



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO OESTE DO PARÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO
TECNOLÓGICA
CENTRO DE FORMAÇÃO INTERDISCIPLINAR
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SOCIEDADE, AMBIENTE E
QUALIDADE DE VIDA
MESTRADO ACADÊMICO**

JOSEPH SIMÕES RIBEIRO

**CENÁRIO DE USO, CONSUMO E CLASSIFICAÇÃO DE RISCO DOS
AGROTÓXICOS NA NOVA FRONTEIRA AGRÍCOLA DO OESTE DO PARÁ**

**SANTARÉM – PA
2021**

JOSEPH SIMÕES RIBEIRO

**CENÁRIO DE USO, CONSUMO E CLASSIFICAÇÃO DE RISCO DOS
AGROTÓXICOS NA NOVA FRONTEIRA AGRÍCOLA DO OESTE DO PARÁ**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Sociedade, Ambiente e Qualidade de Vida, da Universidade Federal do Oeste do Pará, como requisito para obtenção do título de Mestre em Sociedade, Ambiente e Qualidade de vida. **Linha de Pesquisa:** Biodiversidade, Saúde e Sustentabilidade

Orientador: Prof. Dr. Maxwell Barbosa de Santana.

Coorientador: Prof. Dr. Ruy Bessa Lopes.

**SANTARÉM – PA
2021**

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas – SIBI/UFOPA

- R484c Ribeiro, Joseph Simões
Cenário de uso, consumo e classificação de risco dos agrotóxicos na nova fronteira agrícola do Oeste do Pará. / Joseph Simões Ribeiro. – Santarém, 2021.
138 p. : il.
Inclui bibliografias.
- Orientador: Maxwell Barbosa de Santana
Coorientador: Ruy Bessa Lopes
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Oeste do Pará, Pró-Reitoria de Pesquisa, Pós Graduação e Inovação Tecnológica, Programa de Pós-Graduação em Sociedade, Ambiente e Qualidade de Vida.
1. Agricultura. 2. Pesticidas. 3. Saúde humana. I. Santana, Maxwell Barbosa de, *orient.* II. Lopes, Ruy Bessa, *coorient.* III. Título.

CDD: 23 ed. 632.95098115



Universidade Federal do Oeste do Pará

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SOCIEDADE, AMBIENTE E
QUALIDADE DE VIDA**

ATA Nº 10

No vigésimo segundo dia do mês de fevereiro do ano de dois mil e vinte e um, às quatorze horas e trinta minutos, por meio remoto <https://meet.google.com/beo-cyvu-mhd> instalou-se a banca examinadora de dissertação de mestrado do discente Joseph Simões Ribeiro. A banca examinadora foi composta pelos professores: Dra. Flavia Garcez da Silva, Examinadora Externa ao Programa, Dra. Helionora da Silva Alves, Examinadora Interna, Dr. Jose Max Barbosa de Oliveira Junior, Examinador Interno, Maxwell Barbosa De Santana, orientador do discente. Deu-se início a abertura dos trabalhos por parte do professor Maxwell Barbosa de Santana presidente da banca, que, após apresentar os membros da banca examinadora e esclarecer a tramitação da defesa, solicitou ao discente que iniciasse a apresentação da dissertação, intitulada "Cenário de uso, consumo e classificação de risco dos agrotóxicos na nova fronteira agrícola do Oeste do Pará.", marcando um tempo de quarenta minutos para a apresentação. Concluída a exposição, o professor Maxwell Barbosa de Santana, passou a palavra aos examinadores para arguir o discente. Terminadas as arguições, o presidente da banca solicitou aos presentes que se retirassem da sala, para a realização do julgamento do trabalho, concluindo a Banca Examinadora por sua APROVAÇÃO, conforme as normas vigentes na Universidade Federal do Oeste do Pará. A versão final da dissertação deverá ser entregue ao programa, no prazo máximo de sessenta dias, contendo as modificações sugeridas pela banca examinadora. Conforme o Artigo 57 do Regimento Interno do Programa, o discente não terá o título se não cumprir as exigências acima

Flávia Garcez da Silva

Dra. FLAVIA GARCEZ DA SILVA, UFOPA

Examinadora Externa ao Programa

Helionora da Silva Alves

Dra. HELIONORA DA SILVA ALVES, UFOPA

Examinadora Interna

Jose Marc B. de O. Junior

Dr. JOSE MAX BARBOSA DE OLIVEIRA JUNIOR, UFOPA

Examinador Interno

Dr. MAXWELL BARBOSA DE SANTANA, UFOPA

Presidente

Joseph Simões Ribeiro

JOSEPH SIMÕES RIBEIRO

Mestrando

Dedico esta dissertação a meu avô Aldo Simões da Silva (*In memoriam*) e primo Yousseff Antônio Ribeiro Valente (*In memoriam*), mesmo não estando presentes em forma física, estarão nas memórias e nos exemplos que me deixaram para o resto da minha vida.

AGRADECIMENTOS

O desenvolvimento dessa dissertação de mestrado contou com uma grande equipe. Aproveito a oportunidade para agradecer a todos que, de alguma forma contribuíram com a realização deste trabalho.

- Agradeço a toda a minha família pelo apoio e torcida nos meus estudos, mas em especial a meus pais que nunca mediram esforços pela minha educação, mesmo nos momentos difíceis nunca me deixaram faltar nada.
- Agradeço muitíssimo ao Prof. Dr. Maxwell Barbosa por ter aceitado ser meu orientador, nos momentos de dúvida souber me ajudar com calma e paciência, sendo um excelente profissional e pessoa.
- Agradeço ao Prof. Dr. Ruy Bessa pelo tempo e paciência ao longo dos anos sendo meu tutor, conselheiro e amigo, nunca me deixando desistir e sempre dando aquela palavra de apoio no momento mais exato possível, principalmente nos últimos momentos da construção desta dissertação foi incansável.
- Agradeço ao Prof. Dr. Lucinewton Moura pela ajuda em trabalhos, publicações e nos momentos que vinham as dúvidas e com a ajuda providencial na luta pela diplomação de centenas de alunos do BICTA.
- Agradeço a minha amiga Larissa da Silva Soares que sempre ajudando com a palavra de acalento nos momentos de dificuldade na construção da dissertação.
- Aos meus colegas de mestrado Dinália Pacheco, Tiago Quaresma, Gernilane Souza e Luziene Silva, Raylon Marinho, Julia Carvalho e Marcelo Almeida.
- Agradeço também a meus tios Terezinha e Flaiury Valente por terem criado filhos e filhas maravilhosos, possuidores de grande caráter, e bom coração. Não podendo esquecer do grande coração valente, André Geraldo Ribeiro Valente, foi um guerreiro até o último momento, não desistindo se quer por um segundo de uma luta sofrida e dolorosa, tenho muita felicidade de ter você como um parâmetro moral a seguir.
- E por último Agradeço à CAPES, pelo apoio financeiro que sem este não poderia ter chegado até o fim desse trabalho.

RESUMO

Desde 2008 o Brasil é considerado o maior consumidor de agrotóxicos no mundo, mas nem todos os estados federativos possuem um sistema de informações sobre a venda desses produtos. Além disso, devido a um novo marco regulatório que buscou adequar o sistema brasileiro de avaliação de riscos para registro de agrotóxicos aos padrões internacionais acabou por apresentar diversas deficiências. Dessa forma, informações mais refinadas a nível estadual e local ficam armazenadas de forma difusa em diferentes órgãos, causando desinformação quanto ao seu uso, consumo e periculosidade, principalmente após a adoção do Sistema de classificação de risco GHS. Por esse motivo o objetivo desse trabalho foi criar um cenário do uso e consumo dos agrotóxicos. Para que assim se pudesse confrontar-se a antiga portaria de classificação para uso de agrotóxicos, frente ao novo marco regulatório. A metodologia base, se inicia com levantamento de dados secundários de diversas bases sobre informações relativas aos agrotóxicos a nível nacional e estadual para se ter um parâmetro do uso, consumo e classificação de risco dos mesmos. Em um segundo momento levantou-se dados por meio de trabalhos acadêmicos e parcerias acadêmico-governamentais para acessar dados primários sobre que permitiu avaliar o uso e consumo de agrotóxicos nas áreas de lavoura temporária dos municípios de Santarém, Belterra e Mojuí dos Campos, ora denominada Região do Maciço Santarém (RMS) e o comportamento do risco antes e depois da reclassificação para o Sistema GHS. Como principais resultados observou-se um crescente aumento no número de registros e consumo de agrotóxicos no Brasil e no estado do Pará que reflete-se intensamente nas regiões menores, como a RSM, pois em duas décadas a RSM teve um aumento de 512% no consumo de agrotóxicos, os riscos desses produtos entre a antiga e nova legislação, tanto em âmbito nacional quanto local, são semelhantes, tendo muitas realocações de produtos de classes I para categorias de baixo risco. Com este estudo concluímos que com o crescimento acelerado no setor agrícola, gera o aumento do consumo de agrotóxicos na região, que podem causar riscos devido a não sistematização do controle de vendas, não adoção de ensaios ecotoxicológicos para sua regulamentação, e com a nova classificação para risco para agrotóxicos, adotada recentemente, pode implicar em vulnerabilidade socioambiental nas áreas campestres da Amazônia, especialmente as submetidas a lavoura temporária.

Palavras-Chave: Agricultura. Pesticidas. Sistema globalmente harmonizado. Meio ambiente. Saúde humana.

ABSTRACT

Since 2008 Brazil is considered the largest consumer of pesticides in the world, but not all federal states have an information system on the sale of these products. In addition, due to a new regulatory framework that sought to adapt the Brazilian risk assessment system for the registration of pesticides to international standards, it ended up with several deficiencies. Thus, more refined information at the state and local level is stored in a diffuse way in different agencies, causing misinformation regarding its use, consumption, and dangerousness, especially after the adoption of the GHS risk classification systems. For this reason, the objective of this work was to create a scenario for the use and consumption of pesticides. So that one could confront the old classification ordinance for the use of pesticides, in light of the new regulatory framework. The base methodology starts with the collection of secondary data from different databases on information related to pesticides at national and state level to have a parameter for their use, consumption and risk classification. In a second moment, data were collected through academic works and academic-governmental partnerships to access primary data on what allowed to evaluate the use and consumption of pesticides in the areas of temporary crops in the municipalities of Santarém, Belterra and Mojuí dos Campos, now called Massif Santareno Region (RMS) and risk behavior before and after reclassification to the GHS System. As main results, there was an increasing increase in the number of registrations and consumption of pesticides in Brazil and in the state of Pará, which is intensely reflected in the smaller regions, such as RSM, since in two decades RSM had an increase of 512% in the consumption of pesticides, the risks of these products between the old and new legislation, both nationally and locally, are similar, with many reallocations of products from classes I to low-risk categories. With this study we conclude that with the accelerated growth in the agricultural sector, it generates an increase in the consumption of pesticides in the region, which can cause risks due to the non-systematization of sales control, non-adoption of ecotoxicological tests for its regulation, and with the new classification for risk for pesticides, recently adopted, may imply socio-environmental vulnerability in the peasantry areas of the Amazon, especially those submitted to temporary farming.

Keywords: Agriculture. Pesticides. Globally harmonized system. Environment. Human health.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Processos e impactos dos agrotóxicos no ambiente aquático	24
Figura 2 - Representação dos processos que podem ocorrer com uma molécula de agrotóxico após aplicação no solo.	27
Figura 3 - Estrutura de uma avaliação de risco ecológico, segundo a metodologia descrita pela Agência Ambiental Americana (EPA).	35
Figura 4 - Mapa de localização da RMS (Municípios de Santarém, Belterra e Mojuí-dos-Campos) dentro do Planalto Santareno.	52
Figura 5 . Fluxograma dos processos metodológicos para avaliação do cenário do uso de agrotóxicos no RMS.	55
Figura 6 - Número de registros de agrotóxicos e afins nos anos de 2005 a 2019 no Brasil e suas variações anuais.	56
Figura 7 - Comparação da quantidade média utilizada em campo de agrotóxicos entre o estado do Pará, Brasil e os principais países agrícolas no ano de 2018 segundo dados FAO (2018).	58
Figura 8 - Comparação do consumo de agrotóxicos pelos maiores consumidores nacionais e o estado do Pará dos anos de 2015 à 2019.	59
Figura 9 - Evolução a área de plantio no Estado do Pará entre os anos de 2012 e 2019.	61
Figura 10 - Evolução do número de agrotóxicos registrados no o Estado do Pará entre os anos de 2012 e 2020.	62
Figura 11 - Relação entre área plantada e número de agrotóxicos com uso liberado no Estado do Pará de 2012 à 2020.	63
Figura 12 - Relação entre área plantada e consumo em toneladas de agrotóxicos no Estado do Pará de 2012 à 2020.	64
Figura 13 - Classes de agrotóxicos utilizadas em diferentes níveis em relação ao uso na área de estudo.	66
Figura 14 . Mapa de localização do Planalto santareno e Região do Maciço dentro da Região do Planalto.	79
Figura 15 . Fluxograma dos processos metodológicos para comparação de classificações de risco de agrotóxicos	81

Figura 16 - Meios de exposição aos agrotóxicos e suas principais vias de intoxicação97

Figura 17 - Localização das comunidades agrícolas na RMS e riscos de intoxicação por agrotóxico por moradores.....98

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Valores orientadores para solo e água subterrânea de acordo com normas da Cetesb.	32
Tabela 2 - Classificação quanto ao potencial de periculosidade ambiental.....	36
Tabela 3 - Classificação da Persistência para agrotóxicos.	37
Tabela 4 - Sistema de Classificação quanto ao Potencial de Periculosidade Ambiental – PPA do Ibama (1996) para microcrustáceos e peixes.....	37
Tabela 5 - Classificação toxicológica de risco à saúde humana Portaria nº 3/1992 do MS.	38
Tabela 6 - Tabela para classificação toxicológica dos agrotóxicos de acordo com critérios da OMS.	39
Tabela 7 - Comparação do consumo médio por hectare de agrotóxico entre cinco Estados do Brasil, referente aos anos de 2015 a 2019.	60
Tabela 8 - Ranqueamento dos municípios produtores de soja no Estado do Pará, ano de 2019.	64
Tabela 9 - Evolução do crescimento da quantidade de agrotóxicos utilizados na RMS entre 2002 e 2020.	65
Tabela 10 - Ingredientes ativos mais consumidos no Estado do Pará em 2019.	68
Tabela 11 - Herbicidas a base de glifosato utilizados na RMS.	68
Tabela 12 - Classificação toxicológica de risco à saúde humana de acordo com novo marco regulatório determinado pelas RDC's nº 294/295/296 de 29 de julho de 2019.	82
Tabela 13 - Categorias de classificação de perigo GHS e suas e classes de risco.....	83
Tabela 14 - Como ficou a classificação dos agrotóxicos no Brasil em relação a classificação anterior normatizada pela Portaria MS nº03/1992.	85
Tabela 15 - Classificação dos agrotóxicos segundo a nova normas GHS.....	87
Tabela 16 - Classificação de risco toxicológico e ambiental dos agrotóxicos utilizados na RMS entre 2013 a 2020	88
Tabela 17 - Agrotóxicos utilizados na Região do Maciço Santareno de Extremamente tóxicos que após reclassificação.....	89

Tabela 18 - Padrão de potabilidade para agrotóxicos encontrados na RMS, de acordo com a Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde.	91
Tabela 19 - Agrotóxicos mais utilizados no Pará classificados como HHP's	94
Tabela 20 - Agrotóxicos mais utilizados no a Região do Maciço Santareno classificados como HHP's.....	95

LISTA DE SIGLAS

µg/L	Micrograma por litro
Adepará	Agência de Defesa Agropecuária do Estado do Pará
Anvisa	Agência de Vigilância Sanitária
ARA	Avaliação de Risco Ambiental
CAE	Concentração Ambiental Esperada
CAS	Número de registro de produtos químicos da Sociedade Americana de Química
Cetesb	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
Conama	Conselho Nacional do Meio Ambiente
DDT	Diclorodifeniltricloroetano
FAO	Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura
FAOSTAT	Sistema de dados Estatísticos da FAO
GHS	Sistema Globalmente Harmonizado de Classificação e Rotulagem de Produtos Químicos
ha	Hectare
HBG	Herbicida a Base de Glifosato
IA	Ingredientes Ativos
Ibama	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais
ICM	Imposto de Circulação de Mercadoria
IPI	Imposto de Produtos Industrializados
Kg	Quilo
KOC	Coeficiente de Adsorção
KOW	Coeficiente de partição n-octanol-água
Mapa	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MPPA	Ministério Público do Estado do Pará
MS	Ministério da Saúde
OMS	Organização Mundial da Saúde
ONU	Organização das Nações Unidas
p	Pressão de vapor

PAM	Produção Agrícola Municipal
PF	Produto Formulado
PPA	Potencial de Periculosidade Ambiental
PT	Produto Técnico
RDC	Resoluções da Diretoria Colegiada
RMS	Região do Maciço Santareno
Sidra	Sistema IBGE de Recuperação Automática
Sinan	Sistema de Informações de Agravos de Notificação
Sinitox	Sistema Nacional de Informações Tóxico-Farmacológicas
Sisagua	Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano
SNVE	Sistema Nacional de Vigilância Epidemiológica
SW	Solubilidade em água
t	Tonelada
t _{1/2}	Meia-vida
Usepa	Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	16
CAPÍTULO 1 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	19
1.1 Agrotóxicos	19
1.2 Contexto nacional do uso de agrotóxicos	21
1.3 Contaminação provocada por agrotóxicos	22
1.4 Resíduos de Agrotóxicos na biota	23
1.5 Ecotoxicidade e seus efeitos	25
1.6 Agrotóxicos e contaminação hídrica	27
1.6.1 Segurança hídrica	30
1.7 Contaminação do solo	31
1.8 Exposição e Risco ambiental	33
1.9 Classificação toxicológica para agrotóxicos no Brasil	36
1.9.1 Classificação da Toxicidade aguda	37
REFERÊNCIAS	40
CAPÍTULO 2 – USO E CONSUMO DE AGROTÓXICOS: construção de um Cenário estadual e local	49
2.1 Introdução	49
2.2 Material e métodos	51
2.2.1 Área de estudo	51
2.2.2 Levantamento de dados	53
2.2.2.1 Sistematização das informações	54
2.3 Resultados e Discussão	55
2.4 Conclusão	70
REFERÊNCIAS	71
CAPÍTULO 3 – ADOÇÃO DO SISTEMA GHS NO BRASIL: IMPLICAÇÕES A SAÚDE COLETIVA E AMBIENTAL PARA A NOVA FRONTEIRA AGRÍCOLA NA AMAZÔNIA	76
3.1 Introdução	76
3.2 Material e métodos	78
3.2.1 Área de estudo	78
3.2.2 Levantamento de dados	80
3.2.2.1 Sistematização das informações	80

3.3 Resultados e discussão	81
3.3.1 Novo marco regulatório	81
3.3.2 Sistema Globalmente Harmonizado de Classificação e Rotulagem de Produtos Químicos - GHS	83
3.3.3 Comparação entre as classificações	84
3.3.4 Limite máximo de resíduos em água	90
3.3.5 Limites máximos de resíduos em alimentos.....	92
3.3.6 Classificação dos Pesticidas Altamente Perigosos HHP's	93
3.3.7 Intoxicações por agrotóxicos	96
3.4 Conclusão	99
REFERÊNCIAS	100
CONSIDERAÇÕES FINAIS	105
REFERÊNCIAS	107
APÊNDICE	109
ANEXO.	128

INTRODUÇÃO GERAL

A utilização de agrotóxicos no mundo excede hoje a 4.122.334 milhões de toneladas ao ano de acordo com da Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO, sigla em inglês para *Food and Agriculture Organization*) (FAO, 2018). No Brasil, este montante, já alcança a cifra de cerca de 620 mil toneladas/ano (IBAMA, 2019a), o que representa pouco mais de 15% do consumo mundial. Entretanto esse consumo é estimado, pois não existe em nenhuma agência vinculada aos ministérios da Agricultura, do Meio Ambiente, da Economia e da Saúde, no Brasil, que compile dados históricos completos sobre o consumo anual para esses produtos.

De acordo com o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama) (2014), todos os dados apresentados são oriundos das declarações encaminhadas semestralmente pelas empresas titulares de registro desses produtos, em atendimento ao art. 41 do Decreto nº 4.074/2002, que regulamenta a Lei 7.802/1989. Ainda segundo Ibama (2014), para garantir o sigilo comercial das informações recebidas, não são divulgados nomes de produtos ou de empresas, bem como as quantidades de Ingredientes Ativos (IA) que não tenham no mínimo três empresas detentoras de registro e os valores de estoque inicial e estoque final, dessa forma existe uma lacuna entre o valor total e o valor final oficial divulgado.

O país já era considerado um dos grandes consumidores de agrotóxicos no ano de 1998 sendo o 3º maior consumidor do mundo, e em 2009 passou a liderar essa lista tendo como principais utilizadores desses produtos as lavouras temporárias são soja, milho e cana-de-açúcar ocupando uma área de 63 milhões de hectares de área plantada no ano de 2019 (IBGE/SIDRA, 2019a). A expansão destes cultivos tornou o Brasil o segundo maior exportador de soja e milho e o maior exportador de açúcar e álcool (IBGE/SIDRA, 2019b), o que explica parcialmente o aumento no consumo de agrotóxicos no país.

Em um contexto histórico mais local, podemos citar que as primeiras informações sobre uso desses produtos na região amazônica se deram na década de 60, onde Wagley (1953) cita o emprego do DDT, na região de Breves no Pará, no combate ao vetor da malária em 1946. Posteriormente, o uso de organoclorados foi ampliando, do combate à malária para pragas agrícolas. Muito embora, estes compostos clorados tenham sido banidos da agricultura brasileira a mais de três décadas e da saúde pública no Brasil desde 1992, alguns ainda são usados rotineiramente de forma ilegal (ALMEIDA et al., 2007). Saldanha et al., (2013)

reportam-se a relatos extraoficiais, de que o DDT ainda vem sendo utilizado clandestinamente. Dados, frequentemente difusos, referentes à presença de organoclorados em matrizes humanas são comumente observados na Amazônia (TORRES et al., 2009) e corroborados por Rêgo (2018) que encontrou resíduos de organoclorados em leite materno na região do planalto santareno.

Além de dados de Soumis et al. (2000) que realizou o primeiro levantamento dos agrotóxicos utilizado na região, que posteriormente veio a ser complementado por Ribeiro (2017) criando um dos primeiros históricos de uso e consumo desses produtos em contexto local. Também foram realizados trabalhos sobre resíduos desses produtos e seus impactos ao ser humano e ambiente nesta região, como os de Pires (2015) Morgado (2019) e Schwamborn, (2019).

Como visto o grande consumo de agrotóxicos gera pressão sobre a saúde ambiental assim como atua fortemente sobre a saúde humana, conforme exposto por Carneiro et al. (2012), Shinohara (2017), Simões (2019), Gonçalves e Cestarizychar (2019) e Melgarejo e Gurgel (2017), que afirmam não existir doses seguras de agrotóxicos, tanto na água, alimento ou outros tipos de exposições diretas ou indiretas a esses produtos. Por outro lado, até recentemente os agrotóxicos no Brasil eram avaliados segundo normas para a classificação de risco por meio da Portaria Ibama nº139/1994, a qual pessoalmente considero mais rígida dos que os contidos na nova proposta.

Esta Portaria estabelece testes e estudos laboratoriais, de semi-campo e campo, objetivando a multifatorialização dos riscos que envolvem o uso de agrotóxicos de maneira interdisciplinar (com disciplinas como, estatística, química, biologia, agronomia, pedologia, toxicologia, entre outras) para estabelecer informações tais como, propriedades físico-químicas e ecotoxicológicas e informações relativas à persistência, bioacumulação, transporte e resíduos em matrizes ambientais (IBAMA, 2020). A partir do ano de 2017, a Agência de Vigilância Sanitária (Anvisa), publicou um novo marco regulatório para os agrotóxicos. Essa nova metodologia é adotada na classificação é padronização de rotulagens de produtos químicos, sendo utilizada por diferentes países.

Tal classificação foi proposta ainda em 1992 na Eco-92 e adotada apenas em 2008 por países da União Europeia (LOPES; PADILHA, 2019). Esta classificação é conhecida como Sistema Globalmente Harmonizado de Classificação e Rotulagem de Produtos Químicos (*Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals - GHS*). Este processo sendo finalizado em 2019 acabou causando a reclassificação de diversos produtos

classificados anteriormente como extremamente tóxicos ao meio ambiente e à saúde pública para classes consideradas “menos perigosas”. Essa nova forma de classificação e avaliação de agrotóxicos, classifica um produto como perigoso considerando apenas o efeito letal e não mais os efeitos crônicos como cânceres, deformações e alterações bioquímicas e fisiológicas como era feito na antiga metodologia. Em um país que utiliza cerca de 20% de todo o agrotóxico produzido no mundo e possui a maior diversidade do planeta, legislações mais permissíveis que afrouxem as classificações do perigo desses produtos acaba por se tornar desastrosa a ser humano e a biota.

Dessa forma este estudo tem como objetivo criar um cenário de uso e consumo dos agrotóxicos utilizados na Região do Maciço Santareno (RMS), e avaliar comparativamente as mudanças ocorridas pela nova classificação de riscos dos agrotóxicos pelo Sistema GHS, frente a antiga legislação sobre esses produtos utilizados no contexto local.

CAPÍTULO 1 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1.1 Agrotóxicos

Para o controle de pragas que causem danos à agricultura ou outros danos para saúde humana e ambiental, empregam-se praguicidas, denominação dada ao grupo de substâncias que servem para matar, controlar ou combater as pragas (por exemplo, insetos, ácaros e roedores). Segundo Baird (2002) estes produtos já eram usados pelos gregos por volta de 1000 anos a.C. para fumigar seus lares com enxofre. Já nas décadas de 30 e 40 do século passado utilizava-se compostos com base no arsênio com função de inseticidas.

A produção de pesticidas teve início após a primeira guerra mundial, onde a indústria química, que antes desenvolvia pesquisas voltadas para a formulação de moléculas químicas empregadas como armas durante a guerra, passou a observar que muitos subprodutos eram letais também contra pragas que atacavam as culturas agrícolas (ZAMBRONE, 1986; SILVEIRA, 1993; TERRA, 2008).

Já o seu emprego escala mundial ocorreu após a Segunda Guerra Mundial, com o dicloro-difenil-tricloroetano (DDT), utilizado para o combate de insetos transmissores de doenças como malária, febre amarela e doença do sono (MOURA, 2009). Entre as décadas de 40 a 70 ocorre a Revolução Verde que se caracterizou pela mecanização rural, irrigação e o uso de fertilizantes e agrotóxicos, desencadeado pelo grande aumento populacional humano e conseqüentemente maior demanda por alimento (PINOTTI; SANTOS, 2013).

No Brasil esse processo se deu entre as décadas de 60 e 80 por meio de grandes incentivos a essa indústria que resultaram em quase 3.000% de aumento do uso de agrotóxicos no país nesse período (SAMPAIO; GONÇALVES NETO, 2018). Segundo Londres, (2011), em 1975, o governo criou o Programa Nacional de Defensivos Agrícolas, objetivando disponibilizar recursos financeiros destinados a fundação de empresas nacionais, culminando na aceleração e modernização do cenário agrícola nacional, resultando no maior consumo de veneno. Onde os agricultores tinham incentivos produção com a utilização de agrotóxicos, mas esses benesses era destinada apenas aos médios e grandes produtores, por possuírem meios para quitar o financiamento. Para pequenos produtores tinham condições de financiar um crédito rural, restava apenas a venda das terras, causando um êxodo rural em massa para as cidades no período da Revolução Industrial, a fim de trabalharem como operários nas indústrias (MARTINE, 1987; MOREIRA, 1998).

Atualmente o cenário de incentivos governamentais, pelo Brasil, ainda se mantém intenso, com um avanço no consumo da ordem de 342%, nos últimos 20 anos segundo dados

do sistema FAOSTAT da FAO que fornece acesso gratuito a dados de alimentos e agricultura para mais de 245 países e territórios e cobre todos os agrupamentos regionais da FAO de 1961 ao ano mais recente disponível (FAO, 2018). Por outro lado, o uso médio em kg/ha por área cultivada com agrotóxicos, cresceu no mesmo período 255% FAO (2018). Segundo Anvisa e o Observatório da Indústria dos agrotóxicos vinculado a Universidade Federal do Paraná, o mercado no país desses produtos nos últimos dez anos cresceu cerca de 190%, enquanto o mercado mundial, no mesmo período, cresceu 93%.

O desenvolvimento do negócio agrícola no Brasil está fortemente centrado na conquista de novas áreas de produção e na agricultura de precisão, onde os compostos químicos para controle e inibição de pragas e doenças encontram cada vez mais um ambiente favorável de negócios. Este cenário é corroborado Felema, Raiher e Ferreira (2013) afirmam que os agrotóxicos estão entre os principais instrumentos do atual modelo de desenvolvimento da agricultura brasileira, focado em ganhos de produtividade.

Estes compostos químicos são regulados no Brasil pelo Decreto nº 24.114/1934, que estabelece as diretrizes e obrigações para a produção, importação, exportação, comercialização e uso (BRASIL, 1934). A partir da Lei nº 7802/1989¹ que estabelece os órgãos responsáveis pelo e registro dos agrotóxicos como: Ibama, que trata dos efeitos ao ambiente no processo de avaliação e registro destes produtos no país. Além do Ibama, o registro envolve o Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (Mapa), ao qual cuida das avaliações sobre questões agronômicas. Por último completando a tríade para avaliação desses produtos temos a Anvisa, que trata da avaliação dos impactos dos agrotóxicos à saúde humana.]

Além disso desde 2002 as discussões sobre os agrotóxicos se acirraram diante da tramitação do Projeto de Lei 6.299/2002, que trata da regulamentação do uso de agrotóxicos, popularmente conhecido como PL do veneno ou Pacote do Veneno (GRIGORI, 2019b).

Essa lei em questão é vista pelos defensores como imprescindível para modernizar as leis brasileiras. Aparentemente com base nela foram escolhidas as diretrizes para a avaliação do novo marco regulatório para implantação do sistema GHS, essa forma de classificação de risco e rotulagem tão criticada por sua metodologia adotada no país ser diferente da adotada na Europa, que segundo Lima (2020), o marco regulatório brasileiro leva em consideração apenas os efeitos agudos como a mortalidade, diferente adotado na União Europeia que prioriza sua

¹ Lei que define agrotóxico como: 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

atenção aos efeitos crônicos (LIMA, 2020). Estas falhas do sistema brasileiro de GHS, acabam por tornar o registro e rotulagem dos riscos menos rígidas, que podem acarretar riscos aos trabalhadores rurais e camponeses que já são altamente vulneráveis a estes venenos segundo Talhaferro (2013).

1.2 Contexto nacional do uso de agrotóxicos

No mundo, principalmente na última década, houve um aumento vertiginoso no consumo de agrotóxicos, de acordo com Bombardi (2012) esse avanço se deu por dois fatores: o primeiro é a transformação do alimento em combustível e o segundo seria à produção de energia (biocombustíveis).

Em 1998 o Brasil já era o terceiro maior consumidor do mundo (PONTE, 1998). Um pouco mais de uma década, em 2009, o Brasil passa a liderar o consumo mundial de agrotóxicos em termos quantitativos gerais (BOMBARDI, 2012). De acordo com dados do IBGE/SIDRA (2016) no ano de 2016 já era utilizados 5,6 Kg de agrotóxicos por hectare. Porém, se analisado a aplicação por hectare ao invés do consumo total, o Brasil fica atrás de países europeus como os da Região dos Países Baixos (9,38 Kg/ha), Bélgica (6,89 kg/ha), Itália (6,66 kg/ha) e Montenegro (6,43 kg/ha) segundo dados da FAO pelo sistema FAOSTAT.

Em nosso país as três principais cultivares são soja, milho e arroz, que ocupam uma área de 79 milhões de hectares de área plantada no ano de 2017, sendo os dois primeiros commodities para o mercado internacional. (IBGE/SIDRA, 2018). A expansão destes cultivos tornou o Brasil o segundo maior exportador de soja e milho e o maior exportador de açúcar e álcool, esse é um dos fatores que explica o aumento no consumo de agrotóxicos no país (IBGE/SIDRA, 2018). E essas cultivares são as principais culturas consumidoras de agrotóxicos a soja com 35,7%, o milho 19,8%, a cana-de-açúcar 14%, feijão 5,6%, arroz 4,3%, trigo e o café com 3,3% de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (IBGE/SIDRA, 2018)

Com relação às vendas de agrotóxicos no Brasil, foram vendidos aproximadamente 1,079 milhões de toneladas de ingredientes ativos (produto base para misturas e formulação de produtos comerciais) em 2018 (IBAMA, 2018), sendo estes dados subestimados devido à falta de regulamentação e acesso a dados de compra e venda desses produtos.

De acordo com Vasconcelos (2018) se, por um lado, o uso de agrotóxicos aumenta a eficiência do campo pela redução de perdas nas lavouras, tornando o Brasil um dos maiores produtores das principais culturas agrícolas. Por outro lado, gera preocupação com danos ao

ambiente, em função dos riscos de contaminação do solo, mananciais e à saúde da população, principalmente dos trabalhadores que lidam diretamente com essas substâncias e comunidades rurais situadas próximas às plantações.

1.3 Contaminação provocada por agrotóxicos

A poluição por agrotóxicos no meio ambiente é a preocupação principal de estudos ambientais relacionados a agricultura. Tendo início em países da União Europeia e Estados Unidos. Em 1975, estudos realizados pela Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (Usepa) detectaram a presença de 154 compostos orgânicos presentes na água para consumo humano três grandes rios no país. Quinze anos mais tarde, essa mesma Agência publicou relatórios sobre a presença de agrotóxicos em águas de abastecimento públicas, evidenciando-se o impacto ambiental decorrente da utilização de defensivos agrícolas em larga (COSTA et al. 2004).

Mas bem antes disso, em 1962, a bióloga norte-americana Rachel Carson (1907-1964) publicou uma das obras mais importantes do século 20. Primavera silenciosa é considerado o primeiro alerta mundial contra os efeitos nocivos do uso de pesticidas na agricultura. (PEREIRA, 2012). Segundo Moura (2009), a publicação desse livro que fez uma apresentação de dados documentados cientificamente, de gravíssimos fatos registrados e omitidos do público, tais como, contaminações ambientais que geravam principalmente mortes de pássaros (daí o título “Primavera Silenciosa”), peixes e animais silvestres em geral. Rachel Carson mostrou a real possibilidade de correlação entre resíduos de agrotóxicos em alimentos e muitas doenças crônicas da população, inclusive o câncer (MOURA, 2009). Mas os resultados de seus trabalhos foram desacreditados durante quase 20 anos, por grandes empresários e empresas do ramo agrícola (SOUZA; MARTINS, 2020).

A repercussão de Primavera Silenciosa foi tão estrondosa que o então presidente John F. Kennedy que anunciou investigações sobre os casos denunciados por Carson. Seis anos após a morte de Rachel, o Congresso dos Estados Unidos aprovou a Lei de Política Ambiental criando a Agência de Proteção Ambiental, além de proibir a utilização do DDT no país em 1972. (PEREIRA, 2012; ALMEIDA, 2020).

Rachel Carson faleceu e não pôde ver os resultados de sua luta, sendo que muitos outros venenos além do DDT foram banidos (todos os produtos do grupo organoclorados), mesmo assim o consumo de agrotóxicos no mundo continuou aumentando vertiginosamente apesar dos riscos ao ambiente e ao ser humano demonstrados por Carson.

Já em relação a utilização de agrotóxicos no Brasil, estes estão entre os principais instrumentos do atual modelo de desenvolvimento de nossa agricultura. Constituem, uma ampla gama de produtos químicos utilizados na agropecuária para controlar insetos, doenças de plantas e animais, ervas invasoras de culturas e pastagens. A demanda setorial tornou-se enorme devido sua eficácia, com o objetivo de aumentar a produtividade dos agrossistemas direcionados para a produção de alimentos (VIEIRA; GALDINO; PADOVANI, 2000), portanto esses produtos são sintetizados para serem estáveis e lançados no ambiente para causar danos a organismos considerados competidores ou predadores das culturas agrícolas.

Devido a forma de aplicação, os agrotóxicos podem seguir diferentes rotas, sendo que os meios de aplicação mais utilizados são: aplicação direta no solo, a pulverização através de trator, pulverizadores manuais ou por avião. Entretanto a aplicação por pulverização responde em alguns casos por mais de mais de 99,9 % de perda do ingrediente ativo o que aumenta as chances de expor populações não-alvo a contaminação química (CHAIM, 1995; HOLT, 2000; LAVORENTI; PRATA; REGITANO, 2003).

Além da forma de aplicação fatores ambientais ou exógenos podem fazer com que os agrotóxicos circulem em diferentes compartimentos ambientais², entre esses fatores estão: flutuações na temperatura, interações com outros poluentes, tipo de solo ou sedimento, pluviosidade, gradientes de pH e salinidade. Tais variáveis, podem alterar o transporte desses agentes sobre os diferentes compartimentos ou matrizes ambientais (ALVES; OLIVEIRA-SILVA, 2003).

1.4 Resíduos de Agrotóxicos na biota

A utilização e comercialização de agrotóxicos no Brasil é regida pela lei nº 7.802/1989, e regulamentadas no decreto nº 98.816/1990 (ANDREI, 2013). Esse decreto classifica estes produtos químicos em função da sua utilização, modo de ação e potencial ecotoxicológico ao homem e aos demais organismos vivos presentes no ambiente.

A portaria normativa no 139/1994 do Ibama, com base no decreto no 98.816/90, classificou os agrotóxicos quanto ao potencial de periculosidade ambiental, levando-se em consideração as seguintes variáveis: bioacumulação, persistência, toxicidade a diversos organismos e aos respectivos potenciais de mutagenicidade, carcinogenicidade e teratogenicidade. Sendo estabelecidas 4 classes de toxicidade para esses produtos: Classe I

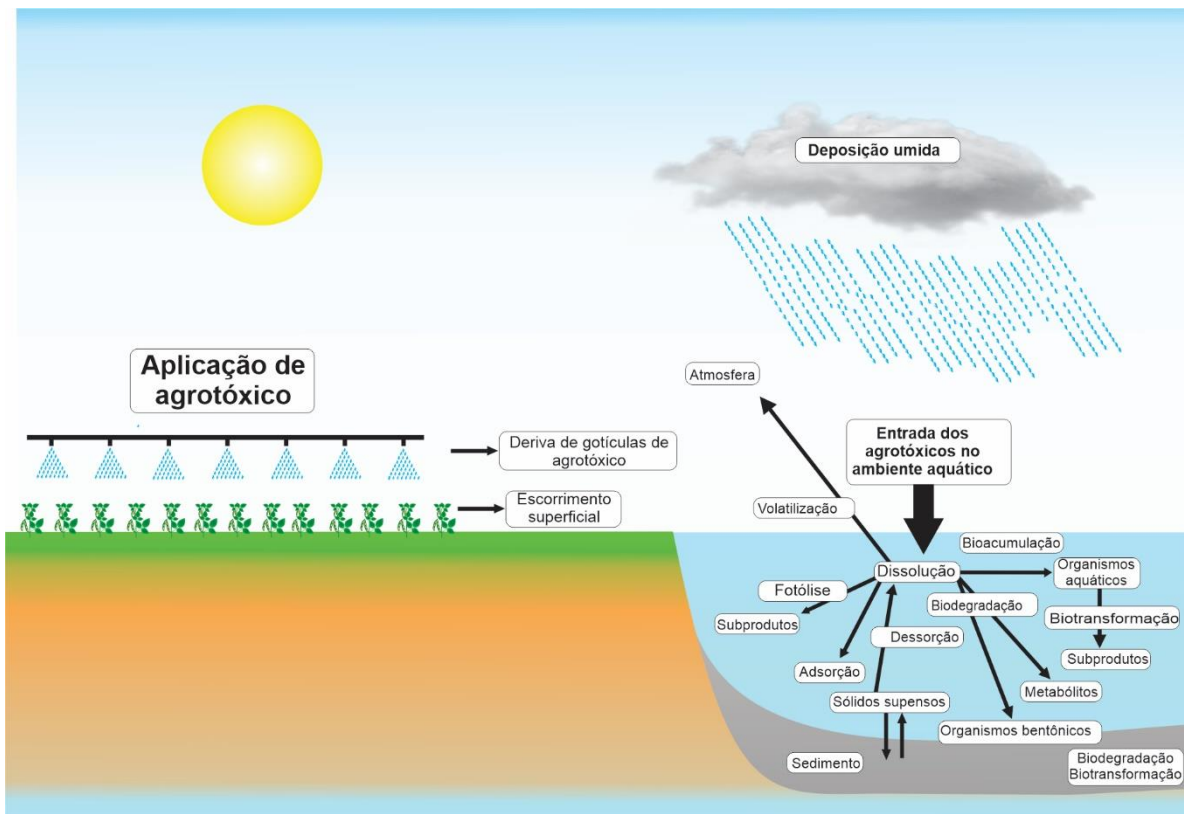
² São as subdivisões que o meio ambiente pode ter, subdividindo-se em meio físico (ar, solo, água) meio biótico (fauna, flora e microrganismos) e meio antrópico (seres humanos).

