



UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA QUÍMICA

MICHELLI FERNANDA AICK DE MATOS

**AVALIAÇÃO DE POTENCIAL DE RISCO NO USO DE AGROTÓXICOS
NO MUNICÍPIO DE SÃO JOSÉ DE RIBAMAR- MA, COM BASE NO
SOFTWARE ARAquá DA EMBRAPA**

SÃO LUÍS
2022

MICHELLI FERNANDA AICK DE MATOS

**AVALIAÇÃO DE POTENCIAL DE RISCO NO USO DE AGROTÓXICOS
NO MUNICÍPIO DE SÃO JOSÉ DE RIBAMAR- MA, COM BASE NO
SOFTWARE ARAquá DA EMBRAPA**

Trabalho de conclusão de curso
apresentado à Universidade Federal do
Maranhão como requisito para obtenção do
título de Licenciatura em Química.

Orientador: Prof. Dra. Teresa Cristina
Santos Franco

Co-orientador: Me. Laura Antoniêta Araújo
Soares Marques

SÃO LUÍS

2022

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Diretoria Integrada de Bibliotecas/UFMA

Matos, Michelli Fernanda Aick.

AVALIAÇÃO DE POTENCIAL DE RISCO NO USO DE AGROTÓXICOS
NO MUNICÍPIO DE SÃO JOSÉ DE RIBAMAR- MA, COM BASE NO
SOFTWARE ARAQUÁ DA EMBRAPA / Michelli Fernanda Aick Matos.
- 2022.

63 f.

Coorientador(a): Laura Antonieta Araújo Soares Marques.

Orientador(a): Teresa Cristina Rodrigues dos Santos
Franco.

Monografia (Graduação) - Curso de Química, Universidade
Federal do Maranhão, São Luís, 2022.

1. Agrotóxicos. 2. Meio Ambiente. 3. Saúde. 4.
Software ARAQUÁ. I. Franco, Teresa Cristina Rodrigues dos
Santos. II. Marques, Laura Antonieta Araújo Soares. III.
Título.

MICHELLI FERNANDA AICK DE MATOS

**AVALIAÇÃO DE POTENCIAL RISCO NO USO DE AGROTÓXICOS NO
MUNICÍPIO DE SÃO JOSÉ DE RIBAMAR, UTILIZANDO *SOFTWARE* ARAquá
DA EMBRAPA**

Data de Aprovação: ___/___/___

Teresa Cristina Rodrigues dos Santos Franco
Universidade Federal do Maranhão

Laura Antoniêta Araújo Soares Marques
Universidade Federal do Maranhão

Claudia Quintino da Rocha
Universidade Federal do Maranhão

Cáritas de Jesus Silva Mendonça
Universidade Federal do Maranhão

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente aos meus pais, por todo apoio e ajuda durante minha formação. A minha irmã Namibya Aick, meu primo Roger Aick, e a minha tia Alexandra Aick, por me ajudarem na conclusão do meu TCC.

A Universidade Federal do Maranhão pela minha graduação, e oportunidades de experiências na minha área.

A querida Orientadora Prof. Dra. Teresa Cristina, que me deu luz em toda pesquisa realizada, sempre auxiliando e dando o seu melhor, junto com a Co-orientadora Me. Laura Antoniêta.

Aos meus colegas de turma, em especial a Sara Raiane e a Sheila Bianca, pelo amparo nas cadeiras e na Universidade.

Aos funcionários da FATAEMA, Val e ao Miguel. Aos funcionários da prefeitura de São José de Ribamar, principalmente a Thayná e a Charliane, pela parceria nas visitas e fornecimento de dados locais.

RESUMO

O município de São José de Ribamar, localizado na Ilha de São Luís, no Estado do Maranhão, caracteriza-se como polo agrícola de pequenos produtores rurais, majoritariamente identificados como de agricultura familiar, com áreas de cultivo e venda de alimentos agrícolas produzidos pelos próprios moradores. Devido à necessidade de acompanhamento técnico desses grupos, é importante alertá-los para o possível impacto que possam causar nas águas superficiais e subterrâneas devido ao uso indiscriminado de agrotóxicos em cultivos da região. A pesquisa foi realizada com a colaboração da Secretaria de Saúde do Município (SEMUS) de São José de Ribamar. Utilizou-se o Software Avaliação de Risco Ambiental de Agrotóxico - ARAquá, produzido pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), empregando-se metodologia qualitativa, baseada na aplicação de questionários semiestruturados junto aos agricultores e consulta ao banco de dados do Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS) e do Sistema Nacional de Informações Tóxico-Farmacológicas (SINITOX). Com base nos dados dos questionários aplicados, observou-se que os agricultores utilizam alguns agrotóxicos não recomendados para as culturas, além de descarte irregular das embalagens vazias. Os agrotóxicos utilizados na agricultura frequentemente fluem para os sistemas aquáticos, desencadeando uma série de mudanças no ecossistema. Cipermetrina e Deltametrina, piretróides sintéticos, foram identificados pelo elevado uso e, no presente trabalho, verificou-se que ambos apresentaram potencial risco para a região em estudo.

Palavras- chave: Agrotóxicos. Meio Ambiente. Saúde. *Software* ARAquá.

ABSTRACT

The municipality of São José de Ribamar, located on the Island of São Luís, in the State of Maranhão, is characterized as an agricultural hub for small rural producers, mostly identified as family farming, with areas for cultivation and sale of vegetables produced by themselves. Due to the lack of technical support for these groups, it is important to alert them to the possible impact they may have on surface and groundwater regarding the indiscriminate use of pesticides in crops in the region. The research was carried out with the collaboration of the Municipal Health Department (SEMUS) of São José de Ribamar. The Agrochemical Environmental Risk Assessment Software - ARAquá, produced by the Brazilian Agricultural Research Corporation (EMBRAPA), was used, using a qualitative methodology, based on the application of semi-structured questionnaires to farmers and consultation of the database of the Department of Informatics, the Unified Health System (DATASUS) and the National System of Toxic-Pharmacological Information (SINITOX). Based on the data from the applied questionnaires, it was observed that farmers use some pesticides not recommended for crops, in addition to irregular disposal of empty packages. Pesticides used in agriculture often flow into aquatic systems, triggering a series of changes in the ecosystem. Cypermethrin and Deltamethrin are powerful synthetic pyrethroids, which stand out due to their high use and, in the present work, it was found that both presented potential risk for the region under study.

Keywords: Pesticides. Environment. Health. ARAquá software.

*“Quanto mais nos elevamos,
menores parecemos aos olhos daqueles
que não sabem voar.”*

(Friedrich Nietzsche)

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | |
|--|----|
| Figure 1 Arado Manual puxado por bois..... | 16 |
| Figure 2 Valores de agrotóxicos aplicados por estados brasileiros. | 23 |
| Figure 3 Tela inicial do Aplicativo ARAquá..... | 29 |
| Figure 4 Tela inicial do usuário na versão Web do aplicativo ARAquá..... | 30 |
| Figure 5 Localização do município de São José de Ribamar – MA, com os pontos da pesquisa realizada..... | 34 |
| Figure 6 Ponto 1, plantio da localidade de Itaparí | 36 |
| Figure 7 Tanques de Fertilizantes naturais (Feito à base de cana de açúcar, bananeira, adubo de gado, rapadura e etc). | 37 |
| Figure 8 Plantação de milho (3), vinagreira (1), quiabo e coco (2), referente ao ponto 1 analisado. | 37 |
| Figure 9 Criação do peixe Tilápia ao lado da lavoura..... | 38 |
| Figure 10 Plantio 2, localizado no Pindaí..... | 39 |
| Figure 11 Plantação de hortaliças e Plantas ornamentais, do ponto 2..... | 39 |
| Figure 12 Alguns agrotóxicos usados no ponto 2..... | 40 |
| Figure 13 Esterco de Galinha aplicado no ponto 2..... | 41 |
| Figure 14 Localização do ponto 3..... | 42 |
| Figure 15 Plantação de pimentinha (1) e milho (2) do ponto 3, hortaliças orgânicas..... | 42 |
| Figure 16 Plantação Orgânica do ponto 3, de quiabo (1) e Juçara (2). | 43 |
| Figure 17 Poço artesiano (1) e sistema de irrigação da lavoura (2). | 43 |
| Figure 18 Ponto 4A localização. | 44 |
| Figure 19 localização do ponto 4B. | 45 |
| Figure 20 Plantação de Maxixe (1) e Macaxeira (2). | 45 |
| Figure 21 Entrevista da equipe com os agricultores..... | 49 |
| Figure 22 Avaliação de risco ambiental por agrotóxicos dentro do padrão EMBRAPA do Ponto 1, 2, 4.1 e 4.2..... | 56 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1 Classificação dos Agrotóxicos de acordo com os efeitos a saúde humana ou classificação toxicológica. | 18 |
| Tabela 2 Classificação dos agrotóxicos segundo a sua utilização..... | 19 |
| Tabela 3 Mercado Mundial de Agrotóxicos, as 10 maiores empresas..... | 20 |
| Tabela 4 Ingredientes Ativos de Agrotóxicos mais vendidos no Brasil- 2020 | 24 |
| Tabela 5 Efeito da exposição ao Agrotóxico..... | 26 |
| Tabela 6 Descrição das vítimas dos óbitos decorrentes de intoxicações ocupacionais por agrotóxicos registrados no país pelo SIM de 2008 a 2012..... | 27 |
| Tabela 7 Exemplo de alguns defensores agrícolas naturais..... | 31 |
| Tabela 8 Principais Culturas dos Agricultores Rurais em São José de Ribamar. | 50 |
| Tabela 9 Balanceamento dos Agrotóxicos mais usados dentre os pontos de Análises..... | 52 |
| Tabela 10 Classificação da toxicidade dos ingredientes ativos nos agrotóxicos utilizados pelos agricultores de São José de Ribamar- MA..... | 53 |
| Tabela 11 Características físico-químicas e toxicidade aguda de alguns agrotóxicos relevantes para organismos aquáticos..... | 55 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AMC_s - Agentes Microbiológicos De Controle
ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária
ARAquá - Avaliação de Risco Ambiental de Agrotóxico
CAE - Concentrações Ambientais De Exposição
CAE_m= Concentração Média
CAE_{mx} - Concentração Ambiental Estimada (Máxima)
CAT - Comunicação de Acidente do Trabalho
DATASUS - Departamento De Informática Do Sistema Único De Saúde Do Brasil
EC₅₀ - Concentração De Efeito em 50% dos Organismos
EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EPI - Equipamento de Proteção Individual
FAO - Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação
IBAMA- Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
LC₅₀ - Concentração Letal sobre 50% dos Organismos
Log k_{ow} = coeficiente de partição n-octanol /água
NOAEC = Concentração Onde Nenhum Efeito Adverso Foi Observado
OMS - Organização Mundial da Saúde
ONU - Organizações das Nações Unidas
PARA- Programa de Análise de Resíduos em Alimentos
PM- Peso Molecular
SEMUS – Secretaria Municipal de Saúde
SIH - Sistema de Internação Hospitalar
SIM - Sistema de Mortalidade
SINAN - Sistema Nacional de Informação de Agravos Notificáveis
SINITOX - Sistema Nacional de Informação em Toxicologia e Farmacologia
Sol_w =Solubilidade em água, a 20°C
EPA - *Environmental Protection Agency*
PMRA - *Pest Management Regulatory Agency*
UFMA – Universidade Federal do Maranhão
USEPA - *Environmental Protection Agency of United States*

SUMÁRIO

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO | 14 |
| 2 | REFERENCIAL TEORICO..... | 16 |
| | 2.1 AGROTÓXICOS | 16 |
| | 2.1.1 Definição e Classificação dos Agrotóxicos | 17 |
| | 2.1.2 Mercado de Agrotóxicos no Mundo..... | 20 |
| | 2.1.3 O Uso de Agrotóxicos no Brasil | 21 |
| | 2.3 AGROTOXICOS E SEUS IMPACTOS SOBRE A SAÚDE HUMANA | 24 |
| | 2.4 ARAquá: SOFTWARE PARA AVALIAÇÃO DE RISCO AMBIENTAL DE AGROTÓXICOS | 28 |
| | 2.5 DEFENSIVOS AGRÍCOLAS NATURAIS QUE SUBSTITUEM OS AGROTÓXICOS | 30 |
| 3 | OBJETIVOS..... | 33 |
| | 3.1 GERAL..... | 33 |
| | 3.2 ESPECIFICOS | 33 |
| 4 | MATERIAIS E METODOS | 34 |
| | 4.1 DESCRIÇÃO DA ÁREA ANALISADA | 34 |
| | 4.2 AVALIAÇÃO DO COEFICIENTE DE RISCO | 46 |
| | 4.3 COLETA DE DADOS..... | 48 |
| 5 | RESULTADOS E DISCUSSÕES | 50 |
| | 5.1 IDENTIFICAÇÃO DOS AGROTÓXICOS MAIS USADOS NOS PONTOS ESTUDADOS NO MUNICÍPIO | 52 |
| | 5.2 COEFICIENTE DE RISCO AMBIENTAL NOS PONTOS | 52 |
| 6 | CONSIDERAÇÕES FINAIS | 59 |
| | REFERÊNCIAS..... | 60 |
| | ANEXO A – QUESTIONÁRIO APLICADO EM CAMPO SOBRE O USO DE AGROTÓXICOS PELOS AGRICULTORES DE SÃO JOSE DE RIBAMAR... | 65 |

| | |
|---|-----------|
| ANEXO B- DADOS DA SECRETARIA DE SAUDE (SEMUS) DO MUNICIPIO DE SÃO JOSÈ DE RIBAMAR, SOBRE CONTAMINAÇÃO DE AGROTOXICOS NOS ANOS DE 2016, 2019 E 2020. | 68 |
|---|-----------|

1 INTRODUÇÃO

Desde 2008, o Brasil tornou-se o maior consumidor mundial de agrotóxicos. Apesar dos benefícios para a agricultura, como o controle de pragas e plantas daninhas, o uso elevado de agrotóxicos pode representar riscos ao meio ambiente e à saúde humana. A utilização frequente e intensa de agrotóxicos leva a contaminação das águas superficiais e subterrâneas, com consequências graves para a população local e até distante dos locais de aplicação dessas substâncias (CARNEIRO et al, 2015).

Segundo dados do Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos (PARA), da Agência de Vigilância Sanitária (ANVISA), um terço dos alimentos que os brasileiros consomem, diariamente, está contaminado com agrotóxicos, conforme análise de amostras coletadas em todos os 26 estados brasileiros (2011), e esse fato só cresce ao decorrer dos anos, com a grande demanda de alimentos. Existe, ainda, uma quantidade expressiva de casos não registrados adequadamente. Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), o número de casos de intoxicação por agrotóxicos subnotificados varia de 1 a 50, ou seja, para cada caso notificado, há 50 subnotificações diariamente.

Com o objetivo de auxiliar na avaliação dos riscos no uso de agrotóxicos a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) lançou, em 2010, um software para avaliação de risco ambiental de agrotóxico, denominado “ARAquá”. O software foi desenvolvido para auxiliar nas avaliações de risco ambiental, tendo em conta os agrotóxicos que podem contaminar as águas superficiais e subterrâneas, ao comparar suas concentrações estimadas em cenários de uso agrícola com os parâmetros de qualidade da água.

