seja pela agricultura ou através da contaminação de alimentos e recursos naturais. A principal preocupação é referente às consequências que podem prejudicar a saúde humana, incluindo os efeitos genotóxicos, os quais podem ocasionar o desenvolvimento de câncer e de outras doenças (PERES, 2003).

O uso de pesticidas, mesmo que seja usado corretamente, causa diversos impactos no meio ambiente, tais como os desequilíbrios biológicos, contaminação ambiental, entre tantos outros. Já o seu uso inadequado, pode causar mortes ou intoxicações graves, acarretando em diversos impactos ambientais (TELLES, 2013).

Com relação ao meio ambiente, existem alguns fungicidas que não são biodegradáveis (mercuriais), já outros têm sua degradação somente em longo prazo. Contudo, esses produtos, afetam o meio ambiente, colocando em risco a vida da fauna, recursos hídricos e o homem (GARCIA, 1999).

O nitrogênio é um macronutriente e os seus excedentes podem causar impactos na atmosfera – através das perdas gasosas de amônia (um gás de efeito estufa), no solo e nas águas subterrâneas – poluição de nitratos, e nas águas superficiais – eutrofização. No entanto, a contaminação nas águas superficiais pode prejudicar diretamente a saúde humana e animal caso o nitrato torne-se nitrito tóxico e, indiretamente, por toxinas produzidas por bactérias e com excesso de algas que se reproduziram em altas taxas com a disponibilidade de nitrogênio (BUAINAIN et al, 2014).

A aplicação de agrotóxicos sob a forma de spray ou pó é um processo no qual não há alta eficiência devido ao fato que uma quantidade do princípio ativo não atinge a planta e o solo. Os resíduos dos agrotóxicos (no estado gasoso) que aderiram à poeira são constituintes de potencial para a contaminação do ar, portanto, torna-se um problema de larga escala. No entanto, os fatores climáticos intervêm neste fator, tais como o vento forte laterais que tendem a mover os agrotóxicos para áreas não-alvos (PERES, 2003).

Conforme BUAINAIN e colaboradores (2014, p. 524) “a contaminação por pesticidas pode resultar da dispersão das pulverizações, da volatilização, do escoamento superficial e da lixiviação”. O risco ambiental e as trajetórias dos pesticidas são conduzidos pela pressão de vapor (controla a tendência a volatilizar), características de adsorção (controla a sua retenção nas superfícies orgânicas e inorgânicas dos solos, ou seja, limitam a sua mobilidade, sendo que são influenciadas pelo pH e quantidade de argila e matéria orgânica no solo), solubilidade na água (é responsável pela mobilidade no meio ambiente, logo são mais suscetíveis de lixiviação nos corpos d’água) e persistência (BUAINAIN et al, 2014).

De acordo com Mota (2003), os principais impactos do uso de agrotóxico são:

- Maior número de pragas resistentes, pois se o produto é usado continuamente, há o desenvolvimento de populações mais resistentes. Desta forma, é necessário que novos produtos sejam utilizados, logo, mais tóxicos.
- Diminuição de abelhas e animais polinizadores, entre outros insetos úteis.
- Formação de pragas secundárias devido à eliminação de insetos benéficos.
- Contaminação em alimentos de origem animal ou vegetal, pois tem sido encontrada a presença de resíduos de agrotóxicos nos alimentos. Em alguns casos, há o acúmulo de resíduos na cadeia alimentar, alcançando o homem.
- Eliminação de plantas úteis (MOTA, 2003).

4.4.1 Espécies não-alvos

Com o aumento da utilização de agrotóxicos, diversos transtornos e modificações no meio ambiente surgiram, quanto pela contaminação dos seres vivos que a compõem, tanto pelo acúmulo dessas substâncias nos meios bióticos e abióticos dos ecossistemas (biota, água, solo, etc.). Sendo que um dos efeitos indesejáveis quanto ao seu uso, é a interferência nas espécies não-alvos – ou seja, aquelas espécies que não intervêm na produção agrícola estando incluso neste grupo, a espécie humana (PERES, 2003).

A persistência dos pesticidas no meio ambiente é muito variável, pois dependem de vários fatores como a sensibilidade ao ataque de microrganismos e enzimas, a composição de água do solo e a temperatura. No entanto, não existe uma relação linear entre a carga de princípios ativos e o seu potencial de danos à saúde humana e aos animais. Portanto, há relevâncias na adoção de práticas agroecológicas (BUAINAIN, et al; 2014).

4.4.2 Contaminação atmosférica

Os municípios que ficam próximos à zona rural ou são cercados por grandes plantações, devem ser prioritários para a Vigilância em Saúde Ambiental, inclusive quando referente à contaminação do ar. Pois, o risco é distribuído de forma desigual sobre o território, ocorrendo principalmente em comunidades rurais ou urbanas que

são influenciadas pelo cultivo de plantações que utilizam agrotóxicos (SOUZA et al, 2017).

A contaminação atmosférica é evidenciada com maior nível em regiões de altas temperaturas, pois este fator favorece a volatilização dos agrotóxicos. Diante disso, é importante analisar o clima da região em que o agrotóxico será aplicado, sendo que a tendência de volatilização de uma região tropical é diferente de uma região com clima mais ameno (PERES, 2003).

No contexto problemático da Vigilância Sanitária o enfoque é na saúde do trabalhador, água e solo. Assim, é necessário começar uma discussão sobre o ar contaminado por agrotóxico, a fim de promover medidas de vigilância em saúde ambiental para os grupos populacionais expostos ao ar poluído (SOUZA et al, 2017).

Após poucos dias de aplicação do agrotóxico, a volatilização é responsável pelas perdas de 80~90%. Essa perda está associada ao clima, à magnitude e distribuição das precipitações e propriedades do agrotóxico (SOARES, 2011 apud LIBÂNIO, 2016).

No Brasil, onde os lucros gerados através da agricultura representam grande contribuição para a economia nacional, os estudos científicos e despreocupação com a população exposta ao ar contaminado são carentes, logo, surge uma grande preocupação com essa situação (SOUZA et al, 2017).

4.4.3 Contaminação dos recursos hídricos

A utilização de agrotóxico contribuiu para o aumento da produtividade rural, sendo capaz de atender a demanda do crescimento populacional. Entretanto, com a recente formação de consciência científica que estuda os possíveis danos que o uso de agrotóxicos pode causar, tem-se a hipótese que em alguns casos, a geração de impactos ao meio ambiente e a saúde pública pode ser maior do que os benefícios da produtividade (VEIGA et al, 2006).

A contaminação dos recursos hídricos tem se indicado constante, sendo assim, o consumo humano de água sem tratamento está cada vez menor. Contudo,

antes de ser consumida, a água precisa passar pelo rigoroso processo de tratamento para que se torne potável (PALMA e LOURENCETTI, 2011).

Na engenharia e nos campos de ciências exatas, desenvolveram-se diversas técnicas e metodologias para o gerenciamento dos recursos hídricos, entre eles, equipamentos para o controle de poluição e tratamento de água. Apesar das questões ambientais serem de grande complexidade, esse assunto está presente nas preocupações dos cidadãos mais comuns e não somente nas agendas de especialistas (PHILIPPI Jr, 2015).

4.4.3.1 Qualidade da água

A determinação da qualidade da água deve estar associada ao seu uso, desta forma, a água tem o conceito de adequada ou inadequada para determinados usos. As suas características são estabelecidos por parâmetros químicos, físicos e biológicos. (Tchobanoglous e Schroeder 1987 citado por Porto 2002 apud PHILIPPI Jr, 2015, p. 427).

Nos aspectos físicos, é determinada a temperatura, a cor, a condutividades entre outros, nos aspectos químicos, as espécies iônicas, os compostos orgânicos naturais e sintéticos, os gases, o potencial Hidrogeniônico, a alcalinidade, a dureza. Já no aspecto biológico, são indicados os organismos patogênicos e outras espécies, bioensaios. É importante considerar o aspecto temporal – data da medição e vazões, e/ou aspecto espacial – local e forma de coleta da amostra (PHILIPPI Jr, 2015).

Conforme Peres e colaboradores (2003), “a contaminação de um sistema hídrico não representa só a contaminação da água consumida pela população local, mas também a contaminação de toda a população abastecida por esta água contaminada” (apud VEIGA, 2006, p. 2394).

4.4.3.2 Legislação

A legislação impõe limite de concentrações que podem estar presentes na água, no entanto, quando esses padrões são ultrapassados, a substância passa a ser um agente de degradação ambiental, um poluente. Os limites são classificados pela legislação em três modos: os ambientais aplicados aos corpos de água e aos usos definidos; portabilidade, ou seja, utilização para consumo humano ou para a indústria e; padrões de emissão – onde são estabelecidos os limites máximos de poluentes que podem ser lançado nos corpos de água e ambiente (PHILIPPI Jr, 2015).

De acordo com a Portaria do Ministério da Saúde nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011, em seu art. 37 “a água potável deve estar em conformidade com o padrão de substâncias químicas que representam risco à saúde e cianotoxinas, expressos nos Anexos VII e VIII e demais disposições desta Portaria”.