(extremamente tóxicos), Classe II (altamente tóxicos), Classe III (medianamente tóxicos) e Classe IV (pouco tóxicos) (ANDREI, 2013).

Segundo Rand, Wells e Mccarty (1995) e Rathore e Nollet (2012) a introdução de agrotóxicos nos ambientes aquáticos pode ocorrer de diversas maneiras: acidentalmente durante a fabricação, durante as aplicações (como por exemplo, por meio da pulverização aérea), ou pelo escoamento superficial dos solos após aplicações nas lavouras. Não obstante, as demais possibilidades de contaminação ambiental, as aplicações repetidas na agricultura e em pastagens são consideradas as maiores rotas de movimento de agrotóxicos para os corpos d'água (JIRAUNGKOORSKUL et al., 2003).

Podendo seguir diferentes rotas, tais como: ser adsorvidos pelos sedimentos, degradados por microrganismos, absorvidos por organismos (bioconcentrados, bioacumulados, biomagnificados) ou diluídos nos oceanos (DORES, 2004), como vistos na Figura 1. Portanto, acarreta passivos como o extermínio de populações sensíveis e alteração do equilíbrio da cadeia alimentar causando mortalidade, alterações nos ciclos reprodutivos e de desenvolvimento, alterações comportamentais e doenças, além de provocar mutações em diversas espécies (KLAASSEN; WATKINS III, 2001).

Figura 1 - Processos e impactos dos agrotóxicos no ambiente aquático.



Fonte: Elaborado pelo autor (2021), modificado de Souza (2014).

De acordo com Klaassen e Watkins III (2001) os agrotóxicos, podem sofrer partição entre a fase aquosa e o solo assumindo disponibilidade para os organismos aquáticos, e por sua vez o potencial destes apresentarem efeitos adversos. A biodisponibilidade, para os organismos da biota, de substâncias como os agrotóxicos depende tanto das suas características físico-químicas e moleculares como também das características ambientais (características físicas e biológicas do solo e dos sedimentos) (ZAGATTO; BERTOLETTI, 2014).

Para Jardim, Andrade e Queiroz (2009), nem sempre a concentração total do composto em questão reflete a toxicidade real, por isso, é de suma importância estudar a biodisponibilidade do composto alvo, considerando cada fator individual, como as vias de exposição, condições físicas, químicas e biológicas do local onde estão presentes. Em alguns casos, agentes tóxicos, tais como os agrotóxicos podem causar mortalidade em animais, e em outros, podem promover efeitos subletais e fisiológicos aos organismos. Alguns destes resíduos de poluentes podem se acumular em tecidos dos organismos e exercer diferentes efeitos após exposição prolongada a concentrações muito baixas, que dificilmente são detectadas quimicamente (LIPOK; STUDNIK; GRUYAERT, 2010).

1.5 Ecotoxicidade e seus efeitos

O lançamento de substâncias tóxicas de maneira voluntária ou não, acaba por gerar impactos à biota, tanto em sua área de influência antrópica direta quanto indireta. As oportunidades de qualificar e quantificar esses impactos fica a cargo da ciência chamada ecotoxicologia, a qual avalia os efeitos de substâncias químicas tóxicas sobre organismos representativos dos ecossistemas e as possíveis alterações nos sistemas ecológicos.

Segundo Buss, Oliveira e Batista (2008), apenas a realização de análises químicas para a avaliação ambiental não retrata adequadamente o impacto causado pelos poluentes, entre estes os agrotóxicos, pois, não demonstra os efeitos sobre compartimentos do ecossistema, apenas infere sobre as potenciais causas. Segundo os autores, apenas sistemas biológicos podem detectar efeitos tóxicos das substâncias.

Nesse sentido, para se ter um resultado mais fidedigno para a quanti-qualificação dos impactos, são realizados bioensaios. Por serem considerados um complemento da caracterização físico-química convencional, os bioensaios, contribuem para avaliações mais precisas. Os testes de ecotoxicidade são então boas ferramentas para a prever níveis de concentração de compostos tóxicos e para a identificação de elementos biológicos sob risco (RONCO; BAEZ; GRANADOS, 2004).

As implicações nos organismos incluem tanto efeitos letais, expressos em mortalidade ou sobrevivência (bioensaios agudos ou crônicos), quanto os efeitos subletais, que são mudanças no desenvolvimento, crescimento, comportamento, reprodução, atividades de entrada e detoxicação e estrutura dos tecidos (CAVALCANTI, 2010). Os efeitos adversos em cada indivíduo, incluem indução ou inibição de enzimas, ou de sistemas enzimáticos e suas funções associadas (RAND; WELLS; MCCARTY, 1995).

Bioensaios de ecotoxicidade podem ser feitos em diversos organismos, geralmente espécies - chave³ dos ecossistemas de diferentes níveis ecológicos. Para testes de efeitos agudos (concentrações letais ou LC₅₀⁴) utilizam-se animais, tais como, abelhas (ALMEIDA; RODRIGUES; IMPERADOR, 2019), girinos (WRUBLEWSK, 2016), peixes (VIEIRA, 2018) e microcrustáceos (Daphnias). Também com esses mesmos indivíduos podem ser analisados os efeitos crônicos (alterações comportamentais como alteração do comportamento anti-predatório de peixes (POMPERMAIER, 2019), morfologia das braquias e nadadeiras (OLIVEIRA, 2020), bioquímicas e histológicas (ALBINATI et al., 2020) ou genômicas (LOPES, 2017).

No caso dos seres humanos os efeitos agudos podem ser observados por intoxicações, de origem ocupacional, intencional ou de forma indireta como o consumo de água e alimentos contaminados. Seus sintomas são diversos, muitas vezes confundidos com outras doenças por serem muito inespecíficos (CARDOSO; PEREIRA, 2019) como irritação nos olhos, dores de cabeça, dor nas articulações, dores musculares. São comuns sintomas como vômito, náuseas e vertigem, além de coceira e febre (VARONA et al., 2016; AQUINO; MEDINA, 2019; DALBÓ; FILGUEIRAS; MENDES, 2019).

Um rol de efeitos crônicos pode ser observado em humanos expostos a agrotóxicos, como atividade neurotóxica, desregulação endócrina, doença de Parkinson (KAMEL; HOPPIN, 2004; CAMPOS et al., 2016), ansiedade e depressão (HARRISON; ROSS, 2016), suicídio (MARTINS, 2018) cânceres de pele, próstata, mama, intestino, útero, colo do útero, bexiga, estômago e fígado (RUTHS; RIZZOTO; MACHINESKI, 2019), além de linfomas de Hodgkin (COSTA; MELLO; FRIEDRICH, 2017).

³ São espécies que direta ou indiretamente, estabelece tantas conexões inter e intraespecíficas que para o equilíbrio e manutenção do ecossistema ela se torna fundamental. Seu desaparecimento do meio em que está inserida, causa grandes impactos e mudanças drásticas, podendo ocasionar extinções ou grandes mudanças na abundância de espécies, sua abundância independe dentro de uma comunidade em que está inserida ou do seu tamanho.

⁴ Concentração de um produto que leva a mortalidade de 50% de uma população, sua determinação é feita expondo cobaias a diferentes concentrações da substância a ser testada por um determinado período de tempo, sendo que quanto maior a CL₅₀ menos tóxico é o produto.

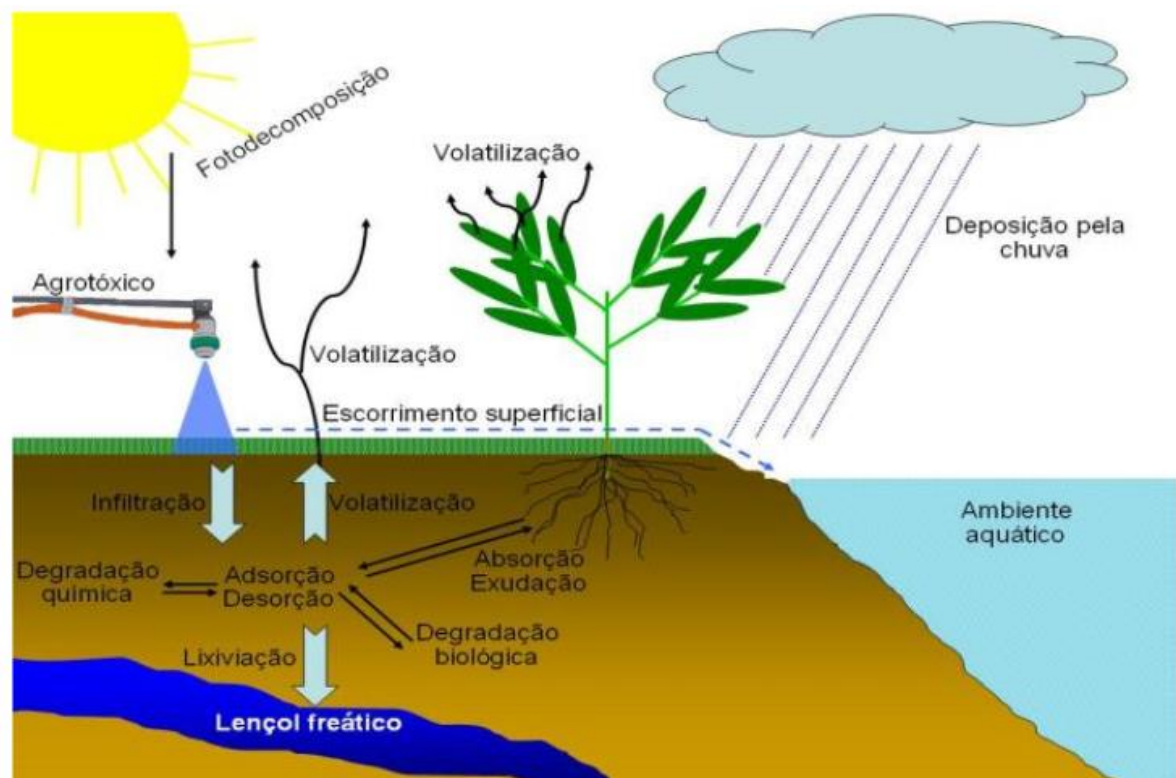
Dessa forma a determinação da toxicidade e seus efeitos nos diferentes organismos é um instrumento essencial para avaliar a resposta a exposição. O intenso acesso a agrotóxicos e a exposição a seus resíduos ambientais possibilita o risco de uso desses produtos, especialmente, em países de base econômica agrícola.

1.6 Agrotóxicos e contaminação hídrica

Com o crescimento da fronteira agrícola em direção à Amazônia, onde se encontram as maiores concentrações de água doce superficial e subterrâneas do mundo, diferentes passivos ambientais entre eles o desmatamento ilegal, a destruição de nascentes, a eutrofização de ambientes aquáticos e a contaminação e poluição de águas superficiais e subterrâneas podem gerar riscos a qualidade ambiental e a segurança hídrica das populações humanas em áreas rurais sob influência direta da agricultura e particularmente da lavoura temporária.

Em contrapartida o crescimento da produção agrícola no Brasil está fortemente relacionado ao aumento da quantidade de agrotóxicos utilizados na produção. Goulart et al. (2018), a aplicação desses insumos pode impactar diretamente os corpos d'água, através da sua dispersão pela água da chuva e/ou da irrigação, assim como indiretamente por meio da percolação no solo, atingindo os lençóis freáticos (Figura 2).

Figura 2 - Representação dos processos que podem ocorrer com uma molécula de agrotóxico após aplicação no solo.



Fonte: Adaptado de Lavorenti, Prata e Regitano (2003).

Afirmação de Steffen, Steffen e Antonioli (2011) corroboram Goulart et al. (2018), ao concluírem que muitos dos princípios ativos tóxicos que possuem alto potencial poluidor, geram impacto ambiental em diferentes níveis dos componentes bióticos do ecossistema além de afetarem a funcionalidade e sustentabilidade do meio.

Zandoná (2019) cita que esses produtos podem ser classificados conforme sua natureza química em:

- Inorgânicos: denominados assim, devido à presença de metais, são estáveis e de longas persistências no meio ambiente. Possuem toxicidade alta e não possuem antídotos.
- Orgânicos: denominados assim, devido à presença do átomo de carbono em suas fórmulas, representam a maioria dos agrotóxicos em uso.

Amaro (2005) cita que a natureza química do agrotóxico determina sua periculosidade ambiental quando combinada a propriedades físico-químicas e com os compartimentos ambientais. As principais propriedades físico-químicas das moléculas dos que devem ser analisados para avaliar-se o risco de contaminação dos recursos hídricos são:

- Solubilidade em água (SW);
- Coeficiente de partição n-octanol-água (KOW);
- Meia-vida ($t_{1/2}$);
- Pressão de vapor (p);
- Coeficiente de Adsorção ou de Afinidade ao Carbono Orgânico (KOC).

Dentre as várias propriedades dos agrotóxicos, a solubilidade em água é uma das mais importantes. É a concentração máxima da molécula do agrotóxico solúvel em água em determinada temperatura (VILLA; OLIVEIRA; NOGUEIRA, 2011). Segundo Piccolo et al. (1994) os agrotóxicos altamente solúveis apresentam baixa sorção em solos e sedimentos em função da baixa afinidade com colóides do solo. Portanto, quanto maior a solubilidade do produto na água, maior o risco de contaminação.

O (KOW), representa a razão entre a concentração de um produto na fase n-octanol saturado em água, e a sua concentração na fase aquosa saturada em n-octanol (PIASAROLO; RIGITANO; GUERREIRO, 2008). E segundo Souza (2014) está relacionado com a solubilidade em água, com o fenômeno de bioconcentração do agrotóxico nos seres de vida aquática, e com o processo de transporte desses químicos no solo.

Os resultados de KOW são expressos em \log_{10} , valores maiores que quatro tem afinidade com materiais lipídicos e com a fração orgânica do solo, os menores que um possuem

característica hidrofílica (MONTGOMERY, 2020), então quanto maior o KOW, maior a taxa de adsorção da partícula ao solo e menor o risco de contaminação da água.

Já a meia-vida de um agrotóxico representa o tempo transcorrido, em dias, para o seu decaimento exponencial à metade da concentração inicial (SOUZA, 2014). Essa característica depende de fatores como as propriedades do produto, compartimento ambiental, atividade biológica e fatores ambientais diversos de onde o agrotóxico foi disperso. Tendo valores diferentes conforme onde é avaliado, a sua meia-vida em laboratório, sua meia-vida na água podem ser diferentes daquela apresentada no solo e nos sedimentos (SANCHES et al., 2003).

A volatilidade é uma propriedade altamente dependente da temperatura, Deuber (1992) adotou uma sistemática de classificação de volatilidade de um agrotóxico em função da sua pressão de vapor, onde:

- $p > 10^{-2}$ mm Hg = alta volatilidade à temperatura ambiente;
- $10^{-4} < P < 10^{-3}$ mm Hg = média volatilidade à temperatura ambiente;
- $p < 10^{-8}$ mm Hg = não voláteis.

Andréa e Pettinelli Jr. (2000) citam que a volatilidade do produto determina o método de aplicação do agrotóxico. Compostos muito voláteis devem ser incorporados imediatamente ao solo ou utilizados na preparação das sementes na fase de pré-plantio.

O (KOC) é um processo físico-químico onde moléculas de um dado produto são atraídas pelos componentes sólidos ou para a matéria orgânica do solo por transferência de cargas, trocas iônicas e catiônicas, forças de Van Der Waals, ligações covalentes e interações hidrofílicas, hidrofóbicas ou lipofílicas (LAVORENTI; PRATA; REGITANO, 2003). O processo consiste na penetração do agrotóxico nos espaços porosos e microscópicos do solo, sendo que o termo sorção, designa o processo geral de retenção das moléculas no solo, havendo distinção entre os processos específicos de adsorção e dessorção do de absorção pelos componentes bióticos do ecossistema. O KOC é utilizado em vários indicadores do potencial de lixiviação e contaminação de agrotóxicos como, por exemplo, o índice GUS, GOSS, LEACH ⁵e outro modelos e previsão de movimento dos agrotóxicos (RIBEIRO, 2017).

Dessa forma podemos observar que os meios de contaminação dos recursos hídricos podem ocorrer de diversas formas. Para a auxiliar na garantia a proteção ambiental foram criadas legislações específicas para se manter o mínimo da qualidade da água, com limites

⁵ São modelos matemáticos utilizados para prever a movimentação de pesticidas no solo e estimar a possibilidade da contaminação de recursos hídricos subterrâneos, tendo como base as características físico-químicas das moléculas.

preestabelecidos por órgãos nacionais e internacionais de proteção ambiental (FREITAS; REGINO, 2020; NOVAIS; QUEIROZ; SEABRA JÚNIOR, 2021).

1.6.1 Segurança hídrica

A água é um bem comum e todos tem o direito de receber esse bem em quantidade e qualidade suficiente de forma garantir sua continuidade às futuras gerações. Com aumento das áreas agrícolas estas avançam cada vez mais em direção a áreas de conservação ambiental onde encontram nascentes de rios e lagos e florestas. Em estados que dependem quase que exclusivamente de captação de águas superficiais, a intensificação da agricultura e o uso cada vez maior de agrotóxicos torna vulnerável a qualidade da água captada para distribuição a população devido ao risco da contaminação.

Para Vale et al. (2015), a contaminação química da água, por agrotóxicos, é um tema que recebe cada vez mais atenção da opinião pública e da comunidade acadêmica, à medida que surgem evidências sobre a ocorrência de contaminação dos recursos hídricos por agrotóxicos. Fernandes Neto e Sarcinelli (2009) nos lembram que tratamento de águas onde existe a ocorrência de resíduos a de agrotóxicos é preocupante em função da alta complexidade para o tratamento. Uma vez que o agrotóxico cai na água, as moléculas sofrem vários processos químicos e microbiológicos. Esta sofre degradação via luz do solar, oxidação, e a molécula produz outros compostos, chamados de subprodutos. Um agrotóxico pode ter um, dois, três ou até mais subprodutos de acordo com Grigori (2019a). Por esse motivo o Ministério da Saúde propôs procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água potável relacionados a um padrão de potabilidade (BRASIL, 2011), impondo limites máximos de resíduos para diversas substâncias químicas entre estas os agrotóxicos.

Bohner, Araújo e Nishijima (2013) citam que a avaliação e controle dos níveis de contaminação é de grande importância à saúde pública. O controle dos níveis de contaminação pode ser feito através de métodos analíticos de multiresíduos, podendo-se detectar e quantificar a presença do contaminante no meio (BOHNER; ARAÚJO; NISHIJIMA, 2013). Estes procedimentos analíticos permitem auxiliar um plano de gestão que melhor controlem os níveis de resíduos na água potável.

Segundo dados do Dossiê da Associação Brasileira da Saúde Coletiva (Abrasco) o Brasil consome, em média, cerca de 7 litros per capita de agrotóxicos a cada ano, resultando em mais de 70 mil intoxicações agudas e crônicas em igual período (CARNEIRO et al., 2012). Esse alto consumo de agrotóxicos gera um aumento no número de intoxicações exógenas, em sua maioria

agudas, devido, em sua maior parte, a exposição ocupacional, sendo os sintomas mais comuns dor de cabeça, náusea, vômito, irritação ocular e coceiras que são temporários e reversíveis (SAVI et al., 2010).

Exposições múltiplas e ao longo dos anos no trabalho, além do consumo de alimentos e água, pode acarretar efeitos crônicos irreversíveis, como cânceres em diversos órgãos, alterações comportamentais, físicas e biológicas. De acordo com Carneiro (2012), exposições em baixas doses e de longa frequência podem causar efeitos neurotóxicos retardados, alterações cromossômicas, doença de Parkinson, cânceres, irritações nas mucosas, hipersensibilidade, lesões hepáticas, arritmias cardíacas, lesões renais, neuropatias periféricas, entre outros agravos.

Segundo Monitoramento de poços de abastecimento de água, solicitado pelo Ministério da Saúde (MS) por meio do Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para consumo humano (SisÁgua), avaliou-se entre 2014 e 2017 o abastecimento de água de 1.396 municípios, a procura de resíduos de 27 pesticidas que constam na portaria nº 2914/2011 do MS. Desses, dezesseis agrotóxicos são classificados pela Anvisa como extremamente ou altamente tóxicos e 11 estão associados ao desenvolvimento de doenças crônicas como câncer, malformação fetal, disfunções hormonais e reprodutivas (GAMEIRO; TANIGUCHI, 2019).

1.7 Contaminação do solo

Para Silva (2020), o solo tem capacidade de reter uma enorme quantidade de contaminantes, isso ao longo dos anos pode interferir na quantidade de nutrientes presentes, prejudicando a sua fertilidade e desencadeando a inviabilidade de microrganismos benéficos no ambiente. Dores (2004) cita que ao ser aplicado diretamente no solo estes compostos químicos podem ser degradados e tornassem mais tóxicos que a molécula original, causando um desequilíbrio ecológico local por modificações da cadeia alimentar.

Bianchi et al. (2010) comentam que no Brasil, não há exigência por parte dos órgãos ambientais do emprego de testes ecotoxicológicos com organismos de solo para avaliação de contaminação, apenas em indicadores químicos como contaminantes orgânicos e metais. Em 2001 a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (Cetesb), publicou um documento com valores orientadores para solo e água subterrânea (Tabela 1). Podemos observar que possui apenas valores para agrotóxicos organoclorados, os quais já foram banidos a mais de 30 anos, não contemplando alguns dos produtos mais utilizados na agricultura mundial como o glifosato e o 2,4-D.

Diferentemente para analisar a contaminação hídrica, existem diversos parâmetros orientadores, os mais conhecidos, servem de base para outros, que são os da União Europeia e da United States Environmental Protection Agency (Usepa), nos Estados Unidos. No Brasil, possuímos instrumentos de regulação a partir de órgãos como o Ibama, Ministério do Meio Ambiente (MMA), Cetesb, Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama) 357/2005 e Resoluções do MS nº 2914/2011 como as principais.

Tabela 1 - Valores orientadores para solo e água subterrânea de acordo com normas da Cetesb.

Substância	CAS Nº	Valor de Prevenção (VP)	Solo (mg.kg ⁻¹ peso seco)		
			Valor de Intervenção (VI)		
			Agrícola	Residencial	Industrial
Aldrin	309-00-2	0,02	0,4	0,8	6
Dieldrin	60-57-1	0,01	0,3	0,8	5,9
Endrin	72-20-8	0,001	0,8	2,5	17
Carbofurano	1563-66-2	0,0001	0,3	0,7	3,8
Endossulfan	115-29-7	0,7	4,7	12	66
DDD	72-54-8	0,02	1	7,5	23
DDE	72-55-9	0,01	1,2	8,5	25
DDT	50-29-3	0,01	5,5	22	82
HCH alfa	319-84-6	0,0003	0,002	0,02	0,04
HCH beta	319-85-7	0,001	0,01	0,06	0,2
HCH – gama (Lindano)	58-89-9	0,001	0,008	0,06	0,2

Fonte: Modificado de Cetesb (2001)

Constata-se uma imensa lacuna de conhecimento quanto aos indicadores de risco ambiental de agrotóxicos para o compartimento solo. Moraes (2019) cita que há mais de 517 ingredientes ativos cujo uso é autorizado no Brasil, além de 97 já banidos (ANVISA, 2017), isto justifica a necessidade de estabelecer valores permitidos e/ou aceitáveis para esses compostos nos solos brasileiros.

Somente em 2019 no Brasil, foram vendidos aproximadamente 620.537 milhões de toneladas de ingredientes ativos (IBAMA, 2019a). Muito provavelmente estes dados são subestimados, devido à falta de regulamentação e acesso sistematizado a dados de compra e

venda desses produtos na maioria das unidades federativas e de seus municípios. Dos dados disponíveis pode-se observar que o Brasil importa atualmente 275.550,65 milhões toneladas de produtos técnicos⁶, 171.931,39 milhões toneladas de produtos formulados⁷ (IBAMA, 2019b).

Chaim et al. (1999), Lourencetti et al. (2005) e Ribeiro et al. (2007), citam que cerca de 50 a 75% desses produtos não atingem a espécie-alvo, sendo perdidos e contaminando o ambiente. Alguns autores citam que a contaminação de organismos não-alvo pode atingir 90% (BETTIOL; GHINI, 2005) e/ou 99 % se aplicado por pulverização aérea (CHAIM et al., 1999) Se utilizarmos o quantitativo de agrotóxicos consumidos no Brasil no ano de 2019, cerca de 310.269 milhões de toneladas de agrotóxico são liberados no ambiente ao se considerar a perda de 50% no momento da aplicação e 465.403 milhões de toneladas ao se considerar a perda de 75% desses produtos em sua aplicação.

Dependendo de suas propriedades físico-químicas os agrotóxicos podem ter uma meia-vida maior no solo (KOC, KOW e Solubilidade). As moléculas de agrotóxicos podem apresentar um comportamento de maior mobilidade no solo, podendo ser carregados por lixiviação para os corpos hídricos (produtos altamente solúveis e de baixa volatilidade) ou para atmosfera, os agrotóxicos que apresentam maior volatilidade. A estabilidade no solo dependerá de sua maior ou menor afinidade com a matéria orgânica e das condições ambientais encontradas a campo (condições físicas e químicas do solo e da atividade microbiana). O transporte de agrotóxicos circula entre as diferentes matrizes ambientais dinamicamente e sempre há uma probabilidade importante dessa condição afetar a saúde pública.

1.8 Exposição e Risco ambiental

Para se analisar o risco ambiental de uma substância são necessários modelos conceituais que foram desenvolvidos por diversos pesquisadores e agências ambientais em todo o mundo. Segundo Spadotto (2009), o termo avaliação de risco já era conhecido desde a década de 80 do século passado. Este termo foi definido pelo Conselho Nacional de Pesquisa dos Estado Unidos (NRC): “o uso de bases reais para definir os efeitos à saúde da exposição de indivíduos ou populações à materiais perigosos ou situação de perigo” (NRC, 1983).

⁶ Produto Técnico - produto obtido diretamente de matérias-primas por processo químico, físico ou biológico, destinado à obtenção de produtos formulados ou de pré-misturas e cuja composição contenha teor definido de ingrediente ativo e impurezas.

⁷ Produto Formulado - agrotóxico ou afim obtido a partir de produto técnico ou de pré-mistura, por intermédio de processo físico, ou diretamente de matérias-primas por meio de processos físicos, químicos ou biológicos (Decreto nº 4074/02).

A Figura 3 apresenta os diferentes passos do processo de Avaliação de Risco Ambiental (ARA), basicamente pode ser descrito em quatro etapas: 1. Coleta de informações; 2. Formulação do problema; 3. Análise de risco e 4. Caracterização do risco (REBELO; CALDAS, 2014).

De acordo com Pinto (2010), o processo de avaliação do risco ambiental é utilizado no registro de produtos, depois do risco caracterizado, agências reguladoras normalmente avaliam as opções em um processo chamado de gerenciamento do risco onde, por exemplo, autorizam ou não o uso de um agrotóxico no Brasil.

O processo de ARA parte da avaliação da exposição ao agrotóxico e dos efeitos ecotoxicológicos gerados (BOESTEN et al., 2007), aliado ao método dos quocientes que utiliza valores de exposição e efeito para a determinação do risco. Sendo a exposição representada pela Concentração Ambiental Esperada (CAE), que é o efeito estimado diretamente pelos valores limite de CL_{50} ou CE_{50} aliado aos fatores de segurança/incerteza⁸.

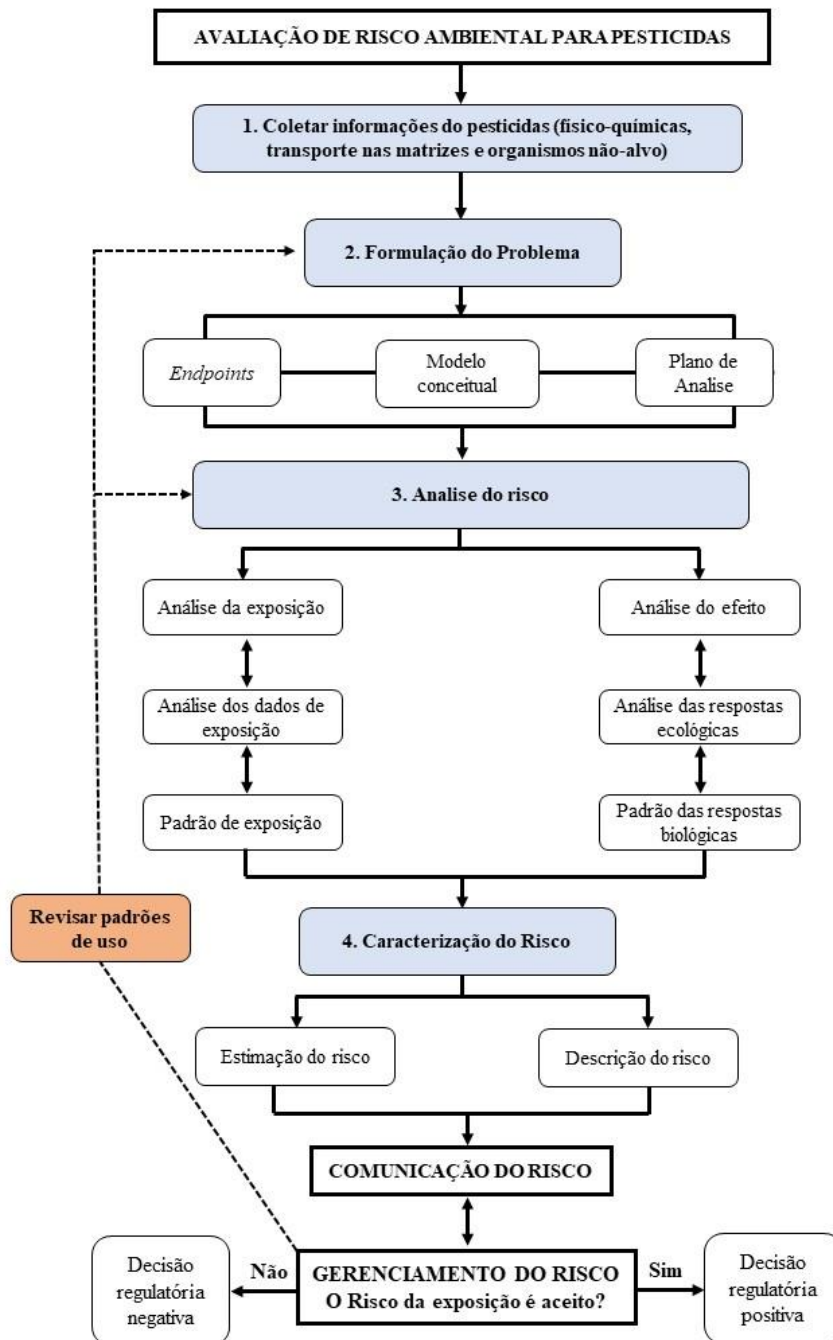
De acordo com USEPA (1998) e Pinto (2010) o passo chave para a uma boa avaliação de risco é do tipo de CAE. A escolha deve recair sobre considerações ecotoxicológicas, pois esta oferece a melhor correlação aos efeitos ecotoxicológicos. Esta avaliação CAE pode considerar, entre outros fatores:

- a) Qual compartimento ambiental o organismo habita (água ou sedimento?)
- b) Qual é o modo de ação do agrotóxico?
- c) O que está biodisponível para o organismo?
- d) Qual é a influência do padrão de exposição (exemplo, picos curtos ou concentração constante em um longo período) no tipo e grau do efeito?
- e) Qual a duração necessária da exposição para pronunciamento do efeito?
- f) O conceito de avaliação em níveis deve iniciar de forma simples e conservadora e somente propor realização de mais trabalhos se necessário.

⁸ Fatores de incerteza na avaliação de risco que fornecem uma margem de segurança adicional para a proteção da população: ex. **Fator = 10**: quando se tem dados sobre a exposição crônica da substância em humanos com efeitos conhecidos; **Fator = 100**: quando os dados em humanos são inconclusivos ou ausentes, mas existem dados em animais.

Fator = 1000: quando não existem estudos de toxicidade crônica ou os dados em animais de experimentação não são suficientes.

Figura 3 - Estrutura de uma avaliação de risco ecológico, segundo a metodologia descrita pela Agência Ambiental Americana (EPA).



Fonte: Modificado pelo autor a partir da USEPA 1998.

Dependendo do modo de avaliação e nível de detalhamento escolhe-se diferentes abordagens. Com a inserção de etapas graduais de aprofundamento da avaliação [Tiers⁹]

⁹ São as modificações em simulações de risco, a cada Tier aumenta-se a realidade da simulação. o Tier I refere-se a uma simples triagem de dados como análises físico-químicas; o Tier II trata da avaliação preliminar de probabilidade e magnitude dos efeitos, e os Tier III e IV tratam da avaliação mais específica, com foco em cenários de exposição.

variando de simples avaliações determinísticas até uma avaliação probabilística altamente específica (OLIVEIRA, 2005). Como podemos descrever - **Nível 1** (Tier I): metodologia qualitativa (triagem ou do termo em inglês, screening) = Se obtém poucos dados, é conservadora, onde dados obtidos em laboratório, e o comportamento do agrotóxico no ambiente considerando “o pior cenário” que seria as doses mais altas de aplicação de um determinado produto.

Para se ter os riscos de um produto, antes deve-se obter seus Quocientes de Risco (QR), estes são determinados dividindo-se a CAE pela toxicidade obtida em laboratório. Estes valores são comparados com os Níveis Críticos (NC)¹⁰. Se $QR < NC$ = a avaliação é concluída neste nível como explicado na Figura 3 ou se $QR > NC$ = risco inaceitável, sendo necessário refinamento e utilização de outros níveis de avaliação como: **Nível 2** (Tier II): Cálculos mais refinados; a situação do Nível I é repetida; adoção de modelos matemáticos refinados e softwares de modelagem com cenário mais realísticos (GENEEC 2, SciGrow); **Nível 3** (Tier III): Informações adicionais – estudos específicos de laboratório ou campo. Uso de modelos matemáticos. Se alguma dúvida sobre o risco persistir deverá passar para o nível IV; **Nível 4** (Tier IV): Monitoramento sob condições representativas da realidade e recomendações de uso do produto quanto ao risco identificado.

1.9 Classificação toxicológica para agrotóxicos no Brasil

Os agrotóxicos também podem ser classificados segundo seu poder tóxico para a saúde humana e o ambiente. A classificação toxicológica é realizada com base no ingrediente ativo e sua formulação e com a quantidade de agrotóxico suficiente para matar uma pessoa. Segundo normas de Ibama (1994), pela Portaria nº 139/1994, estabeleceu critérios para avaliação do potencial de periculosidade ambiental dos agrotóxicos, componentes e afins (Tabela 2).

Tabela 2 - Classificação quanto ao potencial de periculosidade ambiental.

Grupos	Classes toxicológica
Extremamente tóxicos	Classe I
Altamente tóxicos	Classe II
Medianamente tóxicos	Classe III
Pouco tóxicos	Classe IV

Fonte: Portaria Nº. 139, de 21 de dezembro de 1994/ Ibama.

¹⁰ Valores de referência como por exemplo de Urban e Cook (1986).

Além da toxicidade verifica-se a persistência do produto no ambiente, onde a persistência é o período no qual o agrotóxico permanece inalterado no ambiente, descrevendo sua longevidade quando depositado em uma superfície (FRESHE, 1976), onde cada princípio ativo tende a desaparecer, mas em taxas diferentes (meia-vida). A meia-vida é o tempo requerido para que a concentração inicial no meio particular de interesse diminua em 50% (WEBSTER; MACKAY; WANIA, 1998). A classificação dos agrotóxicos quanto à sua persistência é apresentada na Tabela 3.

Tabela 3 - Classificação da Persistência para agrotóxicos.

Persistência ambiental	Meia vida (dias)
Alta	> 180 dias
Média	90 – 180
Reduzida	30 – 90
Não-persistente	< 30 dias

Fonte: modificado de Silva e Fay (2004).

1.9.1 Classificação da Toxicidade aguda

A classificação da toxicidade aguda é obtida a partir da CL₅₀96h de cada agrotóxico, onde é possível classificá-los quanto à periculosidade, ou potencial tóxico, de acordo com as classes de toxicidade aguda propostas pelo Ibama para a avaliação do Potencial de Periculosidade Ambiental (PPA) (Tabela 4). Sistema que é utilizado na regulamentação do registro dos agrotóxicos no Brasil.

Tabela 4 - Sistema de Classificação quanto ao Potencial de Periculosidade Ambiental – PPA do Ibama (1996) para microcrustáceos e peixes.

CE₅₀/CL₅₀(48h) - mg/L⁻¹	Classes de Toxicidade
$0 \leq X < 1$	Altamente tóxico
$1 \leq X < 10$	Muito tóxico
$10 \leq X < 100$	Medianamente tóxico
$100 \leq X$	Pouco tóxico

X representa o valor da CE₅₀ ou CL₅₀ obtida nos testes de toxicidade aguda.

Fonte: Adaptado de Ibama (1996).

No Brasil, o caminho para registro de um agrotóxico passa pela classificação do Potencial de Periculosidade Ambiental, dispositivo este regido pela Portaria nº. 139, de 21 de dezembro de 1994. Outra exigência de registro é avaliação de risco toxicológico regulado pela

Portaria nº 03/1992, do MS (Tabela 5). Esta segunda exigência possibilita, por meio de bioensaios, destacar os principais efeitos adversos à saúde humana e o seu potencial tóxico.

Os bioensaios regulamentares são: letalidade aguda (oral, dérmica e inalatória), irritação dérmica, sensibilização dérmica, irritação ocular, neurotoxicidade aguda retardada, estudos de genotoxicidade (in vitro e in vivo), teratogenicidade, estudos de toxicidade de duas a quatro semanas (oral, dérmica e inalatória), estudos de toxicidade de 90 dias (oral), estudos de toxicidade crônica (oral; seis meses a dois anos), estudos de carcinogenicidade, estudos de reprodução/fertilidade, estudos de neurotoxicidade no desenvolvimento embrionário e fetal (KLAASSEN; WATKINS III, 2001).

Tabela 5 - Classificação toxicológica de risco à saúde humana Portaria nº 3/1992 do MS.

Classificação	DL50 Oral(mg/kg)		DL50 Dérmica (mg/kg)		CL50 Inalatória (mg/L/4h)	Irritação Dérmica	Irritação Ocular
	Sólido	Líquido	Sólido	Líquido			
Classe I Extremamente Tóxico	≤5	≤20	≤10	≤40	≤0,2	Ulceração ou corrosão na pele	Opacidade da córnea reversível ou não dentro de 7 dias ou irritação persistente nas mucosas oculares
Classe II Altamente Tóxico	> 5 ≤ 50	> 20 ≤200	> 10 ≤100	> 40 ≤ 400	> 0,2 ≤2	Irritação severa, Draize-Cools ¹¹ ≤ 5	Sem opacidade da córnea; irritação da mucosa ocular reversível em 7 dias
Classe III Medianamente Tóxico	> 5 ≤ 500	> 200 ≤ 2000	> 100 ≤ 1000	> 400 ≤ 4000	> 2 ≤ 20	Irritação moderada, Draize-Cools < 3 ≤ 5	Sem opacidade da córnea; irritação da mucosa ocular reversível em 72h
Classe IV Pouco Tóxico	> 500	> 2000	> 1000	> 4000	> 20	Irritação leve, Draize-Cools < 3	Sem opacidade da córnea; irritação da mucosa ocular reversível em 24h

Fonte: Anvisa (2019a).

Além da classificação da Portaria nº 3/1992 do MS, a OMS também propõe modelos universais de classificação toxicológica dos agrotóxicos, que servem como parâmetro base para outras resoluções no mundo, sendo esta proposta divididas em cinco classes de risco oral e dérmico, com seus respectivos valores máximos e mínimos (Tabela 6).

¹¹ O teste de Draize é um teste de toxicidade aguda que envolve a aplicação uma substância de teste no olho ou na pele de um animal consciente e contido e, em seguida, deixá-lo por um determinado período de tempo antes de enxaguar e registrar seus efeitos. Os animais são observados por até 14 dias quanto a sinais de eritema e edema no teste de pele e vermelhidão, inchaço, secreção, ulceração, hemorragia, turvação ou cegueira no olho testado (CARBONE, 2004).