O uso de agrotóxicos nunca será uma boa alternativa, mesmo que possa colaborar com a minimização de perdas agrícolas, reduzir custos e produzir mais. Os potenciais riscos ao meio ambiente e a saúde humana levam, na verdade, a um grande impasse devido ao acúmulo no meio ambiente e em organismos humanos, ao aumento da resistência ao uso dos agrotóxicos e, por fim, ao desequilíbrio ecológico que podem causar, levando ao comprometimento da cadeia alimentar, colocando em perigo a saúde da sociedade como um todo.

Ainda que não se tenha registro recente de casos de intoxicações por agrotóxicos no município de São José de Ribamar, existe uma relevante preocupação com a saúde do agricultor e dos consumidores finais, assim como com o meio ambiente.

Desse modo, este trabalho tem como objetivo diagnosticar possíveis consequências da utilização de agrotóxicos no município em questão.

2 REFERENCIAL TEORICO

2.1 AGROTÓXICOS

A agricultura é uma das práticas mais antigas da humanidade. Desde o Neolítico (MAZOYER & ROUDART, 2010), o homem começou a fabricar suas próprias ferramentas, domesticou animais e, no processo de cultivo de plantas, utilizou a “tecnologia” para obter alimentos. As atividades agrícolas provenientes das moradias permanentes, levam ao um grande crescimento populacional (MAZOYER & ROUDART, 2010). A evolução vem aumentando de acordo com a população e o ambiente que é aprimorado. Isso também gera um grande índice de desmatamento, queima e poluição.

Na agronomia, ao decorrer dos anos, houve grandes avanços tecnológicos, consequência das revoluções industriais. Na primeira revolução industrial (XVII), a herança principal para o setor da agricultura e agronomia foram equipamentos manuais que ajudaram na produção em grande escala (COSTA et al, 2014), como pode ser observado na figura 1.

Figure 1 Arado Manual puxado por bois.



Fonte: <http://jrambiente08.blogspot.com/2008/11/agricultura-tradicional.html>

O termo agricultura deixou de ser sinônimo de produção de alimentos durante o século XX para ser chamado de agronegócio, priorizando assim a operação comercial e visando o aumento dos lucros. Essas mudanças de valores

desencadearam um desequilíbrio social causando guerras, pobreza e fome (DAL SOGLIO; KUBO, 2009).

A desigualdade social agrava a escassez de alimentos. Para acabar com esse desequilíbrio, autoridades mundiais têm investido em pesquisa e tecnologia para melhorar sementes, fertilizantes, agrotóxicos e máquinas. No entanto, este plano de ação resultou em perda de variabilidade genética em algumas espécies, problemas ambientais e impactos na saúde das populações (DAL SOGLIO; KUBO, 2009). As questões ambientais e a saúde da população são discutidas posteriormente, todavia, não é o que está acontecendo de fato. Ou seja, a economia e a praticidade são as prioridades no mercado de agrotóxico.

Na tentativa de controle as ervas daninhas o uso de herbicidas é uma prática de alto nível, cuja importância é obter altos rendimentos na produção. No entanto, seu sucesso está intimamente relacionado à aplicação correta da tecnologia. É necessário que ocorra uma boa deposição no alvo para minimizar as perdas por escoamento e pela deriva (CUNHA *et al*, 2008). Este escoamento indevido, gera, mais ainda, impactos de elevadas proporções. Além dos perigos para os seres humanos, nas áreas ocupacional, alimentar e saúde pública, sabe-se que a introdução de agrotóxicos no meio ambiente causa efeitos adversos, como mudanças no funcionamento do ecossistema afetado.

2.1.1 Definição e Classificação dos Agrotóxicos

De acordo com a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO), programa das Nações Unidas (ONU) responsável pelo setor de agricultura e alimentação, os agrotóxicos tem a seguinte definição:

Qualquer substância, ou mistura de substâncias, usadas para prevenir, destruir ou controlar qualquer praga – incluindo vetores de doenças humanas e animais, espécies indesejadas de plantas ou animais, causadoras de danos durante (ou interferindo na) a produção, processamento, estocagem, transporte ou distribuição de alimentos, produtos agrícolas, madeira e derivados, ou que deva ser administrada para o controle de insetos, aracnídeos e outras pestes que acometem os corpos de animais de criação. (FAO, 2003)




Os agrotóxicos incluem uma variedade de produtos químicos, além de algumas fontes biológicas, que podem ser classificadas com base nos tipos de

pragas que controlam, nas estruturas químicas das substâncias ativas, nos efeitos que causam à saúde humana e ao meio ambiente (AGROFIT,1998 PERES; MOREIRA, 2007.p 24 apud FIGUEROA, 2018).

Os produtos agroquímicos têm como principal função o controle de pragas e doenças que afetam as plantas cultivadas. Com base nisto, há necessidade de prevenir ou controlar possíveis efeitos nocivos à saúde humana e ao meio ambiente.

Os agrotóxicos são classificados em quatro grupos de toxicidade (Tabela 1), indicados pela cor no rótulo e informações na bula, o potencial de degradação ambiental, incluindo bioacumulação, persistência no solo, toxicidade para diferentes organismos e potencial mutagênico, teratogênico e carcinogênico.

Tabela 1 Classificação dos Agrotóxicos de acordo com os efeitos a saúde humana ou classificação toxicológica.

| Classe toxicológica | Toxicidade | Pictograma | DL₅₀ | Cor da Faixa |
|----------------------------|---------------------|---|------------------------|---------------------|
| I | Extremamente tóxico |  | ≤ 5 mg/kg | Vermelha |
| II | Altamente tóxico |  | Entre 5 e 50 mg/kg | Amarela |
| III | Medianamente tóxico |  | Entre 50 e 500 mg/kg | Azul |
| IV | Pouco tóxico | --- | Entre 500 e 5000 mg/kg | Verde |
| --- | Muito pouco tóxico | --- | Acima de 5000 mg/kg | --- |

Fonte: Proprio autor com dados da EMBRAPA (2018) e ANVISA (2019).

Além da toxicidade, os agrotóxicos são classificados pelo grupo químico e pela classe de utilização. Quanto ao controle, os agrotóxicos podem ser classificados como na Tabela 2:

Tabela 2 Classificação dos agrotóxicos segundo a sua utilização.

| Classificação | Utilidade |
|----------------------|--------------------------------|
| Herbicidas | Controle de plantas invasoras. |
| Inseticidas | Controle de insetos. |
| Fungicidas | Controle de fungos. |
| Bactericidas | Controle de bactérias. |
| Nematicidas | Controle de vermes. |
| Larvicidas | Controle de larvas. |
| Formicidas | Controle de formigas. |
| Acaricidas | Controle de ácaros. |

Fonte: Próprio autor, com dados fornecidos pela ANVISA 2022.

Os inseticidas, herbicidas e fungicidas são os mais utilizados em âmbito agrícola, onde “[...] os inseticidas são os principais agentes de intoxicação [...]”. (ANDRADE, 1995 apud CIZENANDO, 2012. p. 25, apud FIGUEROA, 2018.)

De acordo com o grupo químico, os inseticidas podem ser divididos em mais de duas dúzias de grupos químicos, a saber: organofosforados, carbamatos (ambos com ação de inibidores de enzimas colinesterases); benzoílas, ureia, diacilhidrazina, piretróides, neonicotinóides e diamidas. Os herbicidas possuem grupos químicos principais: bipyridina, clorofenol, glifosato, dinitrofenol/pentaclorofenol, ácido fenoxiacético e paraquat. Os fungicidas incluem ditiocarbamatos ou fentanamida (PEREZ; MOREIRA. 2007 apud CIZENANDO, 2012).

Nos Estados Unidos, a Lei Federal de Inseticidas do ano de 1910, teve aprovação apenas com o propósito que os produtos fossem corretamente rotulados, e não adulterados. No Canadá também foram criadas leis, todavia, a segurança do usuário no que se diz respeito ao consumo e meio ambiente, foram ignoradas. Somente muito tempo depois, as leis foram revisadas e reformuladas, regulamentando assim os resíduos de agrotóxicos nos alimentos humanos. Com o passar dos anos foram criadas Agência e órgãos especiais para fiscalização e regulamentação do uso de agrotóxicos como a EPA (*Environmental Protection Agency*) a PMRA (*Pest Management Regulatory Agency*).

A União Europeia, em 2011, implantou regulamentações mais restritivas para agrotóxicos, levando o banimento de vários ingredientes ativos (PALAEZ, et

al, 2015. Apud LOMBARDI, 2017). Segundo Lombardi (2017), o Brasil é um dos países que se caracteriza como menos restritivos com relação ao uso de agrotóxicos, e ainda acrescentou que o Brasil tem 504 ingredientes ativos autorizados para uso, destes, mais de centena são proibidos na União Europeia.

2.1.2 Mercado de Agrotóxicos no Mundo

De acordo com Moura (2016), as indústrias que fabricam os defensivos agrícolas passaram a constituir um bloco extraordinariamente forte em termos comerciais, com movimentação financeira na ordem de bilhões de dólares por ano. A Tabela 3 mostra as dez maiores empresas e seu faturamento anual (dados de 2016).

Tabela 3 Mercado Mundial de Agrotóxicos, as 10 maiores empresas.

| RANKING | EMPRESA | VENDAS DE AGROTÓXICOS 2020 (US\$ MILHÕES) | % MOVIMENTAÇÃO ENTRE 2019 E 2020 |
|---------|---------------------------|---|----------------------------------|
| 1 | <i>Syngenta</i> | 11,208 | +6 |
| 2 | <i>Bayer Crop Science</i> | 9,986 | -3.7 |
| 3 | BASF | 7,036 | -1.2 |
| 4 | <i>Corteva</i> | 6,451 | +3.1 |
| 5 | UPL | 4,662 | +4.5 |
| 6 | FMC | 4,642 | +0.7 |
| 7 | <i>ADAMA</i> | 3,738 | +3.5 |
| 8 | <i>Sumitomo Chemical</i> | 3,235 | +25.6 |
| 9 | <i>Nufarm</i> | 1,720 | -31.7 |
| 10 | <i>Jiangsu Yangnong</i> | 1,413 | +13 |

Fonte: Criada pelo próprio autor com dados do Agrolink (2021).

Em nível mundial o mercado de agrotóxicos encontra-se cada vez mais concentrado e controlado por empresas alemãs, suíças e estadunidenses. Ao mesmo tempo que os lucros aumentam, a legislação na União Europeia restringe o uso dos agrotóxicos, aumentando a fiscalização e uniformização da venda e uso dos agrotóxicos (BOMBARDI, 2017).

2.1.3 O Uso de Agrotóxicos no Brasil

A Lei nº 7.802/89, estabelece todas as regras para o uso de agroquímicos. Além do diagnóstico, dita identificar o comprador, o agrônomo responsável, o local e o produto que será utilizado. A lei também exige a fiscalização de profissionais responsáveis, que podem ser agrônomos, engenheiros florestais ou técnicos médicos da área de agronomia (ECODEBATE, 2020). De acordo com a Lei Federal 9.974/00, todos na cadeia de produção e uso, são responsáveis pelo descarte das embalagens de agrotóxicos, ou seja, a empresa fabricante, as lojas de venda e revenda, o posto de recebimento e o produtor (ECODEBATE, 2020).

O Decreto nº 4.074/2002, do Comitê Técnico Brasileiro, dita recomendações sobre agrotóxicos, detalham rotina e procedimentos para a realização de avaliações de risco de agrotóxicos. O documento estabelece as competências dos órgãos federais e estaduais, processando o registro de novos produtos e reavaliação. A avaliação de risco ambiental aparece como porta para análise do impacto ambiental. Hoje em dia, apesar do referido decreto ter sido alterado, diminuindo sua rigorosidade, o novo ordenamento de Nº 10.833, de 7 de outubro de 2021, ainda tem sua contribuição com dados nos impactos ambientais e a saúde, em bases de registros, todavia, retirando a autonomia do Ministério da Saúde, e deixando a responsabilidade fiscal quanto ao risco à saúde humana para o próprio Ministério da Agricultura.

No Brasil, o registro de agrotóxicos passa pela avaliação de três órgãos do governo federal: o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), é responsável pela gestão das políticas públicas de estímulo à agropecuária, pelo fomento do agronegócio e pela regulação e normatização de serviços vinculados ao setor; O Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), que executa ações das políticas nacionais de meio ambiente, referentes às atribuições federais relativas ao licenciamento ambiental, ao controle da qualidade ambiental, à autorização de uso dos recursos naturais e à fiscalização, ao monitoramento e controle ambiental, observadas as diretrizes emanadas do Ministério do Meio Ambiente (IBAMA, 2018); e a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), que tem por finalidade institucional promover a proteção da saúde da população, por intermédio do controle sanitário da produção

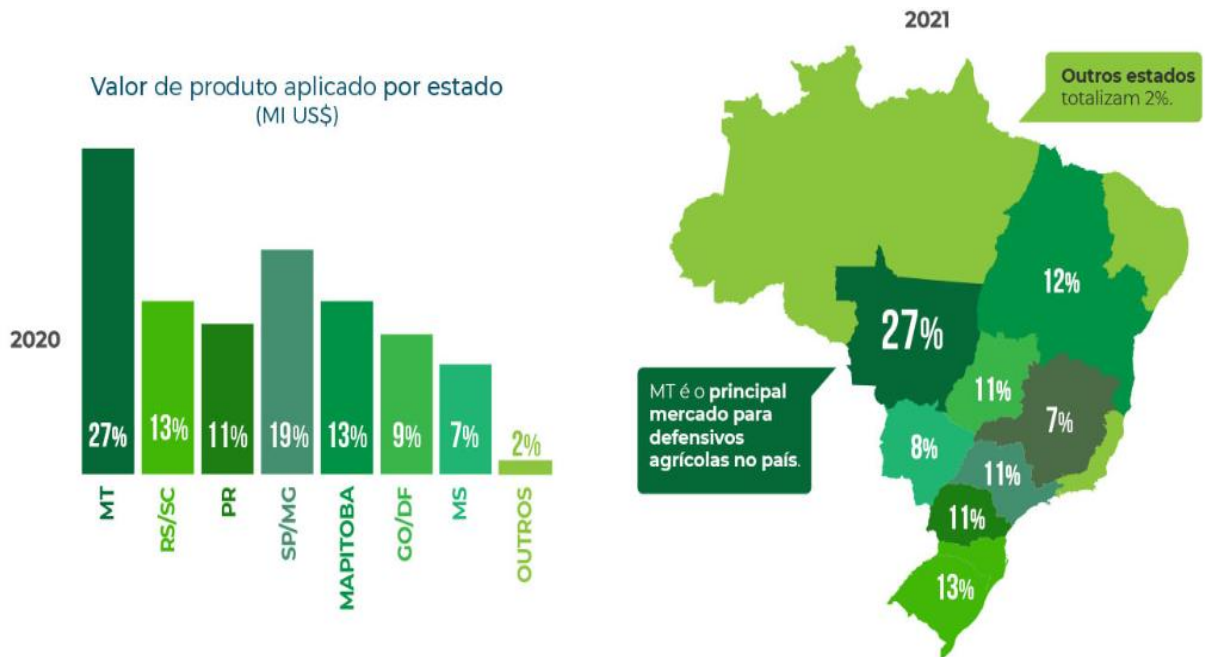
e do consumo de produtos e serviços submetidos à Vigilância Sanitária, inclusive dos ambientes, dos processos, dos insumos e das tecnologias a eles relacionados, bem como do controle de portos, aeroportos, fronteiras e recintos alfandegados.