Conforme o anexo VII da Portaria do Ministério da Saúde nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011, o parâmetro da concentração de agrotóxicos na água é exposto na “tabela de potabilidade para substâncias químicas que representam risco à saúde”. Nesta tabela há 27 tipos de agrotóxicos, entre eles: Diuron, Glifosato+AMPA, DDT+DDD+DDE e Atrazina. São expostos os dados de: Parâmetro, CAS (número de referência de compostos e substâncias químicas adotado pelo Chemical Abstract Service.), Unidade (em µg/L) e Valor Máximo Permitido (VMP) (BRASIL, 2011).

4.4.3.3 Prevenção

A preservação das APPs é de extrema importância, principalmente das matas ciliares e bacias hidrográficas onde se tem a captação de água para o abastecimento público. Desta forma, pode-se reduzir a contaminação dos recursos hídricos devido ao escoamento superficial. Recomenda-se que, os pontos de coleta de água para o abastecimento público, estejam localizados a montante de locais onde há a aplicação de agrotóxicos, segundo estabelecido pela Lei Estadual (Minas Gerais) 10.793/1992, para bacias de mananciais enquadradas na Classe Especial e na Classe 1 (SOARES et al, 2014).

São de grande valor os cuidados com a contaminação dos recursos hídricos, pois estes atuam como via para transportar os contaminantes para fora da área fonte. Se uma determinada área com produção agrícola e com uso extensivo de agrotóxico estiver localizada próxima a uma fonte hídrica, este manancial possivelmente deve estar contaminado. Portanto, não são somente as pessoas que residem nesta área que estão expostas aos contaminantes, mas sim toda a população que venha a utilizar a água contaminada (PERES, 2003).

4.4.3.4 Contaminantes dos recursos hídricos

Muitas bacias hidrográficas possuem uma poluição não pontual que excede os efeitos gerados por fontes pontuais. Quando a poluição é lançada de forma difusa ou indireta é chamado de poluição pontual, no entanto, esta é de difícil detecção. Entre as fontes não pontuais de poluição, a que representa maior desafio é a agricultura, pois está distribuída largamente pelo país ocupando grandes áreas e inclui diversas atividades. Vários estudos demonstram que as bacias hidrográficas que possuem áreas onde há atividades agrícolas estão sucessíveis a sofrerem impactos múltiplos: contaminação por agrotóxicos, fertilizantes, desmatamento e assoreamento (PERES, 2003).

Desde a aplicação dos agrotóxicos no ambiente, as substâncias são absorvidas por diversos constituintes e através da água e do solo, transportadas para outras áreas. Nos ambientes aquáticos ocorre a bioconcentração que ameaça diversas espécies aquáticas, principalmente os peixes, pois estes possuem deficiência em mecanismos de destoxificação. Há também a contaminação das aves que deles se alimentam (TELLES, 2013).

Os resíduos de agrotóxicos e fertilizantes são os principais contaminantes de origem agrícola, pois quando aplicado essas substâncias sobre a área de cultivo, a mesma pode atingir os corpos d'água, seja de forma direta – através da chuva e da irrigação, ou indiretamente – através da percolação no solo que atingem os lençóis freáticos e a pulverização de agrotóxicos que pode ser transportada por correntes de ar que se depositam em áreas distintas (PERES, 2003).

Os sistemas aquáticos recebem aproximadamente 5000 toneladas de ingredientes ativos por ano, sendo que 200 kg de resíduos contaminados são originados a cada tonelada de ingrediente ativo produzido (GARCIA, 2001 apud PERES, 2003).

Entre as principais formas de transporte de uma área para outra dos agrotóxicos está a movimentação da água, contudo, os rios podem transportar a contaminação para regiões distantes. Algumas substâncias, como os organoclorados, possuem alta insolubilidade em água, portanto, permanecem em suspensão sob altas velocidades ou até mesmos contaminando o fundo de rios (TELLES, 2013).

Além disso, a prática de irrigação, a chuva e evapotranspiração podem modificar a mobilidade das substâncias. O destino dos agrotóxicos podem ser determinados pelas características da água como a temperatura, concentração de partículas suspensas, pH e outras substâncias químicas que estejam dissolvidas (LIBÂNIO, 2016).

As águas superficiais que possuem carreamento de fertilizantes podem sofrer com a eutrofização, que é proliferação excessiva de algas e de vegetação aquática, pela redundância de nutrientes (MOTA, 2003).

O uso ilegal de agrotóxicos é um grande problema, pois mesmo que o produto seja ilegal no Brasil é possível comprar nas fronteiras com outros países e ainda com preços bastantes atrativos. No entanto, a utilização destes produtos clandestinos pode estar causando contaminações em lençol freático superficial, as quais se tornam disponíveis para lagoas e poços, que adiante são consumidas por animais, vegetais e seres humanos (PERES, 2003).

4.4.4 Contaminação e poluição do solo

O solo é a “porção da superfície da terra, chão, parte inconsolidada do manto de intemperismo e que contém matéria orgânica e vida bacteriana que possibilitam o desenvolvimento das plantas” (FERREIRA, 1975 abut PHILIPPI Jr, 2015, p. 488), sendo que sua espessura é variável e suas características são muitas e

dependentes de fatores físicos, químicos, biológicos e geomorfológicos – bem como os fatores climáticos (PHILIPPI Jr, 2015).

Dentre os recursos mais importantes, está o solo, pois os vegetais e seres vivos dependem dele. Enquanto os seres humanos o destroem em pouco tempo, a sua formação pode levar até milhões de anos (MOTA, 2003).

O solo é um recurso natural não renovável de extrema importância, sendo um componente do planeta Terra, este serve de base para um ciclo orgânico e torna-se essencial para a existência da vida. No entanto, sem os seres vivos não existiria um solo fértil, pois no seu interior e na sua superfície, os microrganismos são responsáveis pela fertilidade do solo. Diante disso, podemos afirmar que o solo tem vida, portanto, quando se forem implantar projetos no solo, devemos conhecer técnicas que mantenham o equilíbrio ecológico para conservar a fertilidade do solo (PHILIPPI Jr, 2015).

Contudo, poluição e contaminação são termos que possuem significados diferentes. Assim, um ambiente é considerado poluído se as concentrações de uma determinada substância estão em níveis que afetam os componentes bióticos do ecossistema, danificando sua sustentabilidade e funcionalidade. Já o ambiente contaminado é quando houve o aumento da concentração de determinado elemento em relação às concentrações naturais (ALLOWAY, 1995, apud STEFFEN, G; STEFFEN, R; ANTONIOLLI, 2011).

A composição e a estrutura do solo devem ser levadas em consideração, por exemplo, são elas que definem a taxa de infiltração. Solos que possuem mais argila e matéria orgânica tendem a adsorver mais facilmente uma substância do que os solos arenosos e com pouca matéria orgânica (LIBÂNIO, 2016).

Conforme Steffen e colaboradores (2011, p. 16) em sistemas agrícolas “o solo sofre influência direta da utilização de agrotóxicos nas culturas, principalmente em sistemas inadequados de cultivo de solo”. A poluição do solo conforme Mota (2003, p. 134) “pode ser entendida como qualquer alteração provocada nas suas características, pela introdução de produtos químicos ou resíduos, de forma que ele se torne prejudicial ao homem e a outros organismos, ou tenha os seus usos prejudicados”.

Uma vasta variedade de substâncias sintéticas é acrescentada ao meio ambiente através da modernização de técnicas no processo de produção agrícola. Entre as substâncias, o agrotóxico recebe grande destaque, pois apresentam risco ambiental se usado de modo incorreto (STEFFEN, G; STEFFEN, R; ANTONIOLLI, 2011).

Assim, entre as principais fontes de poluição dos solos, está à utilização de fertilizantes e pesticidas, o lançamento e disposição dos efluentes sanitários e resíduos sólidos. A aplicação de fertilizantes é umas das formas de aumentar a produtividade do solo, tornando o solo ideal para o cultivo de plantações, entretanto, quando usado em excesso, pode ocasionar danos ao meio ambiente (MOTA, 2003).

Segundo Steffen e demais autores (2011), os agrotóxicos no momento da aplicação, podem ser depositados no solo de vários modos, entre eles:

1. aplicação direta da substância química;
2. pela uso de água contaminada para a aplicação de agrotóxicos;
3. contaminação através do contato do solo com embalagens contaminadas depositadas indevidamente;
4. contaminação procedente de produtos aplicados sobre a cultura, sobretudo quando a aplicação é feita via pulverização aérea;
5. em alguns herbicidas pode ocorrer o processo de volatilização e posterior precipitação, ocorrendo o depósito do elemento sobre o solo;
6. contaminação derivada da dessecação de culturas de cobertura e vindoura incorporação.

Os princípios ativos dos agrotóxicos além de poluir e contaminar, também causam perturbações nas atividades biológicas no interior do solo, sendo que este já sofre com o constante trabalho mecânico e baixa matéria orgânica, causando problemas de fertilização equilibrada, principalmente referente ao nitrogênio. O emprego excessivo deste elemento mineral causa vários problemas, entre ele a poluição das águas, pois este não é retido pelo poder absorvente do solo. Uma proposta para este problema é a rotação de culturas, desta forma, o nitrogênio sobranete seria capturado pela microvida (BUAINAIN et al, 2014).

De acordo com Costa (2004), as camadas superficiais são aquelas que abrigam uma grande variedade de organismos, os quais são responsáveis pela ciclagem de nutrientes, sendo que também é o local em que as plantas retiram os nutrientes para seu desenvolvimento, no entanto, é nesta camada que ocorre o acúmulo de resíduos de agrotóxicos (abut STEFFEN, G; STEFFEN, R; ANTONIOLLI, 2011).