Tabela 6 - Tabela para classificação toxicológica dos agrotóxicos de acordo com critérios da OMS.

Classe		LD50 para ratos (mg/kg de peso corporal)	
		Oral	Dérmica
Ia	Extremamente perigoso	<5	<50
Ib	Altamente perigos	5 - 50	50 - 200
II	Moderadamente perigoso	50 - 2000	200 - 20000
III	Pouco perigoso	Mais de 2000	Mais de 2000
U	É improvável que apresente perigo agudo	5000 ou maior	5000 ou maior

Fonte: Traduzido pelo autor de WHO (2020).

REFERÊNCIAS

- ALBINATI, A. C. L. et al. Parâmetros bioquímicos de tilápia do Nilo exposta ao tiametoxam. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 11, p. 1–13, 2020.
- ALMEIDA, B. L. de. **Rachel Carson (1907-1964): A defesa e o amor pela natureza**. 2020, Disponível em: https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/65137020/certo_ANAIS_bianca_almeida_rachel_carson_anpuh_sp.pdf. Acesso em 16 de abr. 2021.
- ALMEIDA, P. R.; RODRIGUES, M. V.; IMPERADOR, A. M. Toxicidade aguda (LC50) e efeitos comportamentais e morfológicos de formulado comercial com princípio ativo glifosato em girinos de *Physalaemus cuvieri* (Anura, Leptodactylidae) e *Rhinella icterica* (Anura, Bufonidae). **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, v. 24, n. 6, p. 1115–1125, 2019.
- ALVES, S. R.; OLIVEIRA-SILVA, J. J. Avaliação de ambientes contaminados por agrotóxicos. In: PERES, F.; MOREIRA, J. C. (org.). **É veneno ou é remédio**. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2003. p. 137–156.
- AMARO, P. As características toxicológicas dos pesticidas. In: **Projecto Agro 12, Série Divulgação Agro 12: 1/06**. Lisboa, Portugal: DRARO - EAN - ISA, 2005.
- ANDRÉA, M. M.; PETTINELLI, J. R. A. Efeito de aplicações de pesticidas sobre a biomassa e a respiração de microrganismos de solos. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 67, n. 2, p. 223–228, 2000.
- ANDREI, E. **Compêndio de Defensivos Agrícolas – Guia prático de produtos fitossanitários para uso agrícola**. 10. ed. São Paulo: Andrei, 2017.
- ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Listas de ingredientes ativos com uso autorizado e banidos no Brasil**. Anvisa, 2017. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/noticias-anvisa/2017/listas-de-ingredientes-ativos-com-uso-autorizado-e-banidos-no-brasil>. Acesso em: 10 jan. 2021.
- ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Novo Marco Regulatório para a Avaliação Toxicológica de Agrotóxicos**. Anvisa, 2019a. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/219201/4340788/Apresentação+agrotóxicos+Dicol/3e2ee4c0-0179-485b-a30b-27d9eaff696b>. Acesso em: 10 jul. 2020.
- AQUINO, L. M. C.; MEDINA, M. D. P. Caracterización de la intoxicación ocupacional por pesticidas en trabajadores agrícolas atendidos en el Hospital Barranca Cajatambo 2008 – 2017. **Horizonte Médico (Lima)**, v. 19, n. 2, p. 39–48, 2019.
- BAIRD, C. **Química Ambiental**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2002.
- BETTIOL, W.; GHINI, R. Solos supressivos. In: MICHEREFF, F.; ANDRADE, D. E. G. T.; MENEZES, M. (org.). **Ecologia e Manejo de Patógenos Radiculares em Solos Tropicais**. Recife: imprensa Universitária da Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2005. p. 25–152.

BIANCHI, M. de O. et al. **Importância de estudos ecotoxicológicos com invertebrados do solo**. Seropédica: Embrapa agrobiologia, 2010. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/884223/1/DOC26610.pdf>

BOESTEN, J. J. T. I. et al. Conceptual model for improving the link between exposure and effects in the aquatic risk assessment of pesticides. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, Amsterdam, v. 66, p. 291–308, 2007.

BOHNER, T. O. L.; ARAÚJO, L. E. B.; NISHIJIMA, T. O impacto ambiental do uso de agrotóxicos no meio ambiente e na saúde dos trabalhadores rurais. **Revista Eletrônica do Curso de Direito da UFSM**, v. 8, p. 329, 2013.

BOMBARDI, L. M. Agrotóxicos e agronegócio: arcaico e moderno se fundem no campo brasileiro. In: **Direitos humanos no Brasil 2012: relatório da Rede Social de Justiça e Direitos Humanos**. São Paulo, SP: Rede Social de Justiça e Direitos Humanos, 2012.

BRASIL. Decreto nº 24.114, de 12 de abril de 1934. Aprova o Regulamento de Defesa Sanitária Vegetal. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, 1934.

_____. Ministério da Saúde. Secretaria Nacional de Vigilância Sanitária. **Portaria n. 3, de 16 de janeiro de 1992**, estabelece diretrizes e orientações referentes à autorização de registros, renovação de registro e extensão de uso de produtos agrotóxicos e afins. Disponível em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/svs/1/1992/prt0003_16_01_1992.html. Acesso em: 18 set. 2020.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria n.º 2914, de 12 de dezembro de 2011**. Diário Oficial da União, Brasília, 14 dez. 2011, Seção 1, p.39-46.

BUSS, D. F.; OLIVEIRA, R. .; BAPTISTA, D. . Monitoramento biológico de ecossistemas aquáticos continentais. **Oecologia brasiliensis**, v. 12, p. 516–526, 2008.

CALDAS, E. D. Toxicological Aspects of Pesticides. In: JR, S. V. (org.). **Sustainable Agrochemistry - A Compendium of Technologies**. Cham: Springer International Publishing, 2019. p. 275–305.

CAMPOS, Y. et al. Exposure to pesticides and mental disorders in a rural population of Southern Brazil. **NeuroToxicology**, v. 56, p. 7–16, 2016.

CARDOSO, A. F.; PEREIRA, A. M. Agrotóxicos e saúde: um panorama da realidade Norte-Mineira. **GeoTextos**, v. 15, n. 2, 2019.

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

CAVALCANTI, V. A. **Avaliação da toxicidade de sedimentos e água contaminados com azocorantes têxteis utilizando Chironomus xanthus e Daphnia similis**. 2010. - Dissertação (Mestrado em Ciências da Saúde) - Curso de Ciências, Saúde Pública, Fiocruz - Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2010.

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Valores orientadores para solo e**

água subterrânea. Cetesb, 2001. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/solo/wp-content/uploads/sites/18/2014/12/valores-orientadores-nov-2014.pdf>. Acesso em: 10 dez. 2020.

CHAIM, A. et al. **Avaliação de perdas de pulverização em culturas de feijão e tomate.** Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 1999.

CHAIM, A. Impacto ambiental de agroquímicos e biopesticidas. **Rev. Bras. Toxicol**, v. 8, n. 1, p. 9–10, 1995.

COSTA, C.N.; MEURER, E.J.; BISSANI, C.A.; SELBACH, P.A. Contaminantes e poluentes do solo e do ambiente. In: MEURER, E. J. **Fundamentos de química do solo.** 2 ed. Porto Alegre, 2004. 290p.

COSTA, V.; MELLO, M.; FRIEDRICH, K. exposição ambiental ocupacional a agrotóxicos e o linfoma não Hodgkin. **Revista Saúde e Debate**, v. 41, n. 112, p. 49–62, 2017.

DEUBER, R. **Ciência das plantas daninhas: fundamentos.** 1. ed. Jaboticabal: FUNEP, 1992.

DORES, E. F. G. . **Contaminação de águas superficiais e subterrâneas por pesticidas em Primavera do Leste, Mato Grosso.** 2004. - Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Química, São Paulo, 2004.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. **FAOSTAT.** Pesticides Use, FAO, 2018. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/RP/visualize>. Acesso em: 28 out. 2020.

FELEMA, J.; RAIHER, A. P.; FERREIRA, C. R. Agropecuária brasileira: desempenho regional e determinantes de produtividade. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 51, n. 3, p. 555–573, 2013.

FERNANDES NETO, M. de L.; SARCINELLI, P. de N. Agrotóxicos em água para consumo humano: uma abordagem de avaliação de risco e contribuição o processo de atualização da legislação brasileira. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, v. 14, n. 1, p. 69–78, 2009.

FREITAS, A. D. de; REGINO, J. E. B. A legislação para a quantidade permitida de agrotóxicos na água: os casos do Brasil e da União Europeia. **Informe Econômico (UFPI)**, Teresina, v. 41, n. 2, p. 131–14, 2020.

FRESHE, H. The perspective of persistence. In: , 1976, Croydon. **Symposium in Persistence of Insecticides and Herbicides, Croydon.** Croydon: Bristish Crop Protection Council (BCPC Monograph, 17), 1976. p. 1–39.

GAMEIRO, N.; TANIGUCHI, N. **Contaminação da água potável por agrotóxico no Brasil é tema de audiência pública na Câmara dos Deputados.** FioCruz, 2019. Disponível em: <https://www.fiocruzbrasil.fiocruz.br/contaminacao-da-agua-potavel-por-agrotoxico-no-brasil-e-tema-de-audiencia-publica-na-camara-dos-deputados/>. Acesso em: 20 jan. 2021.

GOULART, A. C. et al. Avaliação da contaminação ambiental por carbofurano em solo

proveniente do cultivo de cana-de-açúcar. **TECNO-LÓGICA**, Santa Cruz do Sul, v. 22, n. 2, p. 187–193, 2018.

GRIGORI, P. **É possível eliminar resíduos de agrotóxicos da água e dos alimentos?**. Reporter Brasil, 2019a. Disponível em: <https://reporterbrasil.org.br/2019/06/e-possivel-eliminar-residuos-de-agrotoxicos-da-agua-e-dos-alimentos/>. Acesso em: 22 jan. 2021.

GRIGORI, P. **Agrotóxico, veneno, defensivo? Entenda a disputa pelo nome desses produtos agrícolas**. Repórter Brasil, 2019b. Disponível em: Recuperado em <https://reporterbrasil.org.br/2019/01/agrotoxico-veneno-defensivo-entenda-a-disputa-pelo-nome-desses-produtos-agricolas/>. Acesso em. 20 mar. 2021.

HARRISON, V.; ROSS, S. M. Anxiety and depression following cumulative low-level exposure to organophosphate pesticides. **Environmental Research**, v. 151, p. 528–536, 2016.

HOLT, M. S. Sources of chemical contaminants and routes into the freshwater environment. **Food Chem. Toxicol**, v. 38, p. 21–27, 2000.

IBAMA. - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Portaria normativa Nº 139, de 21 de dezembro de 1994**. Estabelece os procedimentos a serem adotados junto ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - Ibama, para efeito de avaliação do potencial de periculosidade ambiental de produtos químicos considerados como agrotóxicos, seus componentes e afins, segundo definições estabelecidas nos incisos XX, XXI e XXII, do artigo 2o, do Decreto no 98.816.

_____. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Boletim de venda de agrotóxicos e afins: Total das Vendas de Agrotóxicos e Afins nas Regiões e Estados Brasileiros – 2018**. Ibama, 2018. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/agrotoxicos/relatorios-de-comercializacao-de-agrotoxicos#boletinsanuais>. Acesso em: 22 out. 2020.

_____. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Boletim de venda de agrotóxicos e afins: Total das Vendas de Agrotóxicos e Afins nas Regiões e Estados Brasileiros**. Ibama, 2019a. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/agrotoxicos/relatorios-de-comercializacao-de-agrotoxicos#boletinsanuais>. Acesso em: 22 out. 2020.

IBGE/SIDRA - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística/Sistema IBGE de Recuperação Automática. **Produção Agrícola Municipal: Tabela 1612 - Área plantada, área colhida, quantidade produzida, rendimento médio e valor da produção das lavouras temporárias**. IBGE/SIDRA, 2016. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1612>. Acesso em: 30 nov. 2020.

_____. - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística/Sistema IBGE de Recuperação Automática. **Produção Agrícola Municipal: Tabela 1612 - Área plantada, área colhida, quantidade produzida, rendimento médio e valor da produção das lavouras temporárias**. IBGE/SIDRA, 2018. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1612>. Acesso em: 30 nov. 2020.

JIRAUNGKOORSKUL, W. et al. Histopathological effects of Roundup, a glyphosate herbicide, on Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Sci. Asia**, v. 28, p. 121–127, 2002.

KAMEL, F.; HOPPIN, J. A. Association of Pesticide Exposure with Neurologic Dysfunction and Disease. **Environmental Health Perspectives**, v. 112, n. 9, p. 950–958, 2004.

KLAASSEN, C. D.; WATKINS III, J. B. **Fundamentos em Toxicologia de Casarett e Doull (Lange)**. Porto Alegre: AMGH, 2012.

LAVORENTI, A.; PRATA, F.; REGITANO, J. B. Comportamento de pesticidas em solos: fundamentos. **Tópicos em ciência do solo**, v. 3, p. 291–334, 2003.

LIPOK, J.; STUDNIK, H.; GRUYAERT, S. The toxicity of Roundup® 360 SL formulation and its main constituents: Glyphosate and isopropylamine towards non-target water photoautotrophs. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 73, p. 1681–1688, 2010.

LIMA, M. B. S. **Aspectos sociobiodiversos do novo marco regulatório para agrotóxicos publicado pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa)**. 2020. - Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em direito) - Universidade Católica do Salvador, Salvador, 2020.

LONDRES, F. **Agrotóxicos no Brasil: um guia para ação em defesa da vida**. Rio de Janeiro: AS-PTA – Assessoria e Serviços a Projetos em Agricultura Alternativa, 2011.

LOPES, V. L. **Micronúcleos e alterações morfológicas em eritrócitos e hepatócitos de espécimes de *Astyanax altiparanae* (Pisces, Characiformes) quando expostos a um herbicida a base de cianamida hidrogenada**. 2017. - Dissertação (mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2017.

LOURENCETTI, C. et al. Avaliação do potencial de contaminação de águas subterrâneas por pesticidas: comparação entre métodos de previsão de lixiviação. **Pesticidas: Revista Ecotoxicologia e Meio Ambiente**, Curitiba, v. 15, p. 1-14, 2005.

MARTINE, G. **Êxodo rural, concentração urbana e fronteira agrícola**. São Paulo: Caetes, 1987. 59-79, 1987.

MARTINS, L. de S. G. **Perfil epidemiológico das intoxicações por agrotóxicos relacionadas às tentativas de suicídios no Paraná, de 2007 a 2016**. 2018. - Dissertação (Mestrado em Saúde Coletiva) - Programa de Pós-Graduação em Saúde Coletiva, Universidade de Brasília, Brasília, 2018.

MORAES, R. F. de. Expansão da utilização de agrotóxicos no Brasil. In: MORAES, R. F. de (org.). **Agrotóxicos no Brasil: padrões de uso, política da regulação e prevenção da captura regulatória**. Rio de Janeiro: Ipea, 2019. p. 18–34.

MOURA, E. E. S. **Determinação da toxicidade aguda e caracterização de risco ambiental do herbicida Roundup (glifosato) sobre três espécies de peixes**. 2009. - Dissertação (Mestrado em Bioecologia Aquática) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2009.

MOURA, R. M. de. Rachel Carson e os agrotóxicos 45 anos após primavera silenciosa. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agrônômica**, Recife, v. 5-6, p.44-52, 2008-2009.

NOVAIS, C. M.; QUEIROZ, T. M. de; SEABRA JÚNIOR, S. Panorama da contaminação ambiental por agrotóxicos no estado do mato grosso: risco para o abastecimento urbano. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 1, p. e23010111667, 2021.

NRC - National Research Council. **Risk Assessment in The Federal Government: Managing the Process**. Washington DC: National Academies Press, 1983.

OLIVEIRA, B. R. F. **Efeitos do herbicida ácido 2,4-Diclorofenoxiacético sobre a morfologia das brânquias e parâmetros comportamentais em peixes-zebra Danio rerio adultos**. 2020. - Dissertação (Mestrado em Biologia Celular e do Desenvolvimento) - Programa de Pós-Graduação em Biologia Celular e do Desenvolvimento, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2020.

OLIVEIRA, S. de S. **O papel da avaliação de riscos no gerenciamento de produtos agrotóxicos: diretrizes para a formulação de políticas públicas**. 2005. - Tese (Tese de Doutorado em Saúde Pública) - Programa de Pós- Graduação em Saúde Pública, Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

PIASAROLO, L.; RIGITANO, R. L. de O.; GUERREIRO, M. C. Influência da polaridade de pesticidas não iônicos sobre sua sorção em um Latossolo. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 6, p. 100–108, 2008.

PEREIRA, E. M. Rachel Carson, ciência e coragem: Primavera silenciosa, primeiro alerta mundial contra agrotóxicos, faz 50 anos. **Ciência Hoje**, v. 50, n. 296, p. 72-73, 2012.

PICCOLO, A. et al. Adsorption and desorption of glyphosate in some European soils. **Journal of Environmental Science and Health, Part B**, v. 29, n. 6, p. 1105–1115, 1994.

PINOTTI, M. M. Z.; SANTOS, J. C. P. From the ancient times of the agriculture to the biological control in plants: a little of the history. **Ciência Rural**, v. 43, n. 10, p. 1797–1803, 2013.

PINTO, O. B. **Avaliação de risco ambiental em solos brasileiros de um herbicida em desenvolvimento para campos de cereais**. 2010. - Dissertação (Mestrado em Química na Agricultura e no Ambiente) - Centro de Energia Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.

POMPERMAIER, A. **Resíduos de agrotóxicos prejudicam o comportamento anti predatório em peixes**. 2019. - Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2019.

PONTE, J. J. da. L. Câncer e agrotóxicos. *Revista Proteção*, v. 84, n. 53, 1998.

RAND, G. .; WELLS, P. .; MCCARTY, L. . Introduction to aquatic toxicology. In: RAND, G. . (org.). **Fundamentals of Aquatic Toxicology: Effects, environmental fate, and risk assessment**. 2. ed. Taylor & Francis, 1995. p. 1125.

RATHORE, H. S.; NOLLET, L. M. L. (Ed.). **Pesticides: evaluation of environmental pollution**. CRC Press, 2012.

REBELO, R. M.; CALDAS, E. D. Avaliação de risco ambiental de ambientes aquáticos afetados pelo uso de agrotóxicos. **Química Nova**, v. 37, n. 7, p. 1199–1208, 2014.

RIBEIRO, J. S. **Simulação da contaminação dos recursos hídricos por pesticidas na lavoura temporária no entorno da BR-163, Santarém – PA**. 2017. - Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) - Instituto de Ciências e Tecnologia das Águas, Universidade Federal do Oeste do Pará, Santarém, 2017.

RIBEIRO, M. L. et al. Contaminação de águas subterrâneas por pesticidas: avaliação preliminar. **Química Nova**, v. 30, n. 3, p. 688-694, 2007.

RONCO, A.; BAEZ, M. C. D.; GRANADOS, Y. P. Conceptos Generales. In: **Ensayos Toxicológicos y Métodos de Evaluación de Calidad de Aguas - Estandarización, Intercalibración, Resultados y Aplicaciones**. Ottawa, Canadá: Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo, 2004. p. 17–22.

RUTHS, J. C.; RIZZOTO, M. L. F.; MACHINESKI, G. G. Exposição a agrotóxicos e ocorrência de câncer em trabalhadores de dois municípios do oeste do Paraná. **Ciência, Cuidado e Saúde**, v. 18, n. 1–9, 2019.

SAMPAIO, R. M. de O.; GONÇALVES NETO, J. D. C. O paradigma da intensa utilização de agrotóxicos no Brasil sob o contexto da mundialização da agricultura. **Rev. de Direito Agrário e Agroambiental**, v. 4, n. 1, p. 111–129, 2018.

SANCHES, S. M.; CAMPOS, S. X. de; VIEIRA, E. M. Pesticidas e seus respectivos riscos associados à contaminação da água. **Pesticidas: R. Ecotoxicol. e Meio Ambiente**, v. 13, p. 54–67, 2003.

SAVI, E. P. et al. Sintomas associados à exposição aos agrotóxicos entre rizicultores em uma cidade no sul de Santa Catarina. **Arquivos Catarinenses de Medicina**, v. 39, n. 17–23, 2010.

SILVA, A. de S. **Importância do monitoramento ecotoxicológico de agrotóxicos para a segurança hídrica na Amazônia**. 2020. - Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental) - Instituto de Ciências e Tecnologia das Águas, Universidade Federal do Oeste do Pará, Santarém, 2020.

SILVA, C. M. .; FAY, E. F. Características do Ambiente solo. In: SILVA, C. M. .; FAY, E. F. (org.). **Agrotóxicos e ambiente**. 1. ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. p. 75–105.

SILVEIRA, J. M. F. J. da. Estudos sobre a competitividade industrial brasileira: Competitividade da indústria de defensivos agrícolas. Campinas: ECIB/UNICAMP/MCT. **Nota Técnica Setorial do Complexo Químico** p. 96 , 1993.

SOUZA, A. T. F. DE; MARTINS, A. F. P. Pós-verdade e a potência dos afetos: um resgate da vida e obra de Rachel Carson para um saber sobre ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 37, n. 3, p. 1147–1172, 2020.

SOUZA, M. A. De. **Risco de contaminação da água por glifosato: Validação do modelo A.R.C.A. em uma lavoura de soja no entorno do Distrito Federal.** 2014. - Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, Universidade de Brasília, Brasília, 2014.

SPADOTTO, C. A. Avaliação de riscos ambientais do uso de defensivos agrícolas para a qualidade da água. **Horticultura Brasileira**, v. 27, n. 2, p. 4060–4070, 2009.

STEFFEN, G. P. K.; STEFFEN, R. B.; ANTONIOLLI, Z. I. Contaminação do solo e da água pelo uso de agrotóxicos. **Tecnologia Ambiental**, v. 15, n. 1, 2011.

TALHAFERRO, D. R. L. **Vulnerabilidades socioambientais e formas de adaptação de agricultores familiares localizados em áreas próximas a lavouras orizícolas em Itaqui – RS.** 2013. - Trabalho de conclusão de Curso (Graduação em Tecnólogo em Planejamento e Gestão para o Desenvolvimento Rural a Distância) - Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Itaqui, 2013.

TERRA, F. H. B. **A indústria de agrotóxicos no Brasil.** 2008. - Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Econômico) - Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento Econômico, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.

URBAN, D.; COOK, N. **Standard evaluation procedure ecological risk assessment.** Washington DC: U.S. Environmental Protection Agency, 1986.

USEPA – United States Environmental Protection Agency. **Guidelines for ecological risk assessment.** Washington DC: U.S. Environmental Protection Agency, 1998.

VALE, R. L. et al. Diagnóstico do potencial de contaminação de águas subterrâneas por agrotóxicos aplicados na agricultura do entorno do reservatório São Gonçalo, PB. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 10, n. 2, p. 66–73, 2015.

VARONA, M. E.; IDROVO, A. J. Determinantes sociales de la intoxicación por plaguicidas entre cultivadores de arroz en Colombia. **Revista de Salud Pública**, v. 18, n. 4, p. 617–629, 2016.

VASCONCELOS, Y. Agrotóxicos na berlinda. **Pesquisa Fapesp**, São Paulo, v. 19, n. 271, p. 18–27, 2018.

VIEIRA, L. M.; GALDINO, S.; PADOVANI, C. R. **Utilização de pesticidas na agropecuária dos municípios da Bacia do Alto Taquari de 1988 a 1996 e risco de contaminação do Pantanal, MS, Brasil.** Corumbá: Embrapa Pantanal, 2000.

VILLA, R. D.; OLIVEIRA, A. P. de; NOGUEIRA, R. F. P. Avaliação dos parâmetros de solubilidade de Hildebrandt / Hansen na seleção de solventes para a extração de pesticidas organoclorados do solo. **Química Nova**, v. 34, n. 9, p. 1501–1506, 2011.

WEBSTER, E.; MACKAY, D.; WANIA, F. Evaluating environmental persistence. **Environmental Toxicology and Chemistry**, v. 17, n. 11, p. 2148–2158, 1998.

WHO - World Health Organization. **Pesticides.** WHO, 2010. Disponível em:

<https://www.who.int/topics/pesticides/en/>. Acesso em: 13 out. 2020.

WRUBLEWSK, J. **Toxicidade aguda e crônica de agrotóxicos em girinos de *Physalaemus cuvieri* (Anura, Leptodactylidae)**. 2016. - Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental) - Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental, Universidade Federal da Fronteira Sul, Erechim, 2016.

ZAGATTO, P. A.; BERTOLETTI, E. **Ecotoxicologia Aquática: Princípios e Aplicações**. 2. ed. São Carlos: Rima, 2014.

ZAMBRONE, F. A. D. Perigosa família. In: **Ciência Hoje**. Rio de Janeiro, v. 4, n. 22, p. 44-47, 1986.

ZANDONÁ, G. **Determinação de resíduos de agrotóxicos em água para consumo humano utilizando SPE e quantificação/confirmação por LC-MS quadrupolar simples**. 2019. - Dissertação (Mestrado em Química e Tecnologia Ambiental) - Programa de Pós-Graduação em Química Tecnológica e Ambiental, Universidade Federal do Rio Grande, Santo Antônio da Patrulha, 2019.

CAPÍTULO 2 – USO E CONSUMO DE AGROTÓXICOS: CONSTRUÇÃO DE UM CENÁRIO ESTADUAL E LOCAL

Resumo

O Brasil desde 2008 é apontado como maior consumidor de agrotóxicos do mundo, e no país não se tem informações confiáveis sobre o uso e consumo desses produtos. Por esse motivo há à necessidade de se criar um cenário em contexto nacional e confrontá-los frente ao contexto estadual e da RMS para avaliar a o desenvolvimento agrícola da Região. A metodologia consistiu na elaboração de um inventário sobre agrotóxicos em bases de dados e publicações científicas, a fim de criar-se um cenário de uso e consumo em diferentes níveis da federação. A sistematização de dados se deu em forma de histograma e analisados por meio da correlação de Pearson. A partir de 2008 o consumo e registro de agrotóxicos no Brasil cresceu de forma muito rápida, no Pará observou-se um aumento médio da área de produção e uso de agrotóxicos muito alta. Essa tendência reflete nas regiões menores como o RSM que em duas décadas teve um aumento de 512% no número de produtos utilizados. Dessa forma observar-se que as médias da área produtiva e consumo de agrotóxicos a nível estadual são maiores que de estados com tradição agrícola, o que demonstra uma expansão de uma nova fronteira agrícola no Pará, enquanto nos outros estados o aumento é mais discreto, o que evidencia uma fronteira agrícola mais consolidada. Em relação ao RMS a tendência também segue crescente mesmo não se tendo muitos dados históricos, mas permitiu-se estabelecer um cenário evolutivo do consumo de agrotóxicos para a região.

Palavras-chave: Maciço Santareno. Lavoura temporária. Registro de agrotóxicos. Uso e consumo.

2.1 Introdução

O Brasil é um dos maiores produtores agropecuários do mundo, sendo a atividade que age como motor propulsor da economia local (PIGNATI et al., 2017), para manter sua alta produtividade o setor ainda se vale de utilizar intensivamente sementes transgênicas e insumos químicos, como fertilizantes e agrotóxicos. A sua grande extensão territorial e terreno propício à agricultura, proporcionou ao país uma extensa área de plantio que por consequência o fez se tornar um dos maiores consumidores de agrotóxicos no mundo.

Em 2019, a área plantada no Brasil foi de 81.176.283 milhões de hectares, um aumento de 80,96% em relação à última década. Sendo as principais commodities agrícolas soja, cana de açúcar e milho, que juntas respondem por 78,61% de toda área de produção no ano em questão (IBGE/SIDRA, 2019b). O ritmo de comercialização de agrotóxicos segue esse mesmo aumento. Segundo o Ibama (2019a) foram vendidas 620.537,98 mil toneladas de agrotóxicos no ano de 2019 sendo que em 2009 este volume de comercialização foi de 300.349,70, um incremento de 48,40% em uma década.

Atualmente, o cenário de incentivos ao uso desses produtos se mantém por meio de incentivos governamentais que facilitam a instalação de fábricas de insumos agrícolas, aliado à isenção de impostos, como o Imposto de Circulação de Mercadoria (ICM) e o Imposto de Produtos Industrializados (IPI), e também das taxas de importação de produtos não produzidos no Brasil e registros ad aeternum¹² (ABREU; TAVARES, 2017; RAMOS, 2019), o que escora o avanço ocorrido no consumo na ordem de 317%, nos últimos vinte anos, enquanto que o mercado mundial, no mesmo período, cresceu 137% de acordo com dados de FAO (2018). Por outro lado, o uso médio em kg/ha de área cultivada com insumos de agrotóxicos, cresceu no mesmo período 264% (FAO, 2018). De acordo com Bombardi (2017) isso corresponde a cerca de 20%, o que quer dizer que 1/5 de todo agrotóxico comercializado no mundo é consumido no Brasil.

Focado em ganhos de produtividade, utilizando plantas modificadas geneticamente, que são dependentes do uso de agroquímicos (FELEMA; RAIHER; FERREIRA, 2013), fazem com que esses dados demonstrem a dependência brasileira no consumo desses insumos agrícolas para manter sua alta produtividade, visto que, o Brasil é considerado o celeiro do mundo, em relação a produção agrícola, principalmente a região amazônica (SILVA; SÁ, 2019).

A Amazônia vem sendo altamente explorada por ser uma nova fronteira agrícola, principalmente o estado do Pará, onde agricultura historicamente vem se instando pela região norte do estado do Mato Grosso em direção ao sul e sudeste paraense, evidenciado em Vieira Filho e Fishlow (2017), e se aproximando da região oeste do estado em direção ao município de Santarém.

Nesse sentido, é de grande valia o levantamento de informações sobre o uso do solo e de agrotóxicos visto que no Estado do Pará, diferentemente do Mato Grosso, não possui um sistema que monitore compras e venda de agrotóxicos. Portanto o Pará não possui um sistema

¹² Em outros países os impactos ambientais e na saúde dos agrotóxicos tem de ser reavaliados que a cada três ou cinco anos, no Brasil cada produto que é liberado para comercialização nunca mais volta a ser revisado ou revogado.

que diminua as incertezas quanto ao consumo, o que faz com que não se compreenda a dinâmica da comercialização e sua evolução, o que pode gerar diferentes passivos ao ser humano e a biota local.

Dessa forma o objetivo geral desta pesquisa foi realizar um inventário de dados e criar um cenário do uso e consumo de agrotóxicos a nível nacional e estadual e compará-lo com a realidade da região do maciço Santareno, a fim de contribuir com um futuro banco de informações sobre o uso e consumo de agrotóxicos na nova fronteira agrícola da Amazônia brasileira.

2.2 Material e métodos

2.2.1 Área de estudo

A área de estudo situa-se na região oeste do estado do Pará, dentro do Planalto Santareno, seu recorte espacial abrange a totalidade dos municípios de Santarém, Mojuí dos Campos e Belterra, e partes de outros como Medicilândia, Aveiro, Placas, Uruará, Jurutí, Prainha, Monte Alegre, Alenquer Curuá e Óbidos (COSTA, 2012), sendo estes três primeiros municípios os que concentram a maior parte da produção agrícola regional. Neste trabalho, denominaremos a região de estudo como Região do Maciço Santareno (RMS), os quais essa denominação se deve por conter as áreas de lavoura temporária concentradas em Santarém, Belterra e Mojuí dos Campos. Os dados foram levantados apenas nestes municípios em questão, não tendo informações dos produtos utilizados nos outros municípios que compõe o Planalto Santareno (Figura 4).

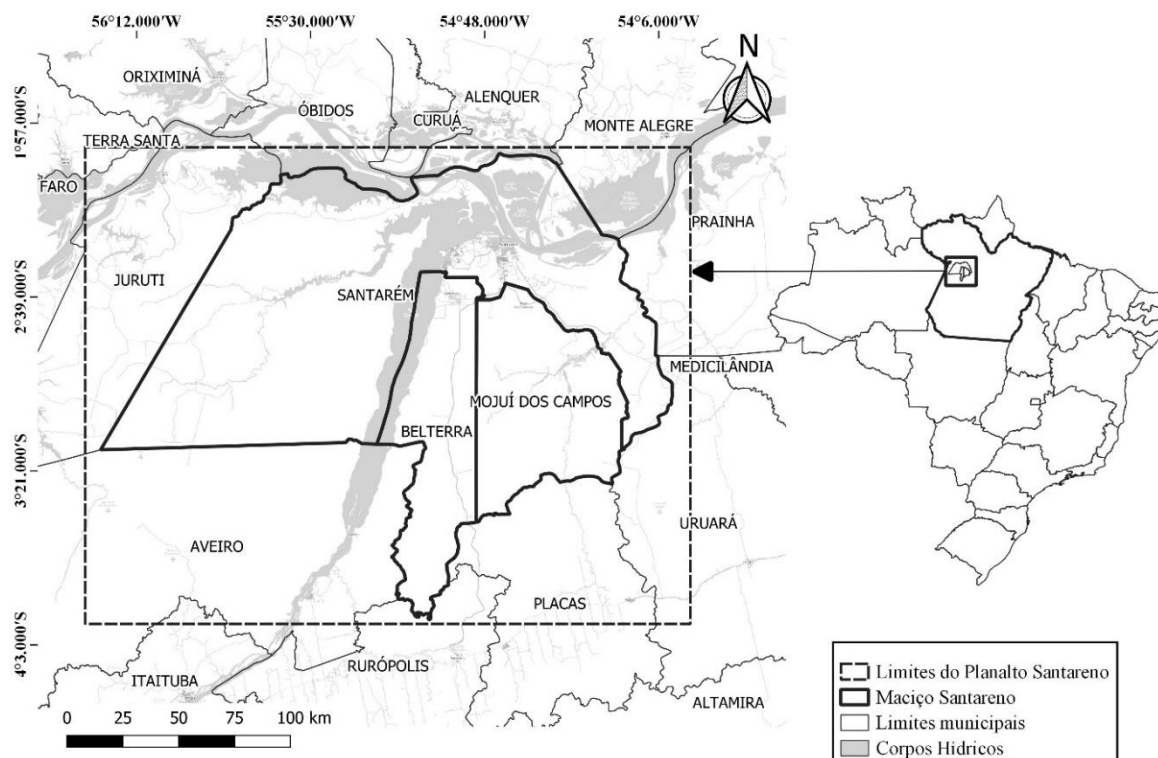
A área do RMS, apresenta uma área total de 27.285,043 km², onde 886,39 km² (3,25%) dessa da área total é destinada à agricultura, dividindo-se em 874,01 km² (3,20%) para lavoura temporária e 12,38 km² (0,05%) para lavoura permanente (IBGE, 2019; IBGE/SIDRA, 2019b.). Esta área compreende o bioma amazônico, composta por um mosaico de densa floresta tropical úmida (VENTURIERI; MONTEIRO; MENEZES, 2010).

A área de estudo situa-se na região oeste do estado do Pará, dentro do Planalto Santareno, seu recorte espacial abrange a totalidade dos municípios de Santarém, Mojuí dos Campos e Belterra, e partes de outros como Medicilândia, Aveiro, Placas, Uruará, Jurutí, Prainha, Monte Alegre, Alenquer Curuá e Óbidos (COSTA, 2012), sendo estes três primeiros municípios os que concentram a maior parte da produção agrícola regional.

Neste trabalho, denominaremos a região de estudo como Região do Maciço Santareno (RMS), os quais essa denominação se deve por conter as áreas de lavoura temporária

concentradas em Santarém, Belterra e Mojuí dos Campos. Os dados foram levantados apenas nestes municípios em questão, não tendo informações dos produtos utilizados nos outros municípios que compõe o Planalto Santareno (Figura 4).

Figura 4 - Mapa de localização da RMS (Municípios de Santarém, Belterra e Mojuí-dos-Campos) dentro do Planalto Santareno.



Fonte: Elaborado autor (2021).

A área do RMS, apresenta uma área total de 27.285,043 km², onde 886,39 km² (3,25%) dessa da área total é destinada à agricultura, dividindo-se em 874,01 km² (3,20%) para lavoura temporária e 12,38 km² (0,05%) para lavoura permanente (IBGE, 2019; IBGE/SIDRA, 2019b.). Esta área compreende o bioma amazônico, composta por um mosaico de densa floresta tropical úmida (VENTURIERI; MONTEIRO; MENEZES, 2010).

As temperaturas médias, máximas e mínimas anuais oscilam entre 25 e 31 °C respectivamente (SANTARÉM, 2017). A precipitação pluviométrica apresenta valores anuais oscilando em torno de 2.000 mm, com distribuição irregular, mostrando a ocorrência de dois períodos nítidos de chuvas, com o mais chuvoso abrangendo o período de dezembro a junho, concentrando mais de 70% da precipitação anual (EMBRAPA, 2001).

A rede hidrográfica da Região do entorno do Município de Santarém está dividida em seis bacias: do Rio Amazonas, Tapajós, Arapiúns, Moju, Mojuí e Curuá-Una, centenas de

pequenos corpos d'água (igarapés) tendo sua área central ocupada principalmente por áreas ocupadas pela agricultura temporária de soja e milho (SANTARÉM, 2017).

Segundo a Embrapa (2001) os solos predominantes na região são do tipo latossolo amarelo distrófico típicos (textura média e muito argilosa) e argissolo amarelo distrófico típico (textura média e argilosa) e representam mais de 71% do total dos solos presentes. São fortemente ácidos, possuindo baixa fertilidade, baixa saturação e compostos de materiais argilosos ou areno-argilosos sedimentares nos baixos platôs da região amazônica relacionados à Formação Alter-do-Chão, apresentam boa retenção de umidade e boa permeabilidade, sendo que na região Amazônia, são utilizados principalmente para pastagem e as culturas de soja e milho (SANTOS; ZARONI; ALMEIDA, 2002; EMBRAPA, 2006; CARVALHO, 2012).

2.2.2 Levantamento de dados

Para se fazer a comparação entre a antiga e nova classificação de risco para os agrotóxicos primeiramente buscou-se fazer um levantamento aprofundado em diversas bases de informações, nacionais e internacionais tais como:

- Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama): verificação do quantitativo de ingredientes ativos e vendas anual dos agrotóxicos presentes no estado do Pará
- O Banco de dados do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (Mapa): informações referentes ao licenciamento de novos produtos e listagem dos agrotóxicos permitidos no Brasil, bem como a antiga e nova classificação de risco do Sistema GHS.
- Agência Nacional de Vigilâncias Sanitária (Anvisa): listagem dos ingredientes ativos permitidos e banidos no Brasil.
- Ministério da Saúde (MS) por meio do Sistema Nacional de Informações Tóxico-Farmacológicas (SINITOX), para avaliar os agravos e óbitos relacionados ao uso de agrotóxicos.
- Dados do Ministério Público do Estado do Pará, trabalhos de levantamento de agrotóxicos utilizado na região.
- Literaturas científicas (artigos e teses, ou só artigos) com informações sobre os agrotóxicos os riscos para biota e seres humanos relacionados com ingredientes ativos utilizados na área agrícola da Região do Maciço Santareno (RMS).

- *Pesticide Action Network (PAN)*: levantamento de estudos sobre os agrotóxicos altamente perigosos, banidos em diferentes países e por convenções, além de listar seus efeitos sobre o ser humano e a biota.
- *Pesticide Properties Database (PPDB)* Lewis (2016): fonte abrangente de dados sobre propriedades químicas, físicas e biológicas de agrotóxicos.

Já para a obtenção e sistematização dos dados primários do uso e consumo de agrotóxicos realizou-se um levantamento in loco da comercialização dos diferentes produtos disponíveis nas lojas agropecuárias locais¹³, afim se conhecer a dinâmica de consumo utilizada na região. Em seguida, se procedeu a uma compilação e tabulação dos dados secundários de comercialização com base em estudos pretéritos já realizados e informações estas disponibilizadas pela parceria entre a Universidade Federal do Oeste do Pará, Ministério Público Estadual do Estado do Pará (MPPA) por meio da sua Sétima Procuradoria de Justiça Agrária de Santarém, e também da Agência de Defesa Agropecuária do Estado do Pará (Adepará), esta última, responsável pelo arquivamento e gerenciamento das receitas agronômicas disponibilizadas pelas lojas agropecuárias, movimento este que ocorre periodicamente.