Os agrotóxicos foram introduzidos por meio de um programa de saúde pública para combater disseminadores de doenças e controlar pragas como nematoides. Após o golpe militar de 1964, o uso de agrotóxicos na agricultura ampliou-se com o apoio do governo federal (BRASIL, 1997).

De acordo com a Associação Brasileira de Saúde Coletiva (2015), a alteração do termo agrotóxico na legislação brasileira foi uma grande conquista, ocorrida após debates sobre a legislação de agrotóxicos no Rio Grande do Sul, oficializando-se o termo “agrotóxicos”, mais adiante incorporado à legislação federal (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE SAÚDE COLETIVA, 2015a, p. 28). apud SILVA, 2017).

De acordo com Lombardi (2016), entre os ingredientes ativos mais vendidos e consumidos no Brasil, o Glifosato lidera o ranking e sua principal venda é feita para os estados do Mato Grosso. Logo em seguida, encontra-se o estado do Paraná e o Rio Grande do Sul. Na sequência dos agrotóxicos vem o 2,4 D e Atrazina. Com base no Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para Defesa Vegetal, em 2020, o Mato Grosso (MT) foi o principal produtor, vendedor e usuário de agrotóxicos no Brasil. Em segundo lugar veio o estado de São Paulo, com 19%, e o Rio Grande do Sul e Santa Catarina com 13%, como mostra na Figura 2:

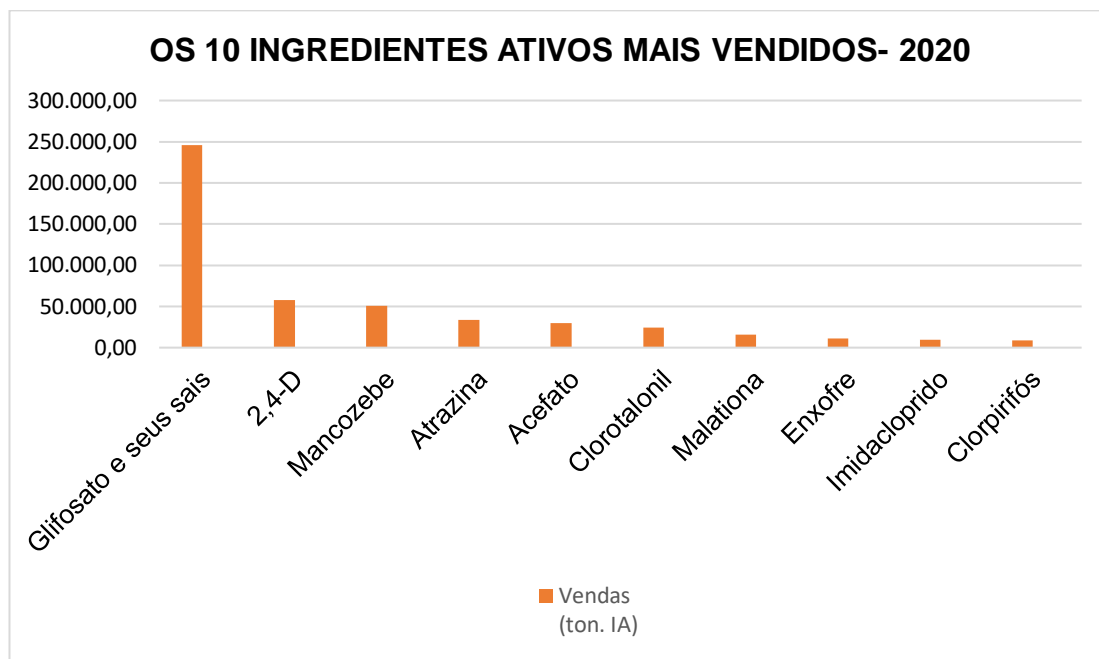
Figure 2 Valores de agrotóxicos aplicados por estados brasileiros.



Fonte: Sindiveg/ Spark Consultoria, 2022.

Informações sobre a quantidade de agrotóxicos usados em todo o mundo, e suas tendências em relação aos efeitos nocivos, ao longo do tempo, podem auxiliar na regulamentação dos produtos, na orientação de uso e até mesmo na fiscalização e nas decisões sobre os investimentos nas substâncias usadas. Além disso, ajudaria nas pesquisas, buscando meios menos impactantes para o meio ambiente (IBAMA, 2022).

Tabela 4 Ingredientes Ativos de Agrotóxicos mais vendidos no Brasil- 2020



Fonte: Tabela construída pelo próprio autor, com base no IBAMA / Consolidação de dados fornecidos pelas empresas registradoras de produtos técnicos, agrotóxicos e afins, conforme art. 41 do Decreto nº 4.074/2002. Dados atualizados: 14/06/2021.

2.3 AGROTOXICOS E SEUS IMPACTOS SOBRE A SAÚDE HUMANA

Com base as estatísticas do Sistema Nacional de Informação em Toxicologia e Farmacologia (SINITOX), a incidência de intoxicações exógenas por agrotóxicos no país em 2013 foi de 6,23 casos/100.000. Entre 2007 e 2014, um aumento de 87%. Foram notificados 13 casos, totalizando 68.873 casos no período (BRASIL,2014). Depois disso, o site passou por atualizações, e não obteve precisão como antes. Assim que o usuário acessa, há notificação sobre a falta de *upgrade* nos dados.

O contato com agrotóxicos, ocorre quando há exposição direta a substâncias tóxicas nos olhos, boca, nariz e pele. Geralmente, os acidentes de contato direto são em trabalhadores manuseando ou aplicando agrotóxicos sem o uso adequado de equipamentos de proteção individual - EPIs. Já a exposição indireta é quando a pessoa entra em contato com objetos, plantas e ambiente contaminado. A norma regulamentadora que padroniza esses tipos de contato é a NR 31, portaria GM n.º 86, de março de 2005 (FIGEROA, 2018).

Segundo Solomon (2010), dentro da classe dos inseticidas, existe um grupo bem popular, que são os Piretróides. Tais inseticidas podem ser de origem natural ou sintética. Uma das principais desvantagens dos piretróides naturais são sua baixa atuação no combate as pragas. Os piretróides sintéticos atuam diretamente no axônio do nervo, resultando em uma hipersensibilidade no nervo responsável pelas convulsões nos insetos. O efeito rápido, todavia, os insetos podem se adaptar e se tornarem resistentes aos piretróides.

Os compostos organofosforados (OP) incluem inseticidas e fungicidas que, em sua maioria, são utilizados devido sua potente atividade biológica, juntamente com a instabilidade na biosfera, que leva à sua curta meia-vida nas plantas. Eles também são comumente usados devido ao seu baixo custo, facilidade de síntese e baixa toxicidade para muitos organismos (ECYCLE,2022).

Os herbicidas são agrotóxicos com finalidade de combate a ervas daninhas, os mais comuns são o glifosato e o paraquat. A contaminação por paraquat pode ocorrer por inalação e ingestão, e se consumido de forma pura, apenas 10 mL da substância pode levar a morte do indivíduo, é altamente toxico e ataca todos os tecidos do organismo humano (MOREIRA, *et al*, 2017). O glifosato tem toxicidade relativamente baixa em humanos e pode causar vômitos, náuseas e outros tipos de distúrbios gastrointestinais. Finalmente, existem as substâncias clorofenólicas, que são consideradas menos tóxicas para os seres humanos se feitas e manuseadas adequadamente, e se tornam produtos cancerígenos (MOREIRA, *et al*, 2017). Os efeitos dos agrotóxicos sobre a saúde humana dependem das substâncias, dos órgãos atingidos e da forma de ação sobre os organismos, de acordo com a Tabela 5.

Tabela 5 Efeito da exposição ao Agrotóxico.

| Classificação Contra Praga Controlada | Classificação Contra o Grupo Químico | Sintomas de Intoxicação Aguda | Sintomas de Intoxicação Aguda |
|--|---|---------------------------------------|--------------------------------------|
| Inseticida | Organosfosforados e Carbamatos | -Fraqueza | - Efeitos Nefrotóxicos retardados |
| | | -Cólicas Abdominais | -Alteração cromossomiais |
| | Organoclorados (Proibidos no Brasil) | - Vômitos | - Dermatite de contato |
| | | -Espasmos | -Lesões Hepáticas |
| Piretróides Sintéticos | - | -Musculastes | -Arritmia cardíacas |
| | | -Convulsões | -Lesões renais |
| | | - Náuseas | -Neuropatias periféricas |
| Fungicidas | Ditiocarbamatos | - Vômitos | - Alergias |
| | | - Contrações musculares involuntárias | - Asmas brônquica |
| | Fentalaminas | - Irritações das conjuntivas | - Irritações nas Mucosas |
| | | - Dor de cabeça | - Hipersensibilidade |
| Herbicidas | Dinitrofenóis e Pentaclorofenol | - Tremores musculares | - Alergias Respiratórias |
| | | - Tonteiras | - Dermatites |
| | Fenoxiacético | - Vômitos | -Doença de Parkinson |
| | | - Fasciculação Muscular | - Canceres |
| Dipitiditos | - | - Sangramento nasal | -Teratogêneses |
| | | - Fraqueza | - Lesões hepáticas |
| | | -Desmaios | - Dermatites de contato |
| Herbicidas | Dinitrofenóis e Pentaclorofenol | - Convulsões | -Fibrose pulmonar |
| | | - Perda de apetite | |
| | Fenoxiacético | - Enjoo | |
| | | - Vômitos | |

Fonte: WHO, 1990; OPS/WHO, 1996 – apud Peres, 2007.

Com base em estimativa, dois terços da população do país está exposta diariamente aos efeitos nocivos dos agrotóxicos. No entanto, nenhum grupo é tão vulnerável quanto o dos trabalhadores rurais (SIQUEIRA, 2006). Isso pode ser constatado na Tabela 6.

Tabela 6 Descrição das vítimas dos óbitos decorrentes de intoxicações ocupacionais por agrotóxicos registrados no país pelo SIM de 2008 a 2012.

| Nº | Idade | Sexo | Estado Civil | Raça/Cor | Escolaridade | Ocupação |
|----|-------|------|--------------|----------|--------------|-------------------------------------|
| 1 | 69 | M | Solteiro | - | - | Trabalhador Agropecuário |
| 2 | 49 | M | Solteiro | Branca | - | - |
| 3 | 55 | F | Solteiro | Branca | 1-3 ano | Camareira de Teatro |
| 4 | 45 | M | Separado | Branca | - | Trabalhador Volante de Agricultura |
| 5 | 58 | M | Solteiro | Branca | - | Produtor Agrícola Polivalente |
| 6 | 55 | M | Solteiro | Parda | - | Trabalhador Agropecuário |
| 7 | 56 | M | Casado | Branca | 4-7 anos | Trabalhador Agropecuário |
| 8 | 56 | M | Casado | Branca | - | Caseiro (Agricultura) |
| 9 | 64 | M | Separado | Parda | - | Caseiro (Agricultura) |
| 10 | 45 | M | Casado | Parda | 8-11 anos | Representante Comercial em Geral |
| 11 | 38 | M | Casado | Branca | - | Trabalhador Volante de Agricultura |
| 12 | 36 | M | Casado | Branca | 1-3 anos | Operador de Maquinas Fixas em geral |
| 13 | 40 | M | Casado | Branca | 1-3 anos | ----- |
| 14 | 49 | M | Solteiro | Parda | 1-3 anos | Trabalhador Agropecuário |
| 15 | 51 | M | Solteiro | Branca | 1-3 anos | Produtor Agrícola Polivalente |
| 16 | 48 | M | Solteiro | Parda | - | Trabalhador Agropecuário |

Tabela 6 Continuação.

| | | | | | | |
|----|----|---|---------------------|--------|----------|--|
| 17 | 62 | M | Casado | Branca | 4-7 anos | Trabalhador Volante da agricultura |
| 18 | 50 | M | Casado | Branca | 1-3 anos | Operador de Maquinas em geral |
| 19 | 21 | M | Solteiro | Branca | 4-7 anos | Produtor Agrícola Polivalente |
| 20 | 44 | M | União Consensual | Preta | 1-3 anos | Trabalhador Agropecuário |

Fonte: DATASUS/SIM, 2012.

De acordo com o DATASUS, um dos principais problemas no número de óbitos é a falta ou uso inadequado de EPIs nas lavouras. Vale ressaltar que, os dados sobre intoxicações por agrotóxicos no Brasil não são completos e não mostram com precisão a realidade do país. São insuficientes e espalhados em várias fontes de dados, com elevado número de subnotificações. Pode-se citar alguns sistemas de levantamento de dados: o Sistema Nacional de Informação Tóxico-Farmacológica (SINITOX); o Sistema de Internação Hospitalar (SIH); o Sistema Nacional de Informação de Agravos Notificáveis (SINAN); Comunicação de Acidente do Trabalho (CAT); o Sistema de Mortalidade (SIM), dentre outros (KURCGANT, P. *et al*, 2022).

2.4 ARAquá: SOFTWARE PARA AVALIAÇÃO DE RISCO AMBIENTAL DE AGROTÓXICOS

Alguns modelos computacionais utilizados para estimar as concentrações ambientais de exposição (CAE) nos organismos aquáticos foram desenvolvidos nos Estados Unidos (GENEEC (*GENeric Estimated Environmental Concentration*) e PRZM (*Pesticide Root Zone Model*)), na Europa (PEARL (*Pesticide Emission Assessment at Regional and Local Scales*), PELMO (*Pesticide Leaching Model*)) e etc. No Brasil, o sistema informatizado ARAquá (Avaliação de Risco de Agrotóxicos Ambientais) considera possível a contaminação de corpos d'água superficiais e subterrâneos. Ele funciona por meio da comparação das

concentrações estimadas nos cenários de uso agrícola do país com parâmetros de qualidade da água (REBELOA, 2013).

O *software* ARAquá (Figura 3) auxilia na avaliação de riscos ambientais, levando em conta os agrotóxicos que podem contaminar os corpos d'água superficiais e subterrâneos, ao comparar suas concentrações estimadas em cenários de uso agrícola com os parâmetros de qualidade da água. O *software* usa dados de locais de referência, solo e agrotóxicos e permite cálculos de risco.

O programa foi desenvolvido usando um ambiente de desenvolvimento integrado DELPHI 7. A linguagem de programação é PASCAL (SPADOTTO *et al*, 2010).