As modificações no solo devido ao uso contínuo e em grandes quantidades de fertilizações são as seguintes: diminuição da concentração de matéria orgânica; degradação dos aspectos físicos, que pode modificar a sua capacidade de retenção e escoamento das águas. O resultado é o aumento da lixiviação, e conseqüente, na necessidade de usar mais produtos no solo (MOTA, 2003).

4.5 Avaliação de risco

A avaliação de risco ambiental de agrotóxicos está prevista pela portaria do IBAMA nº 84/1996 e após, na Lei nº 7802 através do decreto nº 4072/2002. Sendo que mais recentemente, o IBAMA na avaliação de risco ambiental passou a adotar a estrutura conceitual do processo definida pela USEPA para a avaliação de novos ingredientes ativos (REBELO; CALDAS, 2014).

Normalmente uma avaliação de risco inicia quando há dados ambientais e dados de saúde que demonstram que determinado agente pode ser potencialmente perigoso, logo, os efeitos a saúde e ao meio ambiente devem ser avaliados de forma quantitativa e qualitativa para que após, se necessário, decisões possam ser tomadas (PERES, 2003).

De acordo com Rebelo e Caldas (2014, p. 1200), a avaliação de risco ambiental é “denominado risco ecológico, avalia a probabilidade da ocorrência de um efeito ecológico adverso como resultado da exposição a uma ou mais substâncias”.

As etapas da avaliação de riscos são: 1) identificação de perigo, 2) avaliação da relação dose-resposta, 3) avaliação de exposição; 4) caracterização de risco.

Comumente, a avaliação de risco compõe a etapa intermediária entre a pesquisa e o gerenciamento de risco (PERES, 2003).

4.6 Embalagens vazias

Com o aumento da população, a agricultura enfrenta como desafio a utilização de métodos e procedimentos que além da produtividade, garantam o respeito da vida humana e o meio ambiente (BOLDRIN et al, 2007).

As embalagens vazias destes produtos são um grande problema, pois a reutilização, o descarte ou a destinação inadequada destas embalagens, aumenta o risco de contaminação ambiental e causa diversos efeitos à saúde humana. Apesar de que a devida destinação está prevista na Lei 9.974/2000, muitos usuários ainda não fazem a devolução das embalagens vazias, portanto, também não há o recolhimento das mesmas (PERES, 2003).

Se descartados de forma incorreta, as embalagens de agrotóxicos apresentam um elevado risco de contaminação ambiental e humana por conterem resíduos desta substância no interior dos recipientes, portanto, as embalagens vazias são classificadas como resíduo perigoso (SANTA CATARINA, 2018).

Desta forma, entre as preocupações da agricultura, está a destinação das embalagens vazias de agrotóxicos, pois seu descarte incorreto pode causar grandes danos ao meio ambiente. Sendo assim, este segmento vem desenvolvendo programas de educação e orientação para o adequado uso dos produtos químicos, bem como na logística reversa destas embalagens, contudo, atendendo à legislação ambiental vigente (BOLDRIN et al, 2007).

Em 2002 foi criado pelos fabricantes de agrotóxicos o INPEV (Instituto Nacional de Processamento de Embalagens Vazias), representando as indústrias fabricantes de produtos fitossanitários este assumiu o gerenciamento da destinação final das embalagens vazias de agrotóxicos no Brasil. De acordo com o INPEV, as embalagens de agrotóxicos no Brasil passíveis de reciclagem são de 95%, logo, os 5% satisfazem as embalagens que são devolvidas contaminadas, sendo que estas são encaminhadas para a incineração (SANTA CATARINA, 2018).

4.6.1 Tipos de embalagens

Como qualquer outra atividade, a agricultura também gera resíduo, no entanto, entre os principais resíduos estão às embalagens de agrotóxicos (OLIVEIRA, 2012).

Os agrotóxicos são armazenados em diversos tipos de embalagem:

- Embalagens rígidas laváveis: são as embalagens que armazenam os agrotóxicos para serem diluídos em água;
- Embalagens rígidas não laváveis: são as que não utilizam água como veículo de pulverização, tais como as de Ultra Baixo Volume (UBV) e formulações oleosas;
- Embalagens flexíveis: são os sacos plásticos, de papel, metalizada, mista, entre outros materiais;
- Embalagens secundárias: são as que acondicionam as embalagens primárias, no entanto, não entram diretamente em contato com as formulações, podem ser flexíveis ou rígidas. São consideradas embalagens não perigosas e não contaminadas (CANTOS; MIRANDA; LICCO, 2008).

4.6.2 Lavagem das embalagens

As embalagens que armazenam as substâncias químicas devem ser submetidas à tríplice lavagem, ou seja, serem enxaguadas três vezes logo após o esvaziamento da embalagem. Outra técnica é a lavagem sob pressão. Desta forma, os resíduos são menores àqueles em que a lavagem foi realizada incorreta. As águas utilizadas no processo de lavagem das embalagens devem ser despejadas no tanque pulverizador (TELLES, 2013).

De acordo com a NBR 10004/2004 (ABNT, 2004), as embalagens não laváveis são classificadas como resíduos sólidos perigosos (classe I), desta forma, procedimentos de lavagens especiais são exigidos para as etapas de manuseio e destinação final. As embalagens lavadas de forma correta pela tríplice lavagem ou

sob pressão são consideradas como resíduos sólidos não perigosos (classe III) (SANTA CATARINA, 2018).

O processo de tríplice lavagem é composto pelas seguintes etapas:

- esvaziar totalmente a embalagem no tanque do pulverizador;
- acrescentar 1/4 do volume da embalagem de água limpa;
- tampar a embalagem e agitá-la por 30 segundos;
- despejar no tanque o líquido resultante no tanque do pulverizador;
- repetir esta operação três vezes (CANTOS; MIRANDA; LICCO, 2008).

O § 4º da Lei 9.974, de 6 de junho de 2000 fala sobre a lavagem das embalagens vazias:

As embalagens rígidas que contiverem formulações miscíveis ou dispersíveis em água deverão ser submetidas pelo usuário à operação de tríplice lavagem, ou tecnologia equivalente, conforme normas técnicas oriundas dos órgãos competentes e orientação constante de seus rótulos e bulas (BRASIL, 2000).

Logo, a lavagem sob pressão só pode ser realizada em pulverizadores com acessórios adaptados para realizar este procedimento. O seu processo consiste nas seguintes etapas:

- realizar o encaixe da embalagem do local adequado do funil instalado no pulverizador;
- ativar a alavanca para liberar o jato d'água;
- o jato d'água deve ser direcionado para todas as paredes internas da embalagem por 30 segundos;
- o líquido resultante da embalagem é transferido automaticamente para dentro do tanque pulverizador (CANTOS; MIRANDA; LICCO, 2008).

4.6.3 Logística reversa

A logística reversa das embalagens vazias de agrotóxicos torna-se o Brasil como referência neste assunto, sendo que o início deste processo ocorre com os agricultores que tem a obrigação legal de realizar a lavagem dos recipientes (tríplice

lavagem ou lavagem sob pressão) e após, devolvê-las dentro do prazo de um ano após a compra ou em até seis meses após a validade do produto (SANTA CATARINA, 2018).

Por serem poluentes de alta toxicidade e que ocasionam impactos enquanto se espalham pelo meio ambiente, o retorno dessas embalagens é de extrema importância para o bem estar da população e a sustentabilidade local, regional e global (BOLDRIN et al, 2007).

A logística reversa das embalagens vazias de agrotóxicos é um método fundamental para que sejam minimizados os impactos ambientais causados pela destinação incorreta das embalagens, tornando-se uma ferramenta utilizada progressivamente para o desenvolvimento na agricultura com o objetivo da correta destinação dos resíduos perigosos gerados na atividade (OLIVEIRA, 2012).

Conforme o Decreto nº 4.074, de 4 de janeiro de 2002, centro ou central de recolhimento é um estabelecimento credenciado ou mantido por um ou mais fabricantes e registrantes, ou em conjunto com comerciantes, que é destinado ao recebimento e armazenamento provisório de embalagens vazias de agrotóxicos de origens dos estabelecimentos comerciais, postos de recebimento ou direto dos usuários (BRASIL, 2002).

O recebimento itinerante no estado, é realizado pelos agentes de comercialização dos produtos e centrais de recebimento, assim há pontos de recebimento temporários próximos às propriedades rurais, desta forma, promovem a devolução das embalagens. Os comércios varejistas que comercializam estes produtos também podem se adequar para o recebimento temporário de embalagens vazias, para após encaminhar aos pontos específicos (SANTA CATARINA, 2018).

De acordo com Boldrin e colaboradores (2007), para ser eficiente a coleta das embalagens vazias no campo devem seguir as seguintes etapas:

1. Produtor
2. Incentivos à devolução
3. Tríplice lavagem
4. Transporte da zona rural até o centro coletor
5. Recebimento no centro coletor

6. Armazenamento neste centro até determinado nível de estoque
7. Recolhimento por parte da indústria para ser dada a destinação final (BOLDRIN et al, 2007).

Conforme o estado de Santa Catarina (2018, p. 159), “o estado conta com 19 unidades de recebimento para a devolução de embalagens vazias de defensivos agrícolas pós-uso, sendo 6 centrais e 13 postos”.