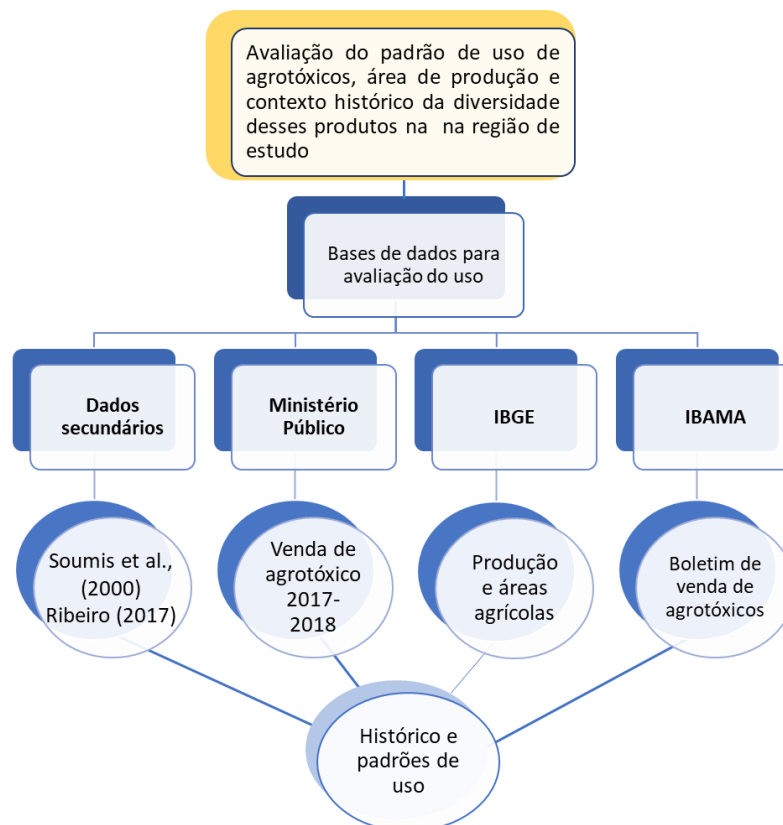
2.2.2.1 Sistematização das informações

Para a sistematização dos dados optou-se na utilização do software Excel 365, para geração com informações sobre dados secundários do IBGE/SIDRA (produção agrícola e área plantada), FAO (Consumo de agrotóxicos a nível global), Ibama (Consumo de agrotóxicos a nível nacional) e Mapa (Registros de agrotóxicos anual) e Adepará (Registros de agrotóxicos anual no estado do Pará) utilizando o intervalo temporal 2012 a 2019 para avaliação de ambas as fontes. Para a comparação entres os dados obtidos optou-se pela utilização de histogramas. Na fase de análise estatística optou-se por utilizar o coeficiente de correlação de Pearson (r), com $p < 0,05$. Este modelo foi utilizado pra medir o grau da correlação linear entre três variáveis quantitativas, área produtiva, quantidade consumida de agrotóxicos em toneladas/ano e número de produtos registrados anualmente, tanto em âmbito nacional quanto local. O diagrama

¹³ Santarém é o polo de comercialização e distribuição regional no oeste do Pará, portanto assume-se que os mesmos produtos vendidos aqui sejam utilizados em toda região.

construído (Figura 5) apresenta os passos para o levantamento de informações, tabulação, sistematização e organização dos dados obtidos por este estudo.

Figura 5. Fluxograma dos processos metodológicos para avaliação do cenário do uso de agrotóxicos no RMS.



Fonte: Elaborado autor (2021).

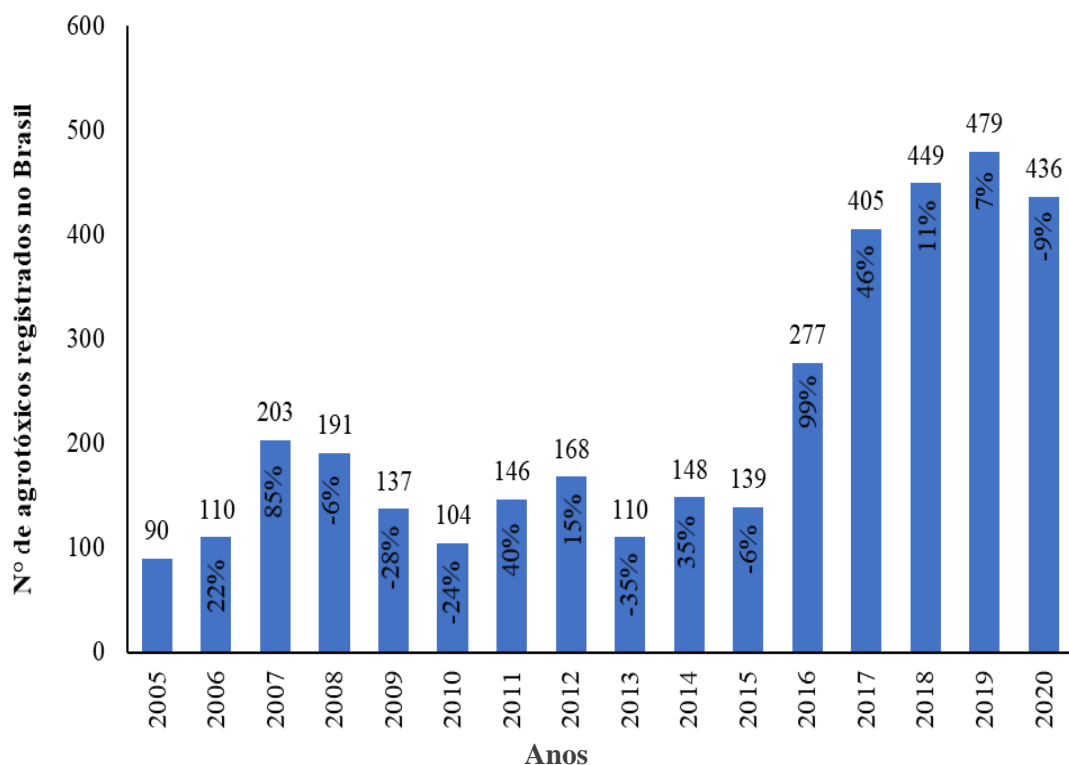
2.3 Resultados e Discussão

No Brasil todos os anos são liberados centenas de novos agrotóxicos (GURGEL; SANTOS; GURGEL, 2019), sendo que muitos deles são proibidos em muitos países, principalmente na União Europeia (PAN, 2019) como é o caso inseticida organofosforado acefato e o herbicida atrazina, pertencente ao grupo químico triazina, comprovadamente cancerígenos e de efeitos deletérios para as abelhas (BOMBARDI, 2017; NODARI; HESS, 2020). Segundo dados do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), em 2020, o aumento do número de novos registros concedidos a agrotóxicos e afins, demonstram uma tendência crescente.

De 2005 a 2015, a média de novos registros por ano ficou em 140,5 (VALADARES; ALVES; GALIZA, 2020). Na Figura 6 podemos observar o quantitativo de agrotóxicos e afins com base em lista com número de produtos liberados de 2005 à 2020 por Mapa (2020), nota-se que entre 2005 e 2015 há uma baixa flutuação no número de registros com exceção de 2006 e

2007. No ano de 2016 houve quase o dobro de registros em relação ao ano anterior, entre o ano de 2016 e 2017 o aumento foi na ordem de 46,21% nos registros. Em 2017, 2018 e 2019, atinge 405, 449 e, finalmente, 474 novos registros, respectivamente. O incremento entre o ano de 2015, o último ano de estabilidade na concessão de registros e 2019 foi na ordem de 341%, com tendência de crescimento mantida no ano de 2020.

Figura 6 - Número de registros de agrotóxicos e afins nos anos de 2005 a 2019 no Brasil e suas variações anuais.



Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados do Mapa (2020).

De acordo com Leite (2020) e com dados atualizados pelo Robotox, um robô criado pelo projeto Por Trás do Alimento (2021) que acompanha o Diário Oficial da União (DOU) e publica todas os novos registros de agrotóxicos no Brasil, entre os anos de 2018 a 2020 foram liberados cerca de 910 novos produtos registrados (isto representa quanto do quantitativo de agrotóxicos usados no país, sendo que um total de 2976 produtos agrotóxicos comercializados em todo o Brasil).

Valadares, Alves e Galiza (2020) citam que esse crescimento, entretanto, introduziu poucos ingredientes ativos, sendo que em sua maior parte das liberações ocorridas entre 2016 a 2019 metade são produtos técnicos, que são destinados à indústria de defensivos para criar novas formulações comerciais e 27% corresponderam a produtos formulados genéricos que são vendidos diretamente ao consumidor. A dinâmica de registros no Brasil aparentemente tende a

promover a consequente ampliação do mercado de agrotóxicos o que provavelmente potencializará o aumento ao acesso e ao consumo.

Embora os pesticidas sejam benéficos para o ponto de vista da produção agrícola, o uso extensivo de pesticidas pode ter consequências graves devido à sua biomagnificação e natureza persistente, poluem direta ou indiretamente o ar, a água, o solo e o ecossistema em geral, causando sérios riscos à saúde dos seres vivos (SHARMA et al., 2019).

A grande ampliação das autorizações de registro tem como principal efeito o maior acesso dos agrotóxicos, trazendo, como potencial consequência, o aumento do consumo e intoxicações, citado por Sharma et al. (2019) e corroborado por Valadares, Alves e Galiza, (2020). Dados de intoxicação exógena verificados e totalizados junto ao Sistema de Informação de Agravos de Notificação (Sinan), que coleta dados gerado do Sistema Nacional de Vigilância Epidemiológica (SNVE), entre 2007 e 2017, observou-se 40 mil casos de intoxicação por agrotóxicos de uso agrícola (Sinitox, 2017) e em 2017 foram 2.548 mil 61 óbitos, demonstrando que, o aumento das autorizações de agrotóxicos é diretamente proporcional ao número de intoxicações (PIGNATI et al., 2017; TAVARES et al., 2020).

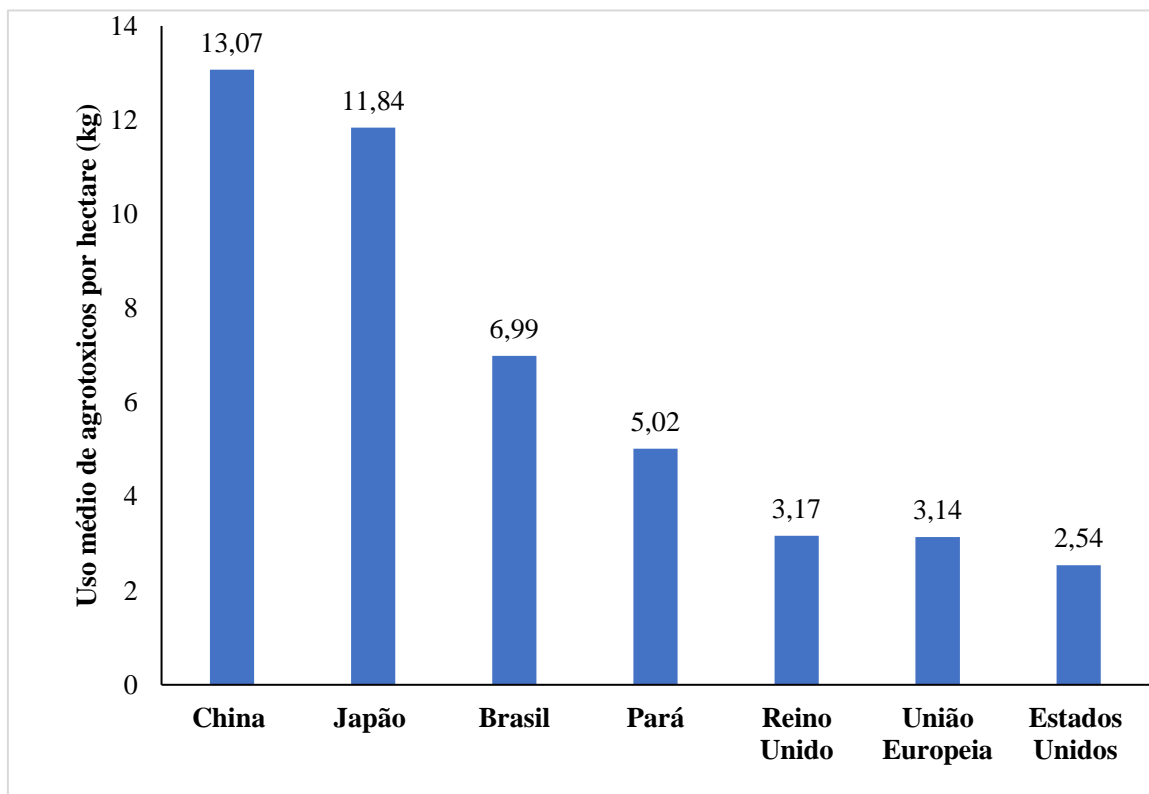
Sabidamente esses fatores de intoxicação se agravam devidamente o Brasil ser um dos maiores consumidores de agrotóxicos do mundo. Segundo Sharma et al. (2019) aproximadamente, 2 milhões de toneladas de pesticidas foram utilizados em todo o mundo em 2019, já em 2020, o uso global de pesticidas aumentou para 3,5 milhões de toneladas, tendo a China como principal país contribuinte, seguida pelos EUA e Argentina, que está crescendo rapidamente. Mas esse termo “maior consumidor de agrotóxicos” é considerado polêmico, pois, existem diversas metodologias para se avaliar este consumo, dependendo da forma que se analisa os dados as posições se alteram no ranking (Consumo total, por hectare, dólar por tonelada, dólar por tonelada de alimento produzido etc.).

Ao analisarmos dados da FAO no ano de 2018 os três primeiros países que mais utilizam agrotóxicos por hectare ano são: Ilhas Maurício (27,95 kg/ha), Equador (25,8 kg/ha) e Trinidad e Tobago (24,91 kg/ha), o Brasil aparece em 29º lugar com o uso de 5,94 kg/ha, os Estados Unidos aparece em 66º lugar com uso médio de 2,54 kg/ha.

Na Figura 7 foram selecionadas informações relativas ao consumo médio por hectare relativas ao ano de 2018 da China, Japão, União Europeia, Estados Unidos, Brasil e o Estado do Pará. Observa-se que o uso médio por hectare entres os países e o bloco econômico Europeu que mais se utiliza agrotóxico no mundo é muito diferente, com destaque a China e Japão que são conhecidos importadores de produtos agrícolas por não possuírem áreas agricultáveis em seu território. As poucas áreas cultiváveis necessitam de muito agrotóxico. Já em relação ao

Brasil a média é de 6,99 kg/ha/ano, quase metade utilizada por China Japão. Também se observa que o estado do Pará utiliza cerca de 5,2 kg/ha/ano valor muito superior aos utilizados no bloco econômico Europeu, Estados Unidos e Reino Unido, isso pode-se considerar um fato preocupante, visto que o estado se localiza na região amazônica, que é o local de maior biodiversidade do planeta. Tendo estes produtos como uma das principais ameaça a este bioma, aliado ao desmatamento ilegal.

Figura 7 - Comparação da quantidade média utilizada em campo de agrotóxicos entre o estado do Pará, Brasil e os principais países agrícolas no ano de 2018 segundo dados FAO (2018).



Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados de FAO (2018).

Ao analisar-se o investimento em dólar por hectare o Brasil fica em sétimo lugar do ranking mundial, com gasto médio de 137 dólares por hectare por área plantada, ficando atrás de países como Japão, Coreia do Sul, Alemanha, França, Itália e Reino Unido. Ao analisando o valor investido em agrotóxico por tonelada de alimento produzido, o Brasil posiciona-se em 13º, tendo como os cinco primeiros países o Japão, Coréia do Sul, Itália, Alemanha e França, os Estados Unidos ficam na 11ª posição analisando por esse viés o consumo de agrotóxicos.

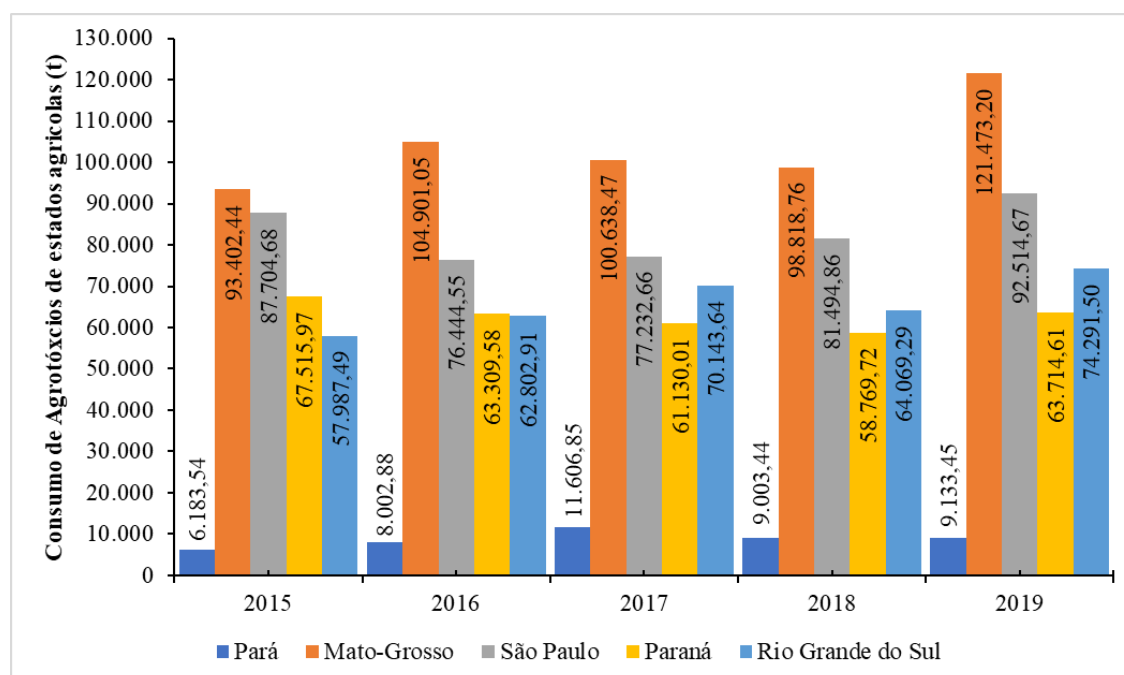
Ao verificar-se os valores gastos com a compra de agrotóxicos o Brasil assume a liderança com gasto total de 10 bilhões de dólares em agrotóxicos, isso é cerca de quase 30% a mais que o segundo colocado os Estados Unidos, que possuem um gasto de anual de mais ou menos de 7,4 bilhões de dólares, na terceira posição aparece a China com 5,8 bilhões de dólares

gastos. Entretanto ao considerar-se os diferentes critérios de quantificação de consumo geram-se incertezas na avaliação do uso global de agrotóxicos.

Considerando o contexto nacional de produção agrícola, os estados brasileiros, maiores produtores, em ordem decrescente são: São Paulo, Goiás, Minas Gerais e Mato Grosso. Nessa condição o Estado do Pará encontra-se em 11º lugar (IBGE/SIDRA, 2019b), já quando se remete ao consumo de agrotóxicos as posições são invertidas tendo como maior consumidor Mato Grosso, São Paulo, Rio Grande do Sul e Paraná e o Estado do Pará em 12º (IBAMA, 2019a).

Na Figura 8 observamos a tendência no consumo desses Estados nos últimos cinco anos de acordo com dados obtidos junto ao Ibama (2015, 2016, 2017, 2018, 2019a). Ao compararmos as diferenças no uso quantitativo de agrotóxicos entre o maior consumidor nacional e o Estado do Pará podemos observar que o Estado do Mato Grosso utiliza quantitativamente dez vezes mais agrotóxicos que o Estado do Pará por ano. Em contrapartida, os valores médios das flutuações anuais no consumo de agrotóxicos entre os anos de 2015 à 2019 apresenta uma diferença no consumo interno anual, estabelecendo-se entre 2,31% a 8,30%. Então, pode-se inferir que seu consumo de agrotóxicos e expansão agrícola desses Estados já está estabelecida.

Figura 8 - Comparação do consumo de agrotóxicos pelos maiores consumidores nacionais e o estado do Pará dos anos de 2015 à 2019.



Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados de Ibama (2015, 2016, 2017, 2018, 2019a).

Em comparação, os dados das outras Unidades da Federação, mostram que o Estado do Pará com uma tendência anual de crescimento no consumo interno de agrotóxicos de 16,40%, 29,42%, 45,03%, -22,43%, 1,44%, 16,40% nos anos de 2015, 2016, 2017, 2018 e 2019 respectivamente. Os dados obtidos e interpretados neste estudo corroboram Vieira Filho e Fishlow (2017) que afirmam que o Estado do Pará está sendo tratado como a nova fronteira da expansão agrícola, a qual que podemos inferir com base no aumento no uso de agrotóxicos e a expansão de áreas agrícolas no Estado do Pará em comparação a estabilidade apresentada no consumo e aumento de área de produção nos outros Estados.

Na Tabela 7, a aplicação anual média por hectare, evidencia a liderança do Estado de São Paulo com um uso médio de 9,56 kg/ha/ano, seguido pelos estados do Mato Grosso e do Rio Grande do Sul com 6,78 kg/ha/ano e 7,27 kg/ha/ano respectivamente. Por outro lado, o Estado do Pará (5,27 kg/ha/ano) se aproxima do Paraná 5,92 (kg/ha/ano) no uso anual médio, mas não em termos absolutos, no qual, o Pará ocupa a 12^o posição de acordo com dados do Ibama de 2019.

Tabela 7 - Comparação do consumo médio por hectare de agrotóxico entre cinco Estados do Brasil, referente aos anos de 2015 a 2019.

Unidade da Federação	Aplicação de agrotóxico kg/ha/ano				
	2015	2016	2017	2018	2019
Pará	4,21	5,10	6,71	5,29	5,02
Mato Grosso	6,60	7,21	6,44	6,37	7,30
São Paulo	10,34	8,86	8,75	9,42	10,43
Paraná	6,35	5,90	5,74	5,61	5,98
Rio Grande do Sul	6,47	7,03	7,73	7,06	8,06

Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados de Ibama (2015, 2016, 2017, 2018, 2019).

Atualmente, as culturas que podem estar influenciando no aumento de consumo de agrotóxicos no Estado do Pará, são as culturas de soja e milho que juntas corresponde a 45,85% da área plantada. A lavoura da soja apresenta sozinha um incremento ano a ano de cerca de 21,91%, observando dados de 2009 à 2019 da produção agrícola no Estado (IBGE/SIDRA, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019b). Para Pignatti et al., (2011) o avanço da soja está fortemente relacionado as suas cultivares de origem transgênica, que dependem do uso intensivo de fertilizantes químicos e agrotóxicos para terem alta de produtividade.

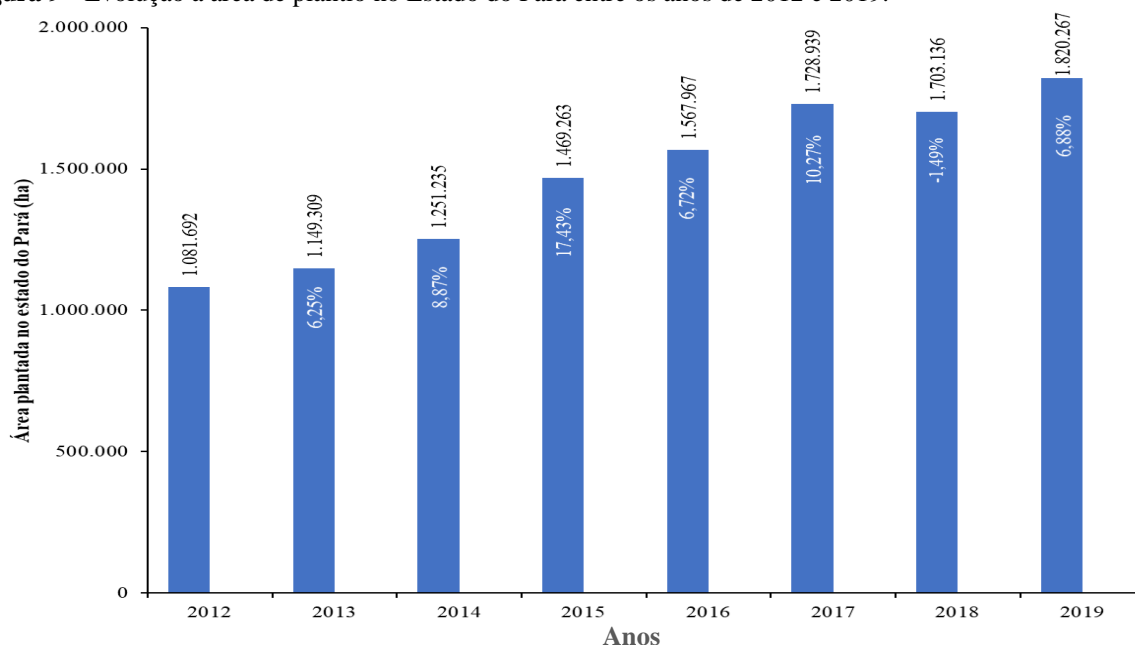
A área plantada no Estado do Pará possuía cerca de 1.230.181 hectares ocupadas por lavouras temporárias e 590.086 hectares por lavouras permanentes no ano de 2019. Estes dados

recentes representam o comprometimento de 47,97% da área destinada à agricultura ocupada por lavouras temporárias. A considerar-se a ocupação agrícola da RMS, que é composta pelos Municípios de Santarém, Belterra e Mojuí dos Campos, totaliza-se uma área de 88.639 ha, onde 87.401 ha (98,60%) são destinado a lavoura temporária e 1.238 ha (1,40%) para permanentes (IBGE/SIDRA, 2019c, 2019d).

O fato é, a maior parte de monoculturas, principalmente de milho e soja são compostas por plantas de geneticamente modificadas com resistência a agrotóxicos como glifosato (KLETER et al., 2007), e segundo outros autores como Johnson et al. (2009), Coupe e Capel (2016), afirmam que plantas modificadas genericamente tem dependência do uso de agrotóxicos, à medida que muitas delas são modificadas para ter resistência a esses produtos e ter ganho em produtividade, reduzindo seu potencial de competição natural. E segundo Almeida et al. (2017), sugerem que culturas geneticamente modificadas contribuem para o aumento do uso de agrotóxicos no Brasil e, conseqüentemente, da exposição humana e ambiental a essas substâncias químicas potencialmente perigosas.

Na Figura 9 podemos observar a evolução anual da área de produção estadual de 2012 a 2019 no Estado do Pará. Nesse período a área plantada aumentou 738.575 ha, isso representa um acréscimo de 168,28% na área de plantio estadual em um período de oito anos. Em menos de uma década a evolução da área plantada combinada a uma forte demanda governamental na liberação de novos registros de agrotóxicos. A tendência de liberações de registros a partir do governo central foi seguida pela Adepará em mesmo ritmo (Figura 10).

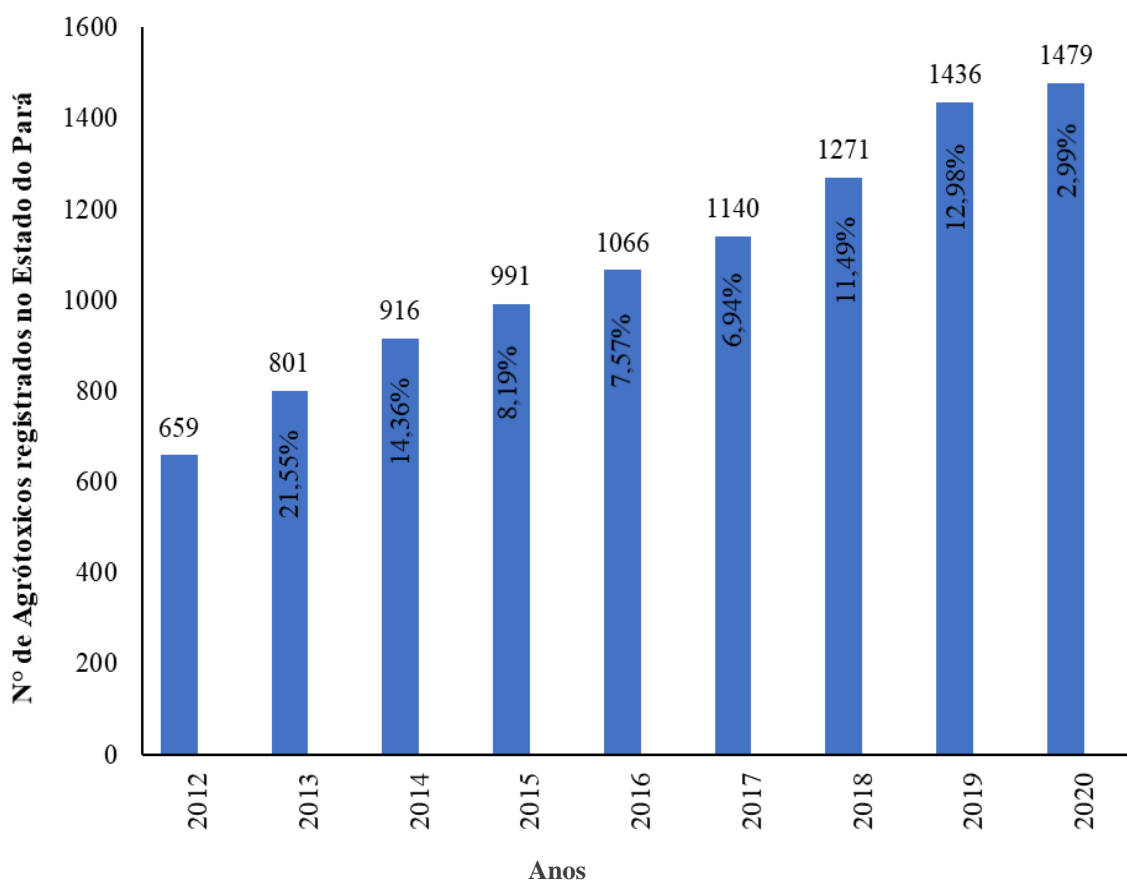
Figura 9 - Evolução a área de plantio no Estado do Pará entre os anos de 2012 e 2019.



Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados de IBGE/SIDRA (2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019c).

Na Figura 10 podemos observar uma tendência crescente no número de agrotóxicos registrados no Estado do Pará, onde o ano de 2012 foi o primeiro que a Adepará exibiu registros públicos de maneira digital em seu site, haviam 659 produtos registrados para o uso dentro do estado, em 2013 houve adição de 142 novos agrotóxicos somando um total de 801, um aumento de 21,55% em comparação ao ano anterior, comparando a adição a nível nacional foram registrados 110 agrotóxicos e afins neste mesmo período (MAPA, 2020).

Figura 10 - Evolução do número de agrotóxicos registrados no Estado do Pará entre os anos de 2012 e 2020.



Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados de Adepará (2020).

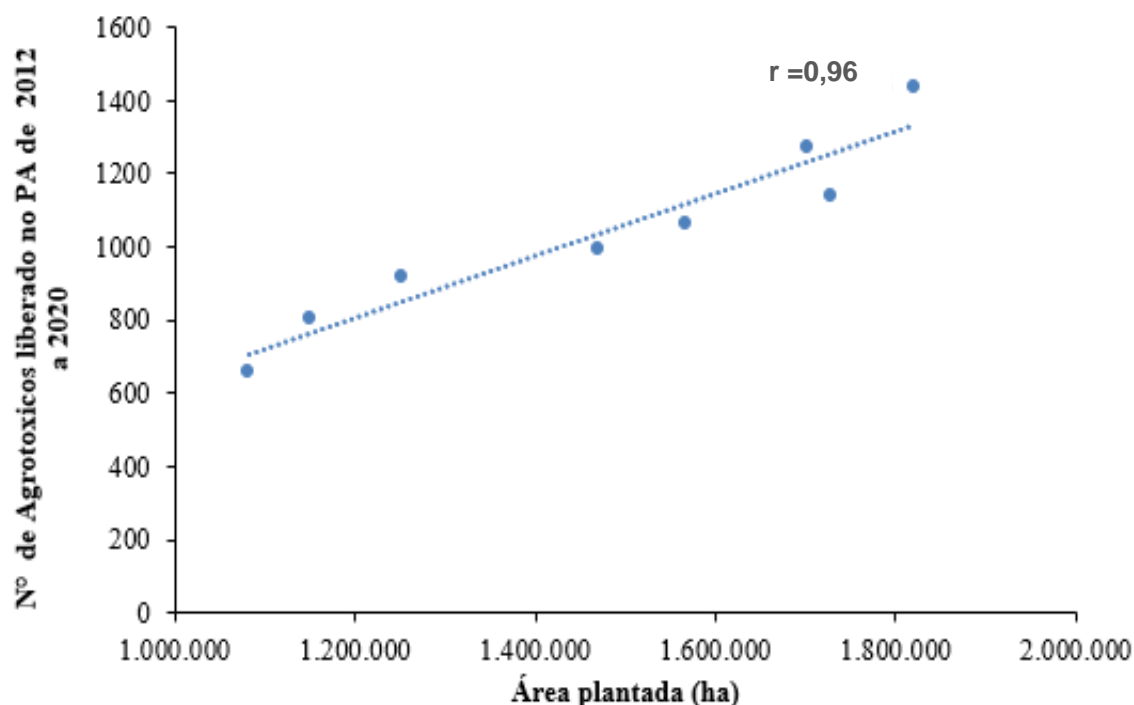
No ano de 2020 segundo dados da Adepará (2020) já era registrados para uso 1479 agrotóxicos, um incremento de 124,43% em comparação a 2012, com a inserção de 820 novos produtos nesse período e, uma média de crescimento de mais de 10% ao ano, demonstrando uma enorme adição de químicos potencialmente perigosos a saúde pública e ao ambiente no Estado do Pará.

Esses dados revelam a justaposição a área destinada a área de plantio no Estado do Pará no mesmo período. Ao se comparar a taxa de crescimento da área de produção entre os anos de

2012 à 2019 tendo um aumento de 68,28% em comparação aos 124,43% nos registros de agrotóxicos no estado ocorrido no mesmo período.

Na Figura 11 podemos observar com a análise do coeficiente de correlação de Pearson (r) encontrada é muito forte ($r = 0,96$; $p < 0,05$), esta buscou-se correlacionar a variável número de agrotóxicos (produtos comerciais) registrados no Estado do Pará de 2012 a 2020 (Eixo y) com à área de plantio da lavoura temporária no Pará (Eixo x), deste modo é possível afirmar que o aumento da área de produção agrícola é diretamente proporcional ao número de agrotóxicos liberados pela Adepará anualmente.

Figura 11 - Relação entre área plantada e número de agrotóxicos com uso liberado no Estado do Pará de 2012 à 2020.



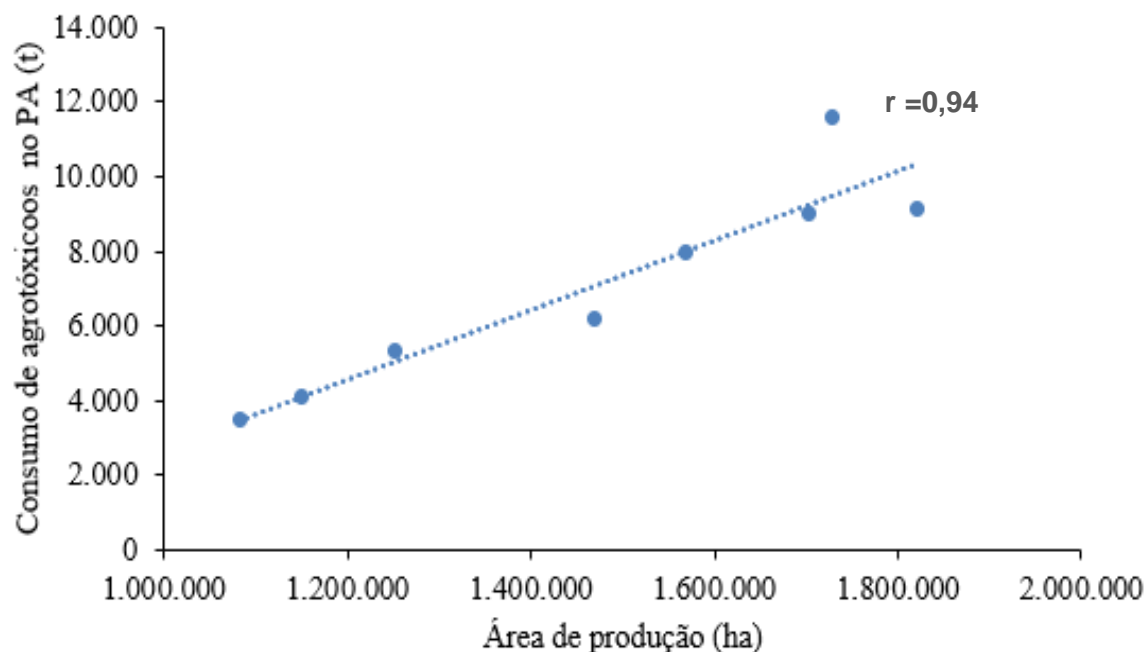
Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados de Adepará (2020) e IBGE/SIDRA (2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2018, 2018 e 2019).

Mas devido não haver dados confiáveis sobre quantidade de agrotóxico utilizada na RMS pela falta de um sistema de monitoramento de venda desses produtos não podem ser realizadas essas correlações, apenas inferi-la pelo aumento da área de produção agrícola local, comparando com a relação de uso e crescimento da área de produção no estado, dessa forma pode-se inferir que a RMS também segue essa mesma tendência de crescimento e uso e veneno.

Ao analisarmos a Figura 12 pelo coeficiente de correlação de Pearson (r) para as variáveis consumo anual de agrotóxicos no Pará em toneladas entre 2012 a 2019 (Eixo y) e a área de plantio da lavoura temporária no Pará (Eixo x,) obtém-se um $r = 0,94$ e $p < 0,05$, sendo

está uma correlação muito forte, onde encontrou-se uma relação similar como visto na Figura 10 acima que trata do número de produtos comerciais registrados ano a ano.

Figura 12 - Relação entre área plantada e consumo em toneladas de agrotóxicos no Estado do Pará de 2012 à 2020.



Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados de IBAMA (2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2018, 2018 e 2019) e IBGE/SIDRA (2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2018, 2018 e 2019).

Uma explicação para esse crescimento pode ser devido a expansão das áreas de monocultura no Estado do Pará, principalmente de soja e milho. Sendo o Estado do Pará o 12º maior produtor de soja e 13º em milho no ano de 2019. Os maiores produtores municipais de soja estão apresentados na Tabela 8, no qual os maiores produtores de soja e milho são os municípios de Paragominas e Dom Eliseu e Santana do Araguaia, enquanto Mojuí dos Campos, Santarém e Belterra aparecem em 7º, 9º e 11º lugar respectivamente.

Tabela 8 - Ranqueamento dos municípios produtores de soja no Estado do Pará, ano de 2019.

Posição	Município	Quantidade de soja em grão produzida (t)	Área plantada de soja (ha)
1	Paragominas	486.000	162.000
2	Dom Eliseu	263.500	85.000
3	Santana do Araguaia	191.337	69.000
4	Santa Maria das Barreiras	162.000	50.000
5	Ulianópolis	155.000	45.000
6	Rondon do Pará	105.000	35.000

Continuação...

7	Mojuí dos Campos	64.500	21.500
8	Altamira	56.700	15.530
9	Santarém	51.249	15.000
10	Cumaru do Norte	43.992	13.851
11	Belterra	41.553	12.500

Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados de IBGE/SIDRA (2019b).

De acordo com dados contidos na Tabela 9 observa-se a evolução do uso de agrotóxicos na região no período entre 2000 à 2020. O intervalo entre o primeiro estudo realizado por Soumis, Roulet e Lucotte no ano de 1997 a 1998, levantamento temático, pioneiro na região (Anexo A). É importante frisar que tal iniciativa ocorreu motivada pela pesquisa científica e não pela iniciativa de órgãos reguladores e fiscalizadores no que diz respeito ao consumo e uso local de agrotóxicos.

A lacuna entre o estudo anterior e este estudo evidencia e traz luz a carência na sistematização dos dados brutos, produzida pela pouca atenção dos órgãos de fiscalização e controle. Tal desprovimento não permitiu o estabelecimento de uma série histórica relacionada ao uso e consumo local de agrotóxicos. A coleta, o registro sistematizado e informatizados de informações quanto ao consumo de agrotóxicos na verdade nunca ocorreu seriamente no Estado do Pará e muito menos na área da RMS, atual objeto deste estudo.

Tabela 9- Evolução do crescimento da quantidade de agrotóxicos utilizados na RMS entre 2002 e 2020.