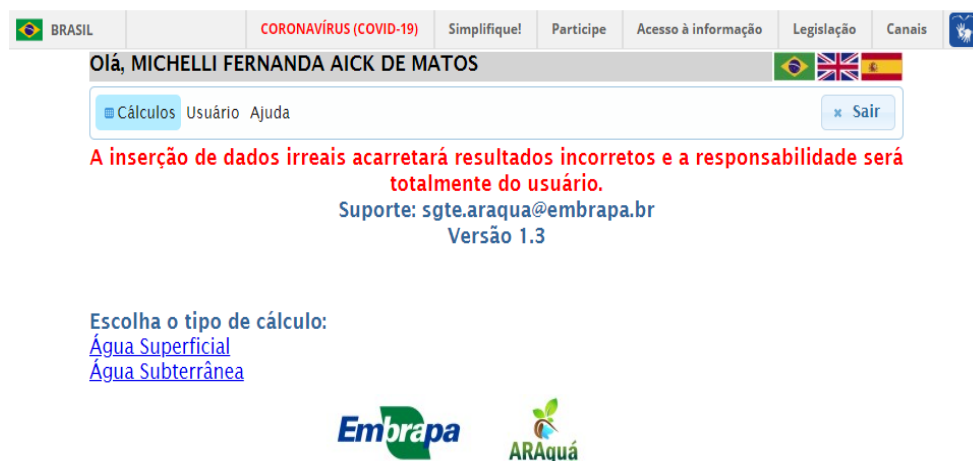
Figure 3 Tela inicial do Aplicativo ARAquá.



Fonte: SPADOTTO *et al*, 2010.

O *Software* está liberado para aplicativo que possibilita *download* (Figura 4). Está também acessível para versão online (Web). Para executar o aplicativo, precisa de um sistema operacional da plataforma Windows e computador com configuração básica de hardware (SPADOTTO *et al*, 2010).

Figure 4 Tela inicial do usuário na versão Web do aplicativo ARAquá



Fonte: Próprio autor.

O ARAquá é utilizado apenas nas etapas iniciais de uma avaliação de risco ambiental. Alguns profissionais de setores públicos e privados se interessaram no desenvolvimento do *software*, assim que apresentado ao público, diversas foram as sugestões para sua melhoria e adaptação nos dados toxicológicos em regiões brasileiras (SPADOTTO *et al*, 2010).

2.5 DEFENSIVOS AGRÍCOLAS NATURAIS QUE SUBSTITUEM OS AGROTÓXICOS

Alternativas naturais ao uso de agrotóxicos são baseadas no controle biológico de pragas. A tecnologia é projetada para combater as pestes que habitam ambientes rurais ou urbanos, podendo espalhar doenças, devorar plantações e outros danos. A ideia principal dessa abordagem é usar inimigos naturais benéficos, ou seja, predadores, parasitas e vespas parasitas, para coibir a reprodução de pragas.

Podem ser pássaros, insetos, fungos, bactérias ou outros microrganismos. (BH RECICLA, 2021). São normalmente conhecidos como agentes microbiológicos de controle (AMCs), e têm se mostrado seguros em relação a seus possíveis efeitos sobre o homem e outros organismos não-visados do ambiental (HALFELD, *et al*, 2016).

Os benefícios do uso de agrotóxicos naturais na agricultura são muitos, segundo Duke et al. (2002), todavia, vale citar alguns deles: 1) São produtos que possuem meia-vida curta, pois as estruturas químicas existem na natureza, sendo assim, facilmente degradadas. 2) O risco de desenvolver novos mecanismos de resistência devido ao uso contínuo é significativamente reduzido se os produtos forem aplicados na forma de extratos com mais de um princípio ativo e etc.

Algumas plantas possuem sua ação inseticida, como mostra a tabela abaixo:

Tabela 7 Exemplo de alguns defensores agrícolas naturais.

| Plantas | Descrição | Fonte |
|--|---|---|
| Neem (<i>Azadirachta indica</i> A. Juss; família Meliaceae) | Sementes da árvore <i>A. indica</i> , que pertence à família Meliaceae, são a fonte de dois tipos de inseticidas botânicos derivados do neem: o óleo essencial de neem e o extrato de polaridade mediana. | COPPING; DUKE, 2006; ISMAN, 2006; NAUMANN; ISMAN, 1996. Apud HALFELD, <i>et al</i> , 2016 |
| Piretro [(<i>Tanacetum cinerariifolium</i>) (Trevir.) Sch. Bip., sinônimo de <i>Chrysanthemum cinerariifolium</i> (Trevir.) Vis.); família Asteraceae] | São as mais abundantes e responsáveis pela maior parte da atividade inseticida. Refere-se à oleorresina extraída das flores secas de <i>T. cinerariifolium</i> e é a fonte das piretrinas. As flores são moídas, extraídas com hexano, que é removido, e o líquido alaranjado resultante contém os princípios ativos. | COPPING; DUKE, 2007. Apud HALFELD, <i>et al</i> , 2016 |
| Óleo essencial de cravo (<i>Eugenia caryophyllata</i> sin <i>Syzygium aromaticum</i> (L.) Merr. & L. M. Perry; família Myrtaceae) | Eugenol é um inseticida de contato de ação rápida, eficaz numa ampla variedade de pragas domésticas. É também usado para o controle de pragas em plantas ornamentais como a lagarta, trips, pulgões e ácaros. | NESCI <i>et al.</i> , 2011. Apud HALFELD, <i>et al</i> , 2016. |

Tabela 7 Continuação.

| | | | |
|--|---------|--|---|
| Óleo essencial de alecrim (<i>Rosmarinus officinalis</i> L.; família Lamiaceae) | | O óleo essencial de alecrim é recomendado para o controle de pulgões, besouros, mosca-branca, ácaros, trips e larvas de lagartas; entre outros | HALFELD, et al, 2016. |
| Leguminosa Senna Obtusifolia | Daninha | Esse aldeído inibe a síntese de quitina na parede das células dos fungos, agindo assim como fungicida. | Bang <i>et al.</i> (2000). Apud HALFELD, et al, 2016. |
| Extrato da planta <i>Macleaya cordata</i> (Willd.) R. Br | | É comercializado como fungicida, o preparado contém vários alcaloides que atuam como indutores da resistência adquirida. | NEWMAN et al. (1999). Apud HALFELD, et al, 2016. |

Fonte: Próprio autor.

3 OBJETIVOS

3.1 GERAL

Avaliar o teor de contaminação ambiental no município de São Jose de Ribamar- MA de acordo com o *Software* ARAquí da EMBRAPA para determinar os parâmetros dos agrotóxicos locais.

3.2 ESPECIFICOS

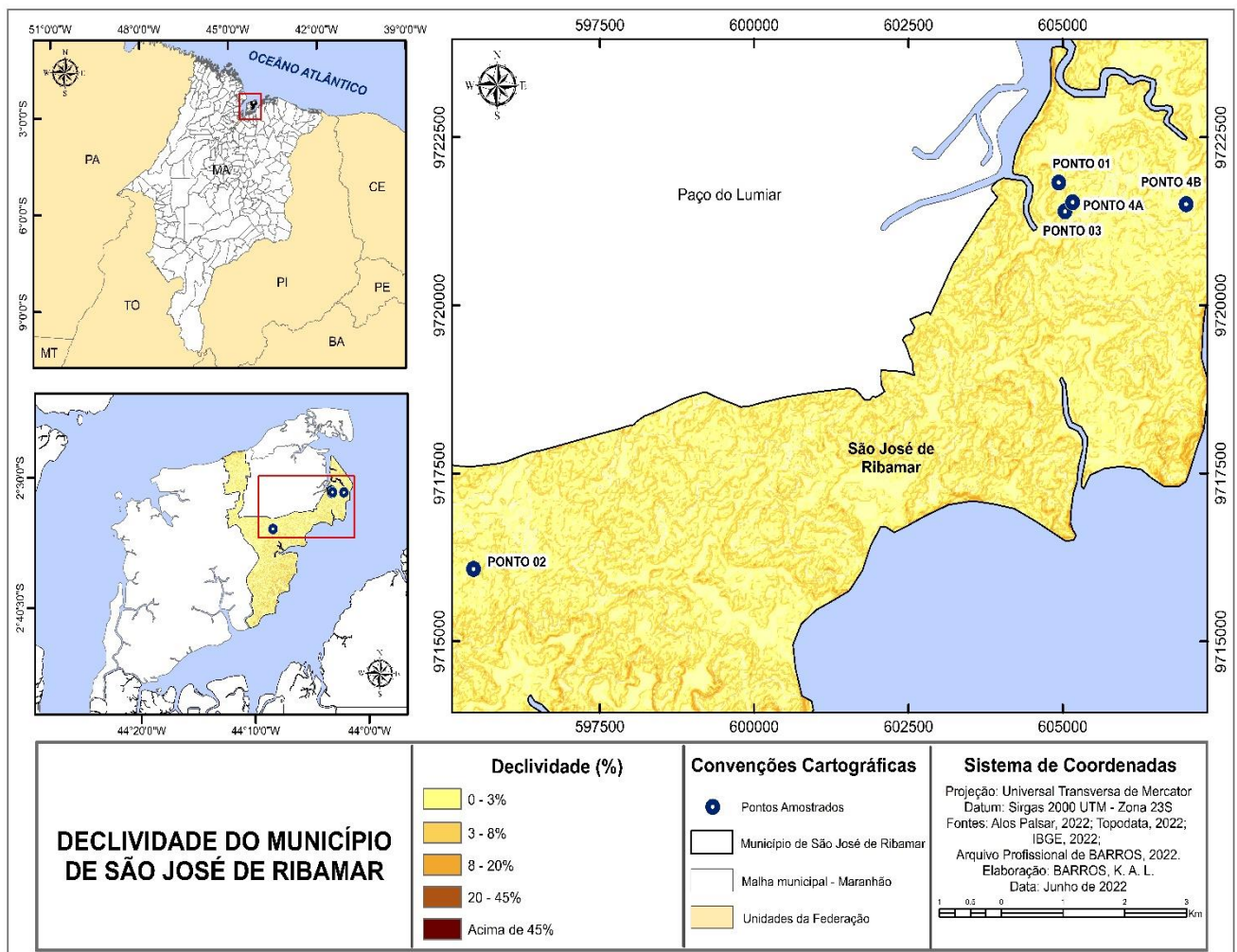
- Mapear os agrotóxicos mais utilizados nas lavouras de agricultura familiar do Município de São José de Ribamar;
- Coletar dados e levantar comparações aos resultados de contaminação ambiental em nível nacional e internacional;
- Analisar a contaminação local e definir meios alternativos para desuso de agrotóxicos com altos índices de alteração ambiental.

4 MATERIAIS E METODOS

4.1 DESCRIÇÃO DA ÁREA ANALISADA

A pesquisa foi conduzida no município de São José de Ribamar, que se situa no extremo leste da Ilha de São Luís, de frente para a Baía de São José, localizado cerca de 32 quilômetros de distância do centro da capital maranhense, São Luís, entre as coordenadas geográficas 2°33'24.0"S 44°02'12.4"W. Possui uma população de 180.345 pessoas (IBGE, 2021). A cidade pertence a Região Metropolitana de São Luís do Maranhão e é a terceira cidade mais populosa do estado.

Figure 5 Localização do município de São José de Ribamar – MA, com os pontos da pesquisa realizada.



Fonte: Elaborado por BARROS, K. A. L., 2022.

O tipo de amostragem usada foi a bola de neve, na pesquisa quantitativa, segundo Vinuto (2014):

A execução da amostragem em bola de neve se constrói da seguinte maneira: para o pontapé inicial, lança-se mão de documentos e/ou informantes-chaves, nomeados como sementes, a fim de localizar algumas pessoas com o perfil necessário para a pesquisa, dentro da população geral. Isso acontece porque uma amostra probabilística inicial é impossível ou impraticável, e assim as sementes ajudam o pesquisador a iniciar seus contatos e a tatear o grupo a ser pesquisado. Em seguida, solicita-se que as pessoas indicadas pelas sementes indiquem novos contatos com as características desejadas, a partir de sua própria rede pessoal, e assim sucessivamente e, dessa forma, o quadro de amostragem pode crescer a cada entrevista, caso seja do interesse do pesquisador. Eventualmente o quadro de amostragem torna-se saturado, ou seja, não há novos nomes oferecidos ou os nomes encontrados não trazem informações novas ao quadro de análise. (VINUTO, 2014, p. 203).

A Federação dos Trabalhadores Rurais Agricultores e Agricultoras do Estado do Maranhão - FETAEMA, forneceu contato de um agricultor na localidade do município de São José de Ribamar. A partir de então, o mesmo agricultor disponibilizou outros contatos e foram concluídos pontos de análise, com referência nos maiores produtores da região. Considerando-se, então, análise quantitativa pelo método “Bola de Neve”.

Em relação aos objetivos, o estudo foi classificado como pesquisa exploratória destinada a proporcionar maior familiaridade com o problema a fim de torná-lo mais explícito ou estabelecer parâmetros. A grande maioria desses estudos envolve: (a) levantamentos bibliográficos; (b) entrevistas com pessoas que têm experiência prática com a questão de pesquisa; (c) análise de exemplos que inspiram a compreensão (GIL, 2007).

Os quatro pontos analisados são na zona rural do município de São José de Ribamar - todos próximos ao mar e açudes, estando localizados nos mapas das Figuras 6, 10, 14, 18 e 19. São apresentados também suas principais características:

- **Ponto 1**

Coordenadas: 2°30'58.9"S 44°03'22.0"W

Endereço: Rua Litorânea. Itaparí- São José de Ribamar-MA.

Proprietário: José Ribamar Caudas Silva

Área: 10 hectares (100.000m²)

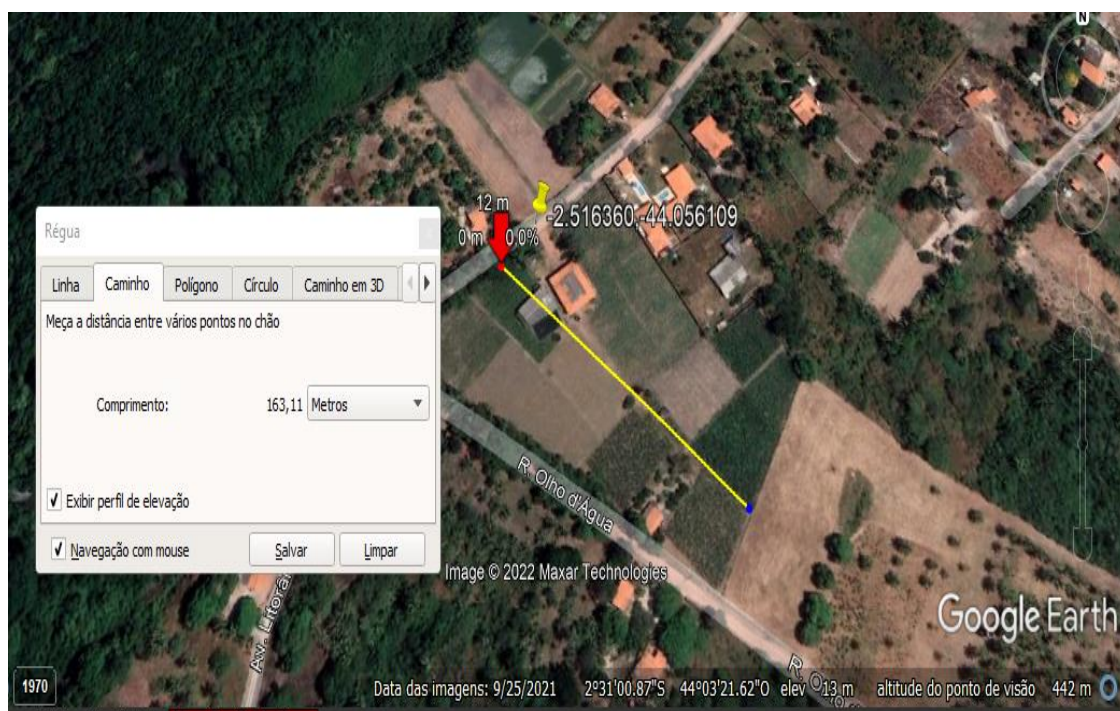
Plantio: Milho, quiabo, vinagreira e coco. (Figura 8)

Criação: Peixe Tilápia. (Figura 9)

Pragas: Pulgão Petro, Pulgão verde, Ácaro, Mosca branca.