4.6.4 Legislação

A Lei nº 9.974/2000 é de extrema importância, pois estabelece responsabilidades aos agentes que estão envolvidos no processo de descarte das embalagens pós-uso, no entanto, é indispensável que ocorra a fiscalização e controle das embalagens vazias, desta forma, evitará negligência nas etapas do ciclo da logística reversa. No entanto, essa condição é fortalecida com a união entre o INPEV com os fabricantes, distribuidores, comerciantes e agricultores (OLIVEIRA, 2012).

Conforme o art. 56 do Decreto nº 4.074, de 4 de janeiro de 2002 (BRASIL, 2002) “os estabelecimentos destinados ao desenvolvimento de atividades que envolvam embalagens vazias de agrotóxicos, componentes ou afins, bem como produtos em desuso ou impróprios para utilização, deverão obter licenciamento ambiental”.

Logo, a Resolução CONAMA nº 465, de 5 de dezembro de 2014, que revoga a Resolução CONAMA nº 334/2003 (BRASIL, 2014) “dispõe sobre os requisitos e critérios técnicos mínimos necessários para o licenciamento ambiental de estabelecimentos destinados ao recebimento de embalagens de agrotóxicos e afins, vazias ou contendo resíduos”.

No entanto, conforme o art. 3º da Resolução CONAMA nº 465, de 5 de dezembro de 2014 (BRASIL, 2014) estão sujeitas ao licenciamento ambiental: “a localização, construção, instalação, modificação e operação de posto e de central de recebimento de embalagens de agrotóxicos e afins, vazias ou contendo resíduos”.

No estado de Santa Catarina, o Instituto do Meio Ambiente (IMA) é o órgão ambiental da esfera estadual, o qual apresenta a Instrução Normativa (IN) nº 29 que diz respeito ao depósito de agrotóxicos em casas agropecuárias e comércio atacadista com depósitos de agrotóxicos, bem como recomendações de armazenamento das embalagens vazias (SANTA CATARINA, 2018).

O § 2º da Lei 9.974, de 6 de junho de 2000 diz respeito a destinação das embalagens:

Os usuários de agrotóxicos, seus componentes e afins deverão efetuar a devolução das embalagens vazias dos produtos aos estabelecimentos comerciais em que foram adquiridos, de acordo com as instruções previstas nas respectivas bulas, no prazo de até um ano, contado da data de compra, ou prazo superior, se autorizado pelo órgão registrante, podendo a devolução ser intermediada por postos ou centros de recolhimento, desde que autorizados e fiscalizados pelo órgão competente (BRASIL, 2000).

De acordo com a Lei 9.974/2000, os agricultores (usuários dos agrotóxicos) têm as seguintes responsabilidades:

- fazer o preparo das embalagens vazias para a devolução nas unidades de recebimento. As embalagens rígidas laváveis devem efetuar a lavagem sob pressão ou tríplice lavagem; já as embalagens rígidas não laváveis, é necessário, mantê-las intactas, devidamente tampada e sem vazamento; e as embalagens flexíveis contaminadas: acomodá-las em sacos plásticos padronizados;
- inutilizar a embalagem;
- as embalagens na propriedade devem ser armazenadas, temporariamente, em local adequado;
- realizar o transporte e devolução das embalagens vazias na unidade de recebimento mais próxima dentro do prazo de um ano, contando a partir da sua compra;
- os comprovantes de entregas das embalagens e a nota fiscal de compra do produto devem ser mantidos em seu poder, por até um ano (CANTOS; MIRANDA; LICCO, 2008).

Conforme o § 5º da Lei 9.974, de 6 de junho de 2000, a responsabilidade da destinação final das embalagens vazias compete as empresas produtoras e comercializadoras:

As empresas produtoras e comercializadoras de agrotóxicos, seus componentes e afins, são responsáveis pela destinação das embalagens vazias dos produtos por elas fabricados e comercializados, após a devolução pelos usuários, e pela dos produtos apreendidos pela ação fiscalizatória e dos impróprios para utilização ou em desuso, com vistas à sua reutilização, reciclagem ou inutilização, obedecidas as normas e instruções dos órgãos registrantes e sanitário-ambientais competentes (BRASIL, 2000).

Conforme já mencionado, o INPEV por meio do sistema de coleta chamado “Campo Limpo” e em conjunto com os fabricantes, revendedores e produtores são os responsáveis pelo gerenciamento das embalagens, sendo que a logística reversa dos recipientes vazios de defensivos agrícolas foi estabelecida pela Lei nº 4.074/2002. Logo a fundação deste instituto, foi publicado em março de 2002 o Decreto 4.074, entrado em funcionamento o Sistema Campo Limpo (SANTA CATARINA, 2018).

O poder público conforme a Lei 9.974/2000 têm as seguintes responsabilidades:

- Realizar a fiscalização do funcionamento do sistema de destinação final;
- De acordo com órgãos competentes de cada estado, emitir as licenças de funcionamento para as unidades de recebimento e, apoiar os esforços de educação e conscientização do agricultor sobre as suas responsabilidades (CANTOS; MIRANDA; LICCO, 2008).

De acordo com o item 5.3 da IN nº 29 do IMA, as embalagens de agrotóxicos deverão seguir as seguintes recomendações: devem ser armazenadas na forma em que as pilhas fiquem afastadas do teto ou luminária; devem ser armazenados sobre paletes; as embalagens devem estar fechadas com tampas voltadas para cima; embalagens danificadas ou abertas devem ser acondicionadas em recipiente fechado e identificado; as embalagens devem ser separadas por classes de uso ou conforme indicação do fabricante; entre outras recomendações (SANTA CATARINA, 2018).

4.7 Alternativas sustentáveis

A vida e os ecossistemas impactados pelos agrotóxicos são impossíveis de serem monetizados devido à dificuldade de restaurá-los a condição natural. Sendo assim, não é possível mensurar o sofrer das pessoas que convivem com os impactos causados pelos agrotóxicos, como por exemplo, os efeitos mutagênicos, teratogênicos e cancerígenos, que foram originados pelo contato com a substância. Contudo, são imensuráveis os custos sociais e ambientais verdadeiros desta atividade (PERES, 2003).

O fato de os agentes patogênicos criarem resistência aos tratamentos vem causando uma busca contínua por novos produtos, logo, novas substâncias e soluções vão surgindo, tais como: a substituição de pesticidas químicos por biológicos e o avanço da engenharia genética que permite o desenvolvimento de espécies vegetais mais resistentes a pragas (BUAINAIN et al, 2014).

Algo que poderia diminuir os impactos ambientais é a aplicação correta dos produtos químicos, visto que há a necessidade do controle de pragas, pois caso não seja feito este controle, há prejuízos nas colheitas de safra. No entanto, o problema não está somente na aplicação do produto, mas também na distância da plantação aos corpos d'água e no manuseio e descartes das embalagens utilizadas, uma vez que estes recipientes são lavados ou até mesmo descartados em águas naturais ocorrendo contaminação da mesma, logo, a contaminação que antes era somente no solo, passa a ser identificadas nos recursos hídricos, portanto, o controle da poluição deve ser realizado na fonte geradora (TELLES, 2013).

O crescimento da discussão sobre os agrotóxicos nas áreas da saúde do trabalhador e da saúde ambiental vem ocasionando o aumento das adoções de medidas de educação, proteção coletiva, fiscalização, prevenção e gerenciamento de riscos, sendo assim, nos obrigam a desenvolver soluções não apenas para as relacionadas diretamente com o problema, mas sim, estratégias que venham a contribuir para uma sociedade sustentável (PERES, 2003).

A agricultura de precisão é um grande avanço tecnológico, pois esta técnica permite que os tipos e a quantidade de cada substância sejam calculados para cada

área do solo por um computador no solo, o qual processa dados enviados por satélite, isso permite a diminuição do desperdício de produtos e a poluição (BUAINAIN et al 2014).

Já o controle biológico ocorre quando há a regulação da quantidade do número de plantas e animais por inimigos naturais em seus estágios de vida. Este controle pode ser natural – quando não há intervenção humana, ou aplicado – quando há introdução e manipulação de inimigos naturais para que seja feito o controle biológico. O lado positivo do controle biológico é que esta técnica não deixa resíduo, não há desequilíbrios, pois é mais específico, é mais barato e permanente no ecossistema. No entanto, sua ação é lenta se comparada com os agrotóxicos, possuindo maior eficiência em culturas perenes devido à praga se estabelecerem continuamente (TELLES, 2013).

Para o controle de poluição no solo, deve haver também a utilização controlada de fertilizantes, ou seja, na quantidade certa e sem exageros, bem como a devida utilização em função das características do solo. Deve haver a implementação de adubos orgânicos e a adoção das medidas de controle da erosão, desta forma, garante-se a fertilidade do solo e reduz o consumo de fertilizantes (MOTA, 2003).

O controle de contaminação em águas naturais deve ser tratado com prioridade, neste caso, o controle deve ser feito na fonte. Para isso, deve ser realizada a rotação de culturas para evitar a incidência de pragas e/ou o controle biológico. A remoção destas substâncias em águas através de técnicas como a adsorção em carvão ativado, deve ser empregada somente em última instância (TELLES, 2013).

A remoção de agrotóxicos em águas pode ocorrer através da adsorção em carvão ativado granular ou em pó. Essas substâncias também podem ser adsorvidas por alguns tipos de argilas, sendo removidas no tratamento por coagulação química (LIBÂNIO, 2016).