2000 ¹		I.A.*	2016 ²		I.A	2020	
Agrotóxicos			Agrotóxicos			Agrotóxicos	
Inseticidas	25	46	Inseticidas	45	68	Inseticidas	108
Herbicidas	10		Herbicidas	48		Herbicidas	79
Fungicidas	7		Fungicidas	9		Fungicidas	70
Total	42		Total	102		Total	257

¹Soumis, Roulet e Lucotte (2000); ²Ribeiro (2017). * - Ingrediente ativo.
Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

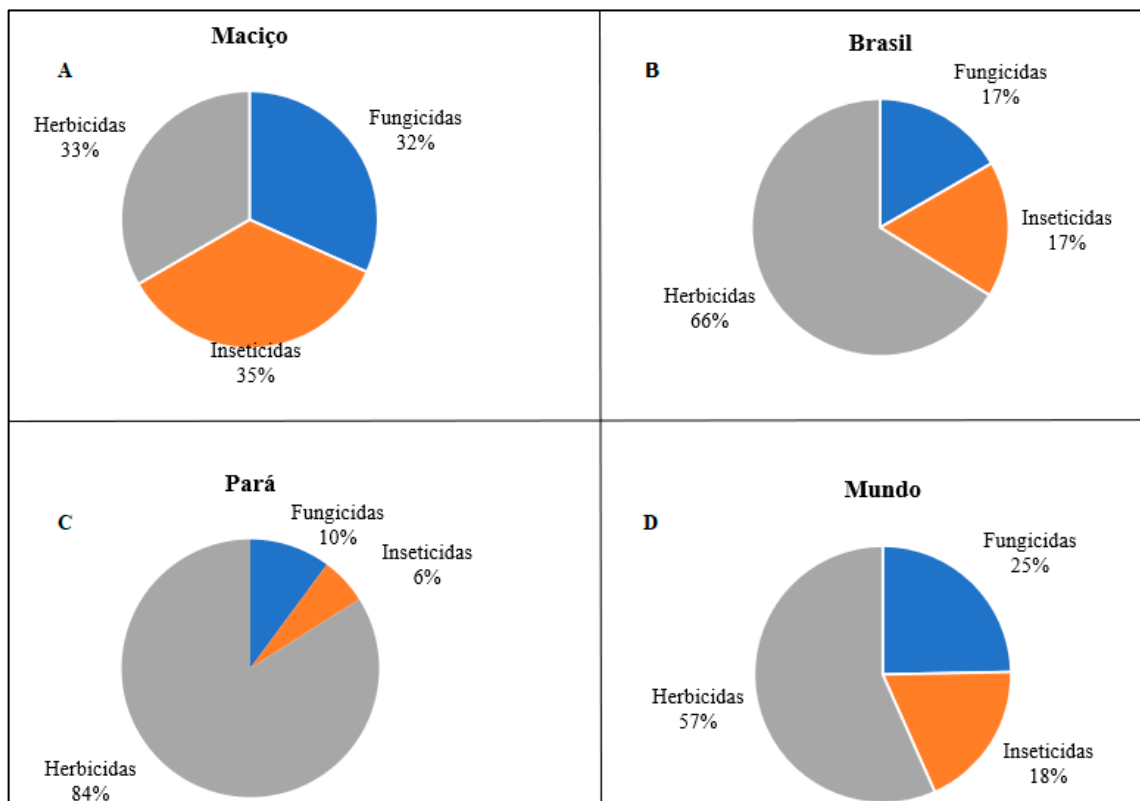
No ano de 2000 foram identificados no comércio local por Soumis, Roulet e Lucotte, 42 formulações de agrotóxicos, sendo compostos por 46 ingredientes ativos - I.A. desses I.A's 25 eram da classe dos inseticidas, 10 herbicidas e 7 fungicidas. O número de I.A's foi maior que o número de agrotóxicos devido alguns produtos serem formulados por dois ou mais I.A's.

Já no ano de 2016, onde foi realizado um segundo levantamento dessa natureza exploratória por Ribeiro (2017) já se encontravam disponíveis para uso na região 102 formulações de agrotóxicos e 68 princípios ativos, divididos em 45 inseticidas, 48 herbicidas e 9 fungicidas. Em dezesseis anos de hiato entre os registros sistematizados observa-se um acréscimo de 242,86% no número de agrotóxicos utilizados e de 147,83% para o número de I.A no quantitativo registrado.

No atual levantamento realizado entre os anos de 2018 e 2020 foram encontrados um total de 257 agrotóxicos, com 122 diferentes I.As, distribuídos em 108 produtos na classe dos inseticidas, 79 herbicidas e 70 fungicidas, num total de 202 produtos isolados (apenas um I.A) e 55 com misturas de princípios ativos (mais de um I.A em sua composição) (Apêndice A) e oito adjuvantes, em especial um detalhe sobre esse grupo, que desde 2018 passou a não ser mais considerado como agrotóxico, de acordo o Ato nº104/2017, do Ministério da Agricultura (Apêndice B).

A distribuição de classes de uso encontrada na RMS é bem peculiar, como visto na Tabela 10, independente do período a ordem das classes se mantém, com leve dominância nos princípios ativos com função inseticidas (Apêndice C). Na Figura 13 podemos notar essa diferença ao comparar a área de estudo com o restante do Estado do Pará, Brasil e Mundo.

Figura 13 - Classes de agrotóxicos utilizadas em diferentes níveis em relação ao uso na área de estudo.



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Na RMS pode-se observar uma divisão quase equalitária das três principais classes, como já dito com uma pequena dominância dos inseticidas de apenas 2% em relação aos herbicidas. Ao avaliar-se essa divisão, a nível estadual, a diferença é muito maior, os herbicidas possuem um quantitativo de 84% dos produtos utilizados, seguido dos fungicidas com 10% e inseticidas com 4%.

A nível de país a representatividade da classe de herbicidas (66%) se mantém, mas com menor diferença, cerca de 18% a mais que os fungicidas e inseticidas, ambos com 17%, enquanto a diferença entre o a classe de agrotóxico mais utilizada na região de estudo e o segunda foi de 74% entre elas. Ao comparar-se o cenário de distribuição do uso local de agrotóxicos com o nível mundial e distribuição de uso, também temos os herbicidas como a maior proporção de uso com 57% do total, seguido dos fungicidas com 25% e inseticidas 18%. De acordo com Costa, Mello e Friedrich (2017) há uma predominância mundial no uso de herbicidas, afirmação corroborada por Atwood e Paisley-Jones (2017) que citam que a classe de herbicidas representa aproximadamente 50% dos agrotóxicos consumidos mundialmente. Dentre os herbicidas mais utilizados localmente destacam-se o 2,4-D (PETERSON et al., 2016) e o glifosato (BENBROOK, 2016), e o uso local de herbicidas, particularmente o glifosato e 2,4 D são ativamente empregados domesticamente (jardinagem e hortas urbanas) como sugere Costa (2008).

Essa diferença nas classes de uso por região talvez possa ser explicada por conta do tipo de cultivo associado a condições bioecológicas particulares de como maior parte da produção agrícola brasileira encontra-se no centro-sul do Brasil, região com predominância do bioma cerrado, onde a paisagem é dominada por plantas arbustivas e vegetação herbácea. E o avanço da lavoura temporária na região central da Amazônia, área ainda significativamente florestada, pode parcialmente explicar, este cenário incomum da leve prevalência de produtos da classe dos inseticidas sob as demais classes de agrotóxicos usados localmente. Mas por outro analisar os tipos de agrotóxicos utilizados no Estado do Pará, observa-se que o glifosato o 2,4- D responde pelo maior montante, devido possuírem um amplo espectro de controle contra pragas invasoras e poderem ser utilizados em diversas culturas.

Na Tabela 10, somente dez ingredientes ativos de uma lista de 89, correspondem a 86,23% de todos os agrotóxicos utilizados no ano de 2019 no estado do Pará, tendo um predomínio de I.A da classe herbicidas, sendo essa a classe mais utilizada entre os agrotóxicos no mundo.

Tabela 10 - Ingredientes ativos mais consumidos no Estado do Pará em 2019.

Ingrediente Ativo	Classe	Quantidade (t)
Glifosato	Herbicida	3.853,08
2,4-D	Herbicida	2.253,93
Picloram	Herbicida	678,99
Triclopir-butotílico	Herbicida	237,68
Mancozebe	Fungicida	212,21
Atrazina	Inseticida	180,63
Clorotalonil	Fungicida	168,57
Dicloreto de paraquate	Herbicida	111,22
Clorpirifós	Inseticida	90,10
Acefato	Inseticida	88,93

Fonte: Elaborado pelo autor com base em dados de Ibama (2019c).

Na RMS entre os anos de 2013 e 2018 foram utilizados cerca de 2.029.550 litros de agrotóxicos (SCHWAMBORN, 2019), tendo um predomínio herbicidas a base de glifosato - HBG (1.027.439 L) e 2,4 – D (136.619 L) (Anexo B). Na Tabela 11 podemos observar os herbicidas a Base de Glifosato (HBG) que são comercializados na RMS. Não há uma clara divisão sobre qual ou quais produtos são os mais comercializados e seu quantitativo em quilos ou litros devido a fragilidade de informações e registros oriundos da Adepará.

Tabela 11- Herbicidas a base de glifosato utilizados na RMS.

Marca Comercial	Formulação	Concentração %	Risco Toxicológico	Periculosidade Ambiental
Glifosato (CAS 1071-83-6)				
Gliato	SC	48	II	III
Stinger	SL	48	I	III
Glifosato atar	SL	48	III	III
Nufosate	SL	48	III	III
Roundup Original DI	SL	44,5	II	III
Glifosato - Sal de Amônio (CAS 114370-14-8)				
Roundup Wg	WG	79,25	III	III
Tupan 720 WG	WG	79,25	III	III

Continuação...				
Gliz max PRIME	SL	60,8	III	III
Glifosato - Sal de Isopropilamina (CAS 38641-94-0)				
Crucial	SL	40,8	I	III
Gli Over	SL	48	III	III
Glifosato Nortox 480 BR	SL	48	III	III
Glifosato Nufarm	SL	48	II	III
Gliz 480 SL	SL	48	III	III
Roundup Original	SL	48 + 36	I	III
Roundup Transorb	SL	64,8	II	III
Glifosato Atanor	SL	48	III	III
Glifosato Atanor 48	SL	48	III	III

SL - Concentrado solúvel; WG - Granulado dispersível
 Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

A partir dos dados apresentados podemos analisar que as informações sobre o consumo de agrotóxicos na RMS apresentam diversos problemas em relação a sistematização e disponibilização dos dados pela agência fiscalizadora.

Dessa maneira, foi possível obter as seguintes informações das diversas fontes difusas para em relação ao uso e consumo desses produtos - como em outros municípios do Estado, o local de estudo tem o predomínio de monoculturas como soja e milho, e a intensa utilização de agrotóxicos à base de glifosato e 2,4 - D representa cerca de 57% na RMS e 60% do consumo desse tipo de produto no Estado. E anualmente apresenta um alto número de licenciamentos de novos produtos, seguindo a tendência Federal em registros de novos agrotóxicos, demonstrando o aumento explosivo no número desses químicos para uso nas lavouras do Estado ao longo de duas décadas.

Em sua área de plantio apresenta uma utilização de diferentes classes (inseticidas, herbicidas e fungicidas) de agrotóxicos é bem paritária reforçando que essa Região apresenta grande diversidade de pragas que afetam sua agricultura. Mas essas informações de como, e quanto são usados de agrotóxicos, bem como qual é o produto mais comercializado, são uma incógnita. Em duas décadas apenas cerca de quatro levantamentos sobre os uso e consumo desses produtos na região foram realizados, sendo que estes, foram feitos por iniciativa de pesquisas científicas e não pela iniciativa de órgãos reguladores e fiscalizadores no que diz respeito ao consumo e uso local de agrotóxicos.

Estas informações encontram-se ocultas de boa parte da sociedade, existindo uma extrema dificuldade com levantamento de dados, devido a não sistematização das vendas pelos órgãos de fiscalização e fragmentação das informações, falta de pessoal para fiscalizações e capacitação para operacionalizar o sistema que está inoperante pelos motivos citados.

Por estes motivos podemos afirmar que estes são os principais problemas pela baixa quantidade de informações locais sobre agrotóxicos. E que não somente a região, mas o estado como um todo tem um atraso de duas décadas em a comparação aos Estados de Mato Grosso e Paraná, em relação a compilação e sistematização de dados sobre os agrotóxicos. Dados esses, que são de extrema importância na criação e gestão de políticas públicas voltadas a saúde ambiental, do trabalhador do campo e de consumidores, quanto ao risco dos agrotóxicos na RMS, a última fronteira agrícola a ser explorada no Estado do Pará.

2.4 Conclusão

Com este estudo concluímos que o estado do Pará vive um crescimento acelerado no setor agrícola, impulsionando a grande ampliação na área de produção e conseqüentemente o consumo de agrotóxicos. O registro da dinâmica do consumo de agrotóxicos no estado possui uma profunda deficiência histórica. Deficiências essas que são materializadas pela construção frágil do órgão estadual competente, o qual tem por responsabilidade precípua a fiscalização, a sistematização dos dados primários bem como a acessibilidade pública dos dados de uso e consumo regional de agrotóxicos. A conclusão deste estudo também nos permite observar que para estabelecer um cenário histórico e evolutivo do consumo de agrotóxicos é necessário atualmente valer-se de fontes difusas de informação secundária o que dificulta o controle e a regulação do uso e consumo regional de agrotóxicos no Estado do Pará. Como perspectivas futuras espera-se a concretização de ações para o fortalecimento e utilização de um sistema de controle da venda e informações sobre os agrotóxicos no estado, que possa ter um refinamento para cada município, com acesso a informações básicas que podem ser utilizadas em diversas áreas como saúde e meio ambiente para redução/prevenção dos danos que estes produtos podem causar.

REFERÊNCIAS

ABREU, R. M. de; TAVARES, F. G. Panorama do uso de agrotóxicos na Bahia: desafios para a vigilância à saúde. **Revista Baiana de Saúde Pública**, v. 40, n. S2, 2017.

ADEPARÁ - Agência de Defesa Agropecuária do Estado do Pará. **Planilha de produtos agrotóxicos agrícolas cadastrados na Adepará**. ADEPARÁ, 2020. Disponível em: http://www.adepara.pa.gov.br/sites/default/files/PLANILHA_GERAL_ATUALIZADA%282%29.xlsx. Acesso em: 10 nov. 2020.

ALMEIDA, V. E. S. de et al. Use of genetically modified crops and pesticides in Brazil: growing hazards. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 22, n. 10, p. 3333–3339, 2017.

ATWOOD, D.; PAISLEY-JONES, C. **Pesticide Industry Sales and Usage, 2008 and 2012 Market Estimates**. Washington DC: USEPA, 2017.

BENBROOK, C. M. Trends in glyphosate herbicide use in the United States and globally. **Environmental Sciences Europe**, v. 28, n. 1, p. 3, 2016.

BOMBARDI, L. M. **Geografia do Uso de Agrotóxicos no Brasil e Conexões com a União Europeia**. São Paulo: FFLCH - USP, 2017.

CARVALHO, J. da. **Caracterização hidrogeológica da região a norte da cidade de Manaus, com base em informações geofísicas (resistividade elétrica), geológicas e geomorfológicas**. 2012. Tese (Doutorado em Clima e Ambiente) - Programa de Pós-Graduação em Clima e Ambiente, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, 2012.

COSTA, L. G. Toxic effects of pesticides. In: KLAASSEN, C. D. (org.). **Environmental Toxicology. Casarett E Doull's - Toxicology: The basic science of poisons**. 17. ed. USA: McGraw-Hil, 2008. p. 911.

COSTA, S. M. G. da. **Grãos na floresta: estratégia expansionista do agronegócio na Amazônia**. 2012. Tese (Doutorado em Ciência do Desenvolvimento Socioambiental) - Núcleo de Altos Estudos Amazônicos, Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Sustentável do Trópico Úmido, Universidade Federal do Pará, Belém, 2012.

COSTA, V.; MELLO, M.; FRIEDRICH, K. exposição ambiental ocupacional a agrotóxicos e o linfoma não Hodgkin. **Revista Saúde e Debate**, v. 41, n. 112, p. 49–62, 2017.

COUPE, R. H.; CAPEL, P. D. Trends in pesticide use on soybean, corn and cotton since the introduction of major genetically modified crops in the United States. **Pest Management Science**, v. 72, n. 5, p. 1013–1022, 2016.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. – Rio de Janeiro: EMBRAPA-SPI, 2006.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos, Rio de Janeiro, RJ. **Caracterização dos solos da área**

do planalto, município de Santarém, Estado do Pará / Tarcísio Ewerton Rodrigues et al. - Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2001,55p. - (Embrapa Amazônia Oriental Documentos, 115).

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. **FAOSTAT**. Pesticides Use, FAO, 2018. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/RP/visualize>. Acesso em: 28 out. 2020.

FELEMA, J.; RAIHER, A. P.; FERREIRA, C. R. Agropecuária brasileira: desempenho regional e determinantes de produtividade. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 51, n. 3, p. 555–573, 2013.

GURGEL, A. do M.; SANTOS, M. O. S. dos; GURGEL, I. G. D. (org.). **Saúde do campo e agrotóxicos: vulnerabilidades socioambientais, político-institucionais e teórico-metodológicas**. Recife: UFPE, 2019.

IBAMA- Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Boletim de venda de agrotóxicos e afins: Total das Vendas de Agrotóxicos e Afins nas Regiões e Estados Brasileiros – 2015**. Ibama, 2015. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/agrotoxicos/relatorios-de-comercializacao-de-agrotoxicos#boletinsanuais>. Acesso em: 22 out. 2020.

_____ - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Boletim de venda de agrotóxicos e afins: Total das Vendas de Agrotóxicos e Afins nas Regiões e Estados Brasileiros – 2016**. Ibama, 2016. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/agrotoxicos/relatorios-de-comercializacao-de-agrotoxicos#boletinsanuais>. Acesso em: 22 out. 2020.

_____ - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Boletim de venda de agrotóxicos e afins: Total das Vendas de Agrotóxicos e Afins nas Regiões e Estados Brasileiros – 2017**. Ibama, 2017. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/agrotoxicos/relatorios-de-comercializacao-de-agrotoxicos#boletinsanuais>. Acesso em: 22 out. 2020.

_____ - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Boletim de venda de agrotóxicos e afins: Total das Vendas de Agrotóxicos e Afins nas Regiões e Estados Brasileiros – 2018**. Ibama, 2018. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/agrotoxicos/relatorios-de-comercializacao-de-agrotoxicos#boletinsanuais>. Acesso em: 22 out. 2020.

_____ - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Boletim de venda de agrotóxicos e afins: Total das Vendas de Agrotóxicos e Afins nas Regiões e Estados Brasileiros**. Ibama, 2019a. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/agrotoxicos/relatorios-de-comercializacao-de-agrotoxicos#boletinsanuais>. Acesso em: 22 out. 2020.

_____ - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Vendas de Ingredientes Ativos por Unidade da Federação – 2019**. Ibama, 2019c. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/agrotoxicos/relatorios-de-comercializacao-de-agrotoxicos#boletinsanuais>. Acesso em: 20 jan. 2021.

IBGE/SIDRA - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística/Sistema IBGE de Recuperação Automática. **Produção Agrícola Municipal: Tabela 1612 - Área plantada, área colhida, quantidade produzida, rendimento médio e valor da produção das lavouras temporárias.** IBGE/SIDRA, 2012. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1612>. Acesso em: 30 nov. 2020.

_____ - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística/Sistema IBGE de Recuperação Automática. **Produção Agrícola Municipal: Tabela 1612 - Área plantada, área colhida, quantidade produzida, rendimento médio e valor da produção das lavouras temporárias.** IBGE/SIDRA, 2013. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1612>. Acesso em: 30 nov. 2020.

_____ - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística/Sistema IBGE de Recuperação Automática. **Produção Agrícola Municipal: Tabela 1612 - Área plantada, área colhida, quantidade produzida, rendimento médio e valor da produção das lavouras temporárias.** IBGE/SIDRA, 2014. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1612>. Acesso em: 30 nov. 2020.

_____ - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística/Sistema IBGE de Recuperação Automática. **Produção Agrícola Municipal: Tabela 1612 - Área plantada, área colhida, quantidade produzida, rendimento médio e valor da produção das lavouras temporárias.** IBGE/SIDRA, 2015. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1612>. Acesso em: 30 nov. 2020.

_____ - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística/Sistema IBGE de Recuperação Automática. **Produção Agrícola Municipal: Tabela 1612 - Área plantada, área colhida, quantidade produzida, rendimento médio e valor da produção das lavouras temporárias.** IBGE/SIDRA, 2016. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1612>. Acesso em: 30 nov. 2020.

_____ - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística/Sistema IBGE de Recuperação Automática. **Produção Agrícola Municipal: Tabela 1612 - Área plantada, área colhida, quantidade produzida, rendimento médio e valor da produção das lavouras temporárias.** IBGE/SIDRA, 2017. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1612>. Acesso em: 30 nov. 2020.

_____ - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística/Sistema IBGE de Recuperação Automática. **Produção Agrícola Municipal: Tabela 1612 - Área plantada, área colhida, quantidade produzida, rendimento médio e valor da produção das lavouras temporárias.** IBGE/SIDRA, 2018. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1612>. Acesso em: 30 nov. 2020.

_____ - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística/Sistema IBGE de Recuperação Automática. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola: Tabela 1618 - Área plantada, área colhida e produção, por ano da safra e produto das lavouras.** Tabela 1618 - Área plantada, área colhida e produção, por ano da safra e produto das lavouras. IBGE/SIDRA, 2019a. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1618>. Acesso em: 22 out. 2020.

_____ - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística/Sistema IBGE de Recuperação

Automática.. **Produção Agrícola Municipal: Tabela 5457 - Área plantada ou destinada à colheita, área colhida, quantidade produzida, rendimento médio e valor da produção das lavouras temporárias e permanentes.** IBGE/SIDRA, 2019b. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5457>.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Áreas Territoriais.** IBGE, 2019. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/estrutura-territorial/15761-areas-dos-municipios.html?t=acesso-ao-produto&c=1506807>. Acesso em: 7 jan. 2020.

JOHNSON, W. G. et al. Influence of glyphosate-resistant cropping systems on weed species shifts and glyphosate-resistant weed populations. **European Journal of Agronomy**, v. 31, n. 3, p. 162–172, 2009.

KLETER, G. A. et al. Altered pesticide use on transgenic crops and the associated general impact from an environmental perspective. **Pest Management Science**, v. 63, n. 11, p. 1107–1115, 2007.

LEITE, C. **Governo Bolsonaro já registrou 745 novos agrotóxicos; número é o maior em 15 anos.** O Povo, 2020. Disponível em: <https://www.opovo.com.br/noticias/brasil/2020/08/10/governo-bolsonaro-ja-registrou-745-novos-agrotoxicos--numero-e-o-maior-em-15-anos.html>. Acesso em: 25 dez. 2020.

MAGGI, F. et al. PEST-CHEMGRIDS, global gridded maps of the top 20 crop-specific pesticide application rates from 2015 to 2025. **Scientific Data**, v. 6, n. 1, p. 170, 2019.

MAPA - Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Anvisa vai reclassificar defensivos agrícolas que estão no mercado.** Mapa, 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/noticias/anvisa-vai-reclassificar-todos-os-agrotoxicos-que-estao-no-mercado>. Acesso em: 10 dez. 2020.

MAPA - Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Registros de agrotóxicos e afins de 2005 a 2019.** MAPA, 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/agrotoxicos/Registrosconcedidos200520191.xlsx>. Acesso em: 10 out. 2020.

NODARI, R. O.; HESS, S. C. Campeão de vendas, cientificamente o Glifosato é um agrotóxico perigoso. **Extensio: Revista Eletrônica de Extensão**, v. 17, n. 35, p. 2–18, 2020.

PAN - Pesticide Action Network International. **PAN International List of Highly Hazardous Pesticides.** 1. ed. Hamburgo: PAN Germany, 2019.

PETERSON, M. A. et al. 2,4-D Past, Present, and Future: A Review. **Weed Technology**, v. 30, n. 2, p. 303–345, 2016.

PIGNATI, W. A. et al. Distribuição espacial do uso de agrotóxicos no Brasil: uma ferramenta para a Vigilância em Saúde. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 22, n. 10, p. 3281–3293, 2017.

PIGNATI, W. et al. O agronegócio e os impactos dos agrotóxicos na saúde e ambiente: produtividade ou caso grave de saúde pública? In: **Direitos Humanos no Brasil.** São Paulo:

Rede Social de Justiça e Direitos Humanos, 2011. p. 65–69.

POR TRÁS DO ALIMENTO. **Robtox**. Por Trás do Alimento, 2021. Disponível em: https://twitter.com/orobotox?ref_src=twsrc%5Egoogle%7Ctwcamp%5Eserp%7Ctwgr%5Eaut hor. Acesso em: 1 jan. 2021.

RIBEIRO, J. S. **Simulação da contaminação dos recursos hídricos por pesticidas na lavoura temporária no entorno da BR-163, Santarém – PA**. 2017. - Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) - Instituto de Ciências e Tecnologia das Águas, Universidade Federal do Oeste do Pará, Santarém, 2017.

SANTARÉM. Prefeitura Municipal de Santarém. **Santarém: Meio ambiente**. SANTARÉM, 2017 Disponível em: <http://www.santarem.pa.gov.br/pagina.asp?id_pagina=32>. Acesso em: 15 mar. 2021.

SANTOS, H. G. dos.; ZARONI, M. J.; ALMEIDA, E. DE. P. C. **Solos Tropicais: Latossolos amarelos**, 2002. Agência EMBRAPA de Informação Tecnológica. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos_tropicais/arvore/CONT000fzyjaywi02wx5ok0q43a0r58asu5l.html>. Acesso em 11 de set. 2017.

SCHWAMBORN, T. M. **Expansão da fronteira agrícola, uso de agrotóxicos e riscos de exposição humana ao glifosato na Região Metropolitana de Santarém**. 2019. - Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Sustentável) - Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Sustentável, Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília, Brasília, 2019.

SHARMA, A. et al. Worldwide pesticide usage and its impacts on ecosystem. **SN Applied Sciences**, v. 1, n. 11, p. 1446, 2019.

SILVA, A. F. C. da; SÁ, D. M. de. Amazônia brasileira, celeiro do mundo. **Revista de História**, n. 178, p. 1–26, 2019.

SOUMIS, N.; ROULET, M.; LUCOTTE, M. Characterization of pesticide consumption in the county of Santarém, Pará, Brazil. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 30, n. 4, p. 615–628, 2000.

TAVARES, D. C. G. et al. Utilização de agrotóxicos no Brasil e sua correlação com intoxicações. **Sistemas & Gestão**, v. 15, n. 1, p. 2–10, 2020.

VALADARES, A.; ALVES, F.; GALIZA, M. **O crescimento do uso de agrotóxicos: uma análise descritiva dos resultados do censo agropecuário 2017**. Repositório do Conhecimento do IPEA. IPEA, 2020.

VENTURIERI, A.; MONTEIRO, M. de A.; MENEZES, C. R. C. (org.). **ZEE: zoneamento ecológico-econômico da zona Oeste do Estado do Pará**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2010.

VIEIRA FILHO, J. E. R.; FISHLOW, A. Perspectiva histórica da agricultura brasileira. In: VIEIRA FILHO, J. E. R.; FISHLOW, A. (org.). **Agricultura e indústria no Brasil: inovação e competitividade**. Brasília: Ipea, 2017. p. 63–94.

CAPÍTULO 3 – ADOÇÃO DO SISTEMA GHS NO BRASIL: IMPLICAÇÕES A SAÚDE COLETIVA E AMBIENTAL PARA A NOVA FRONTEIRA AGRÍCOLA NA AMAZÔNIA

Resumo

A classificação de risco para agrotóxicos utilizada pelo Brasil é considerada uma das mais rígidas do mundo em relação ao risco ambiental e risco toxicológico, mas passou por uma reavaliação para padroniza-se às normas internacionais, o que causou reclassificação de diversos produtos extremamente perigosos para classes de menor risco. Por essa nova condição de classificação o objetivo deste trabalho foi avaliar alterações realizadas pela nova reclassificação de risco dos agrotóxicos frente à antiga legislação, e possíveis implicações ao ser humano e meio ambiente no Brasil e na RMS. A metodologia consistiu no levantamento em bases governamentais da listagem dos produtos com a nova e antiga classificação de risco e em trabalhos acadêmicos com a listagem dos produtos utilizados na RMS. Procedeu-se em seguida avaliação de risco comparada para os agrotóxicos usados na RMS utilizando-se dados de PAN, WHO e IARC. No país, as classes de agrotóxicos mais utilizadas são as de Classe I e III, correspondendo a 70,08% do total de produtos registrados. Após a reclassificação para o sistema GHS, os produtos de classe I e III apresentaram uma queda de 90 e 70% respectivamente no número de produtos presentes. Os grupos que mais tiveram adições foram os de categoria 4 e 5, consideradas pouco tóxicas. Os resultados observados no contexto nacional são similares aos do RMS, quanto a classes de risco utilizadas, e que foram reclassificadas. Com base no exposto conclui-se que o modelo GHS adotado poderá causar efeitos danosos a trabalhadores rurais e camponeses, e ao meio ambiente.

Palavras-chave: Reclassificação de risco. Agrotóxicos. Riscos ambientais. Saúde pública.

3.1 Introdução

A classificação de risco para agrotóxicos utilizada pelo Brasil é considerada uma das mais rígidas do mundo em relação ao risco ambiental e risco toxicológico¹⁴, por outro lado, em 2017 o novo marco regulatório do setor, atualizou e tornou “mais claros” os critérios de avaliação e de classificação toxicológica de agrotóxicos no país. Processo este, finalizado em

¹⁴ Nesse contexto risco ambiental está relacionado as matrizes naturais (ar, água, solo e sedimento) e para organismos não humanos, já a avaliação do risco toxicológico é em relação a efeitos ao ser humano de danos leves a graves que possam levar a óbito.

2019 com a reclassificação de uma centena de produtos considerados extremamente tóxicos ao meio ambiente e para o ser humano de acordo com a portaria nº139/1994 do Ibama (1994), e agora regidos pelos padrões do Sistema Globalmente Harmonizado de Classificação e Rotulagem de Produtos Químicos (*Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals* - GHS), do qual realocou esses produtos para classes “menos perigosa” ou sem risco dos quais existe farta literatura comprovando os riscos existentes para esses produtos.

O Sistema GHS, proposto pela primeira vez em 1975 pela Organização Mundial da Saúde (OMS). Os métodos de classificação toxicológica dos agrotóxicos baseiam-se na periculosidade desses compostos para a saúde humana. De acordo com Schwamborn (2019), esse novo marco regulatório, diferentemente do marco regulatório anterior, desconsidera para essa classificação resultados de estudos toxicológicos de irritação dérmica e ocular e de sensibilização dérmica e inalatória considerando apenas os resultados de testes de DL₅₀ por via oral, dérmica e inalatória (morte).

A temática do risco de uso de agrotóxicos que segundo Lopes e Padilha (2019) impõe o debate sobre as falhas na comunicação de riscos ao consumidor, bem como do déficit de participação de diferentes atores sociais, mesmo com a Consulta Pública nº 484/201 da Anvisa. Este processo de reavaliação acaba sendo considerado um contrassenso e retrocessos nas medidas de prevenção e controle aos riscos de contaminação humana e ambiental por agrotóxicos.

Segundo Mapa (2019), com essa nova diretriz de rotulagem e avaliação toxicológica, objetivou-se harmonizar as regras do Brasil as de países da União Europeia e Ásia, entre outros, afim de fortalecer a comercialização de produtos nacionais no exterior. Existem 53 países adotantes dos padrões do GHS e 12 em implementação parcial, no sentido de fortalecer os esforços internacionais relativos à gestão ambientalmente segura de produtos químicos (MAPA, 2019).

De acordo com Anvisa (2019b) essa nova diretriz ampliou para cinco o número de classes toxicológicas e adicionou uma classe extra para produtos de baixíssimo potencial de periculosidade. Uma das polêmicas para esse novo tipo de avaliação e rotulagem, foi a retirada do pictograma tóxico agudo (severo) representado por uma caveira e ossos cruzados, antes disposta em todos os rótulos, também não agradou alguns especialistas. Isso porque ela somente será usada para as duas categorias consideradas mais perigosas. Com isso, produtos considerados “moderadamente tóxicos”, “pouco tóxicos” ou “improváveis de causar dano agudo” não terão o símbolo no rótulo (SAMPAIO, 2019).

Com a medida, agrotóxicos antes considerados “altamente tóxicos” que provocam irritação severa na pele, passam para toxicidade moderada, enquanto os “pouco tóxicos” estão relacionados ao risco de irritação leve na pele e nos olhos e, portanto, ficam liberados de classificação, ou seja, não apresentarão advertências no rótulo para o consumidor (LOPES; PADILHA, 2019).

O uso indiscriminado desses produtos sem a apresentação do devido risco acabará por provocar danos ainda maiores ao ambiente e ao ser humano. Alguns agrotóxicos podem contaminar, rios, águas superficiais e subterrâneas (SOARES; FARIA; ROSA, 2017), sistemas de abastecimento (RUBBO; ZINI, 2017), contaminação de nos organismos aquáticos (RIBEIRO; AMÉRICO-PINHEIRO, 2018) e terrestres (AZEVEDO; CORONAS, 2019). Algumas substâncias já proibidas há décadas no País, como é o caso do organoclorado hexaclorociclohexano (HCH), ainda são detectadas em amostras de águas, poços e mananciais por todo o Brasil (KUSSUMI et al., 2011).

Carneiro et al. (2012) salientam que dentre os 50 agrotóxicos mais utilizados nas lavouras de nosso país, 22 são proibidos na União Europeia. De acordo com nova classificação muitos dos agrotóxicos em sua nova rotulagem apresentam toxicidade reduzida. Ao analisar-se essa informação, podemos inferir que casos de contaminação são iminentes, tanto pelo contato direto ou indireto pelo consumo de alimentos e água, ou seja, o risco de uso, provavelmente poderá ser incrementado.

Bombardi (2017) cita o caso do glifosato, proibido na França a partir de 2022 e alvo de milhares de ações judiciais movidas por fazendeiros norte-americanos que desenvolveram câncer e apresentam laudos periciais médicos comprovando a relação entre a doença e a exposição ao glifosato e, este é o agrotóxico mais utilizado no Brasil, responde por cerca de 46% das vendas no Brasil.

Neste contexto, o presente trabalho tem por objetivo discutir comparativamente as mudanças entre duas regulamentações de classificação de agrotóxicos no Brasil, sendo uma relacionada a Portaria n°139/94, e a atual balizada pelas RDC's n° 294/295/296 de 2019, e suas possíveis implicações ao ser humano e meio ambiente no Brasil e RMS.

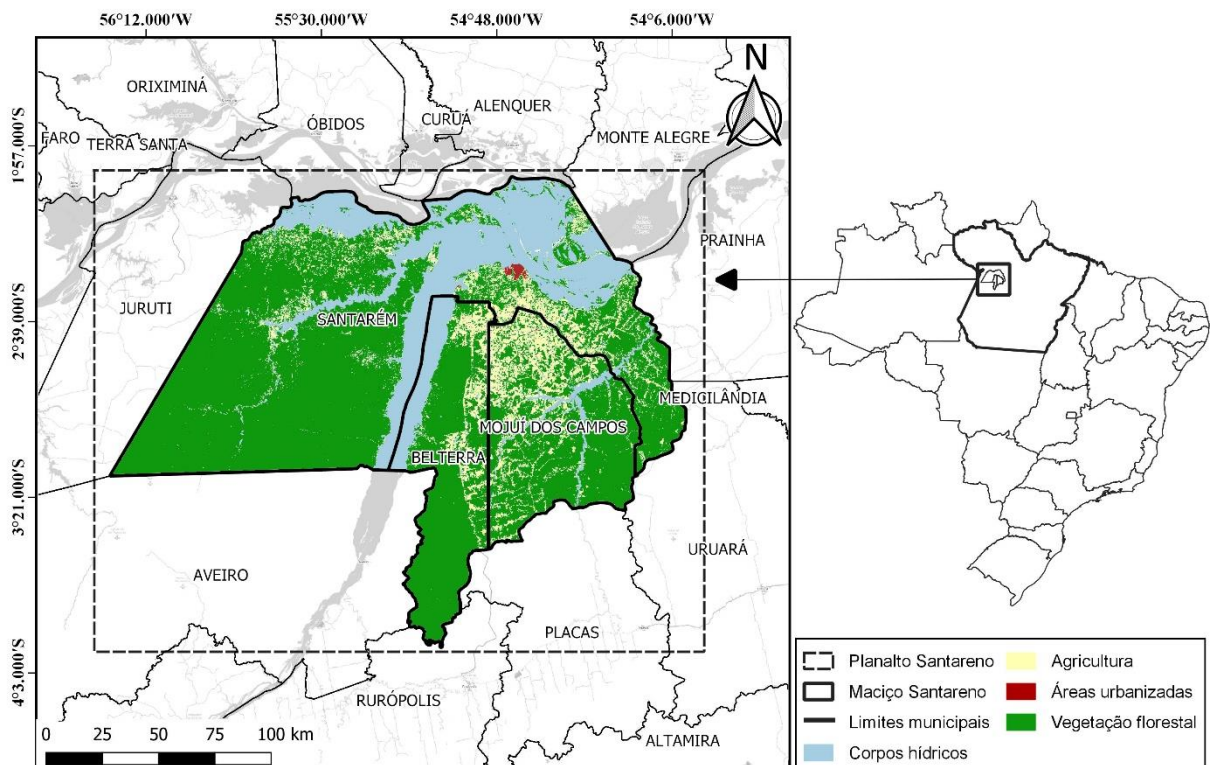
3.2 Material e métodos

3.2.1 Área de estudo

O Local de estudo situa-se na região oeste do estado do Pará, dentro do Planalto Santareno, área geográfica que abrange parte de alguns municípios da região oeste, mas abarca

a totalidade de Santarém, Belterra e Mojuí dos Campos (COSTA, 2012). Neste trabalho, denominaremos a região de estudo como Região do Maciço Santareno (RMS) como a área predominante da agricultura desses municípios (Figura 14), os quais escolhemos essa denominação por conter as áreas agrícolas destes três municípios, onde os dados sobre os agrotóxicos foram levantados apenas nestes municípios em questão, não tendo informações dos produtos utilizados nos outros municípios que compõe o Planalto Santareno.

Figura 14. Mapa de localização do Planalto santareno e Região do Maciço dentro da Região do Planalto.



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

A área do RMS, apresenta uma área total de 27.285,043 km², de área ocupada pela agricultura (IBGE, 2019; IBGE/SIDRA, 2019b), isso corresponde a cerca de um pouco mais de 3% da área total dos três municípios. Esta área localiza-se na região amazônica, sendo composta por um mosaico de densa floresta tropical úmida e temperaturas anuais que oscilam entre 25 e 31 °C, e precipitação pluviométrica apresenta valores anuais oscilando em torno de 2.000 mm (EMBRAPA, 2001; VENTURIERI; MONTEIRO; MENEZES, 2010; SANTARÉM, 2017).

A rede hidrográfica da Região do entorno do Município de 3 composta pelos Rios Amazonas, Tapajós, Arapiúns, Moju, Mojuí e Curuá-Una. E segundo EMBRAPA (2001) os solos predominantes são do tipo Latossolo Amarelo e Argissolo, que apresentam boa retenção de umidade e boa permeabilidade, sendo utilizados principalmente para pastagem e as culturas

de soja e milho cultivados em sua área mais central (SANTOS; ZARONI; ALMEIDA, 2002; EMBRAPA, 2006; CARVALHO, 2012; SANTARÉM, 2017).