Agrotóxicos Usados: Imidacloprido 700 g/kg, Deltametrina 25 g/L.

Figure 6 Ponto 1, plantio da localidade de Itaparí

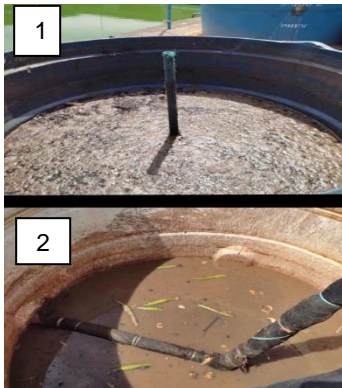


Fonte: Google Earth Pro, 2022.

O proprietário faz uso de energia solar, para irrigar sua plantação. Além disso, o principal fertilizante usado é natural e sua produção é na própria lavoura (Figura 7). Os funcionários usam EPIs quando aplicam os agrotóxicos, e não há relato de caso de intoxicação pelos agricultores locais.

O Sr. Ribamar, chefe da lavoura, é técnico agrícola e ex-presidente da Associação de Agricultores locais, ministra pequenos “cursos” e demonstra o uso de Biofertilizante para seus colaboradores.

Figure 7 Tanques de Fertilizantes naturais (Feito à base de cana de açúcar, bananeira, adubo de gado, rapadura e etc).



Fonte: Acervo pessoal, 2022.

Na lavoura do ponto 1, as principais plantações são de milho, vinagreira, coco e quiabo (Figura 8). Além disso, existe um açude de peixes tilápia (*Oreochromis aureus*), e um poço artesiano de 50 metros de profundidade. A água do açude serve de irrigação para plantação, onde, por sua vez, passa, também, por um segundo tanque, que é o de fertilizantes naturais (Figura 7 e 9).

Figure 8 Plantação de milho (3), vinagreira (1), quiabo e coco (2), referente ao ponto 1 analisado.



Fonte: Acervo pessoal, 2022.

Figure 9 Criação do peixe Tilápia ao lado da lavoura.



Fonte: Acervo pessoal, 2022.

- **Ponto 2**

Coordenadas: 2°34'06.3"S 44°08'28.8"W

Endereço: Estrada para o Pindaí

Empresa: O C R de Godoy

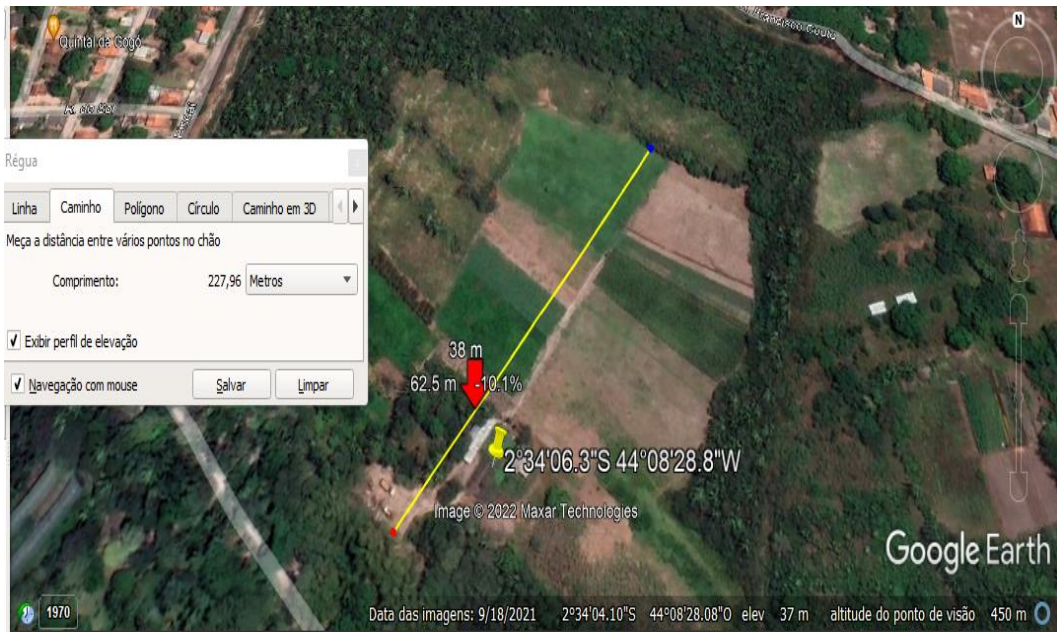
Responsável: Antônio Marcos

Area: 33 hectares (330000 m²)

Plantio: Vinagreira, Macaxeira, Quiabo, Rúcula, Milho, Alface, Couve Flor e Plantas Ornamentais.

Pragas: Formiga Saúvas, Pulgão Petro, Pulgão verde, Acaro, Mosca branca. Agrotóxicos Usados: Metomil 215 g/L, Glifosato 1,00% p/v, Fenoxaprope-P-etílico 110 g/L, Casugamicina 20 g/L.

Figure 10 Plantio 2, localizado no Pindaí.



Fonte: Google Earth, 2022.

O ponto 2 é a propriedade que mais faz uso de agrotóxicos entre as analisadas. É uma empresa com 15 trabalhadores que cultiva e distribui hortaliças e plantas ornamentais (Figura 11) para todo Estado. A localidade possui placas solares que ajudam na irrigação de toda plantação. Dos pontos analisados, é a maior em extensão territorial e tem projetos futuros para criação de peixes no local.

Figure 11 Plantação de hortaliças e Plantas ornamentais, do ponto 2.



Fonte: Acervo pessoal, 2022.

Levando-se em consideração que este é o ponto que mais faz uso de agrotóxicos, segundo o responsável, houveram vários surtos de pragas locais. Todos os agrotóxicos usados (Metomil 215 g/L, Glifosato 1,00% p/v, Fenoxaprope-P-etílico 110 g/L, de acordo com a imagem 12, são aplicados com auxílio de EPI. Além disso, o proprietário faz uso de fertilizantes como CaB2 (N (solubilidade na água) 1,00 % (13,60 g/L), Ca (solubilidade na água) 8,00 % (108,80 g/L), B (solubilidade na água) 2,00 % (27,20 g/L), Acquamax Full: (58,5 g/L N + 175,5 g/L P₂O₅ p/v). Produto a base de N e P₂O₅ e aditivos que melhoram a qualidade das pulverizações, Casugamicina 20 g/L.

Figure 12 Alguns agrotóxicos usados no ponto 2.



Fonte: Acervo pessoal, 2022.

O único fertilizante de origem natural aplicado no ponto 2, é o esterco de galinha (Figura 13), que segundo a Ecycle (2022), contém nutrientes e matéria orgânica capazes de acumular água como uma esponja, reduzindo a necessidade de irrigação constante e garante ao solo uma melhor estrutura, o que os produtos industrializados não são capazes.

Figure 13 Esterco de Galinha aplicado no ponto 2.



Fonte: Acervo pessoal, 2022.

- **Ponto 3**

Coordenadas: 2°31'10.2"S 44°03'28.6"W

Endereço: Avenida Litorânea, S/N

Proprietário: Domingos Bezerra do Vale

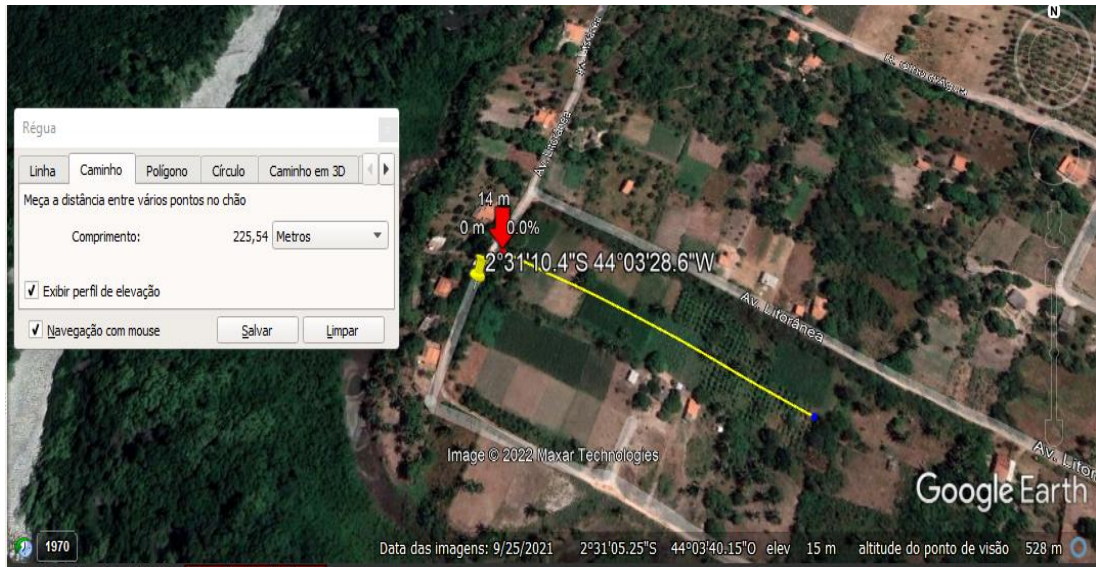
Area: 1,4 hectares

Plantio: Milho, Quiabo, Pimentinha e Juçara.

Pragas: Acaro, Pulgão Preto, lagarto e etc.

Agrotóxicos Usados: Não Usa Agrotóxicos. Só o Fertilizante Np4.

Figure 14 Localização do ponto 3.



Fonte: Google Earth, 2022.

De acordo com os parâmetros do Decreto Nº 10.833, de 7 de outubro de 2021, a plantação do ponto 3, pode ser considerada orgânica. O proprietário é o único trabalhador na sua lavoura, faz uso de proteção individual quando explora o local. O mesmo alega já ter utilizado agrotóxicos nas suas hortaliças, todavia, apresentou sintomas de intoxicação frequentemente, logo suspendeu o uso. Além disso, possui um açude de peixes próximo a sua propriedade, que fica a poucos quilômetros do manguezal, como mostra na figura 14. Além disso, seu poço de 26 metros abastece a plantação e a residência do agricultor (Figura 17).

Figure 15 Plantação de pimentinha (1) e milho (2) do ponto 3, hortaliças orgânicas.



Fonte: Acervo pessoal, 2022.

Figure 16 Plantação Orgânica do ponto 3, de quiabo (1) e Juçara (2).



Fonte: Acervo pessoal, 2022.

Figure 17 Poço artesiano (1) e sistema de irrigação da lavoura (2).



Fonte: Acervo pessoal, 2022.

- **Ponto 4**

Coordenadas: A- 2°31'08.4"S 44°03'14.7"W

B- 2°31'09.3"S 44°02'15.2"W

Endereço: A- Rua Olho d' Água- Itaparí

B- Rua da Chácara Barros Moreira S/N

Proprietário: Dalcione da Conceição

Area: A- 120 m²

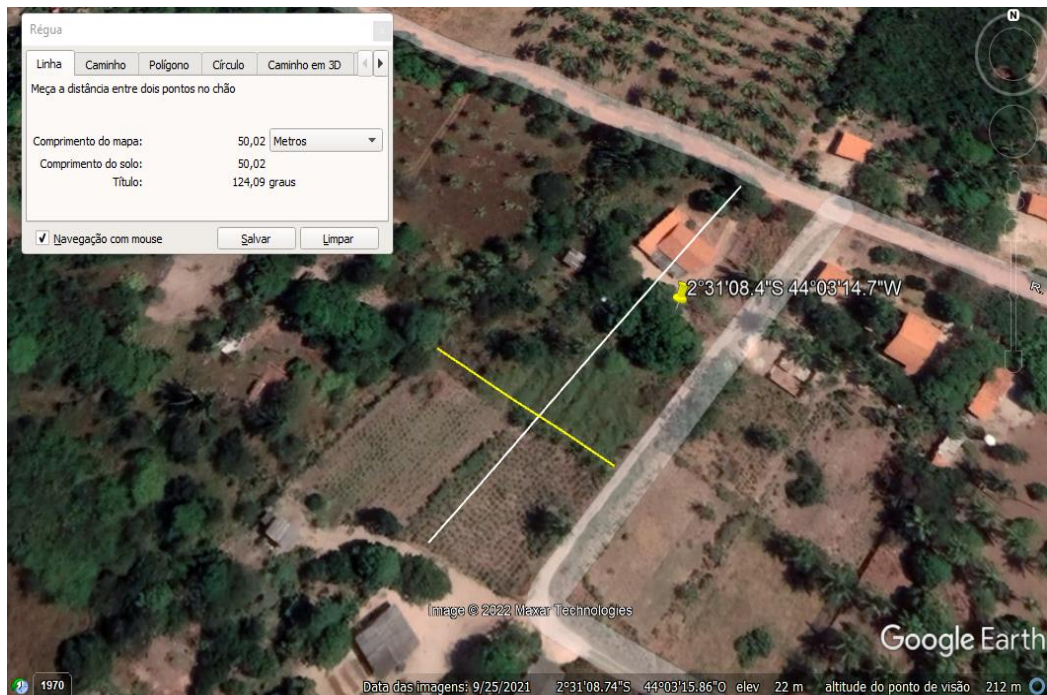
B- 1,5 hectares

Plantio: Milho, Maxixe e Quiabo e Macaxeira.

Pragas: Pulgão Verde, Lagarto, Acaro.

