



MESTRADO PROFISSIONAL EM REDE NACIONAL
EM GESTÃO E REGULAÇÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



**UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MATO GROSSO – UNEMAT
CAMPUS DE CUIABÁ**

WILLIAN PEREIRA DA SILVA

**AValiação DO POTENCIAL DE CONTAMINAÇÃO DE RECURSOS HÍDRICOS
POR RESÍDUOS DE AGROTÓXICOS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO ALTO
JURUENA/MT, BRASIL**

**CUIABÁ
2021**

WILLIAN PEREIRA DA SILVA

**AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE CONTAMINAÇÃO DE RECURSOS HÍDRICOS
POR RESÍDUOS DE AGROTÓXICOS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO ALTO
JURUENA/MT, BRASIL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos – ProfÁgua, por meio da Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT, *campus* Cuiabá, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos.

Orientador: **Prof. Dr. Tadeu Miranda de Queiroz.**

**CUIABÁ
2021**

| | |
|-------|--|
| S586a | <p>SILVA, Willian. Avaliação do Potencial de Contaminação de Recursos Hídricos por Resíduos de Agrotóxicos na Bacia Hidrográfica do Alto Juruena/MT, Brasil / Willian Silva - Cuiabá, 2021. 83 f.; 30 cm. (ilustrações) Il. color. (sim)</p> <p>Trabalho de Conclusão de Curso (Dissertação/Mestrado) - Curso de Pós-graduação Stricto Sensu (Mestrado Profissional) Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos, Instituto Nacional de Pesquisas do Pantanal Cuiabá e Cidade Universitária Celso Campus Univers. de Cáceres., Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Universidade do Estado de Mato Grosso, 2021. Orientador: Tadeu Miranda de Queiroz</p> <p>1. Princípio-Ativo. 2. Risco Ambiental. 3. Saúde Humana. I. Willian Silva. II. Avaliação do Potencial de Contaminação de Recursos Hídricos por Resíduos de Agrotóxicos na Bacia Hidrográfica do Alto Juruena/MT, Brasil: . CDU 556.51:502/504</p> |
|-------|--|

Dedico este trabalho a minha família pelo apoio durante a jornada acadêmica, pelas ausências [...].

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha família por sempre estar presente e me dar suporte à minha busca por conhecimento, pelos ensinamentos e incentivos, que foram fundamentais para a formação do meu caráter e realização das minhas conquistas.

Aos meus colegas do Mestrado, sobretudo em nome de Filipe Filipovitz Vollmer, Kerolin Elza Costa Gonçalves e Rosiane Alexsandra dos Santos Costa, pela parceria, incentivos e trocas de informações, que foram de suma importância para a elaboração desse trabalho.

Ao meu orientador Dr. Tadeu Miranda de Queiroz, por ter confiado no meu trabalho e me conceder a oportunidade de realizar exatamente o trabalho da seleção. Por todo o ensinamento e toda a troca de informações e colaboração em vários trabalhos realizados em equipe.

Aos professores do Programa de Mestrado bem como a Secretaria deste, por toda a dedicação e empenho em organizar nossas atividades para o melhor aproveitamento do nosso tempo enquanto acadêmicos.

À Faculdade da Amazônia, pela anuência e tornar esse sonho realidade me proporcionando todo o suporte financeiro para deslocamento e dispensas para a realização do Mestrado.

Ao apoio técnico científico da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

Ao Programa de Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos - ProfÁgua, Projeto CAPES/ANA AUXPE Nº. 2717/2015.

E a todos que me acompanharam nessa caminhada de forma mais indireta, e permitiram uma caminhada menos tempestuosa nestes últimos anos, o meu eterno agradecimento.

*Onde quer que haja mulheres e homens,
há sempre o que fazer, há sempre o que
ensinar, há sempre o que aprender.*

Paulo Freire

RESUMO

A água é um dos principais fatores para a manutenção da vida na terra, além de ser meio de realização de inúmeras atividades sociais e econômicas. Por essa grandiosa importância, existe também uma grande preocupação por parte da sociedade acerca da poluição dos recursos hídricos advindos da produção agrícola de grande escala, sobretudo das *commodities*. A utilização de agrotóxicos está estreitamente ligada ao ritmo de produção, ou seja, quanto mais áreas tiverem sendo agricultáveis, maior é a utilização desses insumos agrícolas, o que por sua vez pode causar grandes impactos sobre os recursos hídricos e seus ecossistemas e a microbiota do solo. Diante dessa preocupação ambiental esse trabalho se justifica para a identificação e a aquisição de informações e dos ingredientes ativos presentes nos agroquímicos utilizados na região de drenagem da Bacia hidrográfica do Alto Juruena, para que assim se conheça o potencial de contaminação que essas substâncias representam no processo de poluição da água superficial. Essa pesquisa foi elaborada sobretudo por meio do levantamento de dados quantitativos e qualitativos junto ao Instituto de Defesa Agropecuária do Estado de Mato Grosso – INDEA/MT. Após a tabulação de dados foi aplicado o algoritmo específico Método de GOSS, que indica o risco de contaminação de águas superficiais da área de estudo pela solubilidade do agrotóxico em água, pela sua meia vida no solo e por seu poder de infiltração. Foi observado que a média de consumo de agrotóxicos na região da bacia hidrográfica é de 1,2 Kg/ha para formulados sólidos e 1,5 litros/ha para formulados líquidos, essa média de consumo se encontra abaixo da média nacional de utilização. Também foram observadas substâncias, que pelo Método de GOSS possuem alto poder de contaminação de águas superficiais, como o herbicida Paraquate, que teve sua comercialização proibida no Brasil no ano de 2020, o qual pode causar grande impacto a nível trófico, uma vez que sua ação vai além dos vegetais comerciais.

Palavras-chave: princípio ativo, risco ambiental, saúde humana.

EVALUATION OF THE POTENTIAL OF CONTAMINATION OF WATER RESOURCES BY PESTICID WASTE IN THE ALTO JURUENA / MT BASIN, BRAZIL

ABSTRACT

Water is one of the main factors for the maintenance of life on earth, in addition to being a means of carrying out numerous social and economic activities, due to this great importance, there is also a great concern on the part of society about the pollution of water resources arising from production. Large scale agricultural sector, especially in commodities. The use of pesticides is closely linked to the rate of production, that is, the more areas are arable, the greater the use of these agricultural inputs, which in turn can cause major impacts on water resources and their ecosystems and the microbiota of the ground. In view of this environmental concern, this work is justified for the identification and acquisition of information and the active ingredients present in the agrochemicals used in the drainage region of the Alto Juruena hydrographic basin, so that the potential for contamination that these substances represent in the process is known. of surface water pollution. This research was elaborated mainly through the collection of quantitative and qualitative data together with the Institute of Agricultural Defense of the State of Mato Grosso – INDEA/MT. After tabulating the data, the specific algorithm GOSS Method was applied, which indicates the risk of contamination of surface water in the study area by the solubility of the pesticide in water, its half-life in the soil and its infiltration power. It was observed that the average consumption of pesticides in the watershed region is 1.2 kg/ha for solid formulas and 1.5 liters/ha for liquid formulas, this average consumption is below the national average of use. Substances were also observed, which, by the GOSS Method, have a high power of contamination of surface waters such as the herbicide Paraquat, which was banned in Brazil in the year 2020, this pesticide can cause a great impact at the trophic level, since its action goes beyond commercial vegetables.

Keywords: active ingredient, environmental risk, human health.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1 – Série temporal do consumo de agrotóxicos e afins nível Brasil (2000-2018) | 27 |
| Figura 2 – Série temporal do uso médio por área de cultivo de agrotóxicos (1990-2018) | 28 |
| Figura 3 – Série temporal do consumo de agrotóxicos para o Estado de Mato Grosso (2000-2018) | 29 |
| Figura 4 – Localização Bacia Hidrográfica do Alto Juruena..... | 34 |
| Figura 5 – Área de agricultura dentro da Bacia Hidrográfica do Alto Juruena..... | 36 |
| Figura 6 – Média de comercialização de agrotóxicos sólidos por área na Bacia Hidrográfica do Alto Juruena..... | 42 |
| Figura 7 – Média de comercialização de agrotóxicos em litros por área na Bacia Hidrográfica do Alto Juruena..... | 45 |
| Figura 8 – Mapa de risco de contaminação potencial de transporte adsorvido no sedimento..... | 48 |
| Figura 9 – Comercialização do princípio ativo Glifosato (Kg) na bacia hidrográfica do Alto Juruena..... | 50 |
| Figura 10 – Comercialização do princípio ativo Clorpirifos (litros) na bacia hidrográfica do Alto Juruena..... | 52 |
| Figura 11 – Comercialização do princípio ativo Bifentrina (Kg) na bacia hidrográfica do Alto Juruena..... | 54 |

| | |
|--|----|
| Figura 12 – Comercialização do princípio ativo Carbendazim (litros) na bacia hidrográfica do Alto Juruena..... | 56 |
| Figura 13 – Comercialização do princípio ativo Paraquate (Kg) na bacia hidrográfica do Alto Juruena..... | 58 |
| Figura 14 – Mapa de risco de contaminação potencial de transporte dissolvido na água..... | 60 |
| Figura 15 – Comercialização do princípio ativo Acetamiprido (litros) na bacia hidrográfica do Alto Juruena..... | 62 |
| Figura 16 – Comercialização do princípio ativo Atrazina (litros) na bacia hidrográfica do Alto Juruena..... | 64 |
| Figura 17 – Comercialização do princípio ativo Fepronil (litros) na bacia hidrográfica do Alto Juruena..... | 66 |
| Figura 18 – QR Code de acesso à resultados do trabalho..... | 68 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|--|----|
| Quadro 1 – Classificação dos agrotóxicos de acordo com o modo de ação..... | 22 |
| Quadro 2 – Classificação dos agrotóxicos de acordo com o organismo alvo..... | 22 |
| Quadro 3 – Classificação dos agrotóxicos de acordo com o grau de toxicidade ao meio ambiente..... | 23 |
| Quadro 4 – Classificação dos agrotóxicos de acordo com o grau de toxicidade..... | 23 |
| Quadro 5 – Classificação dos agrotóxicos de acordo classes de comercialização..... | 23 |
| Quadro 6 – Classificação de herbicidas conforme sua aplicação e modo de ação..... | 24 |
| Quadro 7 – Agrotóxicos mais comercializados no Brasil em 2020..... | 29 |
| Quadro 8 – Equações para determinação do potencial de contaminação de águas superficiais..... | 38 |
| Quadro 9 – 10 princípios ativos mais comercializados em kg nos municípios pertencentes a Bacia Hidrográfica do Alto Juruena..... | 40 |
| Quadro 10 – Consumo municipal de agrotóxicos em números absolutos..... | 41 |
| Quadro 11 – 10 princípios ativos mais comercializados em litros nos municípios pertencentes a Bacia Hidrográfica do Alto Juruena..... | 43 |
| Quadro 12 – Consumo de princípio ativo comercializado em formulados líquidos por município..... | 43 |

Quadro 13 – Classificação dos princípios ativos segundo Método de GOSS.....46

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO | 13 |
| 2 OBJETIVOS | 17 |
| 2.1 OBJETIVO GERAL | 17 |
| 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS..... | 17 |
| 3 DESENVOLVIMENTO/REVISÃO DE LITERATURA | 18 |
| 3.1 AGRICULTURA BRASILEIRA..... | 18 |
| 3.2 AGRICULTURA MATO-GROSSENSE | 20 |
| 3.3 AGROTÓXICOS | 21 |
| 3.3.1 Fungicidas | 24 |
| 3.3.2 Herbicidas..... | 24 |
| 3.3.3 Inseticidas | 25 |
| 3.4 CONSUMO DE AGROTÓXICOS..... | 26 |
| 3.5 RECURSOS HÍDRICOS E POLUIÇÃO HÍDRICA | 29 |
| 4.1 BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO JURUENA..... | 31 |
| 4.2 BACIA HIDROGRÁFICA DO ALTO JURUENA | 34 |
| 5 MATERIAL E MÉTODOS | 37 |
| 5.1 INVENTÁRIO DE AGROTÓXICOS | 37 |
| 5.2 ANÁLISE DE RISCO AMBIENTAL..... | 38 |
| 5.3 MÉTODOS DE GOSS | 38 |
| 6 RESULTADOS E DISCUSSÃO | 40 |
| 6.1 INVENTÁRIO DE AGROTÓXICO..... | 40 |
| 6.2 POTENCIAL DE CONTAMINAÇÃO DE RECURSOS HÍDRICOS..... | 46 |
| 6.3 DIVULGAÇÃO DE RESULTADOS..... | 67 |
| 7 CONCLUSÃO | 69 |
| REFERÊNCIAS | 70 |
| APENCICE I – INVENTÁRIO DE AGROTÓXICOS COMERCIALIZADOS POR KG NA BACIA DO ALTO JURUENA/MT | 78 |
| APENCICE II – INVENTÁRIO DE AGROTÓXICOS COMERCIALIZADOS POR LITRO NA BACIA DO ALTO JURUENA/MT | 80 |

1 INTRODUÇÃO

Dentre os recursos naturais que são importantes para a manutenção da vida humana, estão: a água, que é fonte de inúmeras atividades sociais como higiene, lazer, indústria e agricultura (SOUZA *et al.*, 2014); e o solo, que assim como a água possui uma vasta gama de utilização, porém os mais importantes são a captação das águas das chuvas e sua drenagem para os lençóis freáticos e a obtenção de alimentos advindos da agricultura (LEPSCH, 2010).

Existe uma grande preocupação por parte da sociedade acerca da poluição dos recursos hídricos advindos da produção agrícola de grande escala, sobretudo das *commodities*. A utilização de agrotóxicos está estreitamente ligada ao ritmo de produção, ou seja, quanto mais áreas estiverem sendo agricultáveis, maior será a utilização desses insumos agrícolas, o que por sua vez pode causar grandes impactos sobre os recursos hídricos e seus ecossistemas e a microbiota do solo (CHIARELLO *et al.*, 2016).

Com a crescente produção nacional, fica cada vez mais evidenciado que o modelo brasileiro de produção, e sua caracterização como um país agroexportador de *commodities* e importador de manufaturados, tem ultrapassado os séculos, pois esse modelo advém da colonização do país. A tendência nesse modelo são de que as leis de proteção ambiental e de controle de utilização de agrotóxicos e outras substâncias tóxicas ficaram flexíveis quando comparadas ao mesmo certame de blocos econômicos e/ou países desenvolvidos, como é o caso da União Europeia, onde se observa maior rigidez em suas leis de utilização de agrotóxicos (FREITAS & REGINO, 2020).