3.2.2 Levantamento de dados

Para se fazer a comparação entre a antiga e nova classificação de risco para os agrotóxicos primeiramente buscou-se fazer um levantamento aprofundado em diversas bases de informações, nacionais e internacionais tais como:

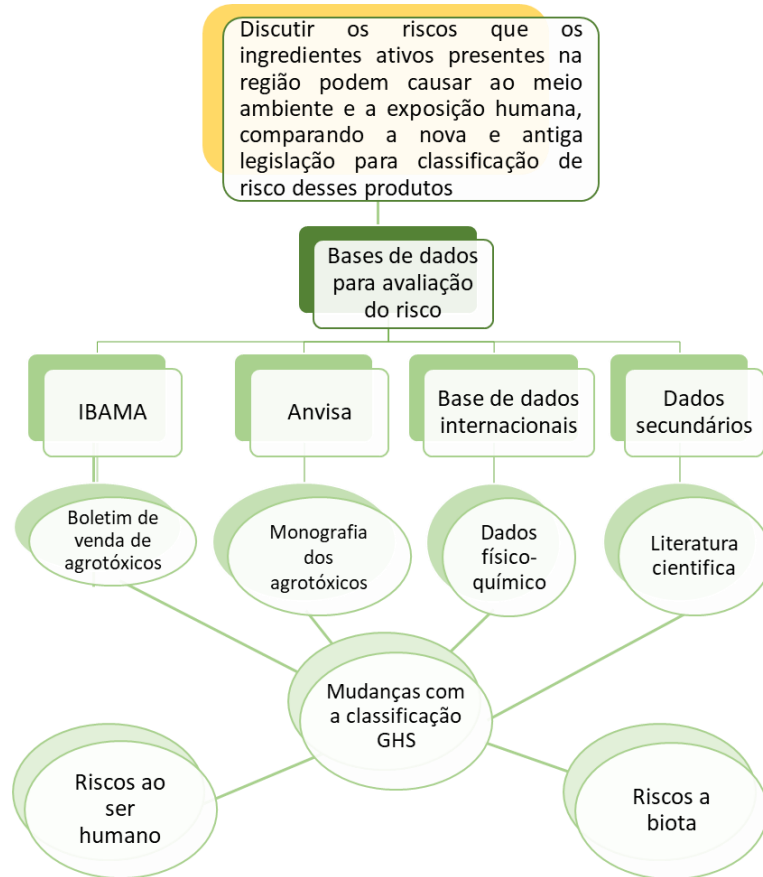
- Ibama, para verificação do quantitativo de ingredientes ativos e vendas anual dos agrotóxicos presentes no estado do Pará
- O Banco de dados do Mapa, que contém informações referentes ao licenciamento de novos produtos e listagem dos agrotóxicos permitidos no Brasil, bem como a antiga e nova classificação de risco do Sistema GHS.
- Anvisa, possui a listagem dos ingredientes ativos permitidos e banidos no Brasil.
- Ministério da Saúde (MS) por meio do Sistema Nacional de Informações Tóxico-Farmacológicas (SINITOX), para avaliar os agravos e óbitos relacionados ao uso de agrotóxicos.
- Dados do Ministério Público do Estado do Pará, trabalhos de levantamento de agrotóxicos utilizado na região.
- Literaturas científicas (artigos e teses, ou só artigos) com informações sobre os agrotóxicos os riscos para biota e seres humanos relacionados com ingredientes ativos utilizados na área agrícola da Região do Maciço Santareno (RMS).
- Pesticide Action Network (PAN), utilizada para o levantamento de estudos sobre os agrotóxicos altamente perigosos, banidos em diferentes países e por convenções, além de listar seus efeitos sobre o ser humano e a biota.
- *Pesticide Properties Database* (PPDB), criado por Lewis (2016) sendo estes uma fonte abrangente de dados sobre propriedades químicas, físicas e biológicas de agrotóxicos.

3.2.2.1 Sistematização das informações

Para a sistematização dos dados optou-se na utilização do software Excel 365 para geração tabelas com as informações das portarias de classificação de risco para registro de

agrotóxicos, para a comparação entres os dados segundo o novo marco regulatório que segue as normas GHS, na Figura 15.

Figura 15. Fluxograma dos processos metodológicos para comparação de classificações de risco de agrotóxicos



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

3.3 Resultados e discussão

3.3.1 Novo marco regulatório

De acordo com Persson (2017), no ano de 2002 a Organização das Nações Unidas (ONU), recomendou que todos os países deveriam a implementar o GHS até 2008, para assim possuírem uma classificação de produtos químicos, rótulos e fichas de dados de segurança uniformes. A partir de 2009 a OMS passou a adotar a Categoria de Perigo de Toxicidade Aguda propostas pelo GHS para classificação toxicológica baseada na toxicidade do produto técnico e formulações, tendo como critério o resultado de testes da dose letal mediana (DL50) (WHO, 2010).

De acordo com a Anvisa (2019a) o Novo Marco Regulatório dos agrotóxicos adotado pelo Brasil cujo objetivo, foi adequar o sistema brasileiro aos padrões internacionais, apresenta ainda incompatibilidade com o cenário internacional. O Marco regulatório Brasileiro leva em

consideração efeitos agudos ou o desfecho de mortalidade, ao contrário do que é verificado na União Europeia que volta sua atenção aos efeitos crônicos (LIMA, 2020).

As diretrizes para avaliação e classificação toxicológica de agrotóxicos anteriormente no país eram normatizadas pela Lei nº 7.802/1989 e pelo Decreto nº 4.074/2002. Até julho de 2019 estava em vigor a portaria tripartite para efeito de registro de agrotóxicos, Portaria nº 3 do Ministério da Saúde (MS) de 16 de janeiro de 1992 válida até o junho de 2019, substituída pelas Resoluções da Diretoria Colegiada (RDC-Anvisa) 294; 295 e 296 respectivamente. Muito embora esse processo de implantação do Sistema GHS já estivesse em curso desde o início de 2017, primeiramente limitada ao ambiente industrial.

Segundo as Resoluções da Diretoria Colegiada da Anvisa (RDC's) e Instrução Normativa (IN):

- RDC nº 294/19, que dispõe sobre os critérios para avaliação e classificação toxicológica, priorização da análise e comparação da ação toxicológica de agrotóxicos, componentes, afins e preservativos de madeira, e dá outras providências;
- RDC nº 295/19, que dispõe sobre os critérios para avaliação do risco dietético decorrente da exposição humana a resíduos de agrotóxicos, no âmbito da Anvisa;
- RDC nº 296/19, que dispõe sobre as informações toxicológicas para rótulos e bulas de agrotóxicos, afins e preservativos de madeira.

Essas quatro normas modernizaram o marco regulatório brasileiro de agrotóxicos com relação aos aspectos relacionados à saúde, alinhando os requisitos brasileiros às melhores práticas internacionais observadas nessa área (Tabela 12).

Tabela 12 - Classificação toxicológica de risco à saúde humana de acordo com novo marco regulatório determinado pelas RDC's nº 294/295/296 de 29 de julho de 2019.

Categoria	Classificação	Via de exposição Oral (mg/kg p.c.)	Via de exposição Dérmica (mg/kg p.c.)	Via de exposição Inalatória		
				Gases (ppm/V)	Vapores (mg/L)	Prod. sólidos e líquidos (mg/L)
Cat 1	Extremamente Tóxico	≤ 5	≤ 50	≤ 100	≤ 0,5	≤ 0,05
Cat 2	Altamente Tóxico	> 5 - 50	> 50 - 200	> 100 - 500	> 0,5 – ≤2	> 0,05 – 0,5
Cat 3	Moderadamente Tóxico	> 50 - 300	> 200 -1000	> 500 -2500	> 2 - ≤10	> 0,5 – 1

Continuação...

Cat 4	Pouco Tóxico	> 300 2000	> 1000 - 2000	> 2500 - 20000	> 10 - ≤ 20	> 1 - 5
Cat 5	Improvável de causar dano agudo	> 2000 -5000	> 2000 - 5000	> 20000	> 20	> 5
Não classificado	Não classificado	> 5000	> 5000	-	-	-

Fonte: Anvisa (2019a).

3.3.2 Sistema Globalmente Harmonizado de Classificação e Rotulagem de Produtos Químicos - GHS

Esse Sistema trata-se basicamente de uma ferramenta de comunicação para informações, relativas aos perigos dos produtos químicos. Essas informações tem origem e balizamento a partir de manual oficial publicado em 2003 pela ONU para o GHS, Purple Book que recebe novas revisões que são publicadas a cada dois anos (WALLAU; SANTOS JÚNIOR, 2013). O sistema GHS além de possuir sua norma de avaliação toxicológica como visto acima também atua como diretriz para normatizar a rotulagem dos produtos, fazendo a descrição de sua natureza e gravidade do um perigo químico por classe de perigo e categoria de perigo, estes são conceituados da seguinte forma:

- Classe de perigo: significa a natureza do perigo, podem ser físicas para a saúde ou para o ambiente, por ex. sólido inflamável, cancerígeno, toxicidade aguda oral.
- Categoria de perigo: é a divisão de critérios dentro de cada classe de perigo. Por exemplo, para Riscos físicos com os líquidos inflamáveis, estes podem ser divididos em quatro categorias, entre as quais os líquidos inflamáveis da categoria um representam o maior perigo.

Existem três classes de perigo GHS, sendo elas de Perigo físico, Riscos à saúde e Riscos ambientais, e divididas em 29 categorias de perigo (Tabela 13).

Tabela 13 - Categorias de classificação de perigo GHS e suas e classes de risco.

Classe de perigo	Categorias de perigo
Perigos físicos (17 classes)	Explosivos
	Gases inflamáveis
	Aerossóis
	Gases Oxidantes
	Gases sob pressão

Continuação...

	Líquidos inflamáveis Sólidos Inflamáveis Substâncias auto-reativas
	Líquidos Pirofóricos Sólidos Pirofóricos Substâncias de auto aquecimento Substâncias que, em contato com a água, emitem gases inflamáveis Líquidos Oxidantes Sólidos Oxidantes Peróxidos Orgânicos Corrosivo para metais Explosivos dessensibilizados
Riscos à saúde (10 classes)	Toxicidade Aguda (Oral / Dérmica / Inalatória) Corrosão / irritação da pele Lesões oculares graves / irritação ocular Sensibilização respiratória ou cutânea Mutagenicidade em células germinativas Carcinogenicidade Toxicologia Reprodutiva Toxicidade Sistêmica em Órgão Alvo - Exposição Única Toxicidade Sistêmica em Órgão Alvo - Exposição Repetida Toxicidade por aspiração
Riscos Ambientais (2 classes)	Perigoso para o ambiente aquático (agudo / crônico) Perigoso para a camada de ozônio

Fonte: Adaptado de pelo autor de Pro (2019).

3.3.3 Comparação entre as classificações

Em decorrência da reclassificação dos agrotóxicos no Brasil, de um montante de 1942 produtos formulados registrados, um total de 702 produtos formulados (36,15%), classificados anteriormente como extremamente tóxicos (classe I, Portaria No. 3/1992 Ministério da Saúde) foram reclassificados para classes menos perigosas (Tabela 15). Pela nova classificação adotada recentemente no país, apenas 43 produtos formulados continuam a pertencer ao rol de agrotóxicos extremamente tóxicos a saúde pública, uma redução de 93,87%, o que representa uma realocação de 659 produtos formulados.

Para produtos altamente tóxicos (Classe II) a condição proporcional de reclassificações de produtos formulados continuou a ser exercida. Dos 290 produtos considerados altamente

tóxicos 191 destes foram reclassificados, passaram a ser 79, isto representou uma redução de 2,76% em relação ao seu quantitativo anterior. Já os produtos formulados classificados como mediamente tóxicos (Classe III) que ocupam a segunda posição no quantitativo de uso dos agrotóxicos no Brasil, possuía um rol de 659 produtos classificados, 523 produtos foram reclassificados, uma redução de 9,36%.

Em relação a nova classificação GHS, as categorias que mais tiveram realocações foram as de Categoria 4 (Pouco tóxico) e 5 (Improvável de Causar Dano Agudo) com 599 e 899 produtos respectivamente (Tabela 14).

Tabela 14 - Como ficou a classificação dos agrotóxicos no Brasil em relação a classificação anterior normatizada pela Portaria MS nº03/1992.

Classificação segundo Portaria MS Nº03/1993	Nº de agrotóxicos	Classificação de acordo com as normas GHS	Nº de agrotóxicos
Classe I	702	Categoria 1	43
Classe II	290	Categoria 2	79
Classe III	659	Categoria 3	136
Classe IV	268	Categoria 4	599
Não determinado devido à natureza do produto (inimigos naturais)	15	Categoria 5	899
Não informado pela empresa	6	Não classificado	168
Processo Matriz não localizado	2	Não informado pela empresa	16
		Processo Matriz não localizado	2
Total	1942	Total	1942

Fonte: Elaborado pelo autor de acordo com a portaria nº 139/1994 e Mapa (2019).

Como podemos ver na tabela acima de acordo com a nº 139/1994 do Ibama, o Brasil como o maior consumidor mundial de agrotóxicos utiliza em sua maioria agrotóxicos extremamente tóxicos, o que representa 36,15% das formulações disponíveis no mercado. Segundo Bombardi (2017), cerca de 69,5% destes agrotóxicos são direcionados às lavouras de soja, algodão e milho, que são culturas produzidas através de sementes transgênicas, somente a soja utiliza 96,5% de cultivares transgênicas, as quais são altamente dependentes de químicos para seu pleno desenvolvimento (FELEMA; RAIHER; FERREIRA, 2013).

Para melhor compreender a importância de se adotar critérios adequados para a tipificação das classificações toxicológicas e normas sobre bula e rotulagem, é importante analisar os tipos existentes de intoxicação na saúde humana decorrente da exposição a agrotóxicos, sendo eles: a intoxicação aguda, que possui efeito grave e corrosivo ou fatal; subaguda, manifestando em alguns dias os sintomas de dor de cabeça, fraqueza, vômito, entre





outros; e por fim, a intoxicação crônica, revela danos a longo prazo, decorrentes de contínua exposição direta ou indireta ao agrotóxico. A intoxicação crônica gera efeitos como cânceres, infertilidade, malformações congênitas, abortos, depressão e outros efeitos (LONDRES, 2011).

Pignati et al. (2017) cita que o aumento do uso de agrotóxicos está fortemente relacionado com o crescimento de intoxicações. Com menos informações nos rótulos, é possível que aumentem os casos de intoxicações, principalmente entre pequenos produtores e pessoas com baixa escolaridade por exposto Sasso et al. (2020) e Bento et al. (2020). Segundo Wallau e Santos Júnior (2013), o sistema GHS não é uma norma legal e sim uma recomendação para padronização, sendo necessário ratificação para sua adoção, bem como a criação de uma legislação nacional específica. Como este sistema abrange diversos setores, como segurança no transporte, proteção de trabalhadores, de consumidores e do meio ambiente, a implementação do GHS, não exige que todos os módulos descritos no “Livro Púrpura” sejam implementados. Dessa forma, na implantação realizada no Brasil definiu-se explorar testes toxicológicos apenas pelo viés dos efeitos agudos e não agudos e crônicos como adotado na União Europeia.

Anterior ao Novo Marco Regulatório, as classificações constituíam-se em apenas quatro categorias onde avaliavam-se efeitos agudos e crônicos, todas as categorias possuíam o pictograma da caveira sobre ossos cruzados. Com o novo critério adotado recentemente apenas resultados das intoxicações agudas graves são levados em consideração, e apenas categorias de 1 a 3 apresentam o pictograma da caveira sobre ossos cruzados, essa nova metodologia adotada pelo Brasil, despreza os efeitos crônicos, aqueles que podem surgir a longo prazo decorrentes da exposição frequente e continuada (LIMA, 2020).

Na Tabela 15 temos os pictogramas e as frases de advertência de acordo com cada categoria do Sistema GHS, e podemos comparar a quantidade de produtos utilizados na Região do Maciço Santareno de acordo com a nova classificação frente a quantidade de produtos agrotóxicos formulados reclassificados.

Tabela 15 - Classificação dos agrotóxicos segundo a nova normas GHS

Pictograma de Advertência	Classe de perigo			Classes Toxicológicas e cor	Número de agrotóxicos por classe	
	Oral	Dérmica	Inalatória		RMS	Brasil
 PERIGO	Fatal se ingerido	Fatal em contato com a pele	Fatal se inalado	Categoria 1 Produto Extremamente Tóxico	3	43
 PERIGO	Fatal se ingerido	Fatal em contato com a pele	Fatal se inalado	Categoria 2 Produto Altamente Tóxico	6	79
 PERIGO	Fatal se ingerido	Fatal em contato com a pele	Fatal se inalado	Categoria 3 Produto Moderadamente Tóxico	23	136
 CUIDADO	Nocivo se ingerido	Nocivo em contato com a pele	Nocivo se inalado	Categoria 4 Produto Pouco Tóxico	84	599
SEM SÍMBOLO CUIDADO	Pode ser perigoso se ingerido	Pode ser perigoso se em contato com a pele	Pode ser perigoso se inalado	Categoria 5 Produto Improvável de Causar Dano Agudo – faixa azul	119	898
SEM SÍMBOLO SEM ADVERTÊNCIA	-	-	-	Não Classificado	15	168
Não puderam ser classificados	-	-	-	Processo Matriz não localizado	1	2
				Não identificado pela empresa	6	16
				Total	257	1941

Fonte: Elaborado pelo autor com dados de Mapa (2020) e Sampaio (2019).

Ao avaliar comparativamente a Tabela 15 e a Tabela 16, notamos que a reclassificação a nível nacional teve o mesmo efeito para os produtos utilizados na RMS, onde também os produtos das Classes I e II são os mais utilizados e os que mais sofreram em termos quantitativos com a reclassificação, pois apresentam números bem semelhantes, a nível nacional.

Tabela 16 - Classificação de risco toxicológico e ambiental dos agrotóxicos utilizados na RMS entre 2013 à 2020

Classe	Risco Toxicológico¹	Periculosidade Ambiental²
I	96	9
II	46	135
III	96	106
IV	19	7

1 – Portaria 03/1992 do MS; 2 – Portaria nº139/1994 IBAMA; 3.

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

A Classe I perdeu 93,87%, anteriormente tinha 70 e que ao serem reclassificados passaram a ser 43, em relação a RMS essa redução foi de 96,88% (96/3) e os de Classe II com -72,76% (290/79) e RMS -86,96% (46/6), Classe III -79,36% (659/136), RMS -76,04% (96/23), para a Classe IV, esta foi a Classe que mais ganhou produtos. A nível nacional temos um acréscimo de 123,51% (268/599) para Classe IV e na região de estudo cerca de 342,11% (19/84) a mais nessa classe. Em relação a periculosidade ambiental apenas nove produtos são considerados extremamente tóxicos, 135 altamente tóxicos, 106 mediamente tóxicos e apenas sete produtos tóxicos.

Considerando a classificação toxicológica de risco para humanos, balizadas pela Portaria 03/1992 do MS e de Periculosidade Ambiental pela Portaria nº139/1994 Ibama, alguns produtos formulados utilizados na RMS e suas respectivas comparações de risco de antes e depois da reclassificação de 2019 pela ANVISA que gerando um rebaixamento dos riscos que podem ser observados na Tabela 17 (tabela na integra no Apêndice A). Produtos como o acefato que tem alta toxicidade para abelhas (PAN, 2019) e possível carcinogênico para humanos, estando relacionado com leucemias, Linfomas não Hodgkin¹⁵ e câncer no pâncreas (IARC, 2015). Este ingrediente também é considerado como um Highly Hazardous Pesticides (HHP's), que são pesticidas altamente perigosos, de acordo com classificação de Pesticide Action Network (PAN)¹⁶. Alguns desse produtos classificados como HHP's, são muito utilizados na RMS e observados abaixo (ver na integra em Anexo D).

¹⁵ O linfoma não Hodgkin (LNH) é um tipo de câncer que tem origem nas células do sistema linfático e que se espalha de maneira não ordenada sendo que de acordo com o Instituto Nacional de Câncer (INCA), existem mais de 20 tipos diferentes de linfoma não-Hodgkin.

¹⁶ Organização civil que visa a eliminação do uso de pesticidas altamente perigoso, com intenção de melhorar as políticas de produção, venda e consumo dos pesticidas e proteção de lavouras em direção a sistemas de manejo de pragas mais seguros, socialmente justos, ambientalmente sustentáveis e economicamente viáveis.

Tabela 17 - Agrotóxicos utilizados na Região do Maciço Santareno de Extremamente tóxicos que após reclassificação.

Princípio Ativo	Classe	Grupo químico	Risco ¹ Toxicológico	Periculosidad ² e Ambiental	GHS ³
Abamectina	A/I	Avermectinas	I	III	4
Acefato	I	Organofosforados	I	II	4
Beta-Cipermetrina	I	Piretroides	I	II	4
Cipermetrina	I	Piretroides	I	I	4
Deltametrina	I	Piretroides	I	I	4
Dimetoato	I	Organofosforados	I	II	4
Fipronil	I/C	Pirazois	I	II	3
Glifosato	H	Glicina Substituída	I	III	5
Glufosinato - Sal de Amônio	H	Homoalanina Substituída	I	III	4
Mancozebe	F/A	Alquilenobis (Ditiocarbamatos)	I	II	5

1 – Portaria 03/1992 do MS; 2 – Portaria nº 139/1994 IBAMA; 3 - RDC's nº 294/295/296/ 2019 Anvisa; A – Acaricida; C – Cupinicida; F – Fungicida; H - Herbicida; I – Inseticida.

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Podemos notar que muitos dos produtos formulados classificados anteriormente como Classe I “extremamente tóxicos” podem causar em sua maioria intoxicações agudas severas na pele, mucosa, cegueira e em casos extremos a morte. Quanto a agravos crônicos estão efeitos neurológicos, mutagênicos, teratogênicos e carcinogênicos, foram reclassificados para a Categoria IV sendo considerados como “Produtos poucos tóxicos”, e “podendo” ser reclassificado como perigoso apenas se ingerido, ter contato com a pele ou se inalado.

Os agrotóxicos a base de deltametrina, dimethoate, fipronil, glufosinato - sal de amônio, glifosato e mancozebe, segundo PAN (2019) são prováveis cancerígenos e podem apresentar efeitos negativos sobre a reprodução humana. A abamectina, acefato, beta-cipermetrina, cipermetrina, deltametrina, dimetoato e fipronil, são classificados pelo PAN (2019) como muito tóxicos para abelhas, sendo os agrotóxicos, principalmente do grupo dos neonicotinoides os mais prováveis responsáveis pelo declínio das colônias de abelhas.

Para classificar um produto como um HHP's de acordo com WHO (2020), esta precisa atender os seguintes critérios:

- Critério 1: Formulações de agrotóxicos que atendem aos critérios das classes A ou 1B da Classificação Recomendada de agrotóxicos por Perigo da OMS; ou
- Critério 2: Ingredientes ativos de agrotóxicos e suas formulações que atendam aos critérios de carcinogenicidade das Categorias 1A e 1B do Sistema Globalmente Harmonizado de Classificação e Rotulagem de Produtos Químicos (GHS); ou
- Critério 3: Ingredientes ativos de agrotóxicos e suas formulações que atendam aos critérios de mutagenicidade das categorias 1A e 1B do Sistema Globalmente Harmonizado de Classificação e Rotulagem de Produtos Químicos (GHS); ou
- Critério 4: Ingredientes ativos de agrotóxicos e suas formulações que atendam aos critérios de toxicidade reprodutiva Categorias 1A e 1B do Sistema Globalmente Harmonizado de Classificação e Rotulagem de Produtos Químicos (GHS); ou
- Critério 5: Ingredientes ativos de agrotóxicos listados pela Convenção de Estocolmo em seus Anexos A e B, e aqueles que atendem a todos os critérios no parágrafo 1 do Anexo D da Convenção; ou
- Critério 6: Ingredientes ativos e formulações de agrotóxicos listados pela Convenção de Rotterdam em seu Anexo III; ou
- Critério 7: Agrotóxicos listados no Protocolo de Montreal; ou
- Critério 8: Ingredientes ativos de agrotóxicos e formulações que mostraram uma alta incidência de efeitos adversos graves ou irreversíveis na saúde humana ou no meio ambiente.

3.3.4 Limite máximo de resíduos em água

Os bioensaios auxiliam a prever “limites seguros” para a vida aquática e terrestre, ela também ajuda a estabelecer limites para quantidade de resíduos presentes na água e alimentação do ser humano. Dando direção a norma, portarias e resoluções, na Tabela 18 podemos observar o padrão para potabilidade em águas do Ministério da Saúde de acordo com sua portaria 2914/2011.

Tabela 18 - Padrão de potabilidade para agrotóxicos encontrados na RMS, de acordo com a Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde.

Parâmetro	Agrotóxicos		
	CAS ¹	UNIDADE	VMP ²
2,4 D	94-75-7	µg/L	30
Atrazina	1912-24-9	µg/L	2
Carbendazim	10605-21-7	µg/L	120
Continuação...			
Benomil	17804-35-2	µg/L	
Carbofurano	1563-66-2	µg/L	7
Diuron	330-54-1	µg/L	90
Glifosato + AMPA	1071-83-6 (glifosato) 1066-51-9 (AMPA)	µg/L	500
Mancozebe	0818-07-7	µg/L	180
Tebuconazol	107534-96-3	µg/L	180
Trifluralina	1582-09-8	µg/L	20

1 - CAS é o número de referência de compostos e substâncias químicas adotado pelo Chemical Abstract Service;
2 - Valor Máximo Permitido.

Para a classificação de um agrotóxico são necessários a realizações de bioensaios. Segundo Ibama (2019) para a classificação de ambiental de um agrotóxico este precisa ser estudado por dois processos avaliativos.

A avaliação do Potencial de Periculosidade Ambiental (PPA) vem sendo realizada desde 1990, baseia-se na toxicidade inerente do produto e no seu comportamento, obtidos em resultados de testes laboratoriais. Onde o requerente de registro encaminha ao Ibama estudos físico-químicos, toxicológicos e ecotoxicológicos realizados com base em metodologias padronizadas e aceitas mundialmente. Atualmente são exigidos no mínimo 38 estudos laboratoriais para registro de um Produto Técnico (PT), usado como base para outras formulações.

A Avaliação de Risco Ambiental (ARA), é complementar a de avaliação do Potencial de Periculosidade Ambiental (PPA), sendo implementada em 2011 pelo IBAMA. Trata-se de uma avaliação com condições reais de campo, considerando a exposição potencial do organismo não-alvo a uma dada substância e suas possíveis consequências. Essa metodologia

apresenta uma fragilidade por não haver a possibilidade de avaliar os piores cenários, não sendo possível controlar as variáveis ambientais afim de obter a diversidade de cenários que possibilitem a avaliação do risco de um produto de vários ângulos.

Mas Segundo estudo conduzido no Instituto Butantã no ano de 2017, o termo “limites seguros” para agrotóxicos não existe. Nesse estudo foram analisadas a toxicidade dos dez agrotóxicos mais utilizados no Brasil em Danio rerio, vulgarmente conhecido como peixe-zebra, cujo genoma é 70% igual ao do ser humano. Os resultados foram alarmantes. Três dos dez agrotóxicos analisados (glifosato, malation e piriproxifem) causaram a morte de todos os embriões de peixes em apenas 24 horas de exposição, independentemente da concentração do produto. Segundo Simões (2019) independente das concentrações usadas, observaram-se efeitos graves, malformação de fetos em embriões de peixe-zebra e mortalidade até mesmo em dosagens equivalentes a até um trigésimo do recomendado pela Anvisa, demonstrando que não existe dose segura para agrotóxicos.

3.3.5 Limites máximos de resíduos em alimentos

Mudanças recentes nas regulamentações de pesticidas no Brasil podem ter ramificações ambientais e de saúde pública para o Brasil e seus parceiros comerciais. A cooperação entre países é fundamental para garantir a segurança alimentar (BRAGA et al., 2020). Além disso, a avaliação de ensaios de resíduos de agrotóxicos em alimentos “in natura” é parte complementar da avaliação toxicológica realizada pela Anvisa que tem como base a Resolução nº 44/2000. Esta estabelece limites máximos para resíduos de agrotóxicos que possam estar presentes em alimentos. É competência da Anvisa avaliar e estabelecer o Limite Máximo de Resíduos (LMR) e Ingestão Diária Aceitável (IDA), para ingredientes ativos autorizados para uso no Brasil.

Em 2001, o Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos - PARA foi criado com objetivo de cumprir as normas dispostas na Lei nº 7.802/89, no Decreto regulamentador nº 4.074/02 e na Resolução – RDC nº 44/00 (LOPES; PADILHA, 2019) e tem por objetivo:

- Analisar resíduos de agrotóxicos in natura
- Verificar se os alimentos contaminados ultrapassam o limite máximo de resíduo (LMR)
- Verificar a presença de resíduos de agrotóxicos não autorizados pela legislação em vigor
- Rastrear possíveis problemas e subsidiar ações de fiscalização de vigilância sanitária;

Assim como foram alteradas as portarias do MS e do Ibama para se adequar as normas GHS. O processo para avaliação de resíduos de agrotóxicos em alimentos foi alterado pela RDC nº 221/2018. Esta dispõe dos critérios e os procedimentos para o processo de reavaliação toxicológica de ingredientes ativos de agrotóxicos no âmbito da Anvisa. Dentre os critérios para a seleção dos ingredientes ativos que serão submetidos à reavaliação, a RDC nº 221, de 2018, estabeleceu:

Que serão consideradas as evidências de riscos à saúde como a extrapolação de parâmetros de referência dietéticos e a relevância da exposição ao agrotóxico para humanos, avaliada por meio de dados de comercialização, de intoxicações humanas, de monitoramento de resíduos do agrotóxico em água, alimentos e em amostras biológicas, dentre outros. A partir da reavaliação, pode se concluir: pela manutenção do registro do ingrediente ativo sem alterações; pela alteração da formulação, da dose ou do método de aplicação; pela restrição da produção, da importação, da comercialização ou do uso; pela proibição ou suspensão da produção, importação ou uso; ou pelo cancelamento do registro (PARA, 2019).

Diante do aumento de alimentos com LMR de agrotóxicos acima do permitido ou com uso de determinado produto proibido em uma cultura, começa-se a incorrer a questões que devem ser levantadas quanto ao perigo de intoxicação por ingestão desses alimentos com resquícios de resíduos desses contaminantes. Quais os limites “seguros” para se ingerir, quais produtos consumir.

3.3.6 Classificação dos Pesticidas Altamente Perigosos HHP's

Na Tabela 20 estão classificados os agrotóxicos mais utilizados no Estado do Pará, dos dez, oito são classificados como HHP's de acordo com critérios estabelecidos e agrupados pela OMS e PAN. Esta classificação apresenta dois agrotóxicos, clorotalonil e dicloreto de paraquate que estão internalizados no Grupo 1, os quais são categorizados como fatais se inalados.

O Grupo 2 apresenta cinco agrotóxicos, alguns categorizados em mais de uma classe por grupo, sendo atrazina, mancozebe, picloram, com potencial de disrupção endócrinos e clorotalonil, glifosato, mancozebe como prováveis cancerígenos segundo a Agência Internacional de Pesquisa em Câncer (IARC) e Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (USEPA).

No grupo 3 (Toxicidade ambiental) existem dois produtos que segundo Bombardi (2012, 2017) são extremamente tóxicos para abelhas e com potencial de danos neurológicos para humanos, que são o acefato e clorpirifós, estes já banidos da União Europeia. De acordo com Lewis et al. (2016) alguns desses produtos são extremamente tóxicos para organismos humanos de não-humanos, por exemplo lorotalonil que apresenta uma Ingestão Diária

Aceitável (IDA)¹⁷ de 0,015 mg.kg/p.c e Nível de Efeito Adverso Ocupacional (AOEL¹⁸) de 0,003 mg.kg/p.c, para o dicloreto de paraquate o IDA é de 0,004 mg.kg/p.c e o AOEL 0,0004 mg.kg/p.c, sendo limites muito inferiores aos demais produtos apresentados na Tabela 19 demonstrando a alta periculosidade desses agrotóxicos, tanto por meio de ingestão ou exposição ocupacional.

Tabela 19 - Agrotóxicos mais utilizados no Pará classificados como HHP's

Ingrediente Ativo	Classe	Ingestão Diária Aceitável (mg.kg/peso corporal/dia)	AOEL (mg.kg/peso corporal/dia)	Grupo 1: Toxicidade aguda	Grupo 2: Efeitos de longo prazo			Grupo 3: Toxicidade ambiental	Grupo 4: Convenções	
				Fatal se inalado	Provável carcinogênico segundo IARC			Muito tóxico para abelhas	Convenção de Rotterdam	
				2	1	2	3	2	1	1
Acefato	Inseticida	0,03	-					X		
Atrazina	Inseticida	0,02	0,01				X			
Clorotalonil	Fungicida	0,015	0,003	X		X				
Clorpirifós	Inseticida	0,001	0,001					X		
Glifosato	Herbicida	0,5	0,1		X					
Mancozebe	Fungicida	0,05	0,035			X	X			
Dicloreto de paraquate	Herbicida	0,004	0,0004	X					X	X
Picloram	Herbicida	0,3	0,3				X			

PIC: acordado pelo Comitê de Revisão Química da Convenção (PIC, sigla em inglês) e pela Conferência das Partes como atendendo aos critérios da Convenção, mas ainda não listado formalmente; **DEN (1) ou C2 e R2 GHS UE:** Disruptor endócrino ou potencial disruptor endócrino de acordo com a Categoria 1 da UE ou pesticidas classificados de acordo com normas GHS como Carcinógeno Categoria 2 ou cause efeitos Reprodutivos tipo 2.

Para os dez agrotóxicos mais utilizados na RMS sete deles são classificados com HHP's (Tabela 20), como por exemplo, a beta-ciflutrina presente nos Grupos 1, 2 e 3. Ela apresenta

¹⁷ A quantidade de produto químico que pode ser consumido todos os dias sem causar danos - tanto quanto as evidências sugerem.

¹⁸ Nível de efeito adverso ocupacional, é a quantidade máxima de substância ativa à qual o operador pode ser exposto sem quaisquer efeitos adversos para a saúde.

alta toxicidade aguda e fatal se inalada (Grupo 1), é um provável cancerígeno com efeito de disruptor endócrino¹⁹ com efeitos tóxicos sobre a reprodução (Grupo 2) e extremamente perigosa para abelhas (Grupo 3). O IDA da beta-ciflutrina é de 0,01 mg.kg de peso corpóreo/dia, seu AOEL, 0,0002 mg.kg de peso corpóreo/dia, é o mais baixo entre os agrotóxicos presentes na tabela demonstrando ser a molécula de maior periculosidade.

Em contrapartida o Epoxiconazol, apresenta risco a longo prazo (Grupo 2) sendo possivelmente um agente carcinogênico de acordo com a EPA Esta substância pode gerar efeitos de disrupção endócrina aliado a efeitos deletérios na reprodução. Em relação ao glifosato de acordo com IARC (2019) esse produto é um provável cancerígeno e possui relação ao surgimento de linfomas não Hodgkin.

Tabela 20 - Agrotóxicos mais utilizados no a Região do Maciço Santareno classificados como HHP's

Ingrediente Ativo	Classe	Ingestão Diária Aceitável (mg,kg/peso corporal/dia) AOEL (mg,kg/peso corporal/dia)		Grupo 1: Toxicidad e aguda		Grupo 2: Efeitos de longo prazo				Grupo 3: Toxicidade ambiental	Grupo 4: Convenções	
				Fatal se inalado		Efeitos de longo prazo				Muito toxico para abelhas	Convenção de Rotterdam	
				WHO Ib		Provável carcinogênico segundo EPA					PIC	PIC
				2	2	1	2	1	1	3		1
Beta-ciflutrina	Inseticida	0,01	0,0002	X	X					X		
Clorpirifos	Inseticida	0,001	0,001							X		
Dicloreto de Paraquat	Herbicida	0,004	0,0004		X						X	X
Epoxiconazol	Fungicida	0,008	0,008				X	X	X			
Glifosato	Herbicida	0,5	0,1			X						
Metomil	Inseticida	0,0025	0,0025	X						X		
Tiofanato-Metilico	Fungicida	0,08	0,08				X					

WHO Ib: Altamente perigoso (Classe 1B) de acordo com a Organização Mundial da Saúde; **PIC:** acordado pelo Comitê de Revisão Química da Convenção (PIC, sigla em inglês) e pela Conferência das Partes como atendendo aos critérios da Convenção, mas ainda não listado formalmente; **DEN (1) ou C2 e R2 GHS UE:** Disruptor

¹⁹ Qualquer substância exógena que interfere no sistema hormonal, alterando a forma natural de comunicação do sistema endócrino e causando distúrbios na vida selvagem e na saúde do próprio ser humano.

endócrino ou potencial disruptor endócrino de acordo com a Categoria 1 da UE ou pesticidas classificados de acordo com normas GHS como Carcinógeno Categoria 2 ou cause efeitos Reprodutivos tipo 2.

3.3.7 Intoxicações por agrotóxicos

A utilização massiva de agrotóxicos causa sérios danos à saúde da população, seja através da contaminação direta (intoxicação ocupacional) ou por via indireta (consumo de alimentos e água contaminadas) (SILVA, et al., 2019). Segundo Silveira e Lagassi (2015), a presença frequente dos agrotóxicos no cotidiano coloca a população em condição de vulnerabilidade e fragilidade. Os agrotóxicos determinam efeitos sobre a saúde humana, dependendo da forma e tempo de exposição e do tipo de produto com toxicidade específica.

Intoxicações ocorrem enquanto ocorre a aplicação de agrotóxicos a campo e sem proteção adequada. Essa falta ou má utilização dos Equipamentos de Proteção Individual (EPI), em qualquer uma das etapas do manejo de agrotóxicos contribui para o aumento da probabilidade de intoxicação dos trabalhadores rurais, segundo Santos et al. (2017). Todavia, há resistência quanto ao uso dos EPI's, que é justificada pelo desconforto causado pelos mesmos.

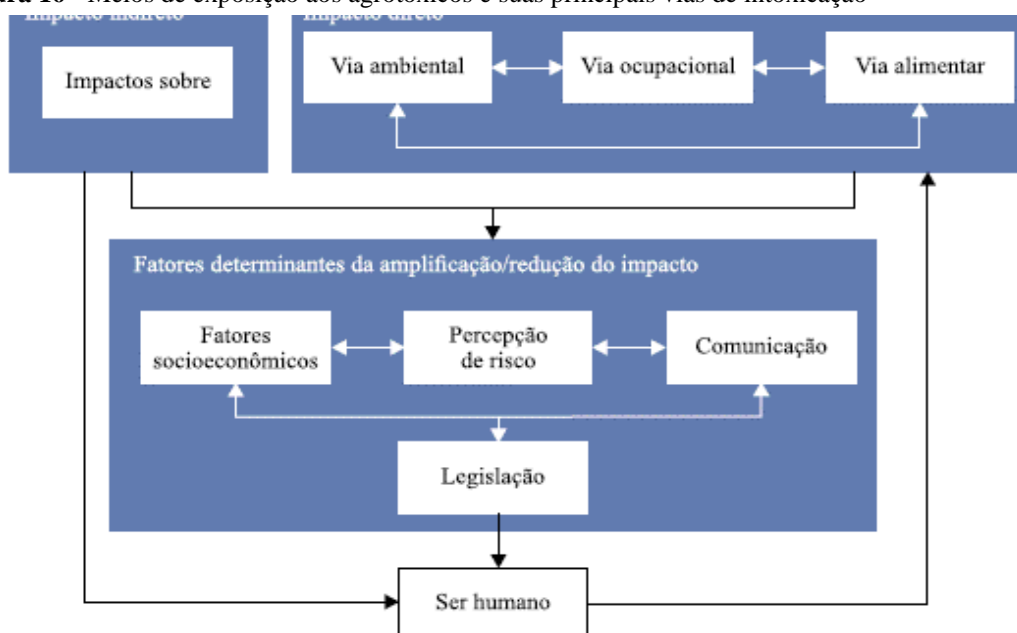
De acordo com Talhaferro (2013) populações rurais que se assentam próximos a grandes áreas de produção agrícola são vulneráveis socioambientalmente, uma vez que em períodos de aplicação de agrotóxicos, ficam mais susceptíveis a exposição exercida pela deriva. Que segundo Sousa (2019), em propriedades familiares “cercadas” por cultivo de grãos, não podem ser certificadas como produção orgânica devido esses cultivares serem contaminados pela deriva de agrotóxicos, e atualmente no Brasil não existe nenhuma legislação que ampare esses agricultores familiares. A Fala de Sousa (2019) é corroborada por Schelesinger, (2014), que diz, o lançamento de inseticidas sobre estas áreas de monoculturas afugenta aqueles insetos que sobrevivem a exposição e atacam as áreas de produção de alimentos e de criação de animais dos agricultores familiares, e cita além, pois essa contaminação por deriva pode gerar intoxicações exógenas pelas vias inalatória, dérmica ou oral.

Para Savi et al. (2010), o impacto do uso de agrotóxicos sobre a saúde humana no Brasil cresceu nos últimos anos, entretanto é insuficiente o conhecimento sobre a extensão da carga química de exposição ocupacional e a dimensão dos danos à saúde, decorrentes do uso intensivo dessas substâncias. A falta de notificações, de acordo com Peterson (2016) gerada pela subnotificação dos casos de intoxicação por agrotóxicos ainda é da ordem de 1 para 50. Hendges et al. (2019) corroboram com a afirmação de Peterson (2016) citando que as informações contidas em banco de dados como o SINITOX representam apenas uma parte da informação, o

que leva a crer que há um número mais expressivo de casos tenha ocorrido, considerando as subnotificações. Pressupondo-se, quanto a fatores socioeconômicos, que quanto menor a renda do trabalhador rural, menor é o grau de escolaridade (PIAIA, 2020), o que provavelmente geram percepções também não tão apuradas, devido ao desconhecimento do risco químico, pouca orientação no uso de EPI's e dificuldades de valoração de boas práticas de aplicação desses venenos.