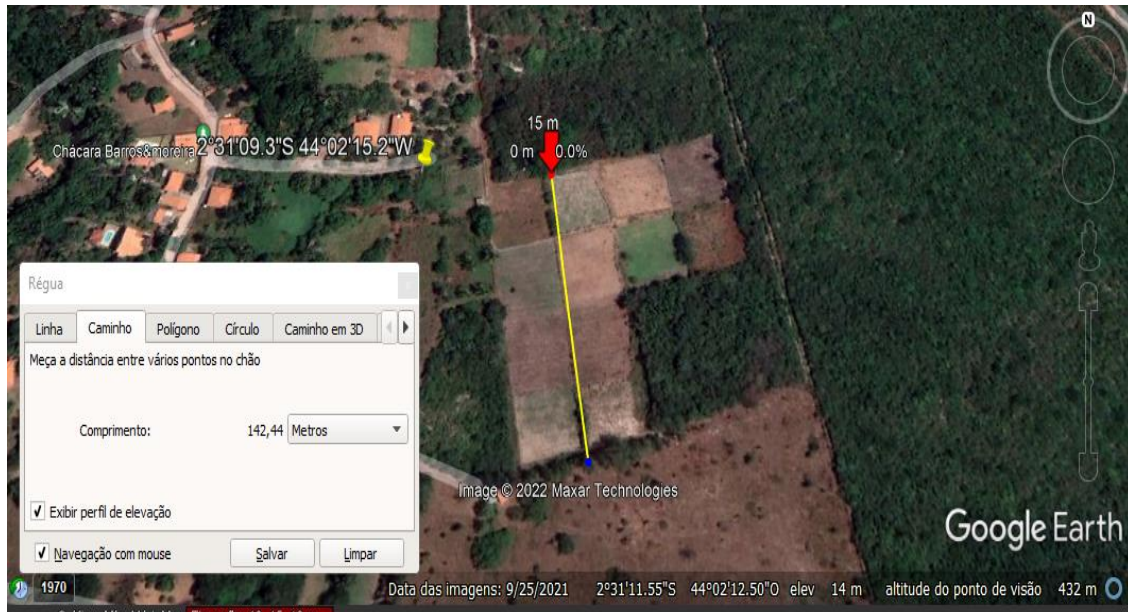
Agrotóxicos Usados: Cipermetrina 250 g/L, Glifosato 1,00% p/v,
Deltametrina
25 g/L.

Figure 18 Ponto 4A localização.



Fonte: Google Earth, 2022.

Figure 19 localização do ponto 4B.



Fonte: Google Earth Pro, 2022.

O ponto 4, é composto por duas localidades (figura 18 e 19). Possui 4 proprietários, todos membros da família, e um trabalhador. Na lavoura, há uso frequente de 3 agrotóxicos o Cipermetrina 250 g/L, Glifosato 1,00% p/v e a Deltametrina 25 g/L. Ao serem aplicados, existe o uso de todos os EPIs para evitar a contaminação direta e indireta. Não há uso de energia solar no local e seu principal ponto de fornecimento é a Feira do João Paulo- São Luís e a Prefeitura de São José de Ribamar.

Figure 20 Plantação de Maxixe (1) e Macaxeira (2).



Fonte: Acervo pessoal, 2022.

4.2 AVALIAÇÃO DO COEFICIENTE DE RISCO

A avaliação do coeficiente de risco foi feita com base ao *Software* ARAquá. Que utiliza a equação na estimativa da concentração do agrotóxico na água superficial, e a comparação com padrões de potabilidade e parâmetros para organismos aquáticos (SPADOTTO, 2010).

Com base nos dados de entrada sobre a quantidade (qualidade) do solo erodido e do escoamento, são calculadas a quantidade de resíduos de agrotóxicos na superfície do solo e as consequentes concentrações nas águas superficiais em corpos d'água (SPADOTTO, 2010).

Equação 1 Cálculo da perda de agrotóxico no solo (PPs).

$$C \equiv \frac{PPa + (PPs \times \lambda)}{2}$$

Fonte: SPADOTTO *et al*, 2006; BEREZEN *et al*, (2005).

Onde:

λ representa a proporção da massa do agrotóxico perdido com o solo erodido que contribui para a sua concentração na coluna água.

Equação 2 Cálculo da perda de agrotóxico na água escoada, portanto em solução (PPa):

$$PPa = Ca \times pa$$

Fonte: SPADOTTO *et al*, 2006; BEREZEN *et al*, (2005).

Onde:

Ca= concentração do agrotóxico na água de escoamento superficial e “pa” é o volume de água escoada superficialmente.

Equação 3: Estimativa da concentração do agrotóxico na água (C):

$$PP_s = \frac{D \times ps}{(Kd + 1) \times z \times d \times 10^2}$$

Fonte: SPADOTTO *et al*, 2006; BEREZEN *et al*, (2005).

Onde:

D= dose do agrotóxico; ps: a massa de solo erodido; Kd: coeficiente de partição do agrotóxico; z: profundidade do solo que sofreu erosão e “d” é a densidade do solo.

Equação 4 Cálculo matemático da lixiviação do agrotóxico:

$$AF = \exp(- tr \times k)$$

Fonte: SPADOTTO *et al*, 2006; BEREZEN *et al*, (2005).

Onde, AF é o fator de atenuação, tr representa o tempo de percurso, e k a constante da taxa de degradação do agrotóxico no solo.

Equação 5 O tempo de percurso é calculado:

$$tr = \left(\frac{L \times FC}{q} \times RF \right)$$

Fonte: SPADOTTO *et al*, 2006; BEREZEN *et al*, (2005).

O L representa a distância até a água subterrânea, FC a capacidade de campo do solo e q a taxa de recarga hídrica líquida.

Equação 6 O fator de retardamento (RF) do movimento do agrotóxico:

$$RF = 1 + \frac{(BD \times OC \times K_{oc})}{FC}$$

Fonte: SPADOTTO *et al*, 2006; BEREZEN *et al*, (2005).

Onde, BD é a densidade do solo, OC a fração de carbono orgânico do solo, Koc o coeficiente de partição do agrotóxico normalizado para a fração de carbono orgânico.

Equação 7 A concentração (C) do agrotóxico na água subterrânea.

$$C \cong \frac{M}{p \times d \times a}$$

Fonte: SPADOTTO *et al*, 2006; BEREZEN *et al*, (2005).

No qual, M é a massa prevista do agrotóxico chegando até o lençol freático, p representa a porosidade do aquífero, d é a profundidade de mistura dentro do corpo d'água subterrâneo.

Padrões de consumo e parâmetros para a proteção de organismos aquáticos são usados nesse trabalho para comparação com as concentrações estimadas em águas subterrâneas e superficiais, os dados inseridos no *Software* ARAquá, tiveram como fontes principais o Ministério da Saúde e a *PubChem*, que é a maior coleção mundial de informações químicas de acesso liberado para todos usuários.

4.3 COLETA DE DADOS

Os dados foram coletados com visitas aos agricultores do município de São José de Ribamar em parceria a SEMUS de São José de Ribamar, por meio de entrevistas com auxílio de questionários semiestruturados (padrão do Governo Federal) sobre os aspectos socioeconômicos dos entrevistados, dados de produção, informações sobre o uso de agrotóxicos e seu impacto na saúde e influências ambientais (Anexo A).

O Anexo B, mostra informações da Secretaria do Município de São José de Ribamar sobre o registro de intoxicações por agrotóxicos no ano de 2020, entretanto, não há registros no atual ano da pesquisa (2022). Os produtores rurais foram entrevistados entre maio e junho de 2022. Outra fonte de dados sobre

intoxicações é o Sistema Nacional de Informações sobre Tóxico-Farmacológicas (SINITOX) e o DATASUS.

Figure 21 Entrevista da equipe com os agricultores.



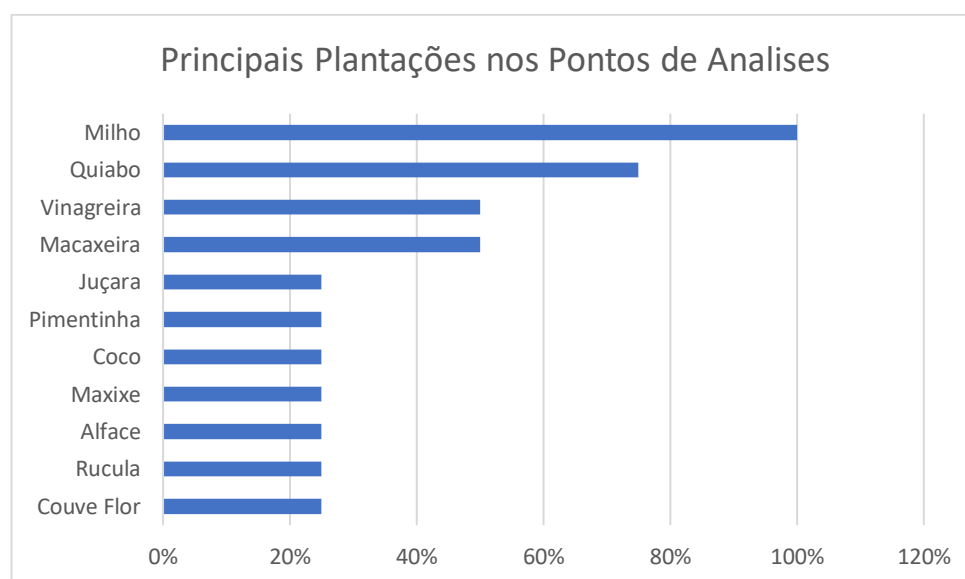
Fonte: Acervo pessoal.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com base nos dados do questionário de caracterização socioeconômica (anexo A), 90% dos agricultores são do sexo masculino e 10% do sexo feminino, sendo a idade em sua maior parte correspondendo a 70% acima de 40 anos. Em relação ao estado civil 90% afirmaram ser casados. Todos os pontos estão presente em zonas de classe baixa. Nos pontos analisados há ausência de asfaltamento na rua, com poucos metros de moradias familiares.

As principais culturas cultivadas, o milho aparece em 100% das plantações visitadas, em segundo lugar o Quiabo (Tabela 8).

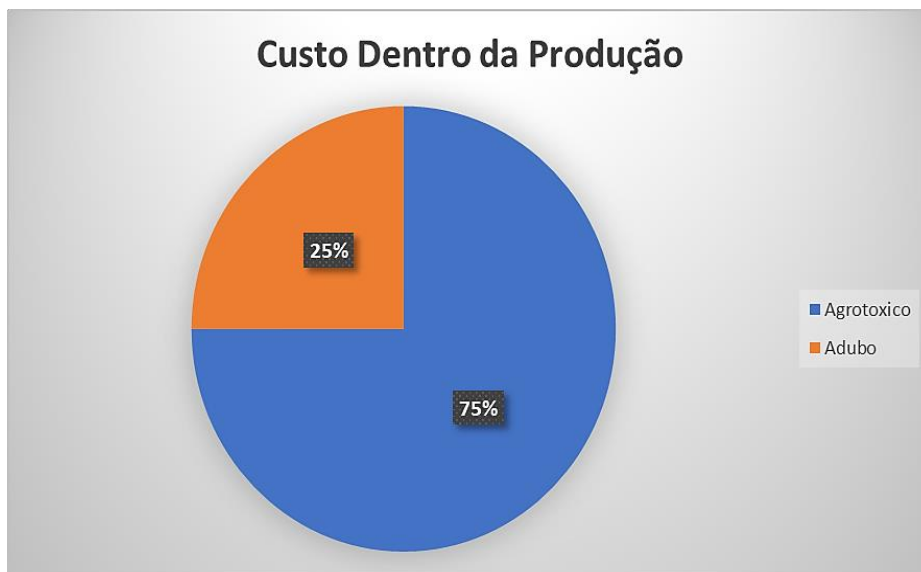
Tabela 8 Principais Culturas dos Agricultores Rurais em São José de Ribamar.



Fonte: Próprio Autor.

Sobre os insumos utilizados na agricultura familiar, 75% dos entrevistados afirmaram ser o agrotóxico o maior custo da produção, 25% disseram ser o adubo, seguido da mão de obra de trabalhadores, de acordo com o gráfico 1. Considerando que 50% dos pontos visitados, fazem uso da energia solar.

Gráfico 1 Custo dentro da produção na lavoura.



Fonte: Próprio autor com base nas entrevistas com os agricultores.

Em 75% dos pontos visitados, os responsáveis afirmam aplicar os agrotóxicos com equipamentos completos (EPI), e que possuem um responsável para aplicar nas áreas.

Em relação ao controle de pragas e doenças na lavoura, 75% dos agricultores rurais utilizavam agrotóxicos para combater lagartas, moscas brancas, pulgões, plantas daninhas, e fungos. Apenas 25% afirmam não fazer uso de agrotóxicos, que é o caso do ponto 3. Visto que, o proprietário relatou sentir efeitos colaterais após a aplicação, como: dor de cabeça, náusea estomacais e soluços com frequência.

Os sintomas clínicos manifestados pelo agricultor do ponto 3, podem estar relacionados ao grau de toxidez das substâncias químicas, na aplicação de modo indevido dos agrotóxicos e pela falta ou uso inadequado de EPIs. E até mesmo pela falta de escolaridade dos agricultores, dificultando e/ou inviabilizando a leitura de rótulos.

O baixo nível de educação do agricultor associado à complexidade das informações descritas nos rótulos dos agrotóxicos constitui uma barreira considerável à comunicação sobre seu uso adequado e riscos à saúde e ao meio ambiente (FEHLBERG et al., p. 54, 2003)

Os dados citados mostram que a agricultura familiar tem certa dependência de produtos agroquímicos, e esse modo de produção, não só expõe o produtor

rural, mas também o consumidor, e o meio ambiente, ao risco contaminação, principalmente a saúde humana.

5.1 IDENTIFICAÇÃO DOS AGROTÓXICOS MAIS USADOS NOS PONTOS ESTUDADOS NO MUNICÍPIO

Quando perguntados sobre os tipos de agrotóxicos utilizados na lavoura, os agricultores citaram, substâncias do grupo químico de maior utilização o Glifosato presente no Roundup (tabela 8).

Tabela 9 Balanceamento dos Agrotóxicos mais usados dentre os pontos de Análises.

| Agrotóxicos | Ingredientes Ativos | Pontos Aplicados |
|----------------------|----------------------------|-------------------------|
| Evidence 700w | Imidacloprido | Ponto 1. |
| Decis 25 EC | Deltametrina | Ponto 1. |
| Cytrin | Cipermetrina | Ponto 4. |
| Roundup | Glifosato | Ponto 1, 2 e 4. |
| Upmyl | Metomil | Ponto 2. |
| Kasumin | Casugaminicina | Ponto 2. |
| Citromax | Cipermetrina | Ponto 1 e 2. |
| Podium | Fenoxaprop-P- Etilico | Ponto 2. |

Fonte: Tabela criada pelo próprio autor, com dados fornecidos pelos responsáveis das lavouras.

Pode-se observar a grande variedade de agrotóxicos utilizados pelos pequenos produtores rurais, sugerindo que a saúde dos trabalhadores rurais corre risco de intoxicação, contaminação de alimentos e impactos ao meio ambiente.

5.2 COEFICIENTE DE RISCO AMBIENTAL NOS PONTOS

Apesar do índice de contaminação ambiental nos pontos analisados, por maioria dos ingredientes ativos, estar dentro do padrão da EMBRAPA, há risco sim para o ecossistema local, pois se trata de agrotóxico, como o próprio nome e

denominação já dizem, “que ou o que produz efeitos nocivos no organismo”, segundo a Oxford Languages.

Alguns agrotóxicos como os inseticidas, na classe dos organoclorados e organofosforados. Ambos bioacumulativos, o que significa que o composto permanece no corpo do inseto ou de um peixe, mesmo após sua morte. Se algum outro animal se alimentar de um ser contaminado, também ficará intoxicado, e assim sucessivamente, levando o caso a ser um efeito cadeia. (Ecycle, 2022).