Para evitar o uso de defensivos agrícolas podem-se adotar técnicas para impedir e dificultar o surgimento de pragas, aumentando a resistência das plantas e melhorando as características do solo. Assim sendo, entre as medidas de manejo

ecológico está: o implemento de plantas resistentes; a rotação e intercalação de culturas; a eliminação de plantas hospedeiras; acréscimo de plantas tóxicas para determinados insetos; emprego de agentes biológicos, ou seja, inimigos naturais das pragas; e utilização de produtos naturais que combate às pragas, tais como o alho, arruda, fumo, pimenta, etc. (MOTA, 2003).

Determinadas plantas, devido a sua evolução, desenvolveram defesa química contra os insetos herbívoros, sintetizando metabólitos secundários com propriedades inseticidas, ou seja, possui atividade tóxica contra os insetos ou ação repelente. Assim, os inseticidas botânicos são produtos oriundos destas plantas, seja derivação ou partes da mesma, podendo ser o próprio produto vegetal, que geralmente é moído até ser reduzido a pó, ou são derivados da extração aquosa ou com solventes orgânicos (WIESBROOK, 2004 apud MENEZES; LIMA, 2005).

5 SAÚDE PÚBLICA E IMPACTOS SOCIAIS

Conforme Philippi Jr. 1988 (apud Jr 2015, p. 20), a OMS define saúde pública “como a ciência e a arte de promover, proteger e recuperar a saúde, por meio de medidas de alcance coletivo e de motivação da população”.

Conforme Santos (2017, p. 36) “é sabido, porém que o uso de agrotóxico, em especial nos sistemas intensivos de produção, constitui uma das principais fontes de contaminação do solo e da água, causando diversos impactos na saúde humana”.

A saúde pública tem por finalidade propor soluções para aquilo que é prejudicial à saúde e qualidade de vida aos seres humanos, isto é válido para as partes sociais, culturais, ambientais e econômicas, logo, a saúde pública para ser eficiente precisa do conhecimento de várias áreas, tais como a engenharia, biologia, medicina, direito, entre outros (PHILIPPI Jr, 2015).

Apesar das pesquisas brasileiras sobre o impacto que o agrotóxico proporciona a saúde humana terem aumentado, o seu conteúdo ainda é baixo, como por exemplo, há poucas informações sobre intoxicações e consumo deste produto. No entanto, o tema é de grande valor, principalmente se considerado a dimensão e diversidade dos grupos que são expostos a esses produtos, tais como os

trabalhadores da agropecuária, saúde pública, as indústrias fabricantes, as empresas de transporte e as comerciais (FARIA, 2007).

A saúde não faz parte somente do setor saúde, mas sim de um conjunto de ações que levem a um bem-estar mundial, ela deve ser vista como um recurso para a vida, enfatizando os recursos sociais e pessoais. O meio ambiente equilibrado, a habitação, a educação e o consumo dos recursos naturais fazem partem do grupo das condições e recursos fundamentais para a obtenção de saúde (WHO 1986 apud PHILIPPI Jr, 2015).

5.1 Exposição aos agrotóxicos

Entres os principais fatores de riscos para a saúde humana está o agrotóxico, sendo este utilizado em grande quantidade principalmente pelo setor agropecuário, onde tem se tornado objetivo de diversos estudos seja pelos danos que causam ao meio ambiente ou aos danos que provocam a saúde pública, principalmente aos trabalhadores que estão inseridos neste meio (SILVA et al, 2005).

Segundo Steffen e colaboradores (2011, p. 19) “a poluição do solo e da água com resíduos de agrotóxicos provoca efeito em todos os seres vivos, independente do lugar que ocupam em uma cadeia alimentar”.

Os principais danos e riscos que arremetem aos agricultores são os seguintes:

- Lesões traumáticas causadas por acidentes com ferramentas manuais, máquinas ou implementos agrícolas;
- Devido ao não relacionamento com trabalho, apesar de que seja comum tem os acidentes com animais peçonhentos, tais como abelhas, vespas, escorpião, etc.
- Exposição a agentes infecciosos e parasitários endêmicos, radiações solares por longos períodos, ruídos e vibrações provenientes pelo uso de motosserras, tratores etc,
- Exposição a ácaros, pólen, entres outras partículas que podem causar doenças respiratórias;

- Exposição a fertilizantes, podendo causar intoxicações graves e mortais (SILVA et al, 2005).

O indivíduo presente na lavoura durante a pulverização é um momento de risco individual e agravante da exposição. Caso nessa situação a pessoa perceba o risco que está se expondo, pode fazer com que utilize alguma medida de proteção, como por exemplo, o uso de EPI, no entanto, aqueles que não percebem que estão expostos, não se protegem (PERES et al., 2004 apud BRITO; GOMIDE; CÂMARA, 2009).

Todo agrotóxico, independente da classificação, deve ser usado com cuidado, assim, evita-se a probabilidade de qualquer tipo de acidente. Necessita-se também, seguir as orientações dos fornecedores e de pessoas especializadas, bem como a utilização de equipamento de proteção individual (EPI) aos manuseadores e aplicadores. São exemplos de EPI a serem utilizados: calça, botas, jaleco, touca árabe, luvas, entre outros (BRAIBANTE; ZAPPE, 2012).

A exposição aos agrotóxicos ocorre em setores agropecuários, saúde pública, no transporte, comercialização e produção desta substância. No entanto há a exposição ocupacional e a contaminação alimentar e ambiental, as quais colocam em risco toda a população, tornando-se mais vulneráveis a este tipo de contaminação, as famílias dos agricultores e a população que reside em áreas de produção (SILVA et al, 2005).

5.2 O uso de agrotóxicos e os efeitos a saúde humana

Quando há contaminação nos recursos hídricos e esta é utilizada para abastecimento público, muitos problemas à saúde humana podem surgir com uso contínuo desta água contaminada, pois há maior acúmulo desta substância no organismo, logo, doenças como câncer e distúrbios no sistema endócrino podem aparecer (PALMA; LOURENCETTI, 2011).

Visto que alguns efeitos do uso de agrotóxicos são advindos de intoxicações crônicas, desta forma, diversos impactos à saúde passam despercebidos com o verdadeiro motivo da doença – que é o contato com os agrotóxicos (PERES, 2003).

Se os fertilizantes atingirem os alimentos ou a água, podem causar diversos danos à saúde, tais como intoxicações e câncer (MOTA, 2003).

Os efeitos que os agrotóxicos podem causar a saúde humana podem ocorrer de duas formas: efeito agudo e efeito crônico. No primeiro, são aqueles oriundos da exposição a um ou mais agentes tóxicos, os quais são capazes de causarem dano efetivo aparente em um período de 24 horas. Já o segundo, é decorrente da exposição contínua a doses relativamente baixas de um ou mais produtos (PERES, 2003).

Segundo Santos (2017, p. 37) “entre os principais problemas relacionados com a contaminação dos solos por agrotóxicos estão a transferência desses compostos para a água e sua acumulação na cadeia alimentar, podendo causar sérios danos à saúde”.

Conforme Peres (2003), os impactos oriundos dos agrotóxicos causados a saúde humana pode ocorrer diretamente – através do contato direto do organismo com a substância, ou indiretamente – por meio de algo que foi impactado pelo uso deste produto. São três vias as responsáveis pelo impacto direto ao ser humano: via ocupacional, via ambiental e via alimentar, as quais são descritas a seguir:

- a via ocupacional é aquela caracterizada pela contaminação das pessoas que manipulam os agrotóxicos e aos trabalhadores que colhem os alimentos, ou seja, os trabalhadores que entram em contato com essa substância. No entanto, 80% dos casos de intoxicação são oriundos desta via;
- a via ambiental é aquela caracterizada pela distribuição dos agrotóxicos ao diversos componentes do meio ambiente, tais como a contaminação dos recursos hídricos e contaminação atmosférica. Acredita-se que esta via abranja um número maior de pessoas, no entanto, seu impacto é considerado menor que os impactos ocasionados pela via ocupacional;
- a via alimentar é aquela relacionada à ingestão de produtos contaminados por agrotóxicos. Apesar de esta via atingir uma grande parte da população urbana, os seus impactos são considerados menores devido a diversos fatores, tais como a pequena concentração de agrotóxicos que se encontra no alimento e a possibilidade de eliminar estes produtos – através de cozimento, fritura, entre outros (PERES, 2003).

Conforme análise de amostras coletadas nas 26 Unidades Federativas do Brasil realizadas pela PARA da ANVISA (2011), um terço dos alimentos consumidos diariamente pelos brasileiros está contaminado pelos agrotóxicos. Demonstrou-se que 63% dessas amostras apresentaram contaminação por agrotóxicos, no entanto, 28% mostraram ingredientes ativos não autorizados para aquele cultivo e/ou excederam os limites máximos de resíduos considerados aceitáveis (CASSAL et al, 2014).

Já os mecanismos indiretos de contaminação podem afetar a saúde da comunidade. Um exemplo seria contaminação da biota e de regiões próximas, pois a utilização destes produtos pode causar a colonização da área por espécies cada vez mais resistentes e perigosas para o homem (PERES, 2003).