Por outro lado, as intoxicações por agrotóxicos não dizem respeito somente à exposição ocupacional, mas também a exposição indireta por meio de consumo de alimentos oriundos da agricultura (RAMOS et al., 2020). Silva et al., (2019) enfatiza o consumo de frutas e hortaliças contaminadas com resíduos de pesticidas coloca em risco a saúde dos consumidores. Tendo esses processos de intoxicação humana passando por três vias de exposição (Figura 16), onde podem ser classificadas em impacto direto e indireto, geralmente a maior parte das intoxicações ocorrem por via ocupacional de impacto direto e as comunicações desses agravos não são notificadas acabando por gerar uma lacuna de conhecimento que se explorada poderá salvar muitas vidas e evitar diversas doenças relacionadas aos agrotóxicos.

Figura 16 - Meios de exposição aos agrotóxicos e suas principais vias de intoxicação



Fonte: Moreira et al. (2002).

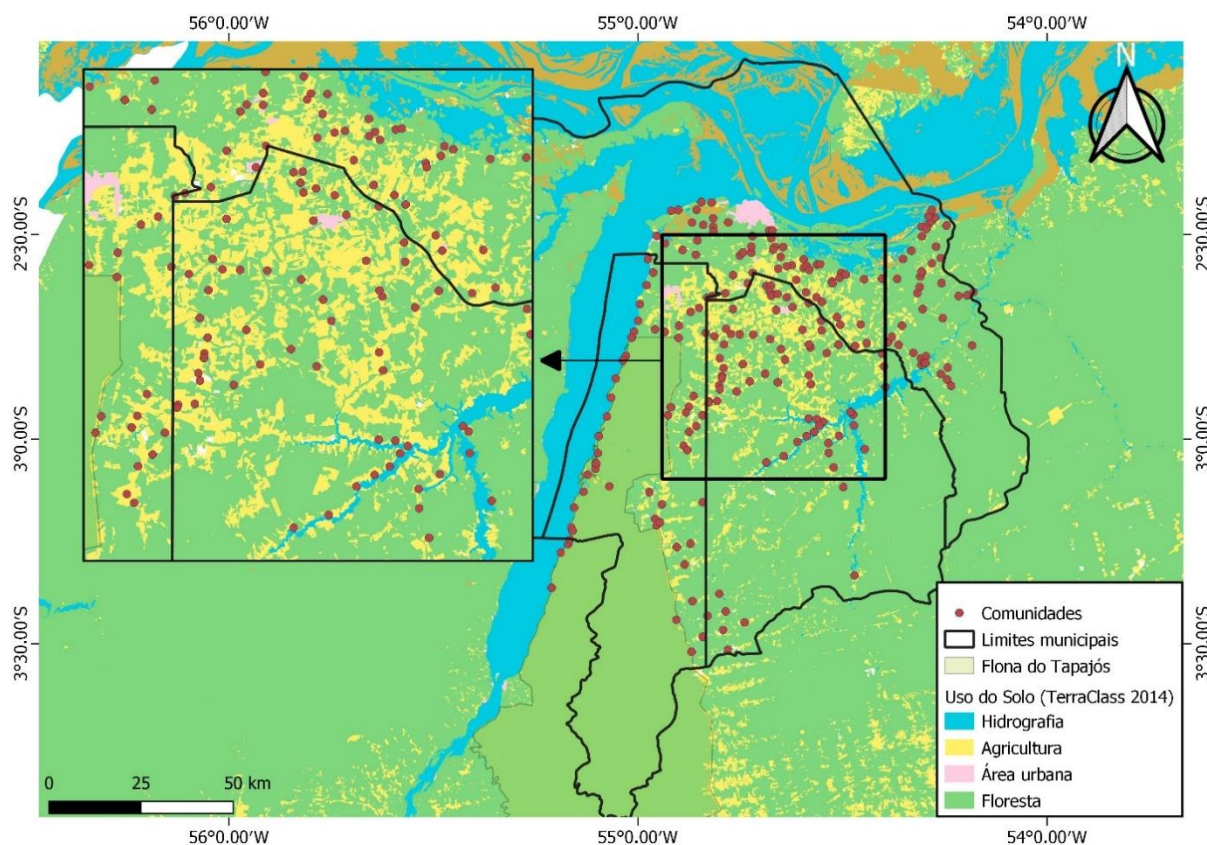
Em estudo realizado em Mirassol D'Oeste, Mato Grosso, foi uma avaliação da percepção do uso de agrotóxicos onde 60%, declararam que a pulverização de agrotóxicos prejudica e/ou matam as plantas cultivadas que são sua fonte de sustento (TOMAZ et al., 2018).

De acordo com Chaim et al. (1999), Lourencetti et al. (2005) e Ribeiro et al. (2007), após a aplicação cerca de 50 a 75% produtos podem não atingem a espécie-alvo, e serem

perdidos no ambiente. Nesse cálculo se utilizamos o quantitativo de agrotóxico consumidos no Brasil no ano de 2019, cerca de 310.269 milhões de toneladas de agrotóxico são liberados no ambiente ao se considerar a perda de 50% no momento da aplicação e 465.403 milhões de toneladas ao se considerar a perda de 75% desses produtos em sua aplicação. Podendo ser carregado para os recursos hídricos superficiais ou subterrâneos ou ser levado por deriva a comunidades próximas a grandes áreas de produção.

Podemos observar que na Figura 17 a localização das comunidades que situam-se no entorno de áreas agrícolas, estas podem estar mais suscetíveis a contaminação e perdas indiretas devido à deriva dos agrotóxicos.

Figura 17 - Localização das comunidades agrícolas na RMS e riscos de intoxicação por agrotóxico por moradores.



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Para trabalhos como este sobre levantamento de agrotóxicos, podem servir de base para pesquisas como o PEST-CHEMGRIDS, um banco de dados abrangente dos 20 ingredientes ativos de pesticidas mais usados em 6 culturas dominantes e 4 classes de culturas agregadas com resolução de 5 arc-min (cerca de 10 km no equador) projetadas de 2015 a 2025. Essa ferramenta se apresenta ainda em fase inicial, mas sua proposta pode ser ampliada e utilizada em diversas partes do mundo com uma análise tanto em escala macro (mundial ou nacional) quanto em microescala (municipal). O autor comenta que existem trabalhos de inventários de

pesticidas em diversos locais, mas costumam ser esparsos ao longo do tempo e por região, geralmente, mas ainda são ferramentas necessárias para conhecer a dinâmica de uso de agrotóxicos de um país ou região. Assim como Maggi et al. (2019) acreditam, estudos de inventário de agrotóxicos, costumam ser rasos e difusos além de não observarem uma série histórica de dados. Tais estudos, muitas vezes, relatam classes agregadas de ingredientes ativos e geralmente são fragmentados entre autoridades locais ou governamentais, dificultando assim uma análise integrada do risco de pesticidas em diferentes planos da organização sociopolítica.

3.4 Conclusão

Podemos observar que pela forma que o Sistema GHS foi adotado no Brasil, que este não foi planejado de forma correta pelos órgãos responsáveis, acarretando na ocultação parcial dos riscos na classificação e rotulagem dos agrotóxicos. Visto que mais de 35% dos produtos registrados no Brasil de acordo com a antiga Portaria 139/92 do IBAMA eram da Classe I (altamente perigosos). Esse rebaixamento da periculosidade fez com que os agrotóxicos mais utilizados no Brasil como o glifosato, 2,4-D, paraquate, cipermetrina, clorpirifos e acefato ficassem nas categorias 4 e 5, apresentado baixo risco ou risco nulo. Mas para contrariar a classificação brasileira sobre esse baixo risco desses produtos. O fabricante do glifosato emitiu relatório em que aponta que este produto pode causar 25 tipos de doenças como Alzheimer, anencefalia, autismo e diversos tipos de cânceres.

Todos esses produtos citados acima são classificados como cancerígenos ou prováveis cancerígenos pelas principais agências ambientais e de saúde do mundo (EPA, IARC, WHO), e um adendo para os produtos à base de acefato e clorpirifos, banidos na união Europeia e Estados Unidos e continuam sendo um dos mais utilizados no Brasil, este tem efeito devastador sobre a população de abelhas, que desaparecem ano a ano. Com esse desaparecimento as principais culturas agrícolas do mundo correm risco de acabar, pois cerca de 90% delas são polinizadas por abelhas, além de diversas espécies de plantas correm risco de desaparecer.

Dessa forma podemos concluir que o sistema adotado no Brasil atualmente, gera riscos ecotoxicológicos acentuados devido à redução de ensaios toxicológicos e ecotoxicológicos para registro de agrotóxicos. Assim, os perigos desses produtos se refletem no número de registros de intoxicação exógena no SINITOX, mesmo que subestimadas são muito altas e podem acarretar riscos aos trabalhadores rurais e camponeses que já são altamente vulneráveis a estes venenos, tanto na parte da saúde ocupacional, quanto social e econômica. Bem como nas perdas de biodiversidade registradas por todo o mundo em decorrência do mal uso destes produtos.

REFERÊNCIAS

- ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Novo Marco Regulatório para a Avaliação Toxicológica de Agrotóxicos**. Anvisa, 2019a. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/219201/4340788/Apresentação+agrotóxicos+Dicol/3e2ee4c0-0179-485b-a30b-27d9eaff696b>. Acesso em: 10 jul. 2020.
- ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Reclassificação toxicológica**. Anvisa, 2019b. Disponível em: <http://antigo.anvisa.gov.br/agrotoxicos/reclassificacao-toxicologica>. Acesso em: 22 nov. 2020.
- AZEVEDO, A. R. de; CORONAS, M. V. Uso de testes de fuga com minhocas *Eisenia andrei* e *Eisenia fetida* para identificação da toxicidade de agrotóxicos no Brasil: Uma breve revisão da literatura. **Ciência e Natura**, v. 40, p. 18, 2019.
- BENTO, A. J. et al. Exposição ocupacional aos agrotóxicos pelos agricultores da região de Coruripe, Alagoas. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 15, n. 2, p. 193–201, 2020.
- BOMBARDI, L. M. Agrotóxicos e agronegócio: arcaico e moderno se fundem no campo brasileiro. In: **Direitos humanos no Brasil 2012: relatório da Rede Social de Justiça e Direitos Humanos**. São Paulo, SP: Rede Social de Justiça e Direitos Humanos, 2012.
- BOMBARDI, L. M. **Geografia do Uso de Agrotóxicos no Brasil e Conexões com a União Europeia**. São Paulo: FFLCH - USP, 2017.
- BRAGA, A. R. C. et al. Global health risks from pesticide use in Brazil. **Nature Food**, v. 1, n. 6, p. 312–314, 2020.
- CARNEIRO, F. F. et al. (org.). **Dossiê ABRASCO: um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde**. São Paulo: EPSJV/Expressão Popular, 2015.
- CARVALHO, J. da. **Caracterização hidrogeológica da região a norte da cidade de Manaus, com base em informações geofísicas (resistividade elétrica), geológicas e geomorfológicas**. 2012. Tese (Doutorado em Clima e Ambiente) - Programa de Pós-Graduação em Clima e Ambiente, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, 2012.
- CHAIM, A. et al. **Avaliação de perdas de pulverização em culturas de feijão e tomate**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 1999.
- COSTA, S. M. G. da. **Grãos na floresta: estratégia expansionista do agronegócio na Amazônia**. 2012. Tese (Doutorado em Ciência do Desenvolvimento Socioambiental) - Núcleo de Altos Estudos Amazônicos, Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Sustentável do Trópico Úmido, Universidade Federal do Pará, Belém, 2012.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. – Rio de Janeiro: EMBRAPA-SPI, 2006.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos, Rio de Janeiro, RJ. **Caracterização dos solos da área do planalto, município de Santarém, Estado do Pará** / Tarcísio Ewerton Rodrigues et al. - Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2001,55p. - (Embrapa Amazônia Oriental Documentos, 115).

FELEMA, J.; RAIHER, A. P.; FERREIRA, C. R. Agropecuária brasileira: desempenho regional e determinantes de produtividade. **Revista de Economia e Sociologia Rural**. v, 51, n. 3, p. 555–573, 2013.

HENDGES, C. et al. Human intoxication by agrochemicals in the region of South Brazil between 1999 and 2014. **Journal of Environmental Science and Health, Part B**, v. 54, n. 4, p. 219–225, 2019.

IARC - International Agency for Research on Cancer. **IARC Monographs Volume 112: evaluation of five organophosphate insecticides and herbicides**. IARC, 2015. Disponível em: <https://www.iarc.who.int/wp-content/uploads/2018/07/MonographVolume112-1.pdf>. Acesso em: 12 nov. 2020.

IBAMA. - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Portaria normativa Nº 139, de 21 de dezembro de 1994**. Estabelece os procedimentos a serem adotados junto ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - Ibama, para efeito de avaliação do potencial de periculosidade ambiental de produtos químicos considerados como agrotóxicos, seus componentes e afins, segundo definições estabelecidas nos incisos XX, XXI e XXII, do artigo 2o, do Decreto no 98.816.

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Vendas de Ingredientes Ativos por Unidade da Federação – 2019**. Ibama, 2019c. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/agrotoxicos/relatorios-de-comercializacao-de-agrotoxicos#boletinsanuais>. Acesso em: 20 jan. 2021.

IBGE/SIDRA - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Áreas Territoriais**. IBGE, 2019. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/estrutura-territorial/15761-areas-dos-municipios.html?t=acesso-ao-produto&c=1506807>. Acesso em: 7 jan. 2020.

IBGE/SIDRA - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística/Sistema IBGE de Recuperação Automática.. **Produção Agrícola Municipal: Tabela 5457 - Área plantada ou destinada à colheita, área colhida, quantidade produzida, rendimento médio e valor da produção das lavouras temporárias e permanentes**. IBGE/SIDRA, 2019b. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5457>.

KUSSUMI, T. A. et al. Evaluation of liability from environmental contamination with hexachlorocyclohexane in water in the surroundings areas. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 70, n. 3, p. 408–411, 2011.

LEWIS, K. A. et al. An international database for pesticide risk assessments and management. **Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal**. 22, n. 4, p. 1050–1064, 2016.

LIMA, M. B. S. **Aspectos sociobiodiversos do novo marco regulatório para agrotóxicos publicado pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa)**. 2020. - Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em direito) - Universidade Católica do Salvador, Salvador, 2020.

LONDRES, F. **Agrotóxicos no Brasil: um guia para ação em defesa da vida**. Rio de Janeiro: AS-PTA – Assessoria e Serviços a Projetos em Agricultura Alternativa, 2011.

LOPES, É. V.; PADILHA, N. S. Retrocessos no sistema de comunicação de riscos na rotulagem de agrotóxicos: a classificação da Anvisa. **Revista de Direito Ambiental e Socioambientalismo**, Belém, v. 5, n. 2, p. 55–76, 2019.

LOURENCETTI, C. et al. Avaliação do potencial de contaminação de águas subterrâneas por pesticidas: comparação entre métodos de previsão de lixiviação. **Pesticidas: Revista Ecotoxicologia e Meio Ambiente**, Curitiba, v. 15, p. 1-14, 2005.

MAGGI, F. et al. PEST-CHEMGRIDS, global gridded maps of the top 20 crop-specific pesticide application rates from 2015 to 2025. **Scientific Data**, v. 6, n. 1, p. 170, 2019.

MAPA - Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Anvisa vai reclassificar defensivos agrícolas que estão no mercado**. MAPA, 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/noticias/anvisa-vai-reclassificar-todos-os-agrotoxicos-que-estao-no-mercado>. Acesso em: 10 dez. 2020.

MAPA - Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Registros de agrotóxicos e afins de 2005 a 2019**. Mapa, 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/agrotoxicos/Registrosconcedidos200520191.xlsx>. Acesso em: 10 out. 2020.

MOREIRA, J. C. et al. Avaliação integrada do impacto do uso de agrotóxicos sobre a saúde humana em uma comunidade agrícola de Nova Friburgo, RJ. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 7, n. 2, p. 299-311, 2002

PAN - Pesticide Action Network International. **PAN International List of Highly Hazardous Pesticides**. 1. ed. Hamburgo: PAN Germany, 2019.

PARA - Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos. **Relatório de amostras analisadas no período de 2017 - 2018**. Brasília: Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2019.

PERSSON, L. et al. The Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals—Explaining the Legal Implementation Gap. **Sustainability**. v. 9, n. 12, p. 2176, 2017.

PETERSON, M. A. et al. 2,4-D Past, Present, and Future: A Review. **Weed Technology**. 30, n. 2, p. 303–345, 2016.

PIAIA, E. **Intoxicações ocupacionais por agrotóxicos: um estudo ecológico**. 2020. - Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Engenharia Segurança do Trabalho) - Universidade do Sul de Santa Catarina., Florianópolis, 2020.

PIGNATI, W. A. et al. Distribuição espacial do uso de agrotóxicos no Brasil: uma ferramenta para a Vigilância em Saúde. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 22, n. 10, p. 3281–3293, 2017.

PRO, L. **GHS Hazard Class and Hazard Category**. ChemSafetyPro, 2019. Disponível em: https://www.chemsafetypro.com/Topics/GHS/GHS_hazard_class.html. Acesso em: 5 jan. 2021.

RAMOS, M. L. H. et al. Perfil epidemiológico dos casos de intoxicação por agrotóxicos de 2013 a 2017 no Brasil. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 7, p. 43802–43813, 2020.

RIBEIRO, M. L. et al. Contaminação de águas subterrâneas por pesticidas: avaliação preliminar. **Química Nova**, v. 30, n. 3, p. 688-694, 2007.

RIBEIRO, N. U. F.; AMÉRICO-PINHEIRO, J. H. P. Peixes como bioindicadores de agrotóxicos em ambientes aquáticos. **Revista Científica ANAP Brasil**, v. 11, n. 22, 2018.

RUBBO, J. P.; ZINI, L. B. Evaluation of pesticide controls in water for human consumption of the water supply systems of Rio Grande do Sul in 2016. **Boletim da Saúde**, Porto Alegre, v. 16, n. 1, p. 17–27, 2017.

SAMPAIO, C. **Nova classificação de agrotóxicos é “forma de enganar a sociedade”, diz pesquisador: Metodologia muda rótulo dos produtos; Greenpeace aponta que sistematização confunde consumidores**. Brasil de Fato, 2019. Disponível em: <https://www.brasildefato.com.br/2019/07/24/especialistas-criticam-nova-classificacao-de-agrotoxicos-da-anvisa/>. Acesso em: 10 dez. 2020.

SANTARÉM. Prefeitura Municipal de Santarém. **Santarém: Meio ambiente**. Santarém, 2017 Disponível em: <http://www.santarem.pa.gov.br/pagina.asp?id_pagina=32>. Acesso em: 15 mar. 2021.

SANTOS, A. de O. et al. Utilização de equipamentos de proteção individual e agrotóxicos por agricultores de município do recôncavo Baiano. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, v. 15, n. 1, p. 738–754, 2017.

SANTOS, H. G. dos.; ZARONI, M. J.; ALMEIDA, E. DE. P. C. **Solos Tropicais: Latossolos amarelos**, 2002. Agência EMBRAPA de Informação Tecnológica. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos_tropicais/arvore/CONT000fzyjaywi02wx5ok0q43a0r58asu51.html>. Acesso em 11 de set. 2017.

SASSO, E. L. et al. Análise espaço-temporal de intoxicação por pesticidas no Rio Grande do Sul. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 37, n. 2, p. e26660, 2020.

SAVI, E. P. et al. Sintomas associados à exposição aos agrotóxicos entre rizicultores em uma cidade no sul de Santa Catarina. **Arquivos Catarinenses de Medicina**, v. 39, n. 17–23, 2010.

SCHELESINGER, S. **Biocombustíveis: energia não mata a fome**. Rio de Janeiro: Actionaid, 2014.

SCHWAMBORN, T. M. **Expansão da fronteira agrícola, uso de agrotóxicos e riscos de exposição humana ao glifosato na Região Metropolitana de Santarém**. 2019. -

Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Sustentável) - Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Sustentável, Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília, Brasília, 2019.

SILVA, L. D. O. et al. Agrotóxicos: a importância do manejo adequado para a manutenção da saúde. **Nature and Conservation**. 12, n. 1, p. 10–20, 2019.

SILVEIRA, V. G. da; LAGASSI, V. Agrotóxicos: uma lesão aos direitos fundamentais. **Revista Direito & Diversidade**, Rio de Janeiro, v. 3, n. 5, p. 62–81, 2015.

SIMÕES, M. **Pesquisadora vira alvo de perseguições após comprovar que não existe dose segura de agrotóxicos**. Agência Pública/Repórter Brasil, 2019. Disponível em: <https://reporterbrasil.org.br/2019/10/pesquisadora-vira-alvo-de-persegucioes-apos-comprovar-que-nao-existe-dose-segura-de-agrotoxicos/>. Acesso em: 20 dez. 2020.

SOARES, D. F.; FARIA, A. M.; ROSA, A. H. Análise de risco de contaminação de águas subterrâneas por resíduos de agrotóxicos no município de Campo Novo do Parecis (MT), Brasil. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, v. 22, n. 2, p. 277–284, 2016.

SOUSA, A. D. M. de. **Certificação da produção orgânica na região metropolitana de Santarém, Pará**. 2019. - (Mestrado em Sociedade, Ambiente e Qualidade de Vida) - Programa de Pós-Graduação em Sociedade, Ambiente e Qualidade de Vida, Santarém, 2019.

TALHAFERRO, D. R. L. **Vulnerabilidades socioambientais e formas de adaptação de agricultores familiares localizados em áreas próximas a lavouras orizícolas em Itaquí – RS**. 2013. - Trabalho de conclusão de Curso (Graduação em Tecnólogo em Planejamento e Gestão para o Desenvolvimento Rural a Distância) - Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Itaquí, 2013.

TOMAZ, M. et al. A Percepção dos moradores da Vila Rural Nossa Terra Nossa Gente diante da produção de cana de açúcar em seu entorno, Mirassol D'Oeste, Mato Grosso. **Tema Gerador 10 Agrotóxicos e Transgênicos Cadernos de Agroecologia**, v. 13, n. 1, p. 10–18, 2018.

VENTURIERI, A.; MONTEIRO, M. de A.; MENEZES, C. R. C. (org.). **ZEE: zoneamento ecológico-econômico da zona Oeste do Estado do Pará**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2010.

WALLAU, W. M.; SANTOS JÚNIOR, J. A. dos. O Sistema Globalmente Harmonizado de Classificação e Rotulagem de Produtos Químicos (GHS) – Uma introdução para sua aplicação em laboratórios de ensino e pesquisa acadêmica. **Quim. Nova**. v, 36, n. 4, p. 607–617, 2013.

WHO - World Health Organization. **Pesticides**. WHO, 2010. Disponível em: <https://www.who.int/topics/pesticides/en/>. Acesso em: 13 out. 2020.

WHO - World Health Organization. **WHO recommended classification of pesticides by hazard and guidelines to classification, 2019**. Genebra, Suíça: World Health Organization;, 2020.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este é um dos pouquíssimos trabalhos a serem realizados, tanto nacionalmente, quanto localmente para se conhecer quais são os produtos utilizado na agricultura local, avaliando o contexto que os agrotóxicos são utilizados, vistos por uma ótica acadêmica e crítica. Uma vez que o nosso país é campeão no uso de agrotóxicos, e muitos deles banidos em diversas partes do mundo, onde acabamos por nos tornar um laboratório com experimentos em larga escala sobre os prejuízos que esses produtos, muitos deles altamente perigosos, podem causar. Estes podem ter efeitos irreversíveis para o ser humano como, cânceres, má formação em órgãos e em fetos, mutações os genes, e para o meio ambiente, mortandade de abelhas, contaminação do solo, água e ar, além de outros danos que podem ser irreparáveis se não mudarem as práticas e produtos utilizados.

Segundo dados do Mapa (2020) 2861 agrotóxicos foram registrados na última década, e desde 2016, o recorde de registros anuais e quebrado ano a ano. Tendo os produtos de Classe I, cerca de 700 produtos classificados como extremamente perigosos pela portaria 139/1994 do Ibama e revogada pelas RDC's nº 294/295/296 de 2019, como os que apresentam maior número de registro, após a reclassificação apenas 43, ainda foram considerados “perigosos”. Para estarem nessa nas categorias de maior risco devem apresentar o potencial de matar se, entrar em contato com a pele, inalado ou ingerido, produto que causam canceres, deformidades, abortos e outros danos irreversíveis, atualmente são considerados “inofensivos” visto que muitos agrotóxicos da Classe I, a mais perigosa, foram realocados para a Categoria 4 ou 5 do sistema GHS, sendo considerados pouco tóxicos ou improváveis de causar dano, mesmo com farta literatura provando o contrário.

Para os resultados observados no Estado do Pará observa-se uma o desenvolvimento acelerado em sua agricultura, se comparado a outros estados produtores como Mato Grosso, São Paulo, Paraná etc. notamos que esses estados tem apresentado tendências no crescimento de área de produção e consumo de agrotóxicos mais discretas, por apresentarem um contexto agrícola mais consolidado, sem muito espaço para expansão. Por outro lado, o estado do Pará, podemos afirmar que já desenvolve uma nova fronteira agrícola que vem em direção a região oeste do Pará. Informação essa que é corroborada por levantamento da quantidade e diversidade de agrotóxicos utilizadas nas últimas duas décadas na região, aliadas com o aumento significativo da área de produção.

Essa crescente na agricultura e diversidade de produtos também gera uma preocupação, como dito antes, 1/3 dos agrotóxicos utilizados na agricultura nacional eram de Classe I, e essa

tendência se repete na RMS o que é preocupante, em uma área com grande concentração de campesina, pode gerar uma contaminação ocupacional, ou mesmo indireta por deriva, e com agravante de não ter um bom sistema de saúde para atender esse tipo de agravo, além disso, podem prejudicar pequenas plantações, causando perdas para esses pequenos produtores, e desequilíbrio ambiental. Como perspectivas futuras espera-se que este documento sirva como base para outros estudos de diferentes áreas do conhecimento, principalmente do meio ambiente, saúde e de dinâmicas agrário-sociais, para se criar um histórico dos efeitos que os agrotóxicos causam nos diferentes meios, sociais, econômicos da saúde ocupacional e ambiental.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, F. V; CENTENO, A. J; BISINOTI, M. C; JARDIM, W. F. Substâncias Tóxicas Persistentes (STP) no Brasil. **Quim. Nova**, v. 30, n. 8, 1976-1985, 2007.

BRASIL. Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989. Dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, 1989.

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

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. **FAOSTAT**. Pesticides Use, FAO, 2018. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/RP/visualize>. Acesso em: 28 out. 2020.

GONÇALVES, J. B.; CESTARIZYCHAR, B. Utilização de agrotóxicos, consumo de alimentos com os agroquímicos e seus efeitos sobre o sistema endócrino. **InterfaceHS**, v. 14, n. 2, p. 85–95, 2019.

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Relatórios de comercialização de agrotóxicos: Boletim anual - 2014**. Ibama, 2014. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/agrotoxicos/relatorios-de-comercializacao-de-agrotoxicos#boletinsanuais>. Acesso em: 22 out. 2020.

_____. - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Boletim de venda de agrotóxicos e afins: Total das Vendas de Agrotóxicos e Afins nas Regiões e Estados Brasileiros**. Ibama, 2019a. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/agrotoxicos/relatorios-de-comercializacao-de-agrotoxicos#boletinsanuais>. Acesso em: 22 out. 2020.

_____. - I Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Sobre a Avaliação Ambiental de Agrotóxicos**. Ibama, 2020. Disponível em: http://www.ibama.gov.br/agrotoxicos/avaliacao_ambiental. Acesso em: 20 jan. 2021.

IBGE/SIDRA - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística/Sistema IBGE de Recuperação Automática. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola: Tabela 1618 - Área plantada, área colhida e produção, por ano da safra e produto das lavouras**. Tabela 1618 - Área plantada, área colhida e produção, por ano da safra e produto das lavouras. IBGE/SIDRA, 2019a. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1618>. Acesso em: 22 out. 2020.

IBGE/SIDRA Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística/Sistema IBGE de Recuperação Automática.. **Produção Agrícola Municipal: Tabela 5457 - Área plantada ou destinada à colheita, área colhida, quantidade produzida, rendimento médio e valor da produção das lavouras temporárias e permanentes**. IBGE/SIDRA, 2019b. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5457>.

LOPES, É. V.; PADILHA, N. S. Retrocessos no sistema de comunicação de riscos na rotulagem de agrotóxicos: a classificação da Anvisa. **Revista de Direito Ambiental e Socioambientalismo**, Belém, v. 5, n. 2, p. 55–76, 2019.

MORGADO, M. G. de. A. **Contaminação química de ecossistemas aquáticos e (in)sustentabilidade ambiental na Amazônia: estudo de caso na região metropolitana de Santarém, Pará**. 2019. - Tese (Doutorado em Desenvolvimento Sustentável) - Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília, Brasília, 2019.

PIRES, N. L. **Expansão da fronteira agrícola e presença de glifosato e AMPA em amostras de água da região de Santarém (PA): Desafios analíticos para o monitoramento ambiental**. 2015. - Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente e Desenvolvimento Rural) - Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente e Desenvolvimento Rural, Universidade de Brasília, Brasília, 2015.

RÊGO, I. C. V. **Avaliação da presença de pesticidas organoclorados em leite materno e bovino dos municípios de Mojuí dos Campos e Belterra, Pará**. 2018. – Dissertação (Mestrado em Biociências) – Programa de Pós-Graduação em Biociências, Universidade Federal do Oeste do Pará, Santarém, 2018

RIBEIRO, J. S. **Simulação da contaminação dos recursos hídricos por pesticidas na lavoura temporária no entorno da BR-163, Santarém – PA**. 2017. - Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) - Instituto de Ciências e Tecnologia das Águas, Universidade Federal do Oeste do Pará, Santarém, 2017.

SALDANHA, G. C; et al.. Diclorodifeniltricloroetano (DDT) no tecido muscular de peixes capturados na bacia do Rio Madeira, Rondônia. **Revista desenvolvimento e Inovação**, v. 1, n. 1, 2013.

SCHWAMBORN, T. M. **Expansão da fronteira agrícola, uso de agrotóxicos e riscos de exposição humana ao glifosato na Região Metropolitana de Santarém**. 2019. - Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Sustentável) - Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Sustentável, Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília, Brasília, 2019.

SHINOHARA, N. K. S. et al. Insegurança alimentar no uso indiscriminado de agrotóxicos. **Higiene Alimentar**, v. 31, n. 266/267, p. 17–21, 2017.

SIMÕES, M. **Pesquisadora vira alvo de perseguições após comprovar que não existe dose segura de agrotóxicos**. Agência Pública/Repórter Brasil, 2019. Disponível em: <https://reporterbrasil.org.br/2019/10/pesquisadora-vira-alvo-de-persegucioes-apos-comprovar-que-nao-existe-dose-segura-de-agrotoxicos/>. Acesso em: 20 dez. 2020.

SOUMIS, N.; ROULET, M.; LUCOTTE, M. Characterization of pesticide consumption in the county of Santarém, Pará, Brazil. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 30, n. 4, p. 615–628, 2000.

TORRES, J. P. M. et al. Persistent toxic substances in the Brazilian Amazon: contamination of man and the environment. **J. Braz. Chem. Soc.**, São Paulo, v. 20, n. 6, p. 1175-1179, 2009.

WAGLEY, C. **An Introduction to Latin American Culture**. Washington DC: Foreign Service Institute, Department of State, 1953..

APÊNDICE A - Agrotóxicos presentes na Região do Maciço Santareno de 2013 a 2020, classificados segundo a antiga e nova legislação e suas respectivas cores.

Marca Comercial	Princípio Ativo	Classe	Reg. MAPA	Formulação	Conc. (%)	Grupo químico	Risco Toxicológico	Periculosidade Ambiental	Classe GHS
2,4-D NORTOX	2,4-D	H	3009	SL	80,6	Ácido Ariloxialcanoico	IV	III	4
Abacus HC	Epoxiconazol+Piraclostrobina	F	9210	SC	16+26	Triazois/Estrobilurinas	III	II	4
Abamectin Nortox	Abamectina	A/I	05501	EC	1,8	Avermectinas	III	III	5
Abamex BR 18	Abamectina	I/A	6909	EC	1,8	Avermectinas	I	III	4
Acefato Nortox	Acefato	I	016907	SP	75	Organofosforados	I	II	4
Acehero	Acefato	I	08311	SP	75	Organofosforados	I	II	2
Agree	Bacillus Thuringiensis	I/AG	06095	WP	50	Microbiológicos	III	IV	NC
Agritoato 400	Dimetoato	I	00178810	EC	40	Organofosforados	I	II	4
Akito	Beta-Cipermetrina	I	01703	EC	10	Piretroides	I	II	4
Aliette	Fosetil	F	108700	WP	80	Fosfonato	I	III	NC
Ally	Metsulfurom-Metilico	H	002492	WG	60	Sulfonilureias	I	III	5
Alto 100	Ciproconazol	F	000991	SC	10	Triazois	III	II	5
Ampligo	Clorantraniliprole + Lambda-Cialotrina	I	0610	SC	10+5	Antralinamida/Piretroides	II	I	4
Antracol 700 WP	Propinebe	F	901	WP	70	Alquilenobis(Ditiocarbamato)	II	IV	4
Applaud 250	Buprofezina	F	04097	WP	25	Tiadiazinona	III	III	5
Approve	Fluazinam+Tiofanato-Metflico	F	11516	WG	37,5+3 7,5	Fenilpiridinilamina/Benzimidazois	III	II	NC
Approach Prima	Picoxistrobina + Ciproconazol	F	9107	SC	20 + 8	Estrobilurinas/Triazois	III	II	5
Apron RFC	Fludioxonil+Metalaxil-M	F	004007	FS	2,5+3,7 5	Fenilpirrol/Acilalaninato	III	II	5
Aquila	Acefato	I/A	2303	SP	75	Organofosforados	I	II	5

Continuação...

Atabron 50 EC	Clorfluazurom	F	006894	EC	5,16	Benzoilureias	I	III	5
Atento	Fluquinconazol	F	06006	FS	16,7	Triazois	III	III	4
Atrazina Nortox 500 SC	Atrazina	H	00596	SC	50	Triazinas	III	II	5
Auge	Hidróxido de Cobre	F	12008	SC	53,74	Inorgânicos	III	III	5
Aurora 400 EC	Carfentrazona etílica	H	04900	EC	40	Triazolonas	II	II	5
Avatar	Indoxacarbe	I	1415	EC	15	Oxadiazinas	III	III	4
Azimut	Azoxistrobina+Tebuconazol	F	13612	SC	12+20	Estrobilurinas/Triazois	III	II	5
Barão	Fipronil	I/C	9212	WG	80	Pirazois	I	II	2
Batent	Abamectina	I/A	12909	EC	1,8	Avermectinas	I	II	4
Battle	Flutriafol+Carbendazim	F	005907	SC	8,40+50	Triazois/Benzimidazois	III	III	5
Battus	Acetamiprido	I	11812	SP	20	Neonicotinoides	I	II	4
Bazuka 216 SL	Metomil	I	3010	SL	21,6	Metilcarbamato de Oxima	I	II	3
Belt	Flubendiamida	I	02509	SC	48	Diamida do Ácido Ftálico	III	III	NC
Belure	Fipronil	I	01208	FS	25	Pirazois	III	II	3
Bendazol	Carbendazim	F	01698706	SC	50	Benzimidazois	III	II	5
Benevia	Ciantraniliprole	I	13915	OD	10	Diamida Antranflica	IV	III	NC
Bim 750 BR	Triciclazol	F	688604	WP	75	Benzotiazois	III	II	4
Bold	Acetamiprido+Fenpropratrina	I	08017	EW	7,5+11,25	Neonicotinoides/Piretroides	II	I	3
Boral 500 SC	Sulfentrazona	H	07495	SC	50	Triazolonas	IV	III	4
Brasão	Lambda-Cialotrina	I	09508	CS	5	Piretroides	II	III	5
Brigade 100 EC	Bifentrina	I/A	5507	EC	10	Piretroides	III	III	4
Brilhante BR	Metomil	I/A	10010	SL	21,5	Metilcarbamato de Oxima	I	II	2

Continuação...

Carbendazim NORTOX	Carbendazim	F	12911	SC	50	Benzimidazois	II	III	5
Carbomax 500 SC	Carbendazim	F	4602	SC	50	Benzimidazois	III	III	5
Cefanol	Acefato	I/A	01378704	SP	75	Organofosforados	III	III	4
Cention SC	Diuron	H	688304	SC	50	Ureias	III	II	SC
Cercobin 500 SC	Tiofanato-Metílico	F	02118698	SC	50	Benzimidazois	II	III	5
Cercobin 700 WP	Tiofanato-Metílico	F	01248399	WP	70	Benzimidazois	I	II	5
Cercobin 875 WG	Tiofanato-Metílico	F	9318	WG	87,5	Benzimidazois	III	III	5
Certero	Triflumuron	I	04899	SC	48	Benzoilureias	II	III	NC
Certeza N	Fluazinam+Tiofanato-Metílico	F/N	4810	FS	5,25+3 5	Fenilpiridinilamina /Benzimidazois	I	II	5
Cigalal	Imidacloprido	I	2710	WP	70	Neonicotinoides	I	III	4
Cipermetrina Nortox 250 EC	Cipermetrina	I	03101	EC	25	Piretroides	I	II	4
Classic	Clorimurum-Etílico	H	0938801	WG	25	Sulfonilureias	III	III	5
Clorim	Clorimurum-Etílico	H	08306	WG	25	Sulfonilureias	IV	III	5
Clorimurum Nortox	Clorimurum etílico	H	04008	WG	25	Sulfonilureias	IV	III	5
Comet	Piraclostrobina	F	08801	EC	25	Estrobilurinas	II	II	3
Connect	Imidacloprido+Beta-Ciflutrina	I	04804	SC	10 + 1,5	Neonicotinoides/Piretroides	II	II	5
Costar	Bacillus thuringiensis	I/AG	22316	WG	85	Microbiológicos	I	IV	5
Cropstar	Imidacloprido+Tiodicarbe	I	02506	FS	15 + 45	Neonicotinoides/Metilcarbama to de Oxima	II	II	3
Crucial	Glifosato - Sal de Isopropilamina	H	08912	SL	40,8	Glicina Substituída	I	III	5
Cyprtrin 250 CE	Cipermetrina	I	06395	EC	25	Piretroides	I	I	4
Cyprtrin Prime	Cipermetrina	I	3715	EC	25	Piretroides	III	II	4

Continuação...

Dacobre WP	Clorotalonil+Oxicloreto De Cobre	F	0098606	WP	25+50, 4	Isoftalonitrila/Inorgânicos	II	II	5
Danimen 300 EC	Fenpropatrina	I/A	01678591	EC	30	Piretroides	I	II	3
Decis 25 EC	Deltametrina	I	0758498	EC	2,5	Piretroides	I	I	4
Dermacor	Clorantraniliprole	I	9515	FS	62,5	Antramilamida ou Diamida Antranilitica	IV	II	NC
Dimax 480 SC	Diflubenzurom	I	07507	SC	48	Bezoilureias	IV	IV	5
Dimilin	Diflubenzurom	I	01848591	WP	25	Benzoilureias	I	III	NC
Dimilin 80 WG	Diflubenzurom	I	02607	WG	80	Benzoilureias	III	III	5
Dipel WP	Bacillus Thuringiensis	I/AG	00858901	WP	3,2	Microbiológicos	II	IV	5
Disparo Btlcox	Picloram + 2,4-D	H	2310	SL	2,7 + 43,7	Ácido Piridinocarboxílico/Ácido Ariloxialcanoico	I	III	4
Disparo Btlhpe	Picloram + 2,4-D	H	2310	SL	2,7 + 43,8	Ácido Piridinocarboxílico/Ácido Ariloxialcanoico	I	III	4
Dithane NT	Mancozebe	F/A	02438798	WP	80	Alquilenobis (Ditiocarbamatos)	I	II	5
Diuron Nortox 500 SC	Diuron	H	08895	SC	50	Ureias	III	II	4
DMA 806 BR	2,4-D	H	02108604	SL	80,6	Ácido Ariloxialcanoico	I	III	4
Dominum	Aminopiralide+Fluroxipir-Meptflico	H	07206	EO	4+11,5 3	Ácido Piridinocarboxílico/Ácido Piridiniloxialcanoico	I	II	5
Dominum XT	Aminopiralide+ Picloram+ Triclopir- Butoflico	H	11218	EW	5,92+1 1,57+2 0,86	Ácido Piridinocarboxílico/Ácido Piridiniloxialcanoico	IV	II	5

Continuação...