Os “defensores agrícolas” usados pelos agricultores nas lavouras, são de grande toxicidade, e podem levar a morte no curto e no longo prazo de acordo com Ferrari (1986):

“que a maior parte dos princípios ativos utilizados nas diferentes formulações de agrotóxicos possuem propriedades denominadas genotóxicas, isto é, atacam direta ou indiretamente o patrimônio genético dos seres vivos, animais, plantas e outros, causando alterações permanentes nas unidades que controlam a hereditariedade entre as gerações – os genes – assim como toda a intrincada química dos seres vivos, o metabolismo.” (FERRARI, 1986)

Tabela 10 Classificação da toxicidade dos ingredientes ativos nos agrotóxicos utilizados pelos agricultores de São José de Ribamar- MA.

| Produtos Comerciais Utilizados | Toxicológicas | Classificação |
|---------------------------------------|----------------------|----------------------|
| Glifosato | Moderadamente tóxico | III |
| Imidacloprido | Moderadamente tóxico | III |
| Deltametrina | Moderadamente tóxico | III |
| Fenoxaprope-P-Etílico | Muito Toxicó | II |
| Casugamicina | Moderadamente tóxico | III |
| Cipermetrina | Muito Toxicó | II |
| Metomil | Extremamente tóxico | I |

Fonte: Elaborado pelo próprio autor, com dados disponíveis no site <https://www.agrolink.com.br/agrolinkfito>.

Os critérios usados para determinar a aceitabilidade de danos ambientais causados por agrotóxicos e a forma como os riscos são avaliados variam muito. Geralmente, essa aceitabilidade é determinada pelas autoridades competentes,

que avaliam riscos e visam equilibrar os benefícios e os riscos do uso desses produtos. (U.S, 1998)

Os produtos químicos utilizados nas atividades agrícolas, entre eles os inseticidas, podem contaminar os ambientes aquáticos, através da lixiviação (KNUTSON et al., 2004).

Entre os pontos analisados, junto com os agrotóxicos mais usados na região, apenas o ingrediente ativo Cipermetrina e a Deltametrina deram risco ambiental por área (Figura 24), em relação ao quociente de risco (animais aquáticos). Os dados do solo local e as áreas dos pontos, foi analisada por BARROS, K. A. L (2022), e os dados de EC_{50} em plantas aquáticas e animais aquáticos foram retirados da literatura do site PubChem, já as propriedades físico-químicas (PM= Peso Molecular; Sol_w =Solubilidade em água, a 20°C; Log k_{ow} = coeficiente de partição n-octanol /água) onde existe uma vasta coleção de informações químicas, como mostra na tabela abaixo:

Tabela 11 Características físico-químicas e toxicidade aguda de alguns agrotóxicos relevantes para organismos aquáticos.

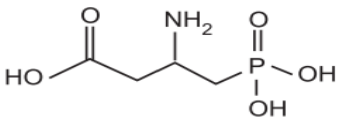
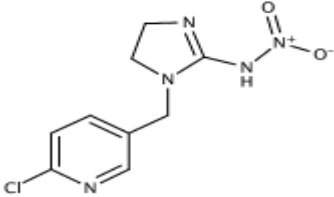
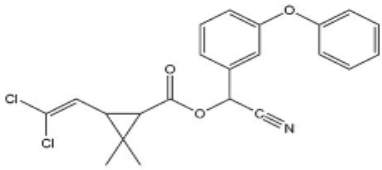
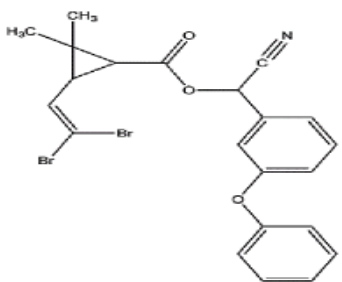
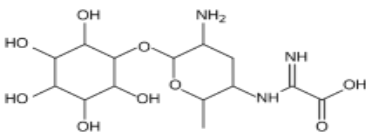
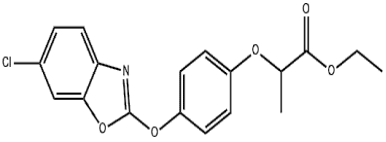
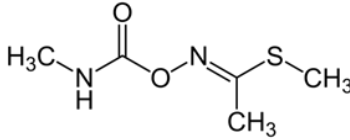
| IDENTIFICAÇÃO | ESTRUTURA QUÍMICA | PROPRIEDADES | TOXICIDADE AGUDA |
|--|--|---|---|
| <p>Glifosato 2-(fosfonomethylamino) ácido acético;propan-2-amina NºCAS:38641-94-0</p> |  | <p>PM: 228.18 g mol⁻¹</p> <p>Sol_w:1,05X10+6 mg/L a 25 °C</p> <p>K_{ow} LogP: 5.4</p> | <p>Animais Aquáticos: CE₅₀: 650,00 µg/L</p> <p>Plantas Aquáticas: CE₅₀: 850,00 µg/L</p> |
| <p>Imidacloprid N-[1-[(6-cloropirida-3-yl)metil]-4,4,5,5-tetradeterioimidazol-2-yl]nitramida 1H-Imidazol-4,5-d2-2-amine, 1-[(6-cloro-3-pyridinyl)metil]-4,5-dihidro-4,5-d2-N-nitro- DTXSID40583589 NºCAS: 1015855-75-0</p> |  | <p>PM: 259.68</p> <p>Sol_w: 0,51 g/L (20 °C)</p> <p>K_{ow} LogP: 0.57 (22°)</p> | <p>Animais Aquáticos: CE₅₀:145,00 µg/L</p> <p>Plantas Aquáticas: CE₅₀:105,00 µg/L</p> |
| <p>Cipermetrina (RS)-α-cyno-3-phenoxybenzyl (1RS,3RS;1RS,3SR)-3-(2,2-dichlorovinyl)-=2,2-dimethylcyclopropanecarboxylate. NºCAS: [52315-07-8] [formerly [69865-47-0] , [86752-99-0])</p> |  | <p>PM: 259.68</p> <p>Sol_w: 0,51 g/L (20 °C)</p> <p>K_{ow} LogP: 0.57 (22°)</p> | <p>Animais Aquáticos: CE₅₀:0,066 µg/L</p> <p>Plantas Aquáticas: CE₅₀:70,98 µg/L</p> |
| <p>Deltametrina (S)-α-cyano-3-phenoxybenzyl (1R,3R)-3-(2,2-dibromovinyl)-2,2-dimethylcyclopropanecarboxylate. NºCAS: [52918-63-5]; [52820-00-5]((RS)-(1R)-cis-isomer pair)</p> |  | <p>PM: 505.2</p> <p>Sol_w: <0.2ug/1(25°C)</p> <p>K_{ow} LogP: 4.6(25°C)</p> | <p>Animais Aquáticos: CE₅₀: 0,01 µg/L</p> <p>Plantas Aquáticas: CE₅₀: 200,18 µg/L</p> |
| <p>Casugaminicina 2-amino-2-[(2R,3 S,5 S,6 R)-5-amino-2-metil-6-[(2R,3 S,5 S,6 S)-2,3,4,5,6-pentahidroxioclohexyl]oxyoxan-3-yl]iinoac acid]iinoacetic NºCAS: [19408-46-9].</p> |  | <p>PM: 379.4</p> <p>Sol_w: 1X10+6 mg/L a 25 °C</p> <p>K_{ow} LogP: 5,75 (est)</p> | <p>Animais Aquáticos: CE₅₀: 66,20 µg/L</p> <p>Plantas Aquáticas: CE₅₀: 0,65 µg/L</p> |

Tabela 11 Continuação.

| | | | |
|---|--|--|---|
| <p>Fenoxaprop-P-Etílico etila (2<i>R</i>)-2-[4-[(6-cloro-1,3-benzoxazol-2-yl)oxicodona]fenóxia]propanoate</p> <p>NºCAS: 71283-80-2</p> |  | <p>PM: 361.8</p> <p>Sol_w: 0.9 mg/1(25°C).</p> <p>K_{ow} LogP: 38000</p> | <p>Animais Aquáticos:</p> <p>CE₅₀: 116,00 µg/L</p> <p>Plantas Aquáticas:</p> <p>CE₅₀: 430,00 µg/L</p> |
| <p>Metomil S-methyl N-(methylcarbamoyloxy)thioacetimidate.</p> <p>NºCAS:[16752-77-5]</p> |  | <p>PM: 162.2</p> <p>Sol_w: 57.9 g/1(25°C).</p> <p>K_{ow} LogP: 1.24</p> | <p>Animais Aquáticos:</p> <p>CE₅₀: 140,00 µg/L</p> <p>Plantas Aquáticas:</p> <p>CE₅₀: 48,00 µg/L</p> |

Fonte: Próprio autor, com base nos dados do site PubChem e The Pesticide Manual 1994.

Os dados da Tabela 10, foram inseridos no ARAquá e o resultado final foi contaminação em plantas e animais aquáticos, conforme mostra na Figura 24.

Figure 22 Avaliação de risco ambiental por agrotóxicos dentro do padrão EMBRAPA do Ponto 1, 2, 4.1 e 4.2, onde “X” significa risco potencial, e “✓” sem risco.



Fonte: Próprio autor, com base no ARAquá/EMBRAPA- Avaliação De Risco Agrotóxicos.

Dos pontos analisados 75% fazem uso da Deltametrina e Cipermetrina, com base na análise feita pelo *Software* ARAquá (Figura 24), ambas substâncias obtiveram como resultado, risco potencial em água subterrânea e superficial, podendo afetar animais aquáticos e plantas aquáticas, além da reação em cadeia que podem abranger outros organismos.

Os piretróides agem nos insetos com rapidez causando paralisia imediata e mortalidade, efeito de choque denominado *knockdown* (SANTOS et al., 2007). A toxicidade dos piretróides é dependente da taxa de isômeros presentes (BASER et al., 2003 apud MONTANHA; PIMPÃO, 2012), os isômeros *cis* demonstram uma toxicidade mais elevada em relação ao *trans* e o carregador não polar aumenta a toxicidade de ambos isômeros (BASER et al., 2003; SANTOS et al., 2007. apud MONTANHA; PIMPÃO, 2012).

De acordo com a Agrolink, a Cipermetrina 200 EC é um piretróides sintético que pode ser aplicada por via terrestre, através de pulverizadores manuais e tratorizados, e por via aérea conforme recomendações para cada cultura. É um dos agrotóxicos mais utilizados nas atividades agrícolas, com teores de ingrediente ativo (ai) variando de 60 a 280 gramas por hectare (CASAFE, 2010). A legislação nacional brasileira não limita o teor de Cipermetrina na água potável, mas na União Europeia, o limite é de 0,5 µg/L (UNIÃO EUROPEIA, 1998).

A Cipermetrina pode causar toxicidade subcrônicas e crônicas sérias para os peixes (BASER et al., 2003, Apud MONTANHA; PIMPÃO, 2012). Por esse motivo deve ter uma atenção especial quando se trata de animais e ambientes aquáticos. É categorizada como um agrotóxico de uso limitado pela *United States Environmental Protection Agency* (USEPA) por sua alta toxicidade aos peixes (SAHA; KAVIRAJ, 2009). O principal motivo disto é devido à metabolização e eliminação destes compostos serem significativamente mais lentos em peixes do que em mamíferos e pássaros (YILMAZ et al., 2004; BEGUM, 2005, Apud MONTANHA; PIMPÃO, 2012).

Deltametrina é um pesticida piretróides sintético de 4ª geração, possui baixa toxicidade para mamíferos, todavia, para peixes e animais aquáticos no geral, pode ser bastante tóxico. (CHEN & WANG, 1996; DATTA & KAVIRAJ, 2003; KOPRUCU & AYDIN, 2004; BURRIDGE et al. 2010. Apud SILVA, 2011). Possui concentração de ingrediente ativo de 25 g/L e ingrediente inerte de 886 g/L

(MACAGNAN, *et al*, 2016). Pertence à classe de inseticidas do grupo éster do ácido crisântemico ou piretróides sintético do tipo II, é estável a umidade, ao ar e a luz, todavia. É instável em meio alcalino (WHO, 1990).

A maioria dos dados de toxicidade aquática disponíveis na literatura foram obtidos para espécies padrão em regiões temperadas, mas sabe-se que a suscetibilidade a alguns agrotóxicos em espécies tropicais e temperadas são significativamente diferentes (KWOK, K. W. *et al*, 2007).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A agricultura com uso indiscriminado de agrotóxicos é insustentável, sem dúvida, um mau caminho. Havendo necessidade de conscientização dos produtores rurais, visando manter ecossistemas ecologicamente equilibrados e proteger a vida das presentes e futuras gerações.

A aplicação de modelos matemáticos e ferramentas informatizadas - que é o caso do *Software* ARAquá, vem facilitando o entendimento dos processos que determinam a distribuição dos agrotóxicos no meio ambiente. É necessário para subsidiar decisões de registro de produtos com base científica, e identificar a necessidade de melhor compreensão do comportamento ambiental de agrotóxicos em diferentes condições, racionalizando os processos de providências. É importante salientar o fato do Brasil ser de uma grande extensão territorial, tendo uma vasta biodiversidade e rol climático. Os modelos de ferramentas para análises de contaminação ambiental não passam das primeiras fases, por esse motivo, é de extrema importância que a comunidade científica tenha uma visão voltada para contribuir com esses tipos de modelos, adaptando para o cenário brasileiro.

Em São José de Ribamar- MA, os impactos precisam ser mitigados e algumas medidas são necessárias, como: fiscalização efetiva pelos órgãos competentes, uso integral de EPIs, descarte adequado das embalagens de agrotóxicos, assistência técnica aos agricultores para orientá-los no uso correto desses produtos químicos e fornecer informações sobre práticas agroecológicas e/ou orgânicas para melhorar a qualidade de vida dos trabalhadores e do ambiente em que vivem.

REFERÊNCIAS

ANVISA. **Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos – PARA**. Plano Plurianual 2017-2020 – Ciclo 2017/2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS ABNT: de acordo com ABNT NBR 14725-4. Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos (FISPQ). **DECIS 25 EC.** 2021. Disponível em: <https://www.agro.bayer.com.br/essenciais-do-campo/protecaodecultivos/decis>. Acesso em: 25 de junho de 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE SAÚDE COLETIVA. **Dossiê ABRASCO: um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde**. Org. Fernando Ferreira Carneiro et al. Rio de Janeiro: EPSJV; São Paulo, 2015. Disponível em: < http://www.abrasco.org.br/dossieagrototoxicos/wpcontent/uploads/2013/10/DossieAbrasco_2015_web.pdf>. Acesso em: 23 mai. 2022

AZEVEDO, Juliana. **Entenda O Que É E Para Que Serve O Esterco De Galinha**. Disponível em: https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:QBEaBL_cJ3oJ:https://www.ecycle.com.br/esterco-de-galinha/+&cd=5&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br. Acesso em: 16 de Junho de 2022.

BERENZEN, N.; LENTZEN-GODDING, A.; PROBST, M. SCHULZ, H. SCHULZ, R. M. **A comparison of predicted and measured levels of runoff-related pesticide concentrations in small lowland streams on a landscape level**. *Chemosphere, Inglaterra*, v. 58, p. 683-691, 2005.