5.3 Dados sobre intoxicações

De acordo com Fundacentro (2002, apud PERES, 2003, p. 231), “segundo dados da OMS, estão expostos a esses produtos, por meio do trabalho agrícola mundial, mais de 500 milhões de pessoas, das quais cerca de 1 milhão sofrem intoxicações agudas, com aproximadamente 20 mil mortes anuais”.

Foi registrado no SINITOX (Sistema Nacional de Informações Tóxico-Farmacológicas) 438.889 intoxicações entre os anos de 1996 e 2001, sendo que de origem ocupacionais foram 34.783 (7,92%). No entanto, das classificadas como ocupacionais, 11.453 (32,9%) foram causadas por agrotóxicos e afins (BENATTO, 2002; Brasil, 1996 a 2001, apud SILVA et al, 2005).

Conforme dados da OMS, no trabalho agrícola mundial mais de 500 milhões de pessoas estão expostas aos agrotóxicos, sendo que aproximadamente 1 milhão sofrem com intoxicações agudas e cerca de 20 mil mortes anuais (PERES, 2003).

5.4 Vigilância sanitária e programas

Em 1980 foi constituído pelo Ministério da Saúde, vinculado à Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), o Sistema Nacional de Informações Tóxico-Farmacológicas

(Sinitox). O seu objetivo é ser um sistema nacional abrangente de informação e documentação em toxicologia e farmacologia, fornecendo informações exatas sobre os agentes tóxicos a toda a população, instituindo no país uma rede de centros de assistências toxicológicas. Atualmente, essa rede é coordenada pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) (PERES, 2003).

Como indicador da ocorrência de resíduos de agrotóxicos em alimentos no Brasil, temos o Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos – PARA, sendo este programa uma ação do Sistema Nacional de Vigilância Sanitária (SNVS) (ANVISA, 2016).

A Vigilância Sanitária em respeito aos agrotóxicos tem focado na saúde do trabalhador, água e solo. Contudo, os grupos populacionais que ficam expostos ao ar contaminado, não recebem a devida atenção, logo, há a necessidade de aprimoramento das medidas de Vigilância Sanitária Ambiental para estes grupos (SOUZA et al, 2017).

Conforme a Anvisa (2016, p 14) o PARA “contribui para a segurança alimentar, orientando as cadeias produtivas sobre as inconformidades existentes em seu processo produtivo e incentivando a adoção das Boas Práticas Agrícolas (BPA)”.

Toxicovigilância é “o conjunto de medidas e ações que tem por finalidade conhecer a ocorrência e fatores relacionados às intoxicações e promover sua prevenção ou controle” (SÃO PAULO, 2002: 98 apud PERES, 2003, p. 311). Desta forma, o programa de toxicovigilância deve atender as necessidades de cada área, adotando um aspecto regional e municipal e se possível, utilizar infraestruturas de saúde, integrando-se às atividades do SUS (PERES, 2003).

O Sistema Nacional de Vigilância Sanitária – SNVS é composto por:

- Ministério da Saúde,
- Anvisa,
- Conselho Nacional de Saúde,
- Conselho Nacional de Secretários Estaduais de Saúde,
- Conselho Nacional de Secretários Municipais de Saúde,

- Centros de Vigilância Sanitária Estaduais, do Distrito Federal e dos Municípios,
- Laboratórios Centrais de Saúde Pública,
- Fundação Oswaldo Cruz,
- Conselhos Estaduais, Distrital e Municipais de Saúde,
- Participantes de ações da vigilância sanitária (ANVISA, 2016).

6 INGREDIENTES ATIVOS MAIS VENDIDO NO BRASIL

Ingrediente ativo é o “componente presente na formulação para conferir eficácia ao produto, segundo seu destino, obtido por um processo de fabricação (químico, físico ou biológico), contendo porcentagem definida de pureza” (BRASIL, 2010, p. 3).

Entre os agrotóxicos mais vendidos no Brasil, o quadro 10 apresenta os dez ingredientes ativos mais vendidos. Podemos observar que o produto Glifosato além de está no topo da lista, tem a quantidade vendida maior que a soma dos demais 9 ingredientes ativos que compõem o quadro.

Quadro 4: Os 10 ingredientes ativos mais vendidos - 2018

| Ingrediente Ativo (IA) | Venda (tonelada de IA) | Ranking |
|-------------------------------|-------------------------------|----------------|
| Glifosato e seus sais | 195.056,02 | 1º |
| 2,4-D | 48.921,25 | 2º |
| Mancozebe | 40.549,92 | 3º |
| Atrazina | 28.799,34 | 4º |
| Acefato | 24.656,79 | 5º |
| Dicloreto de paraquate | 13.199,97 | 6º |
| Enxofre | 10.409,69 | 7º |
| Imidacloprido | 10.021,22 | 8º |
| Óleo mineral | 9.112,53 | 9º |
| Oxicloreto de cobre | 8.018,65 | 10º |

Fonte: IBAMA / Consolidação de dados fornecidos pelas empresas registrantes de produtos técnicos, agrotóxicos e afins, conforme art. 41 do Decreto nº 4.074/2002

6.1 Classes de uso dos produtos formulados

De acordo com Nortox (2017), o produto Glifosato Nortox (composto de glifosato sal de isopropilamina e glifosato ácido) o produto 2,4 D Nortox (composto de 2,4 D Sal de dimetilamina e 2,4 D Ácido) têm seus usos recomendados como herbicidas.

O produto Mancozeb Nortox (composto por Mancozebe) é recomendado para uso como fungicida (NORTOX, 2019) e a Atrazina Nortox 500 SC (composto de Atrazina) tem o principal uso como herbicida (NORTOX, 2017).

O Acefato Nortox (composto de Acefato) é recomendado para como “inseticida sistêmico, de contato e ingestão, do grupo químico Organofosforado” (NORTOX, 2017, p. 1) já o Paraquat 200 SL Alamos (composto por Dicloreto de paraquate) possui uso recomendado para herbicida (ALAMOSBRASIL, 2017).

O Enxofre tem seu uso recomendado em fertilizantes (BASILE QUÍMICA, 2015) e o Imidacloprid Nortox (composto de Imidacloprid) tem como principal recomendação de uso como “Inseticida Sistêmico do grupo químico neonicotinóide” (NORTOX, 2017, p. 1).

O produto IHAROL (composto de óleo mineral) apresenta como principal uso em “inseticida/ Acaricida /Adjuvante, de Contato, do grupo químico Hidrocarbonetos Alifáticos” (IHARA, 2018, p. 1) e o produto RECOP (composto de oxicloreto de cobre) é aplicado como fungicida bactericida (ALAMOS BRASIL, 2015).

Contudo, conforme as informações acima, o quadro 5 apresenta de forma sucinta as classes de uso dos produtos mais vendidos no Brasil.

Quadro 5: Classe de uso dos produtos formulados

| Ingrediente Ativo | Principal classe de uso |
|--------------------------|--------------------------------|
| Glifosato e seus sais | Herbicida |
| 2,4-D | Herbicida |
| Mancozebe | Fungicida |
| Atrazina | Herbicida |
| Acefato | Inseticida |
| Dicloreto de paraquate | Herbicida |
| Enxofre | Fertilizante |
| Imidacloprido | Inseticida |
| Óleo mineral | Inseticida |
| Oxicloreto de cobre | Fungicida |

Fonte: (NORTOX, 2017, 2019; IHARA, 2018; BASILE QUÍMICA, 2015; ALAMOS BRASIL, 2015, 2017)

6.2 Comparação entre herbicida, fungicida e inseticida

Conforme o quadro 5 apresenta, entre as classes de uso de herbicida, fungicida e inseticida, os ingredientes mais vendidos são o Glifosato, o Mancozebe e o Acefato, respectivamente. Deste modo, os quadros 6 e 7 apresentam uma breve comparação entre estas substâncias.

Os quadros 6 e 7 foram realizados com informações presentes nas bulas e FISPQ dos referidos ingredientes ativos. Contudo, apresenta de forma sucinta uma breve comparação entre as substâncias glifosato, mancozeb e acefato.

Conforme o Decreto nº 4.074, de 4 de janeiro de 2002, o Equipamento de Proteção Individual (EPI) é “todo vestuário, material ou equipamento destinado a proteger pessoa envolvida na produção, manipulação e uso de agrotóxicos, seus componentes e afins” (BRASIL, 2002).

Segundo o Decreto nº 4.074, de 4 de janeiro de 2002, intervalo de reentrada é o “intervalo de tempo entre a aplicação de agrotóxicos ou afins e a entrada de pessoas na área tratada sem a necessidade de uso de EPI” (BRASIL, 2002).