De acordo com o exposto, a Portaria GM/MS Nº 888, DE 4 DE MAIO DE 2021, do Ministério da Saúde, dispõe sobre os parâmetros e procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para o consumo humano e traz seu padrão de potabilidade para substâncias químicas inorgânicas que representam risco à saúde, onde se encontram os padrões de potabilidade de 40 pesticidas (BRASIL, 2021) utilizados na agricultura brasileira como, por exemplo, o Tebuconazol, fungicida que apesar de ser classificado como pouco tóxico ao meio ambiente, se utilizado em proporções erradas pode causar impacto ambiental (TOGEE, 2019).

Em dados recentes divulgados no relatório da Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura – FAO, os países com maior produção de alimentos são a China, Estados Unidos e Brasil, sendo que os norte-americanos são também os maiores exportadores de alimentos seguido pelo país sul-americano (FAO, 2021). Para todo esse sucesso na produtividade, o país intensifica a produção e adota técnicas mais eficientes, como melhoramento de plantas e utilização de agrotóxicos. Com esse cuidado e tecnificação da produção, o país tem taxa de crescimento de produtividade geral de 3,58% a.a. e se levado em consideração apenas o século XXI essa taxa sobe para 4,08% a.a. (BUONAFINA, 2017).

O estado do Mato Grosso tem participação de 20,6% da produção agrícola do país, com área colhida estimada em 16,6 milhões de hectares no ano de 2019, o que representa uma alta de 7,2% em relação ao ano anterior. Destaque para o município de Sorriso, que sozinho representa 1,1% do valor de produção nacional, o maior do país, sendo o maior produtor de soja e milho. Outro município de destaque é Sapezal, que faz parte da área de drenagem da Bacia hidrográfica do Alto Juruena, tendo o segundo maior valor de produção agrícola do país, com presença de 6 tipos de lavouras principais: algodão, arroz, feijão, girassol herbáceo, milho e soja (MENDES, 2020).

A expansão da fronteira agrícola na região Centro-Oeste foi intensamente impulsionada nas décadas de 70 e 80, acontecimento essencial para a consolidação do agronegócio no Brasil. Com o avanço de áreas agricultáveis na região, foram fundados os municípios que concentram grande produção agropecuária (SILVA, 2010). Por exemplo, o município de Campos de Júlio, fundado como distrito em 1986 e, posteriormente, em município no ano de 1994, hoje figura como o 12º maior PIB *per capita* do país e o primeiro do Mato Grosso, advindo da produção agrícola, produzindo 1.630,59 toneladas de milho, soja e algodão, principais culturas do município (PMCJ, 2013; SANTANA, 2020).

O Estado de Mato Grosso apresenta condições edafoclimáticas favoráveis para ser um grande produtor de alimentos e, apesar de gargalos logísticos como maior custo de frete do país, é a Unidade Federativa que mais produz soja, milho, algodão e bovinos do Brasil, concentrando 50,5% do PIB do agronegócio brasileiro. Na região de drenagem da bacia hidrográfica do Alto Juruena se encontram os municípios de Campo Novo do Parecis, Campos de Júlio, Diamantino, Nova Mutum

e Sapezal. Esses municípios figuram entre os maiores produtores de soja, milho e algodão do estado de Mato Grosso (IBGE, 2017).

Cerca de 70% do Estado do Mato Grosso está inserido na Região Hidrográfica Amazônica (IBGE, 2017). Do total de municípios mato-grossenses, 43% são abastecidos exclusivamente por águas superficiais, 41% por águas subterrâneas e 16% pelos dois tipos de mananciais, isso é devido a grande disponibilidade hídrica, tanto superficial como subterrânea, o que confere um equilíbrio em relação ao tipo de manancial utilizado (ANA, 2008).

Com o intuito de melhorar o gerenciamento de bacias hidrográficas a bacia hidrográfica do Alto Juruena faz parte de uma série de sub-divisões de bacias hidrográficas, onde em escala de grandeza está inserida na bacia hidrográfica do rio Juruena, bacia hidrográfica do rio Tapajós e bacia hidrográfica do rio Amazonas (ARPA, 2011)

O consumo de agrotóxicos no Estado do Mato Grosso no ano de 2020, segundo dados disponibilizados pelo Instituto de Defesa Agropecuária de Mato Grosso (INDEA, 2021), foi de $3,98 \times 10^7$ kg para formulados em pó e $7,4 \times 10^9$ litros para formulados líquidos. Diante disso, torna-se fundamental a realização de estudos acerca dos impactos causados pelo uso de agrotóxicos na água, para caracterizar as consequências de determinadas atividades poluidoras, buscando compreender o processo de poluição por agrotóxico em recursos hídricos na área de drenagem da Bacia hidrográfica do Alto Juruena.

Apesar do Estado disponibilizar anualmente o Relatório de Comércio de Princípio Ativo, por meio do Instituto de Defesa Agropecuária do Estado de Mato Grosso- INDEA/MT, ainda existem poucos estudos para essa região. Esse fator motivante para a elaboração de um inventário dedicado a Bacia Hidrográfica em questão para que sirva de subsidio para o esclarecimento de demandas acerca da segurança hídrica dos mananciais da região.

A utilização de maneira indevida e/ou irregular de agrotóxicos pode provocar uma série de danos ao meio ambiente e, conseqüentemente, em todo o aspecto de cadeia alimentar. Apesar das substâncias serem utilizadas em alvos específicos, como, por exemplo, plantas daninhas/invasoras, já foi evidenciado que podem também atingir espécies que não são alvos diretos, como organismos do fitoplâncton de água doce, as algas, que são produtores primários da cadeia alimentar, o que

pode causar grandes danos a todo nível trófico superior do ecossistema (REGINATTO, 1998).

Além de impacto ambiental também pode-se evidenciar consequências na saúde humana, sendo que a exposição aos princípios ativos pode ser aguda, ou seja, uma grande quantidade da substância, ou crônica, a exposição frequente ao longo de anos. Essa exposição pode trazer uma série de sequelas e impactos para a manutenção da saúde, como câncer, convulsões, dores de cabeça, doença de Parkinson, hipertermia, dificuldades respiratórias, entre outras patologias (PERES et al., 2003).

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Realizar diagnóstico do potencial de contaminação de recursos hídricos por resíduos de agrotóxicos na bacia hidrográfica do Alto Juruena, Mato Grosso, utilizando o método de GOSS.

2.2 Objetivos específicos

- Identificar os princípios ativos mais comercializados na área de drenagem da bacia hidrográfica do Alto Juruena, Mato Grosso.
- Elaborar inventário dos princípios ativos comercializados na região da bacia hidrográfica do Alto Juruena, Mato Grosso; e
- Aplicar o diagnóstico do risco de contaminação de GOSS para os recursos hídricos dessa região.

3 DESENVOLVIMENTO/REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Agricultura brasileira

A história da agricultura brasileira permeia intimamente a história do descobrimento da Ilha de Vera Cruz, hoje Brasil, onde se deu início a colonização extrativista pela coroa portuguesa, com a intenção de encontrar metais preciosos, animais e outros recursos naturais para serem enviados para a metrópole. Com o insucesso da descoberta de metais preciosos, a cultura da cana-de-açúcar passou a ser explorada na nova colônia, tendo sua produção também destinada para a metrópole para a comercialização no velho continente (FAUSTO & FAUSTO, 1994).

Após a inserção da cana-de-açúcar, outra cultura que teve grande expressão no grande latifúndio brasileiro durante os séculos XVII a XX foi a do café, que, devido às crescentes demandas de consumo na Europa tonou-se necessário o aumento da oferta por parte da colônia, que já não tinha mais um perfil de extrativismo e sim de agroprodutor. Nesse mesmo período, o que se observava é que a colônia exportava basicamente produtos de origem vegetal e importava cada vez mais equipamentos industrializados destinados a produção agrícola, ou seja, a modernização da produção do campo (BAER, 2002).

A tendência da colônia de ser um país exportador de *commodities* e importador de manufaturados se estendeu mesmo após a sua proclamação de independência. Até os dias atuais ficam evidentes as relações de comercialização global, ou seja, ainda se enxerga resquícios do período colonial extrativista (MARQUES, 2018).

Na atualidade, as principais *commodities* agropecuárias produzidas no país são a soja em grãos, carne bovina *in natura*, açúcar de cana em bruto, algodão não cardado nem penteado, carne suína *in natura*, carne de frango *in natura*, suco de laranja, tabaco, milho e celulose. Esses setores juntos somaram mais de US\$ 30.000,00 milhões de dólares em 2020 (CNA, 2020).

A cultura agrícola de maior expressão no Brasil é a da soja, que foi introduzida no país pela Escola de Agronomia da Bahia por volta de 1882 e posteriormente, em 1892, pelo Instituto Agrônomo de Campinas, que originalmente utilizou o vegetal para a produção de forragens para animais e também seu emprego

na rotação de culturas. Mais tarde, na década de 50 do século passado, a soja migrou também para a região sul do país, onde era utilizada basicamente para o autoconsumo e granjas (NUNES, 2016).

Atualmente, o país é o segundo maior produtor da oleaginosa, o que representa uma grande contribuição às arrecadações do produto interno bruto nacional (FAO, 2021). Em contrapartida, vale salientar que para uma grande produção de grãos são necessárias grandes áreas de cultivos, com destaque aos estados do Mato Grosso e Paraná, os maiores produtores do Brasil (EMBRAPA, 2019).

O segundo cultivo mais importante das lavouras brasileiras é o da cana-de-açúcar, sendo manejada em 8.442 mil hectares de terras de todos os estados brasileiros, sendo que os estados de São Paulo e Goiás são os maiores produtores. Na área mencionada anteriormente foram produzidas 624,7 milhões de toneladas do vegetal na safra 2019/20, o que representa um incremento de 3,6% em relação à safra 2018/19 (CONAB, 2020).

A cana-de-açúcar é um vegetal muito versátil, isso porque seus derivados são utilizados em várias operações industriais de nichos diferentes. Os principais usos são para a produção do açúcar de mesa e de combustível. Porém, além desses há também a derivação de outros coprodutos como a palha, bagaço, vinhaça, torta de filtro, melaço, leveduras, rapadura e uma vasta gama de utilizações alimentícias e na indústria farmacêutica/cosmética (CORTEZ et al., 1992; BONASSA et al., 2015).

Apesar do aumento na produção do país, a exportação de açúcar de mesa teve uma redução de 3,8% em relação à safra anterior, o que pode ter sido impactado por uma alta oferta do produto a nível mundial. Mesmo diante ao cenário negativo, o Brasil exportou aproximadamente 18,9 milhões de toneladas na safra 2019/20, o que representou R\$ 5,8 bilhões de saldo para a balança comercial do país (CONAB, 2020).

Ainda segundo a Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB (2020), outra cultura que a cada ano bate recordes de produção é a do algodão, fazendo do Brasil o segundo maior produtor do mundo e o maior exportador. Na safra 2019/2020 o país contou com uma área plantada de 1,67 milhões de hectares, 3,3% maior do que a safra anterior, produzindo em média 7.753 kg/ha e totalizando 2,93 milhões toneladas, crescimento de 5,4% em relação a safra 2018/2019.

Dentre as lavouras de *commodities* do país, a de algodão é uma das que mais demandam a utilização de agrotóxicos durante seu processo produtivo, necessitando em média do uso de 14,51 kg/ha de princípio ativo, ficando atrás das culturas da babata inglesa, com a demanda de 31,60 kg/ha, maçã com 39,18 kg/ha e o tomate com 46,87 kg/ha (IBGE, 2014).

O milho também é outra cultura que se encontra em franca expansão, mesmo com a ocorrência da pandemia de COVID-19. As projeções da CONAB (2019) apontam para um aumento da área cultivada, assim como a rentabilidade. No país, o vegetal é plantado em 2 safras diferentes, totalizando uma área 19,8 mil ha e com produtividade média de 113 milhões de toneladas.

O milho assim como a cana-de-açúcar é um vegetal muito versátil, sendo seus derivados utilizados em várias atividades econômicas, sendo que a principal delas é a alimentação de animais como aves e suínos. Porém ainda se observa a utilização para a alimentação humana, além do emprego na produção de etanol (GARCIA et al., 2016).

3.2 Agricultura mato-grossense

A expansão agrícola do Estado do Mato Grosso aconteceu propulsão pelo Plano de Valorização Econômica da Amazônia (PVEA), onde era previsto maior apoio de desenvolvimento para a região amazônica, onde englobava melhora na infraestrutura, saúde e educação da região (LENHARO, 1983). Posteriormente, o plano passou a se chamar Superintendência do Plano de Valorização Econômica da Amazônia (SPVEA), com o objetivo principal de povoamento da região centro-oeste e amazônica, além de garantir a manutenção de fronteiras internacionais. Esse movimento do governo conseqüentemente deu início à produção agrícola de subsistência (BARROZO, 2018).

O Instituto Mato-grossense de Economia Agropecuária – IMEA (2019), aponta que atualmente as áreas utilizadas para a produção agrícola no estado representam 11,9% do território, onde também se tem o uso e ocupação do solo com 25,5% de pastagens da pecuária e 0,6% de edificações, além de 62,1% de áreas não exploradas, sendo 41,2% em áreas preservadas por produtores, 15,4% em terras indígenas e 5,5% em unidades de preservação ambiental.

Atualmente, o Mato Grosso é o maior produtor de grãos do país, produzindo na safra de 2018/2019 o equivalente a 27% de todo o volume produzido no Brasil inteiro, seguido do estado do Paraná, responsável pela produção de 15,9% e Rio Grande do sul com a participação de 14,7% (SANT'ANA, 2019).

O Estado produziu na safra de 2018/2019 32,5 milhões de toneladas de soja em 9,6 milhões de hectares; e 28,5 milhões de toneladas de milho, na segunda safra, com área plantada de 4,7 milhões de hectares. Além dos grãos o algodão também teve destaque com a produção de 3,9 milhões de toneladas em 0,9 milhões de hectares, sendo o estado o maior produtor também de algodão no país (IMEA, 2019).

Em contra partida de todo esse poderio produtivo o estado do Mato Grosso é a UF do país que mais faz a utilização de agrotóxicos, sendo que a cada ano a utilização dessas substâncias estão batendo recordes. Por exemplo, nos últimos dados disponibilizados pelo IBGE (2019) consta que o Estado utilizou 98.818,76 mil toneladas de princípio ativo no ano de 2018.