BOMBARDI, Larissa Mies, 1972 - **Geografia do Uso de Agrotóxicos no Brasil e Conexões com a União Europeia** / Larissa Mies Bombardi. - São Paulo: FFLCH - USP, 2017. 296 p.

BRASIL. Decreto nº 4.074, de 04 de janeiro de 2002. **Regulamenta a lei no 7.802, de 11 de julho de 1989, que 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**. Brasília, DF, Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/D4074compilado.htm. Acesso e: 10 de maio de 2022.

CAMARA, Ana Melissa de Moraes, et al. **PERCEPÇÃO AMBIENTAL DOS CATADORES DO SURURU *Mytella charruana* DOMUNICÍPIO DE SÃO JOSÉ DE RIBAMAR, MARANHÃO**. SOCIEDADE 5.0: EDUCAÇÃO, CIÊNCIA, TECNOLOGIA E AMOR. RECIFE. V COINTER PDVAgro 2020.

CASAFE. Cámara de Sanidad Agropecuaria y Fertilizantes. **Guía de productos fitossanitários**. Buenos Aires. 2010.

CCAB AGRO S.A . **Ficha De Informações De Segurança De Produto Químico** – FISPQ. Cipermetrina 250 EC CCAB. Revisão: rev: 002. 2017.

CENTRO NACIONAL DE INFORMAÇÕES DE BIOTECNOLOGIA. **Resumo do composto pubchem para CID 13013603, (1S)-Deltametrina**. Disponível em: https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/1S_-Deltamethrin. Acessado em 25 de junho de 2022.

_____. "PubChem Compound Summary for CID 86287518, **Imidacloprid**" *PubChem*, Disponível em: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Imidacloprid>. Acesso em 24 de junho de 2022.

_____. "PubChem Substance Record for SID 53787888, **cypermethrin, Source: Comparative Toxicogenomics Database(CTD)**" *PubChem*. Disponível em: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/substance/53787888>. Acesso em 1 de julho de 2022.

_____. RESUMO DO COMPOSTO PUBCHEM PARA CID 65174, **Kasugamicina**. Disponível em: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Kasugamycin>. Acesso em 24 de junho de 2022.

_____. Resumo do Composto PubChem para CID 91707, **Fenoxaprop-P-etil**. Disponível em: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Fenoxaprop-P-ethyl>. Acesso em 25 de junho de 2022.

COSTA, S. S; RODRIGUES, A de J.; SILVA, J.A. B da; FONTANA, R.L. M., **Uma Abordagem da Agricultura sobre os Modos de Produção, Ciências Humanas e Sociais**. Unit, Aracaju, v. 2, n.2, p. 231-242, Outubro de 2014.

CUNHA, J. P. A. R. et al. Avaliação de estratégias para a redução da deriva de agrotóxicos em pulverizações hidráulicas. **Planta Daninha**, v. 21, n. 02, p. 325-332, 2003.

DAL SOGLIO, F. & KUBO, R.R, **Agricultura e Sustentabilidade**, 1.ed. Porto Alegre, Editora da UFRGS, 2009. Disponível em: <http://www.fao.org>

DUKE, S. O.; DAYAN, F. E.; RIMANDO, A. M.; SCHRADER, K. K.; ALIOTTA, G.; OLIVA, A.; ROMAGNI, J. G. **Chemicals from nature for weed management**. Weed Science, Gainesville, v. 50, n. 2, p. 138-151, 2002.

ECYCLE. **Os Problemas Causados Pelos Agrotóxicos Justificam Seu Uso?..** Disponível em: <https://www.ecycle.com.br/os-problemas-causados-pelos-agrotoxicos-justificam-seu-uso/>. Acesso em: 22 de junho de 2022.

FAO (Food and Agriculture Organization). **Agricultural database**, 2003.

FEHLBERG, Lorena CC; LUTZ, Leonardo V; MOREIRA, Adriana H. **Agrotóxicos e seus efeitos sócio-culturais: Zona Rural do Valão de São Lourenço, Santa Teresa, ES, Brasil**. 2003. Natureza online. Disponível em: . Acesso em: 21 junho. 2022.

FERRARI, Antenor. **Agrotóxicos: a praga da dominação**. 2ª Ed. Porto Alegre: Mercado Aberto. 1986.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 1999. _____ . **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

GOLLA V., Nelms J., Taylor R. y Mishra S. (2011). Pesticide concentrations in drinking water from farm homes: **Variation between community water supply and well water**. J. Environ. Sci. Eng. 5, 955-961.

HALFELD-VIEIRA, B. de A.; MARINHO-PRADO, J. S.; NECHET, K. de L.; MORANDI, M. A. B.; BETTIOL, W. **Defensivos agrícolas naturais: uso e perspectivas**. Embrapa Brasília, DF. 853p. 2016.

KNUTSON, M.G.; RICHARDSON, W.B.; REINEKE, D.M.; GRAY, B. R.; PARMELEE, J. R.; WEICK, S. E. **Agricultural ponds support amphibian populations. Ecological Applications**, v.14, p. 669-684, 2004.

KWOK, K. W.; LEUNG, K. M.; LUI, G. S.; CHU, S. V.; LAM, P. K.; MORRITT, D.; MALTBY, L.; BROCK, T. C.; *van den Brink*, P. J.; WARNE, M. S.; CRANE, M.; Integr. **Environ. Assess. Manage.** 2007, 3, 49.

LONDRES, F. **Agrotóxicos no Brasil: Um guia para ação em defesa da vida**. 1º Ed. Rio de Janeiro. ASPTA – Assessoria e Serviços a Projetos em Agricultura Alternativa, 2015, 188p.

MAZOYER, M & ROUDART, L, **História das Agriculturas no mundo, Do Neolítico à Crise Contemporânea**, edição, São Paulo, Editora UNESP, 2010.

Ministério da Saúde (BR). **Secretaria de Vigilância em Saúde**. Departamento de Análise de Situação de Saúde.

MONTANHA, F. P.; PIMPÃO, C. T. **Efeitos Toxicológicos De Piretróides (Cipermetrina E Deltametrina) Em Peixes – Revisão**. Garça/SP. 2012. 58p. Revista Científica Eletrônica De Medicina Veterinária – Issn: 1679-7353.

MOURA, Romero Marinho de. **A QUESTÃO AGROTÓXICO EM DEBATE**. Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agronômica, v. 11, p. 23-30, 2016.

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DE SAÚDE. **Manual de Vigilância da Saúde de Populações Expostas a Agrotóxicos**. Brasília: Organização Pan-Americana de Saúde, 2000.

PERES, F.; MOREIRA, JC., orgs. **É veneno ou é remédio? Agrotóxicos, saúde e ambiente**. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 2003. cap.1, p. 21-101

PORTAL DE CONTEUDO AGROPECUARIO. **Agrolink**. 2022. Disponível em: <https://www.agrolink.com.br/agrolinkfito>. Acesso em 22 de junho de 2022.

REBELOA, Rafaela Maciel e Eloisa Dutra Caldasb. **Avaliação de risco ambiental de ambientes aquáticos afetados pelo uso de agrotóxico**. Instituto Brasileiro do Meio ambiente e dos recursos naturais renováveis. Quim. Nova, Vol. 37, No. 7, 1199-1208, 2014. Revisão <http://dx.doi.org/10.5935/0100-4042.20140165>

ROJAS R., Morillo J., Usero J., Delgado-Moreno L. y Gan J. (2013). **Enhancing soil sorption capacity of an agricultural soil by addition of three different organic wastes**. Sci. Total Environ. 32, 614-623.

SAHA, S.; KAVIRAJ, A. **Effects os cypermethrin on some biochemical parameters and its amelioration through dietary supplementation os ascorbic acid in freshwater catfish *Heteropneustes fossilis***. Chemosphere, v. 74, p. 1254-1259, 2009.

SANTOS, M. A. T.; AREAS, M. A.; REYES, F. G. R. **Piretróides - uma visão geral**. Alimentos e Nutrição, Araraquara, v. 18, n. 3, p. 339-349, 2007.

SILVA, Jéssica Vilela *et al.* **A PERCEPÇÃO DOS TRABALHADORES RURAIS SOBRE A AUTOEXPOSIÇÃO AOS AGROTÓXICOS**. Saúde (Santa Maria), v. 43, n. 1, p. 199-205, 2017.

SILVA, A. C. Toxicidade da Deltrametrina (Formula Butux CE25) Nas Respostas Cardio-Respiratorias da Tilapia-Do-Nilo (*Oreochromis niloticus*). UFSCAR/UNESP, Programa Interinstitucional de Pós Graduação. São Carlos-SP, 86p, 2011.

SPADOTTO, C. A.; AMORIM, R. S. S.; DORES, E. F. G. C. **Modelagem do carreamento superficial de agrotóxicos e comparação com dados experimentais**. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 16., 2006, Aracaju. **Resumos...** Aracaju: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. p. 1-4.

SOLOMONKR, STEPHENSON GR. 207. **Pesticides and The Environment**. Guelph, Ontário. Canadá: Canadian Network of Toxicology Centress Press, 2010.p. 422.

THE PESTICIDE MANUAL- The agrochemicals handbook: a world compendium. 10th ed. / editor, Clive Tomlin. Tenth Edition- 1994- 1340p

_____. Avaliação de riscos ambientais de agrotóxicos em condições brasileiras / Claudio Aparecido Spadotto. – Jaguariúna: **Embrapa Meio Ambiente**, 2006. 20 p. — (Embrapa Meio Ambiente. Documentos; 58)

_____. **Araquá: software para avaliação de risco ambiental de agrotóxico** / Diego Augusto de Campos Moraes, Adriano Wagner Ballarin, Jayme Laperuta Filho, Roberto Antonio Colenci. – Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2010.

U.S. **Environmental Protection Agency**. EPA/630/R-95/002F, Washington, DC, 1998.

UNIÃO EUROPEIA. **Diretiva 98/83/CE do Conselho da União Europeia de 5/12/1998 Relativa à Qualidade da Água Para Consumo Humano**. Bruxelas: União Europeia; 1998. Disponível em: <http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:1998:330:0032:0054:PT:PDF>. Acesso em: 30 de junho de 2022.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY- **EPA**. Disponível em: https://www.epa.gov/oppefed1/ecorisk_ders/toera_risk.htm. Acesso em: 26 de junho de 2022.

VINUTO, J. **A amostragem em bola de neve na pesquisa qualitativa: um debate em aberto**. Temáticas, Campinas, v. 22, n. 44, p. 203-220, 2014.

MACAGNAN, N.; HARTMANN, M. T.; KOLCENTI C.; RUTKOSKI, C. F.; VANZETTO G. V. **Toxicidade Dos Inseticidas Deltametrina E Cipermetrina Em Embriões E Larvas De Physalaemus Gracilis (Anura: Leptodactylidae)**. VI Jornada de Iniciação Científica e Tecnológica. UFFS, 4p. 2016.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO)- **Guias para La calidad del agua potable**. V.1 Recomendaciones. 2 ed., Ginebra. 1995.

POPULAÇÃO POTENCIALMENTE EXPOSTA

| | |
|---|---|
| 23. População nas proximidades (considerar raio de 1km a partir da área georreferenciada) <input type="checkbox"/> sim <input type="checkbox"/> não | 24. Característica da População <input type="checkbox"/> trabalhadores <input type="checkbox"/> moradores |
| 25. Estratificação Social: <input type="checkbox"/> Classe Alta <input type="checkbox"/> Classe Média <input type="checkbox"/> Classe Baixa | |
| 26. Distância da moradia mais próxima: _____ m | 27. População Estimada: |
| 28. Fonte da População Estimada: | |
| 29. Locais com populações susceptíveis nas proximidades: <input type="checkbox"/> hospital <input type="checkbox"/> posto de saúde <input type="checkbox"/> creche <input type="checkbox"/> escola <input type="checkbox"/> asilo <input type="checkbox"/> parques <input type="checkbox"/> playground/ área de lazer <input type="checkbox"/> agropecuária <input type="checkbox"/> nenhum | |

INFORMAÇÕES SOBRE A ÁGUA

Curso de água:

30. Tipo de curso de água:

| | | |
|---|-------------|--------------------|
| <input type="checkbox"/> Rio/Riacho | Nome: _____ | Distância: _____ m |
| <input type="checkbox"/> Lago/Lagoa/Açude | Nome: _____ | Distância: _____ m |
| <input type="checkbox"/> Igarapé | Nome: _____ | Distância: _____ m |
| <input type="checkbox"/> Barragem/Represa | Nome: _____ | Distância: _____ m |
| <input type="checkbox"/> Mar | Nome: _____ | Distância: _____ m |

31. Qual a forma de abastecimento de água para consumo humano:

Sistema de Abastecimento de Água

Solução Alternativa Individual

- Fonte
- Carroça
- Água de chuva
- Água de poço
- Água de rio
- Água de nascente

Solução Alternativa Coletiva

- Caminhão Pipa (distribuição por veículo transportador)
- Chafariz
- Fonte
- Barco
- Carroça
- Água de chuva
- Poço comunitário
- Instalações condominiais horizontal e vertical

| | |
|---|--------------------------|
| 32. Existem estudos sobre a área: <input type="checkbox"/> não <input type="checkbox"/> sim Caso afirmativo, especificar: <input type="checkbox"/> Solo <input type="checkbox"/> Ar <input type="checkbox"/> Água <input type="checkbox"/> Exposição humana <input type="checkbox"/> outros | |
| 33. Quanto à exposição humana: <input type="checkbox"/> confirmada <input type="checkbox"/> suspeita <input type="checkbox"/> não ocorre exposição | |
| 34. Quanto à contaminação ambiental: <input type="checkbox"/> confirmada <input type="checkbox"/> suspeita <input type="checkbox"/> não há contaminação | |
| 35. Origem das Informações utilizadas no preenchimento da ficha de campo: | |
| 36. Existe atuação do órgão ambiental em relação a área: <input type="checkbox"/> não <input type="checkbox"/> sim | 37. Se sim, especificar: |
| 38. Observações: | |
| 39. Nome do Técnico: | 40. CPF: |

ANEXO B- DADOS DA SECRETARIA DE SAUDE (SEMUS) DO MUNICIPIO DE SÃO JOSÈ DE RIBAMAR, SOBRE CONTAMINAÇÃO DE AGROTOXICOS NOS ANOS DE 2016, 2019 E 2020.

| INVESTIGAÇÃO DE INTOXICAÇÃO EXÓGENA - Sinan NET | | | | |
|--|----------|----------|----------|----------|
| Frequência por Ano da Notific segundo Mun Resid MA | | | | |
| Mun Resid MA | 2016 | 2019 | 2020 | Total |
| 210120 Bacabal | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 211120 São José de Ribamar | 0 | 3 | 1 | 4 |
| Total | 1 | 3 | 1 | 5 |

[Opções]

DEF=C:\SinanNet\BaseDBF\IntoxNET.def

PATH=c:\SinanNet\BaseDBF\ExogN*.DBF

Linha=Mun Resid MA

Coluna=Ano da Notific

Incremento=Frequência

Suprime_Linhas_Zeradas=true

Suprime_Colunas_Zeradas=true

Não_Classificados=0

[Seleções_Ativas]

Ano da Notific: 2016|2017|2018|2019|2020|2021|2022