Quadro 6: Comparação entre Glifosato, Mancozebe e Acefato

| | Glifosato | Mancozeb | Acefato |
|--|---|---|--|
| Principais usos recomendados para a substância ou mistura | Herbicida | Fungicida | Inseticida |
| Componentes | Glifosato sal de isopropilamina + Glifosato ácido | Mancozeb | Acefato |
| Intervalo de reentrada de pessoas nas culturas e áreas tratadas | Após a calda aplicada estiver seca (24h) | Após a calda aplicada estiver completamente seca (mínimo 24h) | Após a calda aplicada estiver completamente seca (mínimo 24h) |
| Medidas de proteção pessoal (olhos/ face) | Óculos com proteção lateral contra respingos químicos | Óculos com proteção lateral contra respingos químicos | Óculos com proteção lateral contra respingos químicos |
| Medidas de proteção pessoal (pele e corpo) | Luvas de proteção, calçado e macacão de PVC | Luvas de proteção, calçado e macacão de PVC | Luvas de proteção, calçado e macacão de PVC |
| Medidas de proteção pessoal (respiratória) | Para baixas concentrações utilizar EPR semi facial com filtro químico para VO e mecânico P2. Para altas concentrações utilizar máscara facial ou autônoma, conforme PPR | Para baixas concentrações utilizar EPR semi facial com filtro químico multi gases e mecânico P2. Para altas concentrações utilizar máscara facial ou autônoma, conforme PPR | Para baixas concentrações utilizar EPR semi facial com filtro químico multi gases e mecânico P3. Para altas concentrações utilizar máscara facial ou autônoma, conforme PPR. |
| Medidas de proteção pessoal (perigos térmicos) | Não apresenta perigos térmicos | Não apresenta perigos térmicos | Não apresenta perigos térmicos |
| Distância para aplicação | Aplicação aérea: 500m de povoação e manacias de captação de água para abastecimento público e 250m de mananciais de águas, moradias isoladas, agrupamento de animais e vegetação sucessível a danos | Aplicação aérea: 500m de povoação e manacias de captação de água para abastecimento público e 250m de mananciais de águas, moradias isoladas, agrupamento de animais e vegetação sucessível a danos | - |
| Destinação da embalagem | Conforme estabelecido para o produto e pela Legislação | Conforme estabelecido para o produto e pela Legislação | Conforme estabelecido para o produto e pela Legislação |

Fonte: Nortox (2017, 2019).

Quadro 7: Informações toxicológicas do Glifosato, Mancozebe e Acefato

| | Glifosato | Mancozeb | Acefato |
|---|--|---|--|
| Classificação toxicológica | III - medianamente tóxico | I - extremamente tóxico | I - extremamente tóxico |
| Classificação do potencial de periculosidade ambiental | III - produto perigoso | III - produto perigoso | II - produto muito perigoso |
| Toxicidade aguda | Produto não classificado como tóxico agudo por via oral e dérmica. | Pode ser nocivo em contato com a pele. Tóxico se inalado. | Nocivo se ingerido. Tóxico se inalado |
| Toxicidade para órgãos-alvo específicos – exposição única | Pode provocar irritação das vias respiratórias com tosse e espirros. Síndrome tóxica após a ingestão de doses altas: epigastralgia, ulceração, ou lesão de mucosa gástrica, hipertermia, anúria, oligúria, hipotensão, conjuntivite, edema pulmonar não cardiogênico, pneumonite, necrose tubular aguda, elevação de enzimas hepáticas, leucócitos, acidose metabólica e hipercalemia. | Não foram encontradas informações relevantes em literatura relacionadas à toxicidade sistêmica para certos órgãos-alvo após exposição única ao produto. | Pode provocar leve irritação respiratória. |
| Toxicidade para órgãos-alvo específicos – exposição repetida | No caso de exposição repetida estudos demonstram que o Glifosato não é retido pelo organismo e possui rápida eliminação, portanto não sofre acumulação no organismo. Os estudos em ratos, camundongos e cães Beagle demonstraram baixa toxicidade, por ingestão, em um tempo prolongado. | Não é esperado que o produto apresente toxicidade ao órgão-alvo específico por exposição repetida. | Não é esperado que o produto apresente toxicidade ao órgão-alvo específico por exposição repetida. |

Fonte: Nortox (2017, 2019).

De acordo com o quadro 6, o intervalo de reentrada de pessoas nas culturas e as medidas de proteção pessoal são praticamente as mesma, variando apenas o EPR. À distância para aplicação aérea do glifosato e mancozeb também são as mesma, visto que na bula e FISPQ do acefato essa informação não é apresentada.

A destinação das embalagens segue os métodos e legislação estabelecidos para cada produto.

Segundo o quadro 7, a classificação toxicológica do glifosato é III – medianamente tóxico, e do mancozeb e acefato é I – extremamente tóxico. Já a classificação do potencial de periculosidade ambiental, a substância acefato representa maior risco, pois é classificado como II – produto muito perigoso, sendo que o glifosato e o mancozeb possuem classificação como III – produto perigoso.

Quanto aos danos à saúde humana, o glifosato não é classificado como tóxico agudo. A toxicidade aguda do mancozeb é tóxico se em contato com a pele e o acefato é nocivo se ingerido, sendo os dois tóxico se inalado. Com relação a toxicidade para órgãos – alvos específicos – exposição única e repetida, o glifosato é o produto que pode causar maiores danos, conforme demonstrado no quadro 7.

Portanto, indiferente da classe de uso, os três ingredientes ativos analisados apresentam riscos e danos à saúde humana e ao meio ambiente conforme informações da FISPQ e da bula. Entretanto, é indispensável que as precauções e cuidados com o manuseio, uso do produto e descarte das embalagens sejam seguidos rigorosamente para que impactos socioambientais sejam evitados.

7 CONCLUSÃO

Devido a crescente demanda por alimento gerada pelo aumento da população, o uso de agrotóxicos tornou-se indispensável para a garantia de produção das plantações, sendo que sua utilização evita danos e prejuízo às áreas de cultivo.

No entanto, mesmo que a aplicação de agrotóxicos seja realizada de forma correta, causa diversos impactos ambientais, pois o agrotóxico será depositado sobre o solo, ocasionando a contaminação e poluição do solo, podendo atingir os mananciais hídricos. A utilização incorreta dos produtos químicos de uso agrícola poderá ocasionar diversos impactos socioambientais, entre eles a poluição e contaminação do solo, recursos hídricos e atmosférica e, causar danos à saúde humana.

Portanto, com o estudo realizado concluímos que os agrotóxicos são potencialmente causadores de impactos socioambientais. De acordo com a revisão bibliográfica e os dados disponibilizados, foi possível identificar diversos danos que esta substância pode ocasionar ao meio ambiente e a saúde pública.

Entretanto, é indispensável seguir as normas e orientações do uso de agrotóxico para que os impactos sejam mitigados e evitados. Deve-se haver a conscientização e orientação correta sobre o uso desta substância aos envolvidos com a produção agrícola, como por exemplo, o uso de EPI – que pode evitar intoxicações e danos à saúde humana, e a aplicação dos produtos na quantidade recomendada, assim se evita o desperdício e a poluição.

REFERÊNCIAS

Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa). **Programa de análise de resíduos de agrotóxicos em alimentos PARA**: relatório de atividade de 2013 a 2015. Brasília: 2016. 246 p.

ASSAD, Maria Leonor Lopes; ALMEIDA, Jalcione. Agricultura e sustentabilidade: contexto, desafios e cenários. **Ciência & Ambiente**, nº 29, p. 15-30, 2004.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Produtos químicos – Informações sobre segurança, saúde e meio ambiente Parte 1: Terminologia**. ABNT NBR 14725-1: 2009. 9 p. ISBN 978-85-07-01703-5.

BOLDRIN, Vitor Paulo; et al. A gestão ambiental e a logística reversa no processo de retorno de embalagens de agrotóxicos vazias. **RAI - Revista de Administração e Inovação**, Vol. 4, Nº 2, p. 29-48, 2007.

BOMBARDI, Larissa Mies. **Geografia do uso de agrotóxicos no Brasil e conexões com a União Europeia**. São Paulo: FFLCH – USP, 2017. 296 p. ISBN: 978-85-7506-310-1.

BRAIBANTE, Mara Elisa Fortes; ZAPPE, Janessa Aline. A Química dos Agrotóxicos. **Química e Sociedade**, Vol. 34, Nº 1, p. 10-15, fevereiro de 2012.

BRASIL. **Decreto nº 4.074, de 4 de janeiro de 2002**.

BRASIL. **Decreto nº 4.954, de 14 de janeiro de 2004**.

BRASIL. **Lei nº 6.894, de 16 de dezembro de 1980**.

BRASIL. **Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989**.

BRASIL. **Lei nº 9.974, de 6 de junho de 2000**.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011**.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 465, de 5 de dezembro de 2014**.

BRASIL. **Resolução de Diretoria Colegiada – RDC nº 34, de 16 de agosto de 2010.** Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. 2010.

BRITO, Paula Fernandes de; GOMIDE, Márcia; CÂMARA, Volney de Magalhães. Agrotóxico e saúde: realidade e desafios para mudança de prática na agricultura. **Physis Revista de Saúde Coletiva**, Vol. 19, Nº 1, p. 207-225, 2009.

BUAINAIN, Antônio Márcio; et al. (Ed. Téc.). **O mundo rural no Brasil do século 21: a formação de um novo padrão agrário e agrícola.** Brasília, DF: Embrapa, 2014. 1182 p. ISBN 978-85-7035-336-8.

Bula. Nortox, 2019. Disponível em: <http://www.nortox.com.br/wp-content/uploads/2017/05/BULA-Acefato-Nortox_VER-09-14.05.2019.pdf>. Acesso em 17 nov. 2019.

Bula. Nortox, 2019. Disponível em: <<http://www.nortox.com.br/wp-content/uploads/2017/08/Glifosato-720-WG-Nortox-Bula-VER-05-06.05.2019.pdf>>. Acesso em 17 nov. 2019.

Bula. Nortox, 2019. Disponível em: <<http://www.nortox.com.br/wp-content/uploads/2019/06/Mancozeb-Nortox-Bula-Ver-00-24.06.2019.pdf>>. Acesso em 17 nov. 2019.