3.3 Agrotóxicos

Os agrotóxicos são categorizados no Decreto N° 4.074/2002, artigo 1°, inciso IV, que regulamenta a Lei Federal 7.802 de 11 de julho de 1989. Define-se agrotóxicos e afins como:

Produtos e 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 plantadas, e de outros ecossistemas e 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, bem como as substâncias e produtos empregados como desfolhantes, desseccantes, estimuladores e inibidores de crescimento (BRASIL, 1989).

Além dessa definição, os agrotóxicos podem ter algumas nomenclaturas diferentes, a depender da abordagem, podendo ser conhecido também como defensivos agrícolas, termo que é amplamente criticado por setores de proteção ambiental. Sua função é a eliminação de vidas, como pragas e plantas daninhas, que possam danificar e/ou prejudicar a cultura agrícola (IBAMA, 2010).

São 3 os componentes de um agrotóxico: primeiro o princípio ativo, ou ingrediente ativo, segundo o ingrediente inerte e terceiro a impureza. O ingrediente

inerte é utilizado como veículo de diluição e/ou para agregar características necessárias às formulações. O princípio ativo é necessariamente um agente químico, físico ou biológico que é o que garante a ação dos agrotóxicos, e a impureza é o que se deriva do processo de produção do ingrediente ativo (BRASIL, 1989).

Segundo Savoy (2011), essas substâncias empregadas no cultivo agrícola podem ser classificadas de acordo com: o modo de ação (Quadro 1) e de acordo com a praga alvo (Quadro 2).

Quadro 1 – Classificação dos agrotóxicos de acordo com o modo de ação.

| Ação | Característica |
|----------------------|--|
| Ação de contato | Modo de ação de um pesticida que age e é absorvido pela pele (tegumento) do inseto. É muito utilizado em pulverização nas pragas. |
| Ação de ingestão | Modo de ação de um pesticida que age e penetra no organismo por via oral. Utilizado para controle de insetos mastigadores. |
| Ação de profundidade | Modo de atuação de um inseticida que tem ação translaminar. Utilizado para moscas-da-frutas e insetos que penetram em frutos. |
| Ação fumegante | Modo de ação de um pesticida que age penetrando no inseto na forma de vapor através de suas vias respiratórias. |
| Ação sistêmica | Modo de ação que é exercida por um pesticida que é absorvido por uma planta e transportado em quantidades suficientes para tornar o local de translocação tóxico para os insetos por um tempo ilimitado. |

Fonte: Adaptado de Santos (2014).

Quadro 2 – Classificação dos agrotóxicos de acordo com o organismo alvo.

| Classificação | Aplicação |
|--------------------------|--|
| Inseticidas | Controle de insetos |
| Fungicidas | Controle de fungos |
| Herbicidas | Controle de plantas invasoras (ervas daninhas) |
| Rodenticidas (raticidas) | Controle de roedores |
| Desfolhantes | Controle de folhas indesejáveis |

Fonte: Adaptado de Peres et al. (2003).

Também pode ser classificado ainda quanto à toxicidade ao meio ambiente (Quadro 3) e de acordo com seu grau de toxicidade ao ser humano, (Quadro 4), sendo que o grau de toxicidade é apresentado em cores vermelha, amarela, azul e verde, onde a primeira cor identifica o produto mais tóxico e a última o menos tóxico, de acordo com resultados obtidos em experimentos laboratoriais onde se testava a

dosagem letal (DL) da substância para 50% dos organismos expostos, também conhecido como DL50 (PERES et al., 2003; MARTEL, 2013).

Quadro 3 – Classificação dos agrotóxicos de acordo com o grau de toxicidade ao meio ambiente.

| Classes | Toxicidades |
|---------|--------------------------------------|
| I | Altamente perigosos ao meio ambiente |
| II | Muito perigosos ao meio ambiente |
| III | Perigosos ao meio ambiente |
| IV | Pouco perigosos ao meio ambiente |

Fonte: Adaptado de Ribas e Matsumura (2009).

Quadro 4 – Classificação dos agrotóxicos de acordo com o grau de toxicidade.

| Classes | Toxicidade | DL50 | Faixa de cores |
|---------|---------------------|-------------------------|----------------|
| 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 5.000 mg/kg | verde |

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

Ainda existe outra divisão de grupos químicos correlacionados aos princípios ativos específicos, sendo separados em classes mais comercializadas pelo setor do agronegócio (PERES; MOREIRA; DUBOIS, 2003), apresentada no Quadro 5.

Quadro 5 – Classificação dos agrotóxicos de acordo classes de comercialização.

| Classes | Grupos químicos |
|-------------|--|
| Fungicidas | Ditiocarbamatos, Fentalamidas, dinitrofenóis e pantaclorofenol. |
| Herbicidas | Fenoxiacéticos e dipiridilos. |
| Inseticidas | Organoclorados, organofosforados, piretróides sintéticos e carbamatos. |

Fonte: Adaptado de Ribas e Matsumura (2009).

Esse grande número de classificações auxilia na hora da investigação acerca da motivação do uso de agrotóxicos em regiões de agricultura no país. Também auxilia na identificação sobre a sua periculosidade ao meio ambiente e ao ser humano, podendo assim ser feito um trabalho que exige muita atenção quanto ao manuseio e aplicação dessas substâncias.

3.3.1 Fungicidas

Os fungicidas são produtos sintéticos criados com a intenção de prevenção da infecção do tecido de plantas vivas por fitopatógenos de fungos. Essas substâncias agem também em outros seres vivos como bactérias e algas. Embora a ideia seja que o ingrediente ativo extermine o fungo presente nas plantações, ele apenas inibe a esporulação por um período, evitando assim o crescimento populacional do patógeno (GARCIA, 1999).

Assim como todos os agrotóxicos, os fungicidas possuem uma classificação, que está baseada na função química e no modo de ação contra o alvo, podendo ser protetores ou de contato, erradicantes e sistêmicos (ZAMBOLIM *et al.*, 1995; KIMATI, 1995).

Segundo levantamento feito por Tooge (2019), os princípios ativos com ação fungicidas mais utilizados no país são Mancazobe, compostos a base de cobre, enxofre, Piaraclostobina, Azoxistrobina, Protioconazol, Fluxaproxade, TEbuconazol e Epoxiconazol. Sendo utilizados em diversas culturas vegetais, desde às hortaliças até aos cereais.

3.3.2 Herbicidas

Essa classe de agrotóxicos tem como alvo plantas invasoras (plantas/ervas daninhas), que em área agricultável acaba competindo por nutrientes com as plantas de interesse econômico. Até a década de 40 existiam poucas formulações desses compostos, o que mudou na década de 70, com o desenvolvimento de herbicidas que aumentou exponencialmente, podendo hoje ser encontrado com uma gama grande de nomes comerciais (STEPHENSON *et al.*, 2006; LEIN *et al.*, 2004).

A classificação desses agrotóxicos também segue os preceitos de método de aplicação e mecanismos de ação, conforme Quadro 6.

Quadro 6 – Classificação de herbicidas conforme sua aplicação e modo de ação.

| Aplicação, movimentação nas plantas | Mecanismo de ação | Plantas controladas |
|--|---------------------------|----------------------------|
| I - Solo | 1. Pigmentos | Gramíneas e dicotiledôneas |
| | 2. Crescimento de plantas | |
| | 2.1 Parte aérea | Gramíneas e Ciperáceas |

| | | |
|--|---|--|
| | 2.2 Parte aérea e raízes | Gramíneas e Ciperáceas |
| | 2.3 Tubulina | Gramíneas |
| | 3. Fotosistêmica | Dicotiledôneas |
| II - Aplicados às folhas - Contato | 1. Fotossistema | Dicotiledôneas |
| | 2. Degradação de membranas | |
| | 2.1 Protox | Dicotiledôneas |
| | 2.2 Fotossistema | Gramíneas e dicotiledôneas |
| | 3. Metabolismo do nitrogênio | Gramíneas e dicotiledôneas |
| III - Aplicados às folhas - Sistêmicos | 1. Regulador de crescimento | Dicotiledôneas |
| | 2. Síntese de amins aromáticas | Gramíneas e dicotiledôneas |
| | 3. Síntese de amins de cadeiras ramificadas | Gramíneas, dicotiledôneas e ciperáceas |
| | 4. Síntese de lipídeos | Gramíneas |

Fonte: Adaptado de Vidal (2002).

Os herbicidas mais utilizados nas culturas do país na atualidade são: Glifosato, 2,4-D, Atrazina, Dicloreto de Paraquate, Diurom, S-metolacoloro, Mesotriona, Dicamba, Sulfentrazone, Flufenaceto e Mesosulfuron, os quais são indicados para aplicação em inúmeras espécies vegetais. Entre todas as categorias de agrotóxico, o Glifosato é a substância mais comercializada e aplicada em plantações tanto no Brasil, quanto nos Estados Unidos da América e Europa. No velho continente, alguns países como Alemanha e Áustria baniram o produto, pois há estudos que o relacionam com câncer (TOOGE, 2019).

3.3.3 Inseticidas

O grupo dos inseticidas, como o nome sugere, tem como organismo-alvo os insetos que atacam lavouras e, assim como os demais, possuem uma vasta gama de produtos comerciais, bem como sistemas de aplicação, podendo ser encontrado na forma de líquido, pó e spray. Podem ter natureza orgânica ou sintética e em contato com o organismo-alvo, os insetos, eles agem atuando no sistema nervoso (SILVA, 2015).

Dentre os grupos de inseticidas ressalta-se algumas características que podem ser prejudiciais ao meio ambiente quanto aos compostos organoclorados, pois esses têm a tendência de ter a permanência de longo prazo no local de aplicação, onde esse acúmulo pode significar prejuízos à saúde humana e também saúde ambiental. Apesar dessa característica e grande preocupação por parte de

órgãos públicos de fiscalização, os organoclorados não possuem produtos substitutos, por esse motivo ainda são utilizados mesmo com toda sua problemática (KASEMODEL et al., 2014).

Outros grupos de inseticidas que ganham atenção por parte da comunidade científica são os organofosforados e carbamatos, substâncias que são utilizadas amplamente na agricultura desde a segunda guerra mundial (SOARES, 1998). Apesar de muito eficazes no combate às pragas da lavoura em diversas culturas, são os maiores responsáveis por intoxicação por agrotóxicos no país. Esses, ao contrário dos organoclorados, tem a degradação muito mais acelerada no meio ambiente, o que demanda maior número de aplicações e, conseqüentemente, mais exposição dos trabalhadores ao produto (SILVA, 2015).

Outro grupo dos inseticidas são os piretróides que apresentam, além de baixo risco de intoxicação para mamíferos e também para o meio ambiente, um grande espectro de ação, podendo ser utilizado para o controle de uma série de pragas e possuem uma importante característica de que são extremamente tóxicos ao organismo-alvo, dessa maneira, não se necessita da aplicação de um grande volume do mesmo (SANTOS *et al.*, 2007).

Dentre os inseticidas mais comercializados no país encontram-se os princípios ativos Acefato, Imidacloprido e Bifentrina. Todos atingem uma vasta gama de organismos-alvo e são altamente utilizados, sendo que os dois primeiros se encontram no *rank* dos 10 agrotóxicos mais difundidos no país (TOOGE, 2019).

3.4 Consumo de agrotóxicos

A primeira publicação sobre a utilização de agrotóxicos na produção de vegetais foi feita pela escritora Rachel Carson, que em seu trabalho alertava sobre a utilização dessas substâncias sem sua devida experimentação e falta de investigação científica sobre danos que elas pudessem causar. O primeiro composto a ser duramente criticado foi o DDT, primeiro agrotóxico da era moderna, muito utilizado durante e após a Segunda Guerra Mundial. A partir dessas observações e questionamentos começou um movimento científico que visa entender os impactos à natureza e à saúde humana (ZANDONÁ, 2019).

O Brasil tem uma história intimamente ligada com a utilização de agrotóxicos, já que sua base econômica é voltada a agricultura e pecuária. Sendo

assim, sempre ocupou o topo dos países que mais fazem uso de agrotóxicos no mundo todo. A datação do início da utilização em grande escala está entre as décadas de 40 e 80, período de modernização da agricultura e a instalação de indústrias voltadas à essas substâncias (OLIVEIRA, 2010).

De acordo com o Decreto Federal nº 4074/2002 (BRASIL, 2002), o Ministério do Meio Ambiente (MMA) é o responsável direto pela realização da avaliação ambiental, de seus componentes, e também estabelecer sua classificação quanto ao potencial de perigo ao meio ambiente. Já o Decreto Federal nº 6.099/07, que versa sobre a realização da análise, registro e controle de agrotóxicos, seus componentes, atribui essas funções ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA).

A utilização de cada tipo de agrotóxico deve ser feita conforme deliberações da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), que realiza testes de toxicidade dos ingredientes ativos, tanto para o organismo alvo, quanto para o meio ambiente e persistência no mesmo, além de deliberar nomes comerciais e culturas que cada categoria das substâncias pode ser utilizada (ANVISA, 2018).

A comercialização de agrotóxicos e afins no Brasil apresentou, conforme Figura 1, um crescimento entre os anos 2.000 à 2.014 e uma estabilização em um patamar de utilização acima das 500.000,00 toneladas a partir do ano de 2015, fato que está diretamente ligado à abertura de novas áreas bem como aumento da produtividade agrícola (IBAMA, 2021).

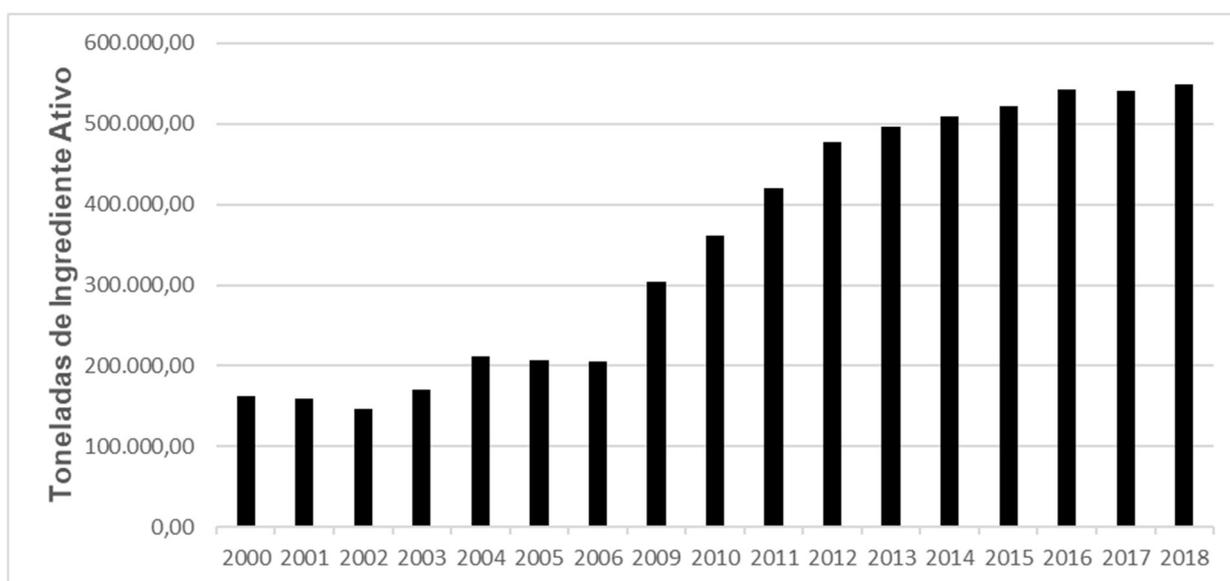


Figura 1 – Série temporal do consumo de agrotóxicos e afins no Brasil (2000-2018). Fonte: IBAMA (2019).

Segundo o banco de dados FAOSAT da *Food and Agriculture Organization of the United Nations* (2019), o consumo de agrotóxico por área de cultivo no Brasil é de 5,94 kg/ha/ano, conforme Figura 2, e também se encontra em tendência de crescimento, porém nessa concepção o país não figura ente os maiores consumidores de agrotóxicos.

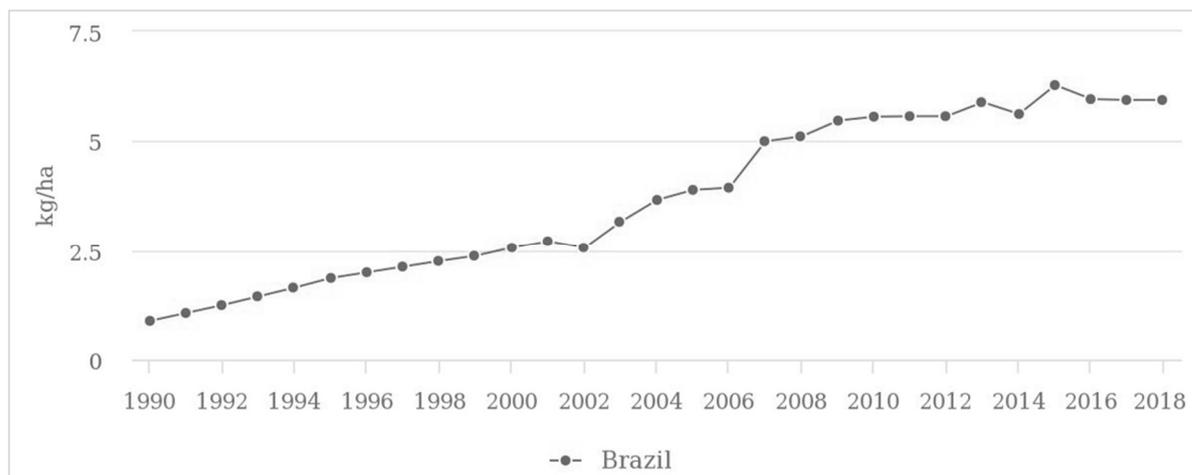


Figura 2 – Série temporal do uso médio por área de cultivo de agrotóxicos (1990-2018). Fonte: FAO (2019).

Assim como o a média nacional de consumo de agrotóxicos, os estados tendem a seguir por consequência o aumento do consumo de agrotóxicos, sendo que o Estado do Mato Grosso, o maior produtor de produtos de origem vegetal do país, também é o maior consumidor de agrotóxicos, observado pela análise de dados do IBAMA (2019) na Figura 3. O Estado consumiu no ano de 2018 o equivalente a 98.818,76 toneladas de princípio ativo, seguido dos estados de São Paulo e Rio Grande do Sul, com o consumo de 81.494,86 e 64.069,29 toneladas, respectivamente (IBAMA, 2019).

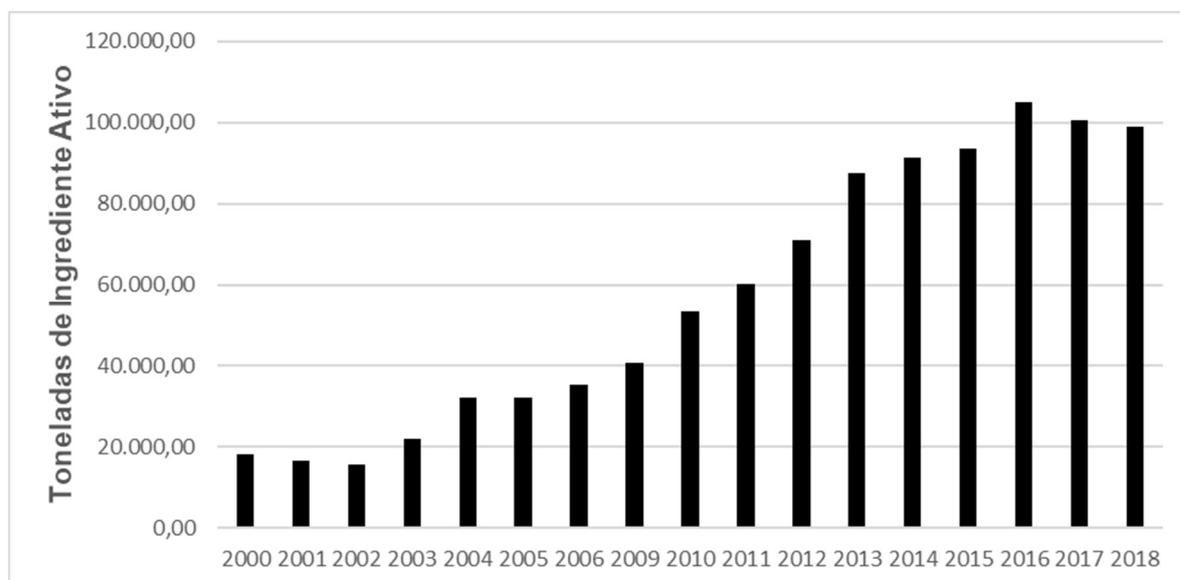


Figura 3 – Série temporal do consumo de agrotóxicos para o Estado de Mato Grosso (2000-2018).

Fonte: IBAMA (2019).

Ainda segundo os dados do órgão responsável pela coleta de dados, o IBAMA (2020), o ranqueamento dos 10 agrotóxicos mais comercializados no país no ano de 2020 são 4 herbicidas, 4 inseticidas e 2 fungicidas, elencados no Quadro 7.

Quadro 7 – Agrotóxicos mais comercializados no Brasil em 2020.

| Ranking | Ingrediente Ativo | Vendas (toneladas) | Finalidade |
|---------|------------------------|--------------------|------------|
| 1º | Glifosato e seus sais | 217.592,24 | Herbicida |
| 2º | 2,4-D | 52.426,92 | Herbicida |
| 3º | Mancozebe | 49.162,59 | Inseticida |
| 4º | Acefato | 28.432,50 | Inseticida |
| 5º | Atrazina | 23.429,38 | Herbicida |
| 6º | Clorotalonil | 16.653,05 | Fungicida |
| 7º | dicloreto de paraquate | 16.398,14 | Herbicida |
| 8º | Malationa | 13.576,47 | Inseticida |
| 9º | Enxofre | 11.882,33 | Fungicida |
| 10º | Clorpirifós | 10.827,78 | Inseticida |

Fonte: IBAMA (2020), adaptado pelo autor.

3.5 Recursos Hídricos e Poluição Hídrica

Dentre os recursos naturais, o recurso hídrico talvez seja o que mais necessita de atenção das partes governamentais, científicas e da população civil para que seja gerenciado de forma sustentável, pois o mesmo é um elemento chave

para o estabelecimento, desenvolvimento e sobrevivência da vida na Terra (CUSTÓDIO, 2005).

A água é um bem indispensável à vida: humana, animal e vegetal. Compartilha dos processos ecológicos essenciais, como o da fotossíntese, o da quimiossíntese e o da respiração. Funciona como habitat e nicho ecológico de inúmeros organismos e espécies animais e vegetais. Sua mobilidade, seu poder de solubilidades, sua variação de densidade, sua característica de regulador térmico e especialmente sua tensão superficial são atributos que respondem por sua extraordinária função ecológica (SILVA, 2007).

No Brasil o órgão governamental responsável pela gestão e gerenciamento dos recursos hídricos é a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico – ANA, que foi criada pela Lei Federal nº 9.984, de 17 de julho de 2000, e tem por finalidade implementar a Política Nacional de Recursos Hídricos, nos termos da Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997 (ANA, 2019). E no Estado de Mato Grosso o órgão responsável pelo monitoramento da qualidade da água, bem como acompanhamento de ações de impacto aos recursos hídricos é a Secretaria Estadual de Meio Ambiente – SEMA.

O uso inadequado e o manejo inadequado das substâncias agrotóxicas podem acarretar uma série de problemas ambientais e causar impacto em efeito dominó para uma cadeia de complicações de saúde, inclusive a humana (ROSA, 1998).

Além do uso inadequado e problemas com manejo, a pesquisadora Bombardi (2017), relata que, em comparação às leis vigentes na União Europeia, a legislação nacional permite uma gama maior de pesticidas diluídos em mananciais, como o Acefato, que é proibido nos países da União Europeia e no Brasil não existe se quer legislação para valores mínimos do produto no controle de qualidade.

Essas substâncias, quando expostas ao ambiente, sofrem ação de processos biológicos, físicos e químicos, que influenciam diretamente no seu comportamento em campo. Esses processos desencadeiam atividades que podem ser de retenção, transformação e/ou transporte (SPADOTTO, 2006). O último processo é o que faz o transporte dos agrotóxicos via perfil de solo, podendo afetar tanto mananciais superficiais quanto subterrâneos (EDWARDS, 1973), onde, dependendo das características da substância, podem se depositar ao fundo ou serem absorvidos por seres vivos (SILVA; SANTOS, 2007).

A exposição de seres vivos às diversas concentrações dessas substâncias liberadas em meio aquático pode ocasionar em toxicidade, que é a capacidade de

causar dano ou levar a morte (HOBOLD, 2007). Para a determinação de toxicidade de agrotóxicos são feitos ensaios com organismos vivos, para que se possa determinar a dose letal em 50% da população de teste (DL50). As algas são utilizadas em grande escala para esse tipo de teste, pois é um indicador trófico muito importante, tendo em vista que são produtores primários e se situam na base da cadeia alimentar, ou seja, qualquer substância que seja capaz de dizimar algas, pode ser capaz de causar um grande dano a nível de ecossistema (REGINATTO, 1998; RUBINGER, 2009).

Além do prejuízo ambiental, muitos estudos apontam para o perigo dessas substâncias para o abastecimento humano, a situação nacional de monitoramento aponta que somente 52% dos municípios possuem algum teste de monitoramento das águas para agrotóxicos, e que na sua maioria registram números superiores aos que a legislação permite (ARANHA E ROCHA, 2019). Além de que os dados do IBGE (2011) apontam que os agrotóxicos, juntos com esgoto sanitário e resíduos urbanos, são responsáveis pela incidência de poluição em 72% de mananciais superficiais, 60% em poços rasos e 54% em poços profundos.

4. Caracterização da Bacia Hidrográfica

4.1 Bacia Hidrográfica do Rio Juruena

Situada entre os paralelos, 7° 20' e 14° 43' de latitude sul e os meridianos 49° 15' e 54° 03' de longitude oeste, se situa a Bacia Hidrográfica do rio Juruena (Figura 4) é uma subdivisão da Bacia Hidrográfica do Rio Tapajós. Sua área de drenagem é de 190.931 km², presente em municípios do Estados do Mato Grosso e uma pequena porção no Estado de Rondônia. Está dividida em cinco bacias hidrográficas principais: Alto Juruena, Sangue, Arinos, Peixes e Baixo Juruena.

De acordo com ARPA (2011), o rio Juruena com 1.080 km de extensão nasce nas encostas setentrionais da Serra dos Parecis, em altitudes próximas a 700 m. Recebe grande número de tributários até sua confluência com o rio Arinos, tendo já percorrido cerca de 850 km. Quando recebe, pela margem direita, o afluente Rio Teles Pires, passa a ser denominado Rio Tapajós.

A Bacia Hidrográfica do Rio Juruena insere-se na região de Clima Equatorial ao qual se associam os processos atmosféricos de latitudes mais altas. Dos fatores

meteorológicos determinantes do clima da região, o regime de precipitação se sobressai, por apresentar uma ampla variabilidade temporal e espacial, sendo fator preponderante na determinação das estações do ano. A pluviosidade média, de 2.100 mm, é superior à de outras grandes bacias hidrográficas, inclusive da Amazônia. O período seco abrange cinco meses, de maio a setembro, e um período de chuvas, que tem início geralmente de outubro e se estende até abril (EPE/CNEC, 2010).

Situada na Amazônia meridional, essa bacia corresponde a uma área de transição entre cerrado/savana e Amazônia/floresta (FANZERES E JAKUBASZKO, 2015).

Dentre os usos consultivos dessa Bacia Hidrográfica, destaca-se a captação de água subterrânea (SANTOS, 2000) para abastecimento das cidades em sua área de drenagem. O Aquífero do Parecis, principal aquífero dos Estados de Mato Grosso e Rondônia é a principal fonte de abastecimento desses municípios, cuja exportação é feita prioritariamente por poços tubulares profundos (CPRM, 2008).

Outro uso consultivo é a irrigação por pivô central, que abrange uma área de 36.310 ha, com 298 unidades em funcionamento, sendo os principais exportadores de água os municípios de Campo Novo do Parecis, Sapezal e Nova Mutum (ANA, 2016), observa-se um crescimento acentuado desse método de irrigação, pois no início da década de 2000 não constavam a existência de irrigação nessa região (SANTOS, 2000).

Tratando-se dos usos não-consuntivos a bacia Juruena/Arinos formam a região mato-grossense com maior potencial hidroelétrico, estimando-se a produção de 2.636,70 MW (ARPA, 2011). Segundo a Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL (2015), os cursos d'água dessa bacia possuem o total de 25 usinas hidroelétricas, sendo o rio Juruena e o Rio do Sangue os que mais abarcam esse tipo de empreendimento, com 7 e 6 unidades, respectivamente. A geração hidrelétrica em rios pertencentes à bacia ocorre preponderantemente nas áreas de cabeceiras, por meio de 6 Pequenas Centrais Hidrelétricas – PCHs, 2 no rio do Sangue, 2 no rio Juruena, 1 no rio Sacre e 1 no Córrego Prata, e 3 Centrais Geradoras Hidrelétricas – CGHs, 1 em cada um dos córregos Sapezal, Mazutti e Perdizes, em grande parte destinada ao suprimento de produtores independentes. Em construção encontram-se 5 PCHs no rio Juruena (Rondon, Parecis, Sapezal, Cidezal, Telegráfica) e inventariadas conta-se com 10 UHEs (EPE/CNEC, 2010).

Com a falta de tratamento adequado para o esgoto e rejeitos, os leitos dos rios são comumente utilizados para a diluição e transporte de rejeitos e esgoto provenientes das residências bem como de pequenas indústrias, o que já afeta a qualidade da água com alta taxa de coliformes fecais (SANTOS, 2000).

Dentre as atividades de uso-ocupação do solo na região está a intensiva garimpagem de ouro, principalmente nas proximidades da cidade de Juína e na foz do Rio São João da Barra (ARPA, 2011).

Além da mineração ilegal, o Instituto Mato-grossense de Economia e Agropecuária – IMEA (2019), cita a agricultura e a pecuária como principal fator de ocupação da região drenada pela Bacia Hidrográfica. Sendo que na atividade agrícola destaca-se a produção da soja, onde os municípios de Sapezal, Campo Novo do Parecis e Campos de Júlio figuram como alguns dos maiores produtores do estado, enquanto na pecuária destaca-se o município de Brasnorte.

A atividade agropecuária causa uma grande preocupação ecossistêmica no que diz respeito à utilização de agrotóxicos, sobretudo em áreas de cultivo de soja na porção da Bacia Hidrográfica do Alto-Juruena, bem como o desmatamento para abertura de novas áreas de pastagem, na bacia hidrográfica do Rio Arinos (ARPA, 2011).

Ainda segundo a ARPA (2011), o uso das águas da Bacia Hidrográfica do Rio Juruena para a atividade de navegação é pouco significativo. Isso se deve principalmente ao grande número de corredeiras, desníveis e cachoeiras em praticamente toda a sua extensão.

Os relatórios de qualidade d'água dessa Bacia Hidrográfica, disponibilizados pela Secretaria de Estado de Meio Ambiente – SEMA, levam em consideração a análise de 9 variáveis, sendo elas o oxigênio dissolvido, *Escherichia coli*, pH, DBO₅, nitrogênio, fósforo total, turbidez, sólidos totais e temperatura de desvio, utilizando o Índice de Qualidade de Água – IQA proposto por NSF – *Nacional Sanitation Foundation* (PHILIPPI JR., 2004).

No geral, os resultados mostraram que os rios da área de drenagem estão com índices de qualidade de águas superficiais de “regular” à “boa”, mas que determinados locais começaram a apresentar elevada carga orgânica sendo necessário o acompanhamento para permitir ações interventivas no tempo adequado (SEMA, 2018). Em consulta ao Portal HIDROWEB, ferramenta que oferece acesso ao banco de dados da rede de monitoramento de qualidade de água

da ANA, a estação fluviométrica de Fontanilhas, no município de Juína, é a estação mais a jusante da rede de drenagem da bacia hidrográfica do Alto Juruena e as análises que são encontradas são referentes sobre tudo ao pH, turbidez, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido, ou seja, apenas 4 dos 10 parâmetros para se tenha uma resposta para a qualidade de água no corpo hídrico (ANA, 2021).

4.2 Bacia Hidrográfica do Alto Juruena

A Bacia Hidrográfica do Alto Juruena (Figura 4), é uma divisão situada ao sudoeste da Bacia Hidrográfica do rio Juruena, que por sua vez tem o destaque de ser um dos maiores rios mato-grossenses e integra a Bacia Hidrográfica Amazônica (OLIVEIRA, 2009).

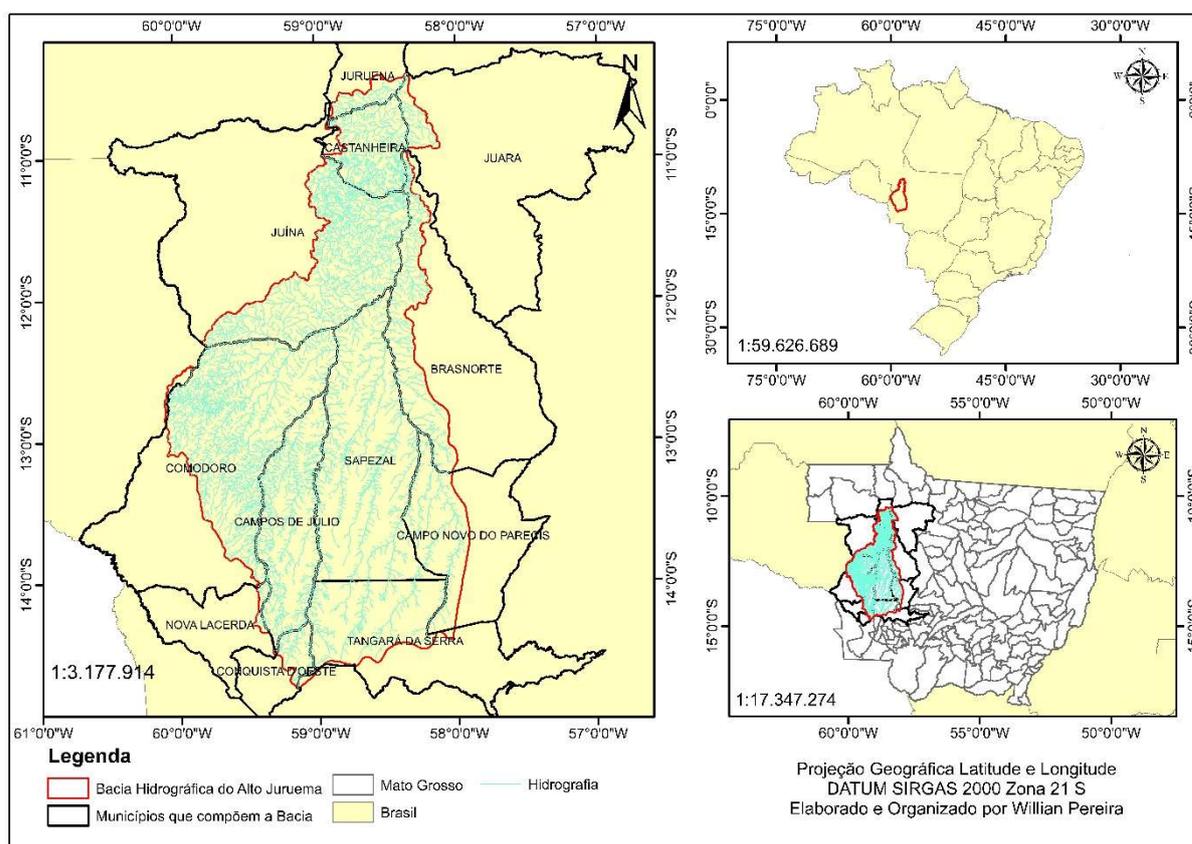


Figura 4 – Localização geográfica Bacia Hidrográfica do Alto Juruena

Dentro da área de drenagem estão inclusos doze municípios do Estado do Mato Grosso, sendo eles Brasnorte, Campo Novo do Parecis, Comodoro, Conquista d'Oeste, Juara, Juruena, Nova Lacerda, Juína, Castanheira, Campos de Júlio, Sapezal e Tangará da Serra, onde se localizam dez áreas de Terra Indígena e uma

Unidade de Conservação, além uma pequena porção do município de Vilhena, Rondônia (CNEC, 2009). A estimativa de população nessa região segundo o Instituto Brasileiro de Geografia, é de 431.129 habitantes (IBGE, 2020).

Os municípios dessa região contam com 6.405.374,00 hectares de área disponível para a agricultura, sendo que apenas os municípios de Campos de Júlio, com 399.377 ha e Sapezal, com 797.174 ha estão inseridos na sua totalidade na área de drenagem da bacia hidrográfica (IBGE, 2017). Os demais municípios têm menor área de agricultura (Figura 5) sendo eles: Campo Novo do Parecis com 7.266 ha, Brasnorte com 4.877 ha, Comodoro com 2.687 ha, Juína com 1.644 ha, Castanheira com 477 ha, Tangará da Serra com 232 ha, Nova Lacerda com 80 ha, Conquista D'Oeste com 53,60 ha, Juruena com 11 ha e Juara com apenas 1 há (MAPBIOMAS, 2020).

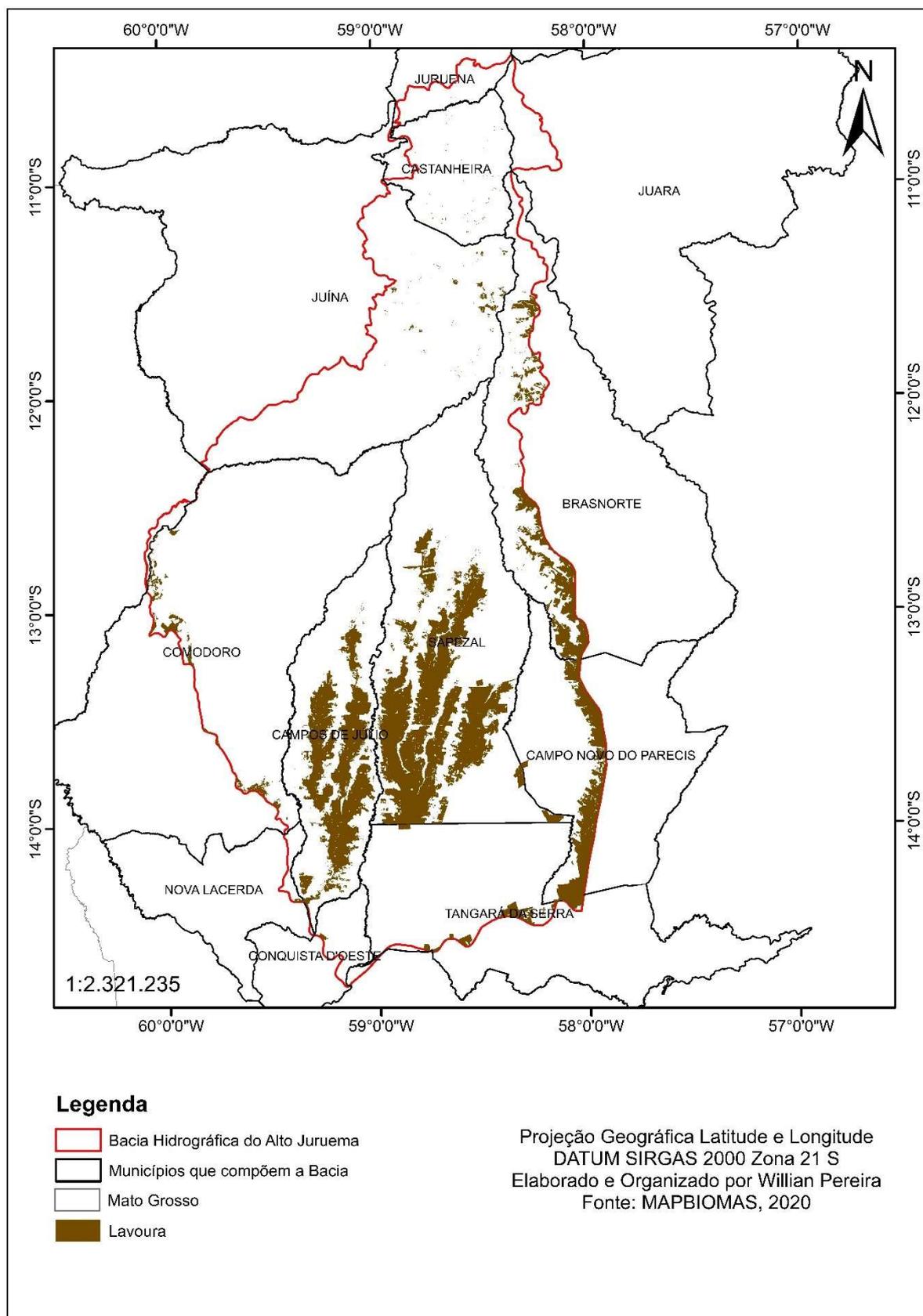


Figura 5 – Área de agricultura dentro da Bacia Hidrográfica do Alto Juruema.

5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Inventário de agrotóxicos

Diversos produtos com seus respectivos ingredientes ativos são utilizados nas lavouras da região de drenagem da bacia hidrográfica do Alto Juruena. Para o levantamento desses agrotóxicos foram realizadas buscas documentais no órgão responsável pelo controle e vigilância sanitária dos municípios da porção mato-grossense da bacia hidrográfica, o INDEA-MT, tomando como base o relatório comércio princípio ativo do ano de 2020, publicado em seu sítio eletrônico.

Na divisão geopolítica apenas os municípios de Campos de Júlio e Sapezal estão completamente inseridos na área de drenagem de bacia hidrográfica do Alto Juruena, ou seja, Brasnorte (37,9%), Campo Novo do Parecis (34,9%), Castanheira (76,9%), Comodoro (46%), Conquista D'Oeste (19,4%), Juara (7,5%), Juína (39,9%), Juruena (23,2%), Nova Lacerda (11,2%) e Tangará da Serra (32,8%) estão inseridos em mais de uma bacia hidrográfica. Para esse estudo foram consideradas as porcentagens que cada município está inserido na bacia hidrográfica, ou seja, a cada 100% de agrotóxico utilizado se utilizou como base a % de inserção do mesmo na área de drenagem. O município de Vilhena/RO, apesar de estar inserido nessa bacia hidrográfica, foi desconsiderado nesse estudo, tendo em vista que se faz presente inseridos menos de 5% de seu território na área de drenagem.

Para a elaboração do inventário dos agrotóxicos utilizados na região, foram tomados com base os doze municípios do Estado do Mato Grosso pertencentes a região, onde individualmente os produtos foram separados de acordo com sua característica de formulação, seja em litros ou quilogramas. Após a quantificação por município, foi elaborada planilha eletrônica com ordem decrescente dos produtos utilizados na agricultura na região da bacia.

Além de quantificados, os princípios ativos foram categorizados quanto ao seu modo de ação e organismo-alvo. Para identificação dos princípios ativos, classe química e classificações toxicológica e ambiental desses agrotóxicos foi utilizado o AGROFIT (Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários), um banco de dados de produtos agrotóxicos registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

5.2 Análise de risco ambiental

Para o estudo de risco de contaminação de recursos hídricos, foram utilizados como base os 10 ingredientes ativos mais consumidos em formulados sólidos e os 10 ingredientes ativos mais consumidos em formulados líquidos.

Para a execução do diagnóstico foi utilizada a metodologia proposta por Queiroz et al. (2013), onde as informações acerca das características de interesse, que são a solubilidade em água a 20° C, a meia-vida do composto no solo e o coeficiente de adsorção à matéria orgânica do solo, foram adquiridas junto ao sítio eletrônico *FOOTPRINT – Creating Tools for Pesticide Risk Assessment and Management in Europe* (ferramenta para avaliação e gestão de risco de pesticidas na Europa), com acesso nos meses de Junho e Julho de 2021. A escolha dessa metodologia se dá pelo fato de que às informações sobre o comportamento dos ingredientes ativos em países de clima tropical ainda são restritas e/ escassas.

5.3 Métodos de GOSS

O método de avaliação do potencial utilizado neste trabalho foi o proposto pro GOSS (1992), que utiliza um conjunto de regras e cláusulas de intervalos matemáticos, que tem por finalidade categorizar o potencial de transporte de ingredientes ativos associados ao sedimento e/ou dissolvido em água superficial (Quadro 8) através da inserção das informações de solubilidade em água a 20° C, a meia-vida do composto no solo e o coeficiente de adsorção à matéria orgânica do solo.

Quadro 8 – Equações para determinação do potencial de contaminação de águas superficiais.

| Transporte | Potencial de contaminação | | |
|---|---|---|--|
| | Alto | Baixo | Médio |
| Associado ao solo/sedimento (AD - <i>Adsorbed surface</i>) | $DT_{50} \geq K_{oc} \geq 100$ ou $DT_{50} \geq 40$ e $K_{oc} \geq 500$ e solubilidade $\leq 0,5$ | Se $DT_{50} \leq 1$ ou se $DT_{50} \leq 4$ e $K_{oc} \leq 500$ ou se $DT_{50} \leq 4$ e $K_{oc} \leq 900$ e solubilidade $\geq 0,5$ ou se $DT_{50} \leq 40$ e $K_{oc} \leq 500$ e solubilidade $\geq 0,5$ ou se $DT_{50} \leq 40$ e $K_{oc} \leq 900$ e solubilidade ≥ 2 | Todos os outros valores de DT_{50} , K_{oc} e solubilidade |

| | | | |
|--|---|---|--|
| Dissolvido em água (SL - <i>solution surface</i>) | Se solubilidade ≥ 1 e $DT_{50} > 35$ e $K_{oc} < 1000.000$ ou se solubilidade ≥ 10 e solubilidade < 100 e $K_{oc} \leq 700$ | Se $K_{oc} \geq 100.000$ ou se $K_{oc} \geq 1.000$ e $DT_{50} \leq 1$ ou se solubilidade $< 0,5$ e $DT_{50} < 35$ | Todos os outros valores de DT_{50} , K_{oc} e solubilidade |
|--|---|---|--|

Fonte: Goss (1992). Adaptado por Soares et. al. (2014).

Nota: DT_{50} = meia-vida do composto no solo; e K_{oc} = coeficiente de adsorção à matéria orgânica do solo.

A escolha deste método se deve à facilidade da obtenção dos dados de entrada para a realização do diagnóstico de potencial de contaminação, pois os mesmos são divulgados por empresas governamentais de grande importância mundial, além de que nele é possível se obter dados de transporte adsorvido ao sedimento e dissolvido em água superficial, ambos com grande importância para a gestão de recursos hídricos.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 Inventário de Agrotóxico

Após análise documental do relatório de comércio de princípio ativo do ano de 2020, foi observada a presença de 78 princípios ativos comercializados em formulados sólidos, totalizando o montante de $4,5 \times 10^6$ kg de agrotóxicos e para os princípios ativos comercializados em formulados líquidos foram observados 181 princípio ativos, totalizando $8,3 \times 10^6$ litros de agrotóxicos (INDEA, 2021).

Dentre os 10 princípios ativos mais comercializados em formulados sólidos (Quadro 9), utilizados na região, e que serão utilizados para a categorização do potencial de contaminação de recursos hídricos e demais classificações, observa-se a presença do Glifosato, Mancozebe, Acefato e Atrazina, que estão presentes na lista dos princípios ativos mais comercializados no Brasil (IBAMA, 2020), o que mostra que os municípios da área de drenagem da Bacia Hidrográfica do Alto Juruena seguem a tendência de utilização das substâncias.

Quadro 9 – princípios ativos mais comercializados em massa (kg) nos municípios pertencentes a Bacia Hidrográfica do Alto Juruena.

| PRINCÍPIO ATIVO | Massa (kg) comercializada | FINALIDADE | FAIXA DE TOXICIDADE* | RISCO AMBIENTAL** |
|---------------------|---------------------------|-----------------------|----------------------|-------------------|
| GLIFOSATO | 2.557.451 | HERBICIDA | IV | III |
| MANCOZEBE | 1.270.084 | FUNGICIDA | X | III |
| ACEFATO | 349.294 | INSETICIDA | X | II |
| ATRAZINA | 80.271 | HERBICIDA | IV | II |
| ACETAMIPRIDO | 44.868 | INSETICIDA | X | II |
| IMIDACLOPRIDO | 42.124 | INSETICIDA | X | III |
| TIODICARBE | 24.925 | INSETICIDA | II | II |
| OXICLORETO DE COBRE | 14.957 | FUNGICIDA/BACTERICIDA | X | III |
| BIFENTRINA | 14.702 | INSETICIDA/ACARICIDA | IV | III |
| FIPRONIL | 10.580 | INSETICIDA | III | II |

Fonte: INDEA (2020) e ANVISA (2021), adaptado pelo autor.

Nota: *Faixa de toxicidade: I – Extremamente tóxico; II – Altamente tóxico; III – Medianamente tóxico; IV – Pouco tóxico; e X – Pouco provável de causar intoxicação. **Risco ambiental: II – Produto Muito Perigoso; e III – Produto Perigoso.

Os municípios que mais utilizam os princípios ativos em formulados em pó (Quadro 11), em números absolutos, são sobretudo os grandes produtores de grãos e outros produtos de origem vegetal, como Sapezal, Campo Novo do Parecis e Brasnorte (IBGE, 2018).

Quadro 10 – Consumo municipal de agrotóxicos.

| Município | Kg | % | Área plantada (ha) | Comercialização por área plantada (Kg/ha) |
|-----------------------|--------------|----------|---------------------------|--|
| Campo Novo do Parecis | 2.583.786,68 | 31,69 | 561.390 | 4,6 |
| Sapezal | 2.343.383,91 | 28,74 | 797.174 | 2,9 |
| Brasnorte | 1.087.053,14 | 13,30 | 991.360 | 1,1 |
| Campos de Júlio | 902.976,53 | 11,07 | 399.377 | 2,3 |
| Tangara da Serra | 401.731,86 | 4,93 | 333.558 | 1,2 |
| Comodoro | 338.952,37 | 4,16 | 516.908 | 0,7 |
| Juara | 326.803,25 | 4,01 | 1.521.652 | 0,2 |
| Juína | 71.571,12 | 0,88 | 744.664 | 0,1 |
| Nova Lacerda | 65.967,98 | 0,81 | 307.040 | 0,2 |
| Conquista D'oeste | 18.293,67 | 0,22 | 101.742 | 0,2 |
| Castanheira | 8.634,33 | 0,11 | 419.382 | 0,1 |
| Juruena | 4.932,27 | 0,06 | 272.517 | 0,1 |

Fonte: INDEA (2020), adaptado pelo autor.

A visualização da utilização de agrotóxicos pelos municípios também pode ser feita com a comparação entre o número absoluto de comercialização e a quantidade de área de agricultura em cada um dos municípios (Figura 6), pode-se observar que os municípios de Campo Novo do Parecis e Sapezal são, respectivamente, os maiores consumidores dessas substâncias sob essa ótica.

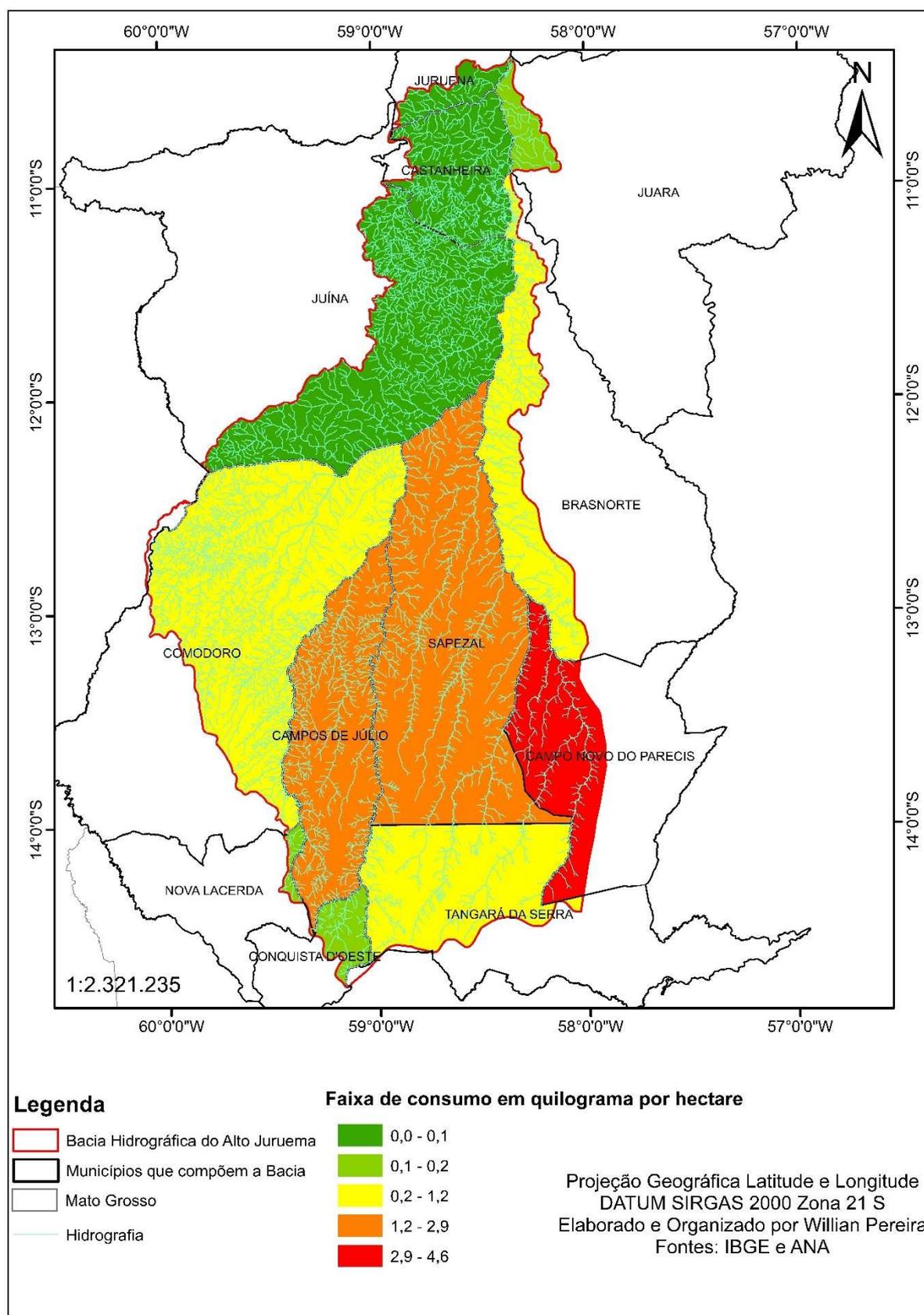


Figura 6 – Média de comercialização de agrotóxicos sólidos por área na Bacia Hidrográfica do Alto Juruema.

Essa análise ainda pode ser submetida ao viés da comparação entre o número de estabelecimentos agropecuários que cada município possui, observa-se que a utilização das substâncias pelos municípios de Sapezal, Campos de Júlio e Campo Novo do Parecis são as maiores por propriedade. Esse fato se deve à incorporação e detenção de grandes áreas de terra nos municípios, como, por exemplo, de Sapezal com 134 estabelecimento. Em contra partida o município Juruena que apresenta o menor número dessa relação de uso possui 1.059 propriedades (IBGE, 2018).

Da mesma maneira, os 10 formulados mais comercializados em líquido (Quadro 11), também são de utilizados em larga escala no Brasil, sendo eles o Glifosato, 2,4-D, Atrazina, Clorotalonil, Malationa e o Clorpirifos (IBAMA, 2020).

Quadro 11 – princípios ativos mais comercializados em litros nos municípios pertencentes a Bacia Hidrográfica do Alto Juruena.

| PRINCÍPIO ATIVO | Volume (litros) | FINALIDADE | FAIXA DE TOXICIDADE* | RISCO AMBIENTAL** |
|-----------------|-----------------|----------------------|----------------------|-------------------|
| GLIFOSATO | 2.227.457 | HERBICIDA | IV | III |
| MALATIONA | 871.748 | INSETICIDA | X | II |
| CLOROTALONIL | 863.593 | FUNGICIDA | III | II |
| 2,4-D | 716.294 | HERBICIDA | IV | III |
| ATRAZINA | 358.764 | HERBICIDA | IV | II |
| CLORPIRIFOS | 285.137 | INSETICIDA | III | II |
| CARBOSULFANO | 266.571 | INSETICIDA | III | II |
| CARBENDAZIM | 186.964 | FUNGICIDA | - | III |
| DIAFENTIURUM | 148.524 | INSETICIDA/ACARICIDA | IV | II |
| PARAQUATE | 143.008 | HERBICIDA | I | II |

Fonte: INDEA (2021) e ANVISA (2021), adaptado pelo autor.

Nota: *Faixa de toxicidade: I – Extremamente tóxico; II – Altamente tóxico; III – Medianamente tóxico; IV – Pouco tóxico; e X – Pouco provável de causar intoxicação.

**Risco ambiental: II – Produto Muito Perigoso; e III – Produto Perigoso.

Também se observa que os municípios da área de drenagem que mais os utilizam os formulados líquidos também são os grandes produtores de vegetais da região e do Estado, sendo em ordem crescente Sapezal, Campos de Júlio e Campo Novo do Parecis (Quadro 12).

Quadro 12 – Consumo de princípio ativo comercializado em formulados líquidos por município.

| Município | litros | % | Área plantada (ha) | Comercialização por área plantada (l/ha) |
|-----------------------|--------------|-------|--------------------|--|
| Sapezal | 4.076.577,78 | 31,07 | 797.174 | 5,1 |
| Campo Novo do Parecis | 3.565.798,57 | 27,17 | 561.390 | 6,4 |
| Campos de Júlio | 1.759.320,92 | 13,41 | 399.377 | 4,4 |
| Tangara da Serra | 1.049.950,47 | 8,00 | 333.558 | 3,1 |

| | | | | |
|-------------------|--------------|------|-----------|-----|
| Brasnorte | 1.045.779,56 | 7,97 | 991.360 | 1,1 |
| Comodoro | 498.484,95 | 3,80 | 516.908 | 1,0 |
| Juara | 481.519,54 | 3,67 | 1.521.652 | 0,3 |
| Juína | 201.317,49 | 1,53 | 744.664 | 0,3 |
| Nova Lacerda | 169.442,61 | 1,29 | 307.040 | 0,6 |
| Juruena | 95.865,25 | 0,73 | 272.517 | 0,4 |
| Conquista D'oeste | 89.974,74 | 0,69 | 101.742 | 0,9 |
| Castanheira | 88.322,79 | 0,67 | 419.382 | 0,2 |

Fonte: INDEA (2021), adaptado pelo autor.

Já para o consumo médio por área plantada (Figura 7), novamente os municípios de Campo Novo do Parecis e Sapezal figuram como os maiores consumidores, respectivamente com o consumo de 6,4 litros/ha e 51 litros/ha. Esses municípios também são os que mais concentram áreas por estabelecimento rural, em média, cada estabelecimento em Sapezal possui 7.821 ha e em Campo Novo do Parecis a média fica em 4.189 ha (IBGE, 2020). Além disso ambos figuram entre os maiores produtores de soja, principal cultura cultivada no estado, Sapezal ocupa a terceira colocação com a produção de 1.302.727 toneladas e Campo Novo do Parecis produz 1.091.886 toneladas e ocupa a sexta posição (IBGE, 2017).

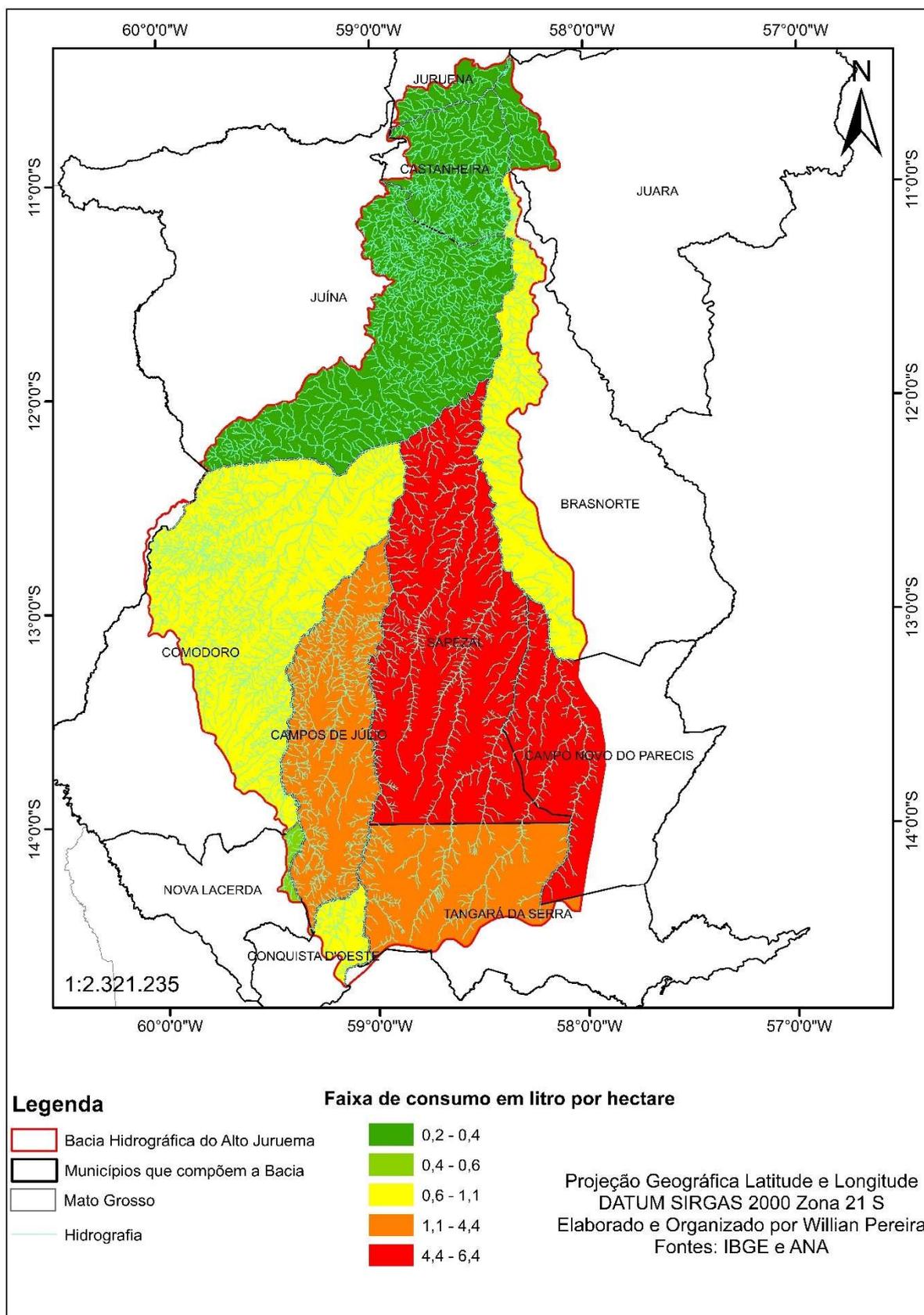


Figura 7 – Média de comercialização de agrotóxicos em litros por área na Bacia Hidrográfica do Alto Juruema.

Os 259 princípios ativos catalogados nos municípios pertencentes à área de drenagem da Bacia Hidrográfica do Alto Juruena estão disponíveis no inventário (Apêndice I e II), para consulta pública.

6.2 Potencial de contaminação de recursos hídricos

Obtidos através da aplicação do Método de GOSS, os resultados para avaliar o potencial de contaminação das águas superficiais pelos princípios ativos mais utilizados na área de drenagem da Bacia Hidrográfica do Alto Juruena estão apresentados no Quadro 13 juntamente a suas respectivas propriedades físico-químicas.

Quadro 13 – Classificação dos princípios ativos segundo Método de GOSS.

| Princípio Ativo | Solubilidade em água (20°C) (mg.l) | DT 50 Solo (dias) | K _{oc} (ml.g) | Potencial de transporte adsorvido no sedimento | Potencial de transporte dissolvido na água |
|---------------------|------------------------------------|-------------------|------------------------|--|--|
| 2,4-D | 2,3 x 10 ⁴ | <7,0 | 2,0 x 10 ¹ | Baixo | Médio |
| ACEFATO | 7,9 x 10 ⁵ | <3,0 | 2,7 | Baixo | Médio |
| ACETAMIPRIDO | 4,25 x 10 ⁺³ | 3 | 0,8 | Baixo | Alto |
| ATRAZINA | 33 | 30-150 | 100 | Médio | Alto |
| BIFENTRINA | 1,0 x 10 ⁻³ | 26 | 2,4 x 10 ⁵ | Alto | Baixo |
| CARBENDAZIM | 8,00 | 40 | 4,0 x 10 ² | Alto | Baixo |
| CARBOSULFANO | 0,11 | 21 | 9,4 x 10 ⁺³ | Médio | Baixo |
| CLOROTALONIL | 0,81 | 22 | 8,5 x 10 ⁺² | Médio | Médio |
| CLORPIRIFOS | 1,00 | 50 | 8,2 x 10 ³ | Alto | Alto |
| DIAFENTIURUM | 0,06 | 2 | 44 | Baixo | Médio |
| FIPRONIL | 3,80 | 142 | 8,2 x 10 ² | Médio | Alto |
| GLIFOSATO | 1,0 x 10 ⁴ | 12 | 2,2 x 10 ⁴ | Alto | Alto |
| IMIDACLOPRIDO | 6,1 x 10 ² | 191 | 2,5 x 10 ² | Médio | Médio |
| MALATIONA | 139 | 17 | 183 | Baixo | Médio |
| MANCOZEBE | 6,2 | 0,1 | 998 | Baixo | Médio |
| OXICLORETO DE COBRE | -* | -* | -* | -* | -* |
| PARAQUATE | 6,2 x 10 ⁺⁵ | 3000 | 1 x 10 ⁺⁶ | Alto | Alto |
| TIODICARBE | 2,2 x 10 ¹ | 0,7 | 418 | Baixo | Médio |

Fonte: FOOTPRINT (2021).

Nota: * Não possui parâmetros registrados.

Dentre os 18 princípios ativos mais comercializados na região da área de estudo, o Oxidoreto de Cobre não tem registros acerca do potencial de transporte adsorvido no sedimento e potencial de transporte dissolvido na água. Esse fato pode

estar associado a característica de que alguns agrotóxicos não possuem registros em sistemas como o AGROFIT *online*, podendo ser justificado pela necessidade de uso emergencial dessas substâncias (GAMA *et al*, 2013).

No demais para o potencial de transporte adsorvido no sedimento 7 princípios ativos se mostram com baixo potencial, 5 com médio potencial e 5 com alto potencial, sendo esses últimos a Bifentrina, Carbendazim, Clorpirifos, Paraquate e o Glifosato.

Os municípios que mais comercializam esse princípio ativo (kg) são respectivamente Sapezal, Campo Novo do Parecis, Brasnorte, Campos de Júlio e Tangará da Serra, onde ressalta-se que os quatro primeiros municípios são os que tem maior área de agricultura inserida dentro da área de drenagem da bacia hidrográfica.

Através do cruzamento das informações sobre área cultivada e os princípios ativos que são comercializados nos 12 municípios da bacia hidrográfica do Alto Juruera, ficou evidenciado que todos utilizam ao menos 4 dos 5 agrotóxicos classificados com alto risco de Potencial de transporte adsorvido no sedimento (Figura 8).

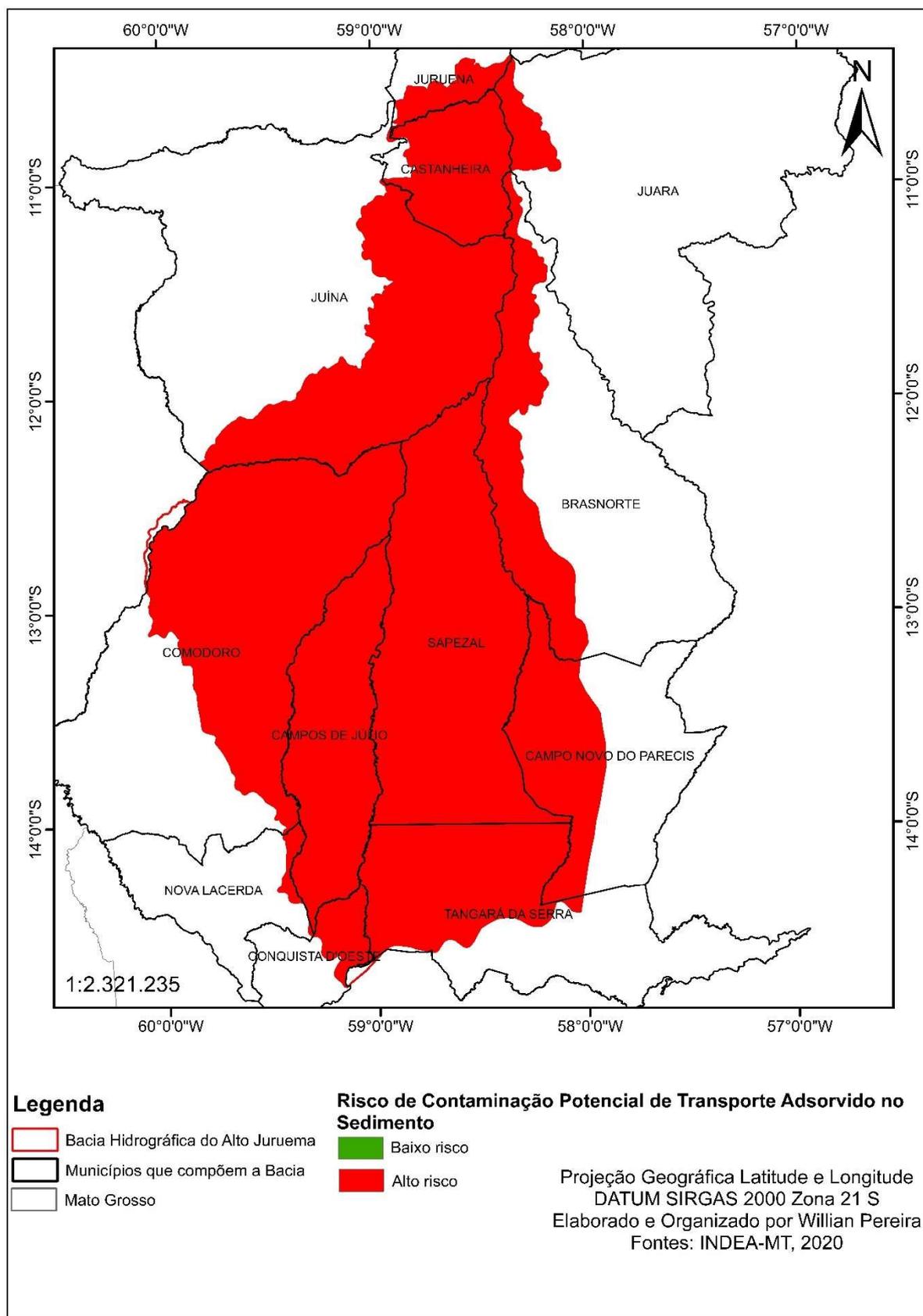


Figura 8 – Mapa de risco de contaminação potencial de transporte adsorvido no sedimento.

Dados recentes divulgados pelos pesquisadores Aranha & Locatelli (2022) através do projeto “Mapa d’água – o que sai da sua torneira?”, disponibilizado em sitio eletrônico de mesmo nome, utiliza bancos de dados do Ministério da Saúde acerca de testes feitos em água tratada por empresas e instituições que prestam abastecimento urbano. No qual foi observado a presença do princípio ativo Glifosato dentro do limite de segurança nos municípios de Campos de Júlio, Comodoro, Juína, Juara e Tangará da Serra.

Nesse estudo se evidenciou que o herbicida Glifosato é a substância com o maior número de comercialização tanto em Kg (Figura 9) o que deve ser observado com grande cuidado devido a sua característica de transporte, além de que a OMS o caracteriza como “provavelmente cancerígeno para os seres humanos” (GUYTON *et al*, 2015).

Assim como o Glifosato, o Clorpirifos é uma substância largamente comercializada (Figura 10) que requer atenção na sua utilização. Esse princípio ativo foi proibido em uso doméstico em países da União Européia, pois se evidenciou contaminação em organismos não alvo (EFSA, 2013). Os municípios que mais comercializam esse princípio ativo são Sapezal, Campo Novo do Parecis, Campos de Júlio e Brasnorte.

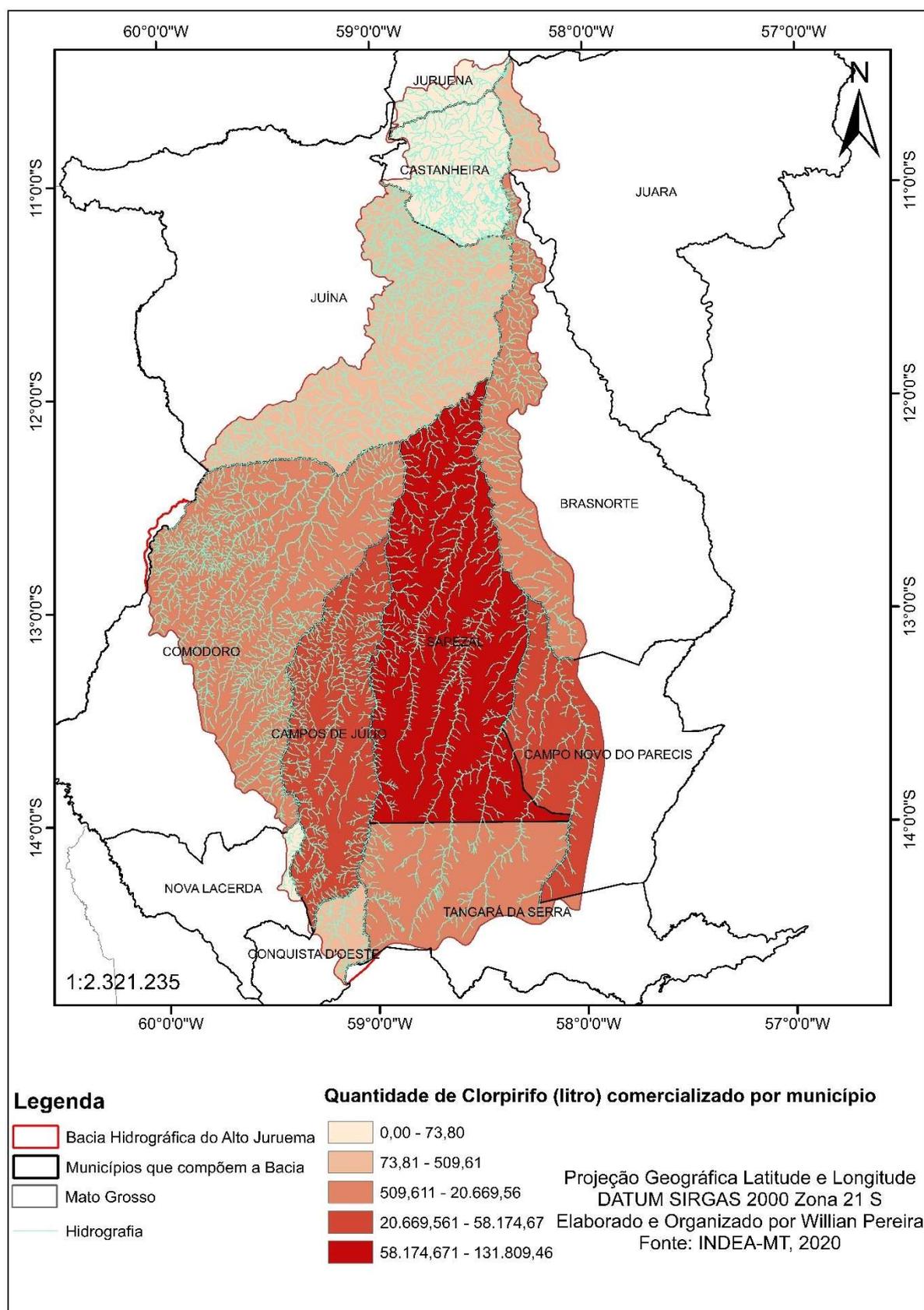


Figura 10 – Comercialização do princípio ativo Clorpirifos (litros) na bacia hidrográfica do Alto Juruema.

Quanto a comercialização do inseticida Bifentrina, (Figura 11) classificado como toxicidade moderada, classe II (WHO, 2010). Os resíduos desse princípio ativo são frequentemente detectados em amostras de água e sedimentos, por esse motivo dentre os piretróides é o que causa maior preocupação para a intoxicação de ambientes aquáticos, pois atinge vasta gama de insetos presentes no solo e água (GREENBERG *et al*, 2010). Assim como os princípios ativos anteriores, os municípios que mais comercializam essa substância são Sapezal, Campo Novo do Parecis, Campos de Júlio e Brasnorte.

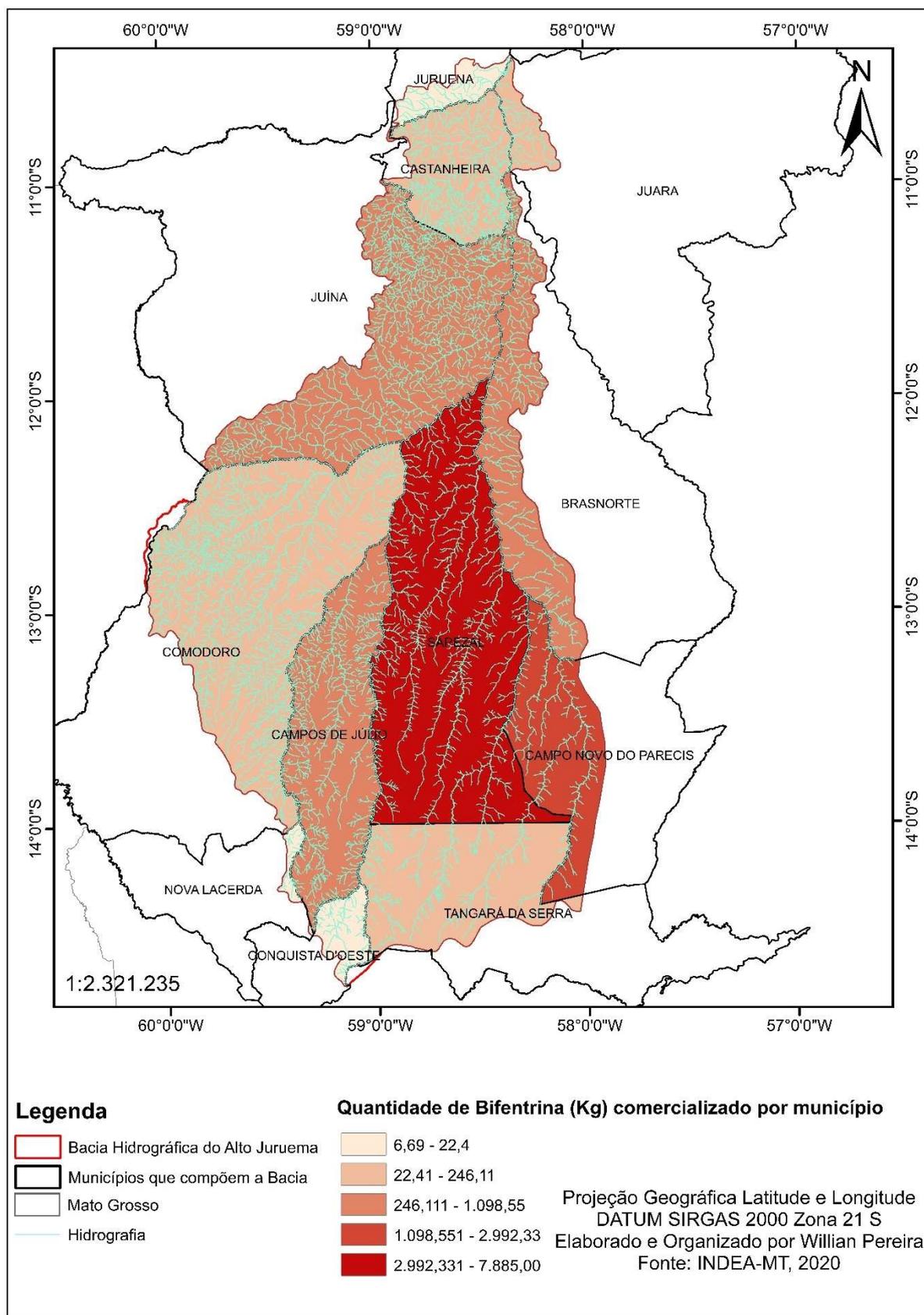


Figura 11 – Comercialização do princípio ativo Bifentrina (Kg) na bacia hidrográfica do Alto Juruema.

O fungicida Carbendazim é o oitavo princípio ativo mais comercializado em líquido na área de drenagem (Figura 12) e tem sua classificação topológica III para toxicidade dérmica e IV para toxicidade aguda oral e/ou por inalação. É classificado também como possível cancerígeno humano, porém o consumo de alimentos com resíduos dessa substância possui baixo nível de preocupação da EPA (USEPA, 2005). Para o meio ambiente a classificação de periculosidade é a III, produto perigoso. Na alternância das maiores comercializações, aparecem os municípios de Campos de Júlio, Sapezal, Campo Novo do Parecis e Brasnorte, respectivamente.

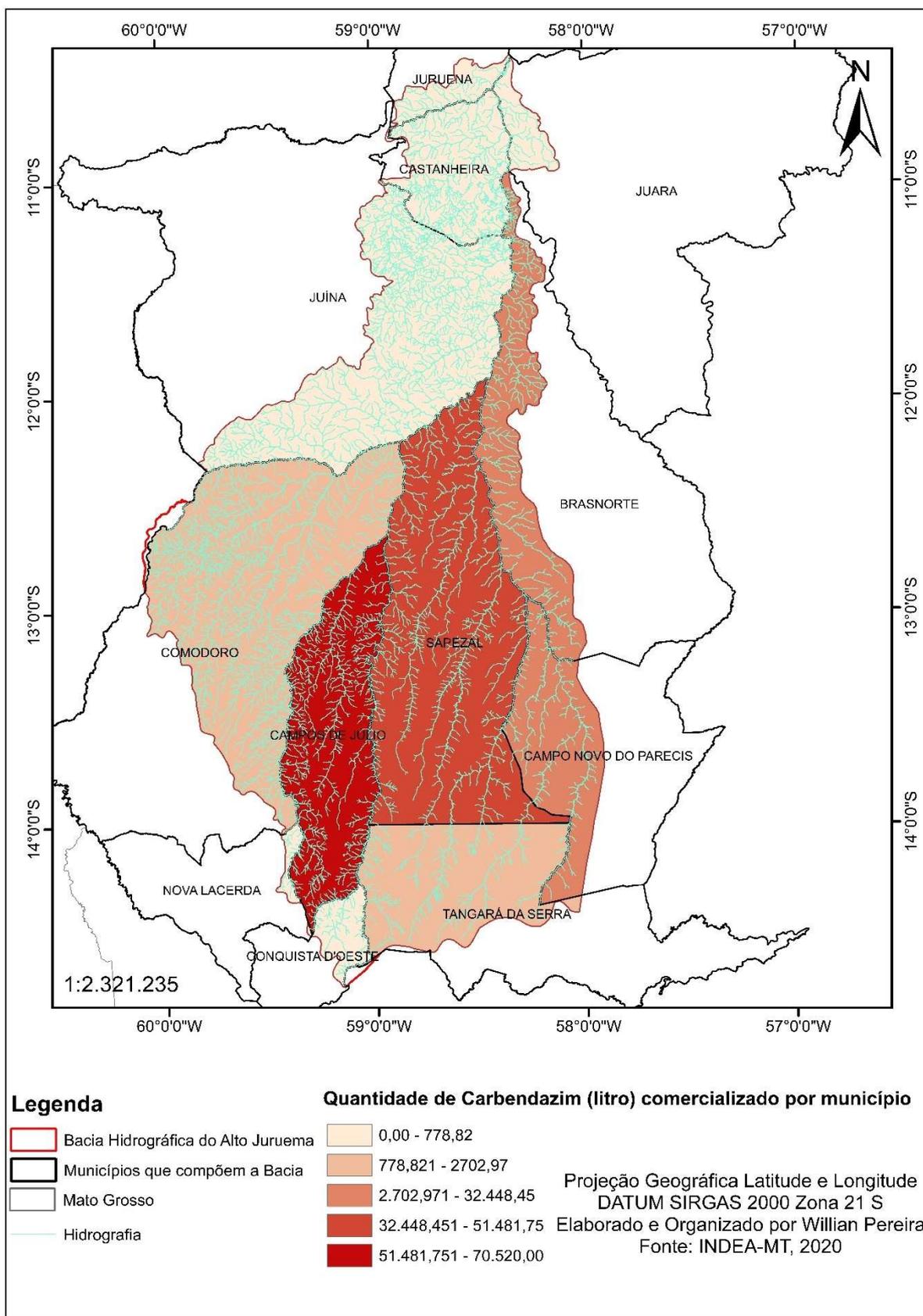


Figura 12 – Comercialização do princípio ativo Carbendazim (litros) na bacia hidrográfica do Alto Juruema.

A comercialização herbicida Paraquate (Figura 13) é sobretudo com a finalidade de ação dessecante em todo tecido vegetal que entra em contato (MARTINS, 2013) que se encontra na classe taxológica I – extremamente tóxico e II – produto muito perigoso ao meio ambiente (ANVISA, 2017). Apresenta grande risco ambiental sobretudo associado ao transporte dos sedimentos para as águas superficiais. Assim como os demais princípios ativos os municípios com maior volume de comercialização são: Sapezal, Campos de Júlio, Campo