Eforia	Lambda-Cialotrina+Tiametoxam	I	5210	SC	10,6+1 4,1	Piretroides/Neonicotinoides	III	I	4
Ellect	Hidróxido de Cobre	F	2210	WP	69,1	Inorgânicos	I	III	4
Eminent 125 EW	Tetraconazol	F	3004	EW	12,5	Triazois	II	III	5
Eminent Gold	Tetraconazol	F	1410	ME	20,5	Triazois	III	III	5
Entrust	Espinosade	I	5710	WP	80	Espinosinas	III	III	5
Envoy	Piraclostrobina+Epoxiconazol	F	17008	SE	8,5+6,2 5	Estrobilurinas/Triazois	I	II	4
Epingle 100	Piriproxifem	I	07698	EC	10	Éter Piridiloxipropílico	I	II	5
Evidence 700 WG	Imidacloprido	I	006294	WG	70	Neonicotinoides	IV	III	4
Exalt	Espinetoram	I	14314	SC	12	Espinosinas	III	II	5
Fastac 100	Alfa-Cipermetrina	I	002793	EC	10	Piretroides	II	II	4
Fastac 100 SC	Alfa-Cipermetrina	I	04496	EC	10	Piretroides	II	II	5
Fastac Duo	Acetamiprido+Alfa-Cipermetrina	I	10913	SC	10+20	Neonicotinoides/Piretroides	III	II	5
Finale	Glufosinato - Sal de Amônio	H	691	SL	20	Homoalanina Substituida	I	III	4
Fipronil alta 250 FS	Fipronil	I	3214	FS	25	Pirazois	III	II	4
Fipronil Nortox 800 WG	Fipronil	I/C	10412	WG	80	Pirazois	I	II	3
Flumyzin 500	Flumioxazina	H	07095	WP	50	Ciclohexenodicarboximida	II	III	5
Folicur 200 EC	Tebuconazol	F	02895	EC	21,3	Triazois	III	II	5
Fore NT	Mancozebe	F/A	01814	WP	80	Alquilenobis (Ditiocarbamatos)	I	II	5
Fox	Trifloxistrobina + Protiocanazol	F	13509	SC	15 + 17,5	Estrobilurinas/Triazolintiona	I	II	4
Furadan 350 FS	Carbofurano	I/N	02198792	FS	35	Metilcarbamato de Benzofuranila	I	II	SC

Continuação...

Furadan 350 SC	Carbofurano	I/N	00538591	SC	35	Metilcarbamato de Benzofuranila	I	II	SC
Furadan 50 G	Carbofurano	I/N	00468590	GR	5	Metilcarbamato de Benzofuranila	III	II	SC
Fusão	Metominostrobin+Tebuconazol	F	5717	EC	11+16, 5	Estrobilurinas/Triazois	III	II	4
Fusão EC	Metominostrobin+Tebuconazol	F	9517	EC	11+16, 5	Estrobilurinas/Triazois	III	II	4
Galeão	Imidacloprido	I	1810	WG	70	Neonicotinoides	I	III	4
Galil SC	Imidacloprido+Bifentrina	I	10012	SC	25+5	Neonicotinoides/Piretroides	II	II	4
Galixid	Azoxistrobin+Ciproconazol	F	09712	SC	20+8	Estrobilurinas/Triazois	III	II	4
Gallant R	Haloxifope-P-Metilico	H	02300	EC	12,7	Ácido Ariloxifenoxipropiônico	I	III	5
Gallaxy 100 EC	Novalurom	I	4000	EC	10	Benzoilureias	I	II	5
Gamit Star	Clomazona	H	08008	EC	80	Isoxazolidinona	III	II	5
Garlon 480 BR	Triclopir-Butotílico	H	0319001	EC	66,7	Ácido Piridiniloxialcanoico	I	II	4
Gli Over	Glifosato - Sal de Isopropilamina	H	11809	SL	48	Glicina Substituída	III	III	SC
Gliato	Glifosato	H	21000005782 200132	SC	48	Glicina Substituída	II	III	MN
Glifosato Atanor	Glifosato - Sal de Isopropilamina	H	01502	SL	48	Glicina Substituída	III	III	4
Glifosato Atanor 48	Glifosato - Sal de Isopropilamina	H	08506	SL	48	Glicina Substituída	III	III	5
Glifosato atar	Glifosato	H	00312	SL	48	Glicina Substituída	III	III	5
Glifosato Nortox 480 BR	Glifosato - Sal de Isopropilamina	H	014007	SL	48	Glicina Substituída	III	III	5
Glifosato Nufarm (NUFOSATE)	Glifosato - Sal de Isopropilamina	H	01103	SL	48	Glicina Substituída	II	III	5
Gliz 480 SL	Glifosato - Sal de Isopropilamina	H	0438898	SL	48	Glicina Substituída	III	III	4

Continuação...

Gliz max PRIME	Glifosato - Sal de Dimetilamina	H	3914	SL	60,8	Glicina Substituída	III	III	NC
Gramoxone 200	Paraquate	H	01518498	CS	20	Bipiridílios	I	II	1
Granary	Imidacloprido	I	03414	WG	70	Neonicotinoides	III	III	4
Grazon BR	2,4 D +Picloram	H	05404	SL	28,14+ 1,5	Ácido Piridinocarboxílico /Ácido Ariloxialcanóico	I	II	5
Heat	Saflufenacil	H	01013	WG	70	Pirimidinadiona (uracila)	III	III	5
Helmoxone	Paraquate	H	14908	SL	27,6	Bipiridílios	I	II	1
Helmstar Plus	Azoxistrobina+Tebuconazol	F	5813	SC	10,9+2 1,9	Estrobilurinas/Triazois	II	II	3
Horos	Tebuconazol+Picoxistrobina	F	8112	EC	20+12	Triazois/Estrobilurinas	I	II	4
Imazetapir CCAB 106 SL	Imazetapir	H	04713	SL	10,6	Imidazolinonas	I	III	4
Imazetapir Plus NORTOX	Imazetapir Sal de Amônio+Imazetapir	H	01002	SL	10,6+1 0	Imidazolinonas	I	III	5
Imidacloprid Nortox	Imidacloprido	I	11012	SC	48	Neonicotinoides	II	III	5
Imidagold 700 WG	Imidacloprido	I	6410	WG	70	Neonicotinoides	III	III	4
Impressive 250 WP	Diflubenzurom	I/A	01012	WP	25	Benzoilureias	I	II	5
Incrível	Acetamiprido + Alfa-Cipermetrina	I	10813	SC	10+20	Neonicotinoides/Piretroides	III	II	5
Infinito	Cloridrato de Propamocarbe+Fluopicolida	F	18308	SC	62,5+6, 25	Carbamatos/Benzamida Piridina	II	II	5
Inside FS	Clotianidina	I	12812	FS	60	Neonicotinoides	III	III	4
Intrepid 240 SC	Metoxifenoizida	I	00699	SC	24	Diacilhidrazina	III	III	5
Isca Tamanduá Bandeira – S	Sulfluramida	I/F	03296	GR	0,3	Sulfonamida Fluoralifática	IV	III	5
Kaiso 250 CS	Lambda-Cialotrina	I	13811	CS	25	Piretroides	II	II	3
Kasumin	Casugamicina	B/F	01648702	SL	2	Antibióticos	III	III	5

Continuação...

Keshet 25 EC	Deltametrina	I	09201	EC	2,5	Piretroides	I	II	4
Klorpan 480 EC	Clorpirifos	I	07899	EC	48	Organofosforados	I	II	3
Kyron 40 SC	Nicosulfuron	H	10013	SC	4	Sulfonilureias	III	III	5
Kyron 750 WG	Nicosulfuron	H	19517	WG	75	Sulfonilureias	I	III	5
Lannate BR	Metomil	I	1238603	SL	21,5	Metilcarbamato de Oxima	I	II	3
Larvin 800 WG	Tiodicarbe	I	04099	WG	80	Metilcarbamato de Oxima	I	III	3
Liberty	Glufosinato-Sal de Amônio	H	5409	SL	20	Homoalanina substituída	I	III	4
Locker	Carbendazim+Cresoxim-Metílico+Tebuconazol	F	14211	SC	20+12, 5+10	Benzimidazoís/Estrobirulina/Triazoís	II	II	5
Login	Diflubenzurom	I	911	WP	25	Benzoilureias	I	II	5
Lorsban 480 BR	Clorpirifos	I/A	02298596	EC	48	Organofosforados	I	II	3
Maestro FS	Fipronil	I	10816	FS	25	Pirazoís	III	II	4
Majesty	Metomil	I	004809	SL	21,5	Metilcarbamato de Oxima	I	II	3
Malathion 500 EC Cheminova	Malation	I	1598705	EC	50	Organofosforados	II	II	5
Manfil 800 WP	Mancozebe	F/A	06313	WP	80	Alquilenobis (Ditiocarbamatos)	III	III	5
Manzate WG	Mancozebe	F/A	109009	WG	75	Alquilenobis (Ditiocarbamatos)	I	II	5
Methomex 215 SL	Metomil	I	07895	SL	21,5	Metilcarbamato de Oxima	I	II	3
Monaris	Azoxistrobina+Ciproconazol	F	5814	SC	20+8	Estrobilurinas/Triazoís	III	II	4
Monceren 250 SC	Pencicurom	F	00404	SC	25	Fenilureia	II	II	NC
Mospilan	Acetamiprido	I	10498	SP	20	Neonicotinoides	III	II	4
Mustang 350 EC	Zetacipermetrina	I	06107	EC	35	Piretroides	II	I	3
Mythos	Pirimetanil	F	09398	SC	30	Anilinopirimidina	III	II	5

Continuação...

xxxx	Lactofem	H	02001	EC	24	Éter Difênlico	I	II	4
Nativo	Tebuconazol+Trifloxtrobina	F	0205	SC	20+10	Triazóis/Estrobilurinas	III	II	4
Nicosulfuron Nortox 40 SC	Nicosulfuron	H	02903	SC	4	Sulfonilureias	III	III	5
Nomolt 150	Teflubenzuron	I	01393	SC	15	Benzoilureias	IV	II	NC
Nufos 480 EC	Clorpirifos	I	00100	EC	48	Organofosforados	I	II	3
Nufosate	Glifosato	H	11013	SL	48	Glicina Substituída	III	III	5
Nufuron	Metsulfurom-Metílico	H	015107	WG	60	Sulfonilureias	III	III	5
Nuprid 700 WG	Imidacloprido	I	02909	WG	70	Neonicotinoides	III	II	4
Oberon	Espiromesifeno	I/A	01706	SC	24	Cetoenol	III	II	5
Opera	Piraclostrobina + Epoxiconazol	F	08601	SE	13,3 + 5	Estrobilurinas/Triazóis	II	II	4
Orkestra SC	Piraclostrobina + Fluxapiroxade	F	08813	SC	33,16 + 16,7	Estrobilurinas/Carboxamidas	III	II	4
Orthene 750 BR	Acefato	I/A	02788394	SP	75	Organofosforados	III	III	5
Pacto	Cloransulam-Metílico	H	07398	WG	84	Sulfonilureias Triazoisopirimida	III	III	5
Padron	Picloram	H	02997	SL	38,83	Ácido Piridinocarboxílico	I	II	4
Panzer 250 WG	Clorimurum etílico	H	05304	WG	25	Sulfonilureias	IV	III	5
Perito 970 SG	Acefato	I	07912	SG	97	Organofosforados	III	II	4
Pirate	Clorfenapir	I/A	05898	SC	24	Análogo de Pirazóis	III	II	4
Pirephos EC	Fenitrotriona + Esfenvalerato	I	010598	EC	80 + 4	Organofosforados/ Piretroides	I	II	3
Platinum NEO	Lambda-Cialotrina+Tiametoxam	I	5110	SC	10,6+1 4,1	Piretroides/Neonicotinoides	II	I	4
Podium EW	Fenoxaprop-P-Etílico	H	00338996	EW	11	Ácidos Ariloxifenoxipropiônico	I	II	5
Pomme	Tiofanato-Metílico	F	18507	SC	50	Benzimidazóis	II	III	SC
Poquer	Cletodin	H	8510	WG	24	Oxima Ciclohexanodiona	I	III	5

Continuação...

Portero	Carbendazim	F	07505	SC	50	Benzimidazois	I	III	5
Pramilho	Nicosulfuron	H	06709	WG	75	Sulfonilureias	I	III	5
Premio	Clorantranilprole	I	09109	SC	20	Antramilamida ou Diamida Antranilítica	IV	II	NC
Priori	Azoxistrobina	F	002198	SC	25	Estrobilurinas	III	III	5
Priori Top	Azoxistrobina+Difenoconazol	F	04313	SC	20+12,5	Estrobilurinas/Triazois	III	II	5
Priori Xtra	Azoxistrobina+Ciproconazol	F	04903	SC	20+8	Estrobilurinas/Triazois	III	II	4
Prisma	Difenoconazol	F	08406	EC	25	Triazois	I	II	4
Prisma Plus	Difenoconazol	F	9917	EC	5	Triazois	I	II	5
Privilege	Acetamiprido+Piriproxifem	I	25016	OD	20+10	Neonicotinoides/Éter Piridiloxipropílico	III	I	4
Profit	Clomazona+Carfentrazona-Etílica	H	18208	EC	60 + 1,5	Isoxazolidinona/Triazoisona	III	II	4
Proof	Atrazina	H	02999	SC	50	Triazinas	III	II	5
Protreat	Carbendazim+Tiram	F	03704	SC	15 + 35	Benzimidazois/Dimetilditiocarbamatos	IV	II	5
Provado 200 SC	Imidacloprido	I	6301	SC	20	Neonicotinoides	III	III	4
Provence 750 WG	Isoxaflutole	H	03297	WG	75	Isoxazol	III	II	5
Pyrinex 480 EC	Clorpirifos	I	09298	EC	48	Organofosforados	I	II	3
Racio	Acefato	I	816	SP	75	Organofosforados	II	III	4
Radiant 100	Flumicloraque-Pentílico	H	04695	EC	10	Ciclohexenodocarboximida	I	II	5
Rajer 250 WG	Clorimurom etílico	H	00112	WG	25	Sulfonilureias	IV	III	5
Rancona T	Ipconazole+Tiram	F	2715	FS	1+35	Triazois/Dimetiditiocarbamato	III	II	5
Recop	Oxicloreto De Cobre	F/B	1308704	WP	84	Inorgânicos	IV	III	5

Continuação...

Regent 800 WG	Fipronil	C/I	005794	WG	80	Pirazois	I	II	2
Rephon 800 WG	Fipronil	F/I	3514	WG	80	Pirazois	II	II	3
Ricer	Penoxsulam	H	08205	SC	24	Sulfonilida Triazoisopirimidina	II	III	5
Rimon 100 EC	Novalurom	I	03900	EC	10	Benzoilureias	I	II	5
Rimon Supra	Novalurom	I	14511	SC	10	BenzoilUreias	III	II	5
Rival 200 EC	Tebuconazol	F	06203	EC	20	Triazois	I	II	5
Rivax	Carbendazim+Tebuconazol	F	14011	SC	25+12, 5	Benzimidazois/Triazois	III	II	5
Rocks	Bifentrina + Imidacloprido	I	09411	FS	13,5 + 16,5	Piretroides/Neonicotinoides	III	II	4
Rometsol 600 WG	Metsulfurom-Metílico	H	10112	WG	60	Sulfonilureias	I	III	4
Rotamik	Abamectina	A/I	01408	EC	1,8	Avermectinas	I	III	4
Roundup Original	Glifosato - Sal de Isopropilamina	H	00898793	SL	48 + 36	Glicina Substituída	I	III	4
Roundup Original DI	Glifosato	H	00513	SL	44,5	Glicina Substituída	II	III	5
Roundup Transorb	Glifosato - Sal de Isopropilamina	H	04299	SL	64,8	Glicina Substituída	II	III	NC
Roundup Wg	Glifosato - Sal de Amônio	H	002094	WG	79,25	Glicina Substituída	III	III	5
Rumo WG	Indoxacarbe	I	03500	WG	30	Oxadiazinas	I	III	4
Sabre	Clorpirifos	I	00298	EW	45	Organofosforados	I	II	3
Saddler 350 SC	Tiodicarbe	I	05309	SC	35	Metilcarbamato de Oxima	I	II	3
Safety	Etofenproxi	I	00695	EC	30	Éter Difênlico	III	III	4
Scorpion	Flumetsulam	H	000494	SC	12	Ulfonilida Triazoisopirimidina	III	III	5
Seizer 100 EC	Bifentrina	I/A	13709	EC	10	Piretroides	III	II	4
Sencor 480	Metribuzim	H	1288594	SC	48	Triazinona	II	II	5

Continuação...

Serenade	Bacillus subtilis	I/AG	3911	SC	1,37	Microbiológicos	III	IV	NC
Shake	Piraclostrobina+Epoxiconazol	F	03109	SE	8,5 + 6,25	Estrobilurinas/Triazois	I	II	4
Sialex 500	Procimidona	F	003994	WP	50	Dicarboximida	II	II	5
Singular BR	Fipronil	I	6912	SC	60	Pirazois	I	II	2
Soberan	Tembotriona	H	05108	SC	42	Benzoilciclohexanodiona	III	III	4
Sphere Max	Trifloxistrobina + Ciproconazol	F	08608	SC	37,50 + 16	Estrobilurinas/Triazois	III	II	5
Spider 840 Wg	Diclosulam	H	05097	WG	84	Sulfonilidas Triazoisopirimidinas	II	III	5
Standak Top	Piraclostrobina + Tiofanato-Metflico +Fipronil	F/I	01209	FS	2,5 + 22,5 + 25	Estrobilurinas/Benzimidazois/ Pirazois	II	II	4
Starice	Fenoxaprope-P-Etilico	H	02799	EC	6,9	Ácido Ariloxifenoxipropiônico	II	II	5
Status	Oxicoreto De Cobre	F/B	6210	SC	58,8	Inorgânicos	III	II	4
Stinger	Glifosato	H	05201	SL	48	Glicina Substituída	I	III	4
Streak 500 SC	Carbendazim	F	15008	SC	50	Benzimidazois	III	III	4
Sumyzin 500	Flumioxazina	H	03600	WP	50	Ciclohexenodicarboximida	II	III	5
Sumyzin 500 SC	Flumioxazina	H	22417	SC	50	Ciclohexenodicarboximida	IV	III	5
Talstar 100 EC	Bifentrina	I/A	1578899	EC	10	Piretroides	III	III	4
Tenaz 250 SC	Flutriafol	F	02811	SC	25	Triazois	III	III	5
Terra Forte	Fipronil	I	5416	FS	25	Pirazois	II	II	4
Thuricide	Bacillus thuringiensis	I/AG	01608491	WP	3,2	Microbiológicos	IV	IV	NC
Tiger 100 EC	Piriproxifem	I	05498	EC	10	Éter Piridiloxipropílico	I	II	5
Tocha	Dicloreto de Paraquate+Paraquate	H	13208	SL	27,6 + 20	Bipiridilos	I	II	1

Continuação...

Togar TB	Triclopir-Butotílico + Picloram	H	006007	EC	8,35 + 4,39	Ácido piridiniloxialconico/Ácido piridinocarboxílico	I	II	5
Tordon	2,4-D Sal de Trietanolamina + Picloram Sal de Trietanolamina	H	00358709	SL	40,2 + 10,36	Ácido Piridinocarboxílico/Ácido Ariloxialcanoico	I	III	5
Tracer	Espinosade	I	07798	SC	48	Espinosinas	III	III	5
Trifluralina Nortox Gold	Trifluralina	H	08698	EC	45	Dinitroanilina	II	II	5
Trulymax	Diflubenzurom	I	02809	WP	25	Benzoilureias	I	II	5
Truper	Fluroxipir-Meptílico + Triclopir- Butotílico	H	06706	EC	11,53 + 33,38	Ácido Piridiniloxialcanoico	I	II	4
Tupan 720 WG	Glifosato - Sal de Amônio	H	9315	WG	79,25	Glicina Substituída	III	III	5
Turbo	Beta-Ciflutrina	I	09395	EC	5	Piretroides	II	II	4
U 46 BR	2, 4-D Sal de Dimetilamina	H	01803	SL	80,6	Ácido Ariloxialcanoico	I	III	4
Unizeb Glory	Azoxistrobina+Mancozebe	F	3315	WG	5+70	Estrobirulinas/Alquilenobis (Ditiocarbamatos)	III	III	5
Upmyl	Metomil	I	6914	SL	21,5	Metilcarbamato de Oxima	I	II	3
Verdict R	Haloxifope-P-Metilico	H	007194	EC	12,47	Ácido Ariloxifenoxipropiônico	I	III	5
Vitavax Thiram 200 SC	Carboxina+Tiram	F	001193	SC	20+20	Carboxanilida/Dimetilditiocarb amatos	I	II	5
Voraz	Metomil+Novalurom	I	10915	EC	44,3,5	Metilcarbamato de Oxima/BenzoilUreias	I	I	2
Xentari	Bacillus thuringiensis	I/AG	00599	WG	54	Microbiológicos	II	III	5
Zaphir	Imazetapir	H	002307	SL	10,6	Imidazolinona	I	II	5
Zartan	Metsulfurom-Metílico	H	4607	WG	60	Sulfonilureias	IV	III	5

NC - Não Classificado; SC – Sem Classificação; MN - Processo Matriz não localizado.

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

APÊNDICE B - Lista de adjuvantes utilizados na RMS no período de 2013 a 2020.

Marca Comercial	Princípio Ativo	Class e	Reg. MAPA	Formulação	Conc. (%)	Grupo químico	Risco Toxicológico	Periculosidade de Ambiental	Class e GHS
Adesil	Nonilfenol Etoxilado	E	00188707	SL	25	Alquilfenol Etoxilado	I	IV	5
Assist	Óleo Mineral Parafínico	I/A/A D	01938789	EC	75,6	Hidrocarbonetos alifáticos	IV	IV	5
Aureo	Ester Metilado de Soja	AD			72	Adjuvante	IV	IV	SC
Dash HC	Mistura de Ésteres Metílicos, Hidrocarboneto Aromático, Ácido Graxo Insaturado e Tensoativo	AD	04599	EC	93,3	Hidrocarboneto Aromático, Ésteres Metílicos e Poliol Fosfatado	II	IV	5
Iharaguen-S	Polioxietileno Alquilfenol Éter	E	1888693	CL	20	Alquilfenol Etoxilado	II	IV	SC
Iharol	Óleo Mineral	I/A/A D	2458388	EC	76	Hidrocarbonetos Alifáticos	III	III	SC
Joint Oil	Óleo Mineral	AD	002294	EC	76,1	Hidrocarbonetos Alifáticos	IV	IV	N. I
Nimbus	Óleo Mineral Parafínico	AD	04997	EC	42,8	Hidrocarbonetos Alifáticos	IV	III	5

SC – Sem Classificação; N.I Não identificado pela empresa.

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

APÊNDICE C – Princípios ativos utilizados na RMS no período de 2013 a 2020.

Princípio Ativo	Grupo químico
Fungicidas	
Azoxistrobina	Estrobilurinas
Buprofezina	Tiadiazinona
Carbendazim	Benzimidazois
Carboxina	Carboxanilidas
Casugamicina	Antibióticos
Ciproconazol	Triazois
Clorfluazurom	Benzoilureia
Cloridrato de Propamocarbe	Carbamato
Clorotalonil	Isoftalonitrilas
Cresoxim-Metílico	Estrobilurinas
Difenoconazol	Triazois
Epoxiconazol	Triazois
Fluazinam	Fenilpiridinilaminas
Fludioxonil	Fenilpirrol
Fluopicolida	Benzamida Piridina
Fluquinconazol	Triazois
Flutriafol	Triazois
Fluxapiroxade	Carboxamidas
Fosetil	Fosfonato
Haloxifope-P-Metilico	Inorgânicos
Indoxacarbe	Triazois
Malation	Alquilenobis (Ditiocarbamatos)
Mancozebe	Acilalaninato
Metominostrobin	Estrobilurinas
Oxicloreto De Cobre	Inorgânicos
Pencicuum	Fenilureia
Picoxistrobina	Estrobilurinas
Piraclostrobina	Estrobilurinas

Continuação...	
Pirimetamil	Anilino pirimidina
Procimidona	Dicarbóximida
Propinebe	Alquilenobis(Ditiocarbamato)
Protioconazol	Triazolintiona
Tebuconazol	Triazois
Tetraconazol	Triazois
Tiofanato-Metílico	Benzimidazois
Tiram	Dimetilditiocarbamatos
Triciclazol	Benzotiazois
Trifloxistrobina	Estrobilurinas

Princípio Ativo**Grupo químico****Herbicidas**

2, 4-D Sal de Dimetilamina	Ácido Ariloxialcanoico
2,4-D	Ácido Ariloxialcanoico
2,4-D Sal de Trietanolamina	Ácido Ariloxialcanoico
Aminopiraldide	Ácido piridinocarboxílico
Atrazina	Triazinas
Carfentrazone etílica	Triazolonas
Cletodin	Oxima Ciclohexanodiona
Clomazona	Isoxazolidinonas
Cloransulam-Metílico	Sulfonilida Triazoisopirimida
Clorimurrom-Etílico	Sulfonilureias
Dicloreto de Paraquate	Bipiridílios
Diclosulam	Sulfonilida Triazoisopirimida
Diuron	Ureias
Fenoxaprop-P-Etílico	Ácido ariloxifenoxipropiônico
Flumetsulam	Sulfonilida Triazoisopirimida
Flumicloraque-Pentílico	Ciclohexenodicarbóximida
Flumioxazina	Ciclohexenodicarbóximida
Fluroxipir-Meptílico	Ácido piridiniloxialcanóico

Continuação...

Glifosato	Glicina Substituída
Glifosato - Sal de Amônio	Glicina Substituída
Glifosato - Sal de Dimetilamina	Homoalanina Substituída
Glifosato - Sal de Isopropilamina	Glicina Substituída
Glufosinato-Sal de Amônio	Ácido Ariloxifenoxipropiônico
Hidróxido de Cobre	Imidazolinonas
Imazetapir Sal de Amônio	Imidazolinonas
Ipconazole	Isoxazol
Isoxaflutole	Éter Difenílico
Metalaxil-M	Sulfonilureias
Metribuzim	Triazinona
Metsulfurom-Metílico	Sulfonilureias
Nicosulfuron	Sulfonilureias
Paraquate	Bipiridílios
Penoxsulam	Sulfonanilida Triazoisopirimida
Picloram	Ácido piridinocarboxílico
Picloram Sal de Trietanolamina	Ácido piridinocarboxílico
Saflufenacil	Pirimidinadiona (Uracila)
Sulfentrazone	Triazoisona
Tembotriona	Benzoilciclohexanodiona
Triclopir-Butolítico	Ácido piridiniloxialcanóico
Trifluralina	Dinitroanilina

Princípio Ativo

Grupo químico

Inseticidas

Abamectina	Avermectinas
Acefato	Organofosforados
Acetamiprido	Neonicotinoides
Alfa-Cipermetrina	Benzoilureia
Bacillus subtilis	Microbiológicos
Bacillus Thuringiensis	Microbiológicos

Continuação...

Beta-Cipermetrina	Benzoilureia
Bifentrina	Benzoilureia
Carbofurano	Metilcarbamato de Benzofuranila
Ciantraniliprole	Diamida Antranílica
Ciflutrina	Benzoilureia
Cipermetrina	Antramilamida ou Diamida Antranilitica
Clorantraniliprole	Análogo de Pirazois
Clorfenapir	Organofosforados
Clorpirifos	Neonicotinoides
Clotianidina	Organofosforados
Deltametrina	Espinosinas
Diazinon	Espinosinas
Diflubenzurom	Espinosinas
Dimetoato	Cetoenol
Esfenvalerato	Éter Difenílico
Espinetoram	Organofosforados
Espinosade A	Pirazois
Espinosade D	Diamida do Ácido Ftálico
Espiromesifeno	Neonicotinoides
Etofenproxi	Oxadiazina
Fenitrotona	Piretroides
Fenpropatrina	Organofosforados
Fipronil	Piretroides
Flubendiamida	Metilcarbamato de Oxima
Imazetapir	Piretroides
Imidacloprido	Diacilhidrazina
Lactofem	Piretroides
Lambda-Cialotrina	Piretroides
Metomil	Piretroides
Metoxifenoazida	Piretroides
Novalurom	Piretroides

Continuação...

Piriproxifem	Piretroides
Sulfluramida	Piretroides
Teflubenzuron	Éter piridiloxipropílico
Tiametoxam	Sulfonamida Fluoralifática
Tiodicarbe	Neonicotinoides
Triflumuron	Metilcarbamato de Oxima
Zetacipermetrina	Organofosforados

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

ANEXO A - Lista de agrotóxicos compilados por Soumis, Roulet e Lucotte (2000) entre os anos de 1997 e 1997 em Santarém.

Marca Comercial	Princípio Ativo	Classe
Agrinose	Oxicloreto de cobre	F
Agrivinot	Carbaril	I
Agrophos	Monocrotofos	I
Benlate 500	Benomil	F
Cobre sandoz	Oxicloreto de cobre	F
Cuprocarb 350/500	Oxicloreto de cobre	F
Diazinon 60 CE	Diazinon	I
Decis 25 CE	Deltametrina	I
Dipterex	Triclofon	I
Dithane	Mancozebe	F
DMA 806 BR	2,4-d	H
Folidol 600	Metil-paration	I
Folisuper 600 BR	Metil-paration	I
Folpan agricur 500 WP	Folpet	F
Formicidol	Clorpirifós	I
Funguran azul	Oxicloreto de cobre	F
Garlon 480 BR	Triclopir	H
Glifosato 480	Glifosato	H
Gramoxone	Dicloreto de paraquate	H
Jimo	Clorpirifós	I
Karate 50 CE	Lambda-cialotrina	I
K-othrine	Deltametrina	I
Lorsban 480 BR	Clorpirifós	I
Madaldrin 400 PW	Diazinon	I
Malathion 500 CE	Malation	I
Malathion pó	Carbaril	I
Mirex	Sulfluramida	I
Nitrosin	Clorpirifós	I
Pikapau	Sulfluramida	I

Continuação...

Pikthrine	Cipermetrina	I
Stron	Metamidofos	I
Tamaron br	Metamidofos	I
Termicidol	Endosulfan	I
Tordon rtu 2,4-D	2,4-d+picloran	H
Decis	Deltametrina	I
Diazinon 400 PW	Diazinon	I
Roundup	Glifosato	H
Agrivin	Carbaril	I
Ally	Metil-metsulfuron	H
Arrozan	Molinato+propanil	H
Fusiflex	Fluazifope-p-butílico+ fomesafem	H
Reglone	Diquat	H

Fonte: Elaborado pelo autor com base em Soumis, Roulet e Lucotte (2000).

ANEXO B - Ingredientes ativos comercializados em Santarém de 20013 a 2018.

Classe	Ingrediente Ativo	Volume vendido (L)
Herbicida	HBG	1.027.439
Herbicida	2,4-D	136.619
Fungicida	Epoxiconazol	89.510
Herbicida	Dicloreto de Paraquate	60.117
Inseticida	Metomil	56.631
Fungicida	Azoxistrobina	55.060
Inseticida	Beta-ciflutrina	52.963
Fungicida	Protioconazol	51.650
Fungicida	Tiofanato-Metilico	51.470
Inseticida	Clorpirifos	46.035
Herbicida	Carfentrazona-etílica	35.121
Fungicida	Carbendazim	32.883
Herbicida	Aminopiralide	26.745
Inseticida	Metanol	22.910
Fungicida	Ciproconazol	18.840
Fungicida	Epoxiconazol	18.010
Herbicida	Picloram	16.134
Inseticida	Acetamiprido	14.781
Herbicida	Fenoxapropo-P-etílico	13.009
Inseticida	Cipermetrina	12.070
Inseticida	Abamectina	11.115
Inseticida	Piriproxifem	10.891
Inseticida	Metoxifenzida	9.298
Herbicida	Triclopir-butolítico	9.285
Inseticida	Lambda-Cialotrina	9.088
Fungicida	Tebuconazol	9.061
Herbicida	Atrazina	8.780
Inseticida	Imidacloprido	7.984
Fungicida	Fipronil	7.938

Continuação...

Fungicida	Fluxapiroxade	7.485
Inseticida	Bifentrina	7.135
Inseticida	Triflumurom	6.818
Fungicida	Metconazol	6.245
Inseticida	Clorantraniliprole	6.204
Inseticida	Deltametrina	5.995
Fungicida	Fluazinam	5.706
Inseticida	Teflubenzurom	5.445
Fungicida	Metominostrobin	4.870
Inseticida	Diflubenzurom	4.150
Fungicida	Equivalente em cobre metálico	3.780
Herbicida	Glufosinato	3.710
Inseticida	Indoxacarbe	3.400
Inseticida	Bacillus thuringiensis	3.290
Fungicida	Picoxistrobina	2.980
Herbicida	Diuron	2.902
Herbicida	Haloxifop-P-metilico	2.273
Inseticida	Esfenvalerato	2.270
Inseticida	Novalurom	2.167
Fungicida	Carboxina	1.925
Herbicida	Cletodim	1.835
Herbicida	Fluroxipir-meptílico	1.831
Inseticida	Flubendiamida	1.798
Herbicida	Lactofem	1.520
Inseticida	Ciantraniliprole	1.465
Inseticida	Clorfluazurom	1.265
Fungicida	Tetraconazol	1.075
Inseticida	Espiromesifeno	1.003
Fungicida	Difenoconazol	875
Herbicida	Trifluralina	810
Herbicida	Imazetapir	575

Continuação...

Herbicida	Tembotriona	575
Fungicida	Fludioxonil	552
Herbicida	Lambda-Cialotrina	500
Herbicida	Nicossulfurom	460
Fungicida	Pirimetanil	395
Fungicida	Fluquinconazol	340
Fungicida	Ipconazol	325
Herbicida	Clomazona	260
Bactericida	Casugamicina	217
Inseticida	Espinetoram	212
Fungicida	Flutriafol	195
Inseticida	Dimetoato	185
Herbicida	Metribuzim	172
Inseticida	Clorfenapir	147
Fungicida	Cloridrato de propamocarbe	124
Fungicida	Bacillus subtilis linhagem QST 713	122
Herbicida	Octanoato de loxinila	115
Inseticida	Etofenproxi	75
Espalhante	Nonilfenol etoxilado	72
Herbicida	Flumetsulam	60
Fungicida	Pencicurom	45
Inseticida	Fenpropatrina	40
Inseticida	Clotianidina	35
Inseticida	Óleo mineral	30
Adjuvante	Hidrocarbonetos	16
Inseticida	Malationa	16
Inseticida	Espinosade	9
Inseticida	Carbofurano	6
Inseticida	Tiodicarbe	5
Herbicida	Flumioxazina	3
Herbicida	Sulfentrazona	3
Total	-	2.029.550

Fonte: Schwaborn (2019).

ANEXO C - Padrão de potabilidade para agrotóxicos de acordo com a Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde.

AGROTÓXICOS			
Parâmetro	CAS¹	UNIDADE	VMP²
2,4 D + 2,4,5 T	94-75-7 (2,4 D)	µg/L	30
	93-76-5 (2,4,5 T)	µg/L	
Alaclor	15972-60-8	µg/L	20
Aldicarbe + Aldicarbesulfona +Aldicarbesulfóxido	116-06-3 (aldicarbe)	µg/L	10
	1646-88-4 (aldicarbesulfona)	µg/L	
	1646-87-3 (aldicarbe sulfóxido)	µg/L	
Aldrin +	309-00-2 (aldrin)	µg/L	0,03
Dieldrin	60-57-1 (dieldrin)	µg/L	
Atrazina	1912-24-9	µg/L	2
Carbendazim + benomil	10605-21-7 (carbendazim)	µg/L	120
	17804-35-2 (benomil)	µg/L	
Carbofurano	1563-66-2	µg/L	7
Clordano	5103-74-2	µg/L	0,2
Clorpirifós + clorpirifós-oxon	2921-88-2 (clorpirifós)	µg/L	30
	5598-15-2 (clorpirifós-oxon)	µg/L	
DDT+DDD+DDE	p,p'-DDT (50-29-3)	µg/L	1
	p,p'-DDD (72-54-8)	µg/L	
	p,p'-DDE (72-55-9)	µg/L	
Diuron	330-54-1	µg/L	90
	115-29-7; I	µg/L	
Endossulfan (α β e sais) ³	(959-98-8); II	µg/L	20
	(33213-65-9); sulfato (1031-07-8)	µg/L	
Endrin	72-20-8	µg/L	0,6
Glifosato + AMPA	1071-83-6 (glifosato)	µg/L	500
	1066-51-9 (AMPA)	µg/L	
Lindano (gama HCH) ⁴	58-89-9	µg/L	2
Mancozebe	0818-07-7	µg/L	180
Metamidofós	10265-92-6	µg/L	12
Metolacoloro	51218-45-2	µg/L	10
Molinato	2212-67-1	µg/L	6
Parationa Metflica	298-00-0	µg/L	9

Continuação...

Pendimentalina	40487-42-1	µg/L	20
Permetrina	52645-53-1	µg/L	20
Profenofós	41198-08-7	µg/L	60
Simazina	122-34-9	µg/L	2
Tebuconazol	107534-96-3	µg/L	180
Terbufós	13071-79-9	µg/L	1,2
Trifluralina	1582-09-8	µg/L	20

1 - CAS é o número de referência de compostos e substâncias químicas adotado pelo Chemical Abstract Service; **2** - Valor Máximo Permitido; **3** - Somatório dos isômeros alfa, beta e os sais de endossulfan, como exemplo o sulfato de endossulfan; **4** - Esse parâmetro é usualmente e equivocadamente conhecido como BHC.

Fonte: Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde.

ANEXO E - Formulações de agrotóxicos - terminologia segundo normas ABNT NBR 12697/2004

Índice de Códigos	Denominações
CS	Suspensão de encapsulado
DC	Concentrado dispersível
EC	Concentrado emulsionável
EO	Emulsão de água em óleo
EW	Emulsão de óleo em água
ME	Microemulsão
SC	Suspensão concentrada
SE	Suspo-emulsão
SG	Granulado solúvel
SL	Concentrado solúvel
SP	Pó solúvel
TB	Tablete
DT	Tablete para aplicação direta
ST	Tablete para dissolução em água
WT	Tablete para dispersão em água
WG	Granulado dispersível
WP	Pó molhável
BR	Bloco
PC	Gelou concentrado em pasta
GL	Gel emulsionável
GW	Gel solúvel em água
EG	Grânulo emulsionável
EP	Pó emulsionável
OD	Dispersão de óleo ou suspensão concentrada em óleo
ZC	Formulação mista de CS e SC
ZE	Formulação mista de CS e SE
ZW	Formulação mista de CS e EW
OF	Suspensão concentrada dispersível ou miscível em óleo
OI	Solução miscível em óleo

Continuação...

OP	Pó dispersível em óleo
CG	Granulado encapsulado
DP	Pó seco
ED	Líquido para pulverização eletrostática/eletrodinâmica
GR	Granulado
SO	Óleo para pulverização/espalhamento
SU	Suspensão a ultrabaixo volume
UL	Ultrabaixo volume
MG	Microgranulado
GP	Pó fino
FG	Granulado fino
GG	Macrogranulado
CP	Pó de contato
DT	Tablete para aplicação direta
CL	Líquido ou gel de contato
SD	Suspensão concentrada para aplicação direta
AL	Outros líquidos para aplicação direta
AP	Outros pós
DS	Pó para tratamento a seco de sementes
ES	Emulsão para tratamento de sementes
FS	Suspensão concentrada para tratamento de sementes
LS	Solução para tratamento de sementes
SS	Pó solúvel para tratamento de sementes
WO	Pó para preparação de pasta em óleo
WS	Pó para preparação de pasta em água
CF	Suspensão de encapsulado para tratamento de semente
GF	Gel para tratamento de sementes
AE	Aerossol
FU	Fumigante
FD	Pastilha fumigante
FK	Vela fumigante

Continuação...

FP	Cartucho fumigante
FR	Bastonete fumigante
FT	Tablete fumigante
FW	Granulado fumigante
GA	Gás liquefeito sob pressão
GE	Gerador de gás
HN	Concentrado para termonebulização
KN	Concentrado para nebulização a frio
LA	Laca
PR	Bastonete vegetal
PA	Pasta
RB	Isca
AB	Isclas em grãos
BB	Isclas em blocos
CG	Isclas granuladas
PB	Isclas em placas
5B	Isclas em aparas
VP	Produtor de vapor
GS	Pasta oleosa
FB	Saco formulado
XX	Outros
	Adjuvante
	Espalhante
	Espalhante adesivo

Fonte: Mapa (2020).

LEGENDA
Formulações para diluições em água
Formulações para diluição em solventes orgânicos
Formulações para aplicação direta
Formulações para tratamento de sementes
Formulações especiais