CANTOS, Clotilde; MIRANDA, Zoraide Amarante I.; LICCO, Eduardo Antonio. Contribuições para a gestão das embalagens vazias de agrotóxicos. **INTERFACEHS – Revista de Gestão Integrada em Saúde do Trabalho e Meio Ambiente**, Vol. 3, Nº 2, p. 1-36, abril/agosto 2008.

CASSAL, Vivian Brusius; et al. Agrotóxicos: uma revisão de suas consequências para a saúde pública. **REGET - Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, Vol. 18, Nº 1, p. 437-445, Abril 2014.

FARIA, Neice Müller Xavier; FASSA, Anaclaudia Gastal; FACCHINI, Luiz Augusto. Intoxicação por agrotóxicos no Brasil: os sistemas oficiais de informação e desafios para realização de estudos epidemiológicos. **Ciência & Saúde Coletiva**, 12(1):25-38, 2007.

Ficha de informações de segurança de produtos químicos. Nortox, 2017. Disponível em: < www.nortox.com.br > 2017/05 > FISPQ-03-2002_04-Glifosato-Nortox>. Acesso em 16 nov. 2019.

Ficha de informações de segurança de produtos químicos. Nortox, 2017. Disponível em: < www.nortox.com.br > 2017/05 > FISPQ-35-2009_04-24-D_Nortox>. Acesso em 16 nov. 2019.

Ficha de informações de segurança de produtos químicos. Nortox, 2019. Disponível em: < www.nortox.com.br > 2019/06 > FISPQ-15-2019_00-Mancozeb-Nortox>. Acesso em 16 nov. 2019.

Ficha de informações de segurança de produtos químicos. Nortox, 2017. Disponível em: < www.nortox.com.br > FISPQ-04-2002_04-Atrazina_Nortox_500_SC>. Acesso em 16 nov. 2019.

Ficha de informações de segurança de produtos químicos. Nortox, 2017. Disponível em: < www.nortox.com.br > 2017/05 > FISPQ-29-2004_05-Acefato_Nortox>. Acesso em 16 nov. 2019.

Ficha de informações de segurança de produtos químicos. Alamos Brasil, 2017. Disponível em: < http://alamosbrasil.com.br/wp-content/uploads/2015/11/PARAQUAT-200-SL-ALAMOS_FISPQ_v2.pdf>. Acesso em 16 nov. 2019.

Ficha de informações de segurança de produtos químicos. Basile Química, 2015. Disponível em: < <http://www.basilequimica.com.br/wp-content/uploads/2015/09/008-FICHA-QUIMICA-ENXOFRE-Rev-02-280915.pdf>>. Acesso em 16 nov. 2019.

Ficha de informações de segurança de produtos químicos. Nortox, 2017. Disponível em: < http://www.nortox.com.br/wp-content/uploads/2017/05/FISPQ-10-2012_03_Imidacloprid_Nortox.pdf>. Acesso em 16 nov. 2019.

Ficha de informações de segurança de produtos químicos. Ihara, 2018. Disponível em: < <http://www.ihara.com.br/upload/produtos/fispq/1516794682.pdf>>. Acesso em 16 nov. 2019.

Ficha de informações de segurança de produtos químicos. Alamos Brasil, 2015. Disponível em: < http://alamosbrasil.com.br/wp-content/uploads/2015/11/RECOP_FISPQ.pdf>. Acesso em 16 nov. 2019.

GARCIA, Alvanir. **Fungicidas I: utilização no controle químico de doenças e sua ação contra os fitopatógenos.** Porto Velho: EMBRAPA-CPAF Rondônia, 1999. 32 p.

GASQUES, José Garcia; FILHO, José Eustáquio Ribeiro Vieira; NOVARRO, Zander (Org.). **A Agricultura Brasileira: desempenho, desafios e perspectivas.** Brasília: Ipea, 2010. 298 p. Inclui bibliografia. ISBN 978-85-781-1050-5.

GONÇALVES, Sérgio Antonio. **Gestão de Produtos Químicos.** Conselho Regional de Química – IV Região (SP), Santos e Sorocaba: CRQ, 2012. Disponível em < www.crq4.org.br >. Acesso em 05 out. 2019.

Jr, Arlindo Philippi. (Ed). **Saneamento, saúde e ambiente: fundamentos para um desenvolvimento sustentável.** Barueri, SP: Manole, 2005. 842 p. Inclui bibliografia. ISBN 85-204-2188-1.

KARAM, Décio; et al. **Agrotóxicos.** Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2015. 28 p. ISSN 1518-4277.

LIBÂNIO, Marcelo. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água.** 4 ed. Campinas, SP: Editora Átomo, 2016. 638 p. ISBN 978-85-7670-271-9.

LOPES, Carla Vanessa Alves Lopes; ALBUQUERQUE, Guilherme Souza Cavalcanti de. Agrotóxicos e seus impactos na saúde humana e ambiental: uma revisão sistemática. **Saúde debate**, Rio de Janeiro, V. 42, N. 117, P. 518-534, abril - junho 2018.

MENEZES, Aguiar; LIMA, Elen de. **Inseticidas botânicos: seus princípios ativos, modo de ação e uso agrícola.** Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2005. 58 p. ISSN: 1517-8498.

MOTA, Suetônio. **Introdução à engenharia ambiental.** 3 ed. Rio de Janeiro: ABES, 2003. 416 p. Inclui bibliografia. ISBN 85-7022-139-8.

OLIVEIRA, Edmar da Silva. A importância da destinação final das embalagens vazias de agrotóxicos. **Revista UNIABEU Belford Roxo**, Vol. 5, Nº 11, p. 123-135, setembro – dezembro 2012.

PALMA, Danielly Cristina de Andrade; LOURENCETTI, Carolina. Agrotóxicos em água e alimentos: risco à saúde humana. **REVISTA UNIARA**, v. 14, n. 2, p. 7-21, 2011.

PERES, Frederico; MOREIRA, Josino Costa. Saúde e ambiente em sua relação com o consumo de agrotóxicos em um pólo agrícola do Estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, 23 Sup 4:S612-S621, 2007.

PERES, Frederico (Org.). **É veneno ou é remédio? agrotóxicos, saúde e ambiente**. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 2003. 384 p.

REBELO, Rafaela Maciel; CALDAS, Eloisa Dutra. Avaliação de risco ambiental de ambientes aquáticos afetados pelo uso de agrotóxicos. **Quim. Nova**, Vol. 37, No. 7, 1199-1208, 2014.

Relatórios de comercialização de agrotóxicos. Ibama. Ministério do Meio Ambiente. Disponível em: https://www.ibama.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=594&Itemid=54. Acesso em 15 nov. 2019.

ROMAN, Erivelton Scherer; VARGAS, Leandro (Ed. Téc.). **Como funcionam os herbicidas: da biologia à aplicação**. Passo Fundo: Gráfica Editora Berthier, 2005. 152 p.

Santa Catarina (Estado). **Plano estadual de resíduos sólidos de Santa Catarina**: contrato administrativo n. 012/2016. Secretaria de estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável, Diretoria de Saneamento e Meio Ambiente. Florianópolis: SDS, 2018. 400 p.

Santa Catarina. **Instrução Normativa Nº 29**: Depósito de agrotóxicos em casas agropecuárias e Comércio atacadista com depósitos de agrotóxicos. Instituto do Meio Ambiente de Santa Catarina: maio/2018. 21 p.

SANTOS, Marco Aurélio dos (Org.). **Poluição do meio ambiente**. 1 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2017. 146 p. ISBN: 978-85-216-3368-6.

SILVA, Jandira Maciel da; et al. Agrotóxico e trabalho: uma combinação perigosa para a saúde do trabalhador rural. **Ciência & Saúde Coletiva**, 10(4):891-903, 2005.

SILVA, Jefferson José Oliveira; et al. Influência de fatores socioeconômicos na contaminação por agrotóxicos, Brasil. **Rev Saúde Pública**, Vol. 35, Nº 2, p. 130-135, 2001.

SOARES, Alexandra Fátima Saraiva; AZEVEDO, Bárbara Adriane Dantas, RODRIGUES, Nelson Uchôa Alonso. Aplicação dos algoritmos de Goss e Gus para estimar a contaminação das águas de mananciais de abastecimento público. **IBEAS – Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais**, V Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, Belo Horizonte/MG, 24 a 27/11/2014.

SOUZA, Gustavo dos Santos; et al. Presença de agrotóxicos na atmosfera e risco à saúde humana: uma discussão para a Vigilância em Saúde Ambiental. **Ciência & Saúde Coletiva**, 22(10):3269-3280, 2017.

STEFFEN, Gerusa Pauli Kist; STEFFEN, Ricardo Bemfica; ANTONIOLLI, Zaida Inês. Contaminação do solo e da água pelo uso de agrotóxicos. **TECNO-LÓGICA**, Vol. 15, Nº. 1, p. 15-21, jan./jun. 2011.

TELLES, Dirceu D'Alkmin (Coord.). **Ciclo ambiental da água: da chuva à gestão**. São Paulo: Blucher, 2013. 501 p. ISBN: 978-85-212-0694-1.

VEIGA, Marcelo Motta. et al. Análise da contaminação dos sistemas hídricos por agrotóxicos numa pequena comunidade rural do Sudeste do Brasil. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, 22(11):2391-2399, nov, 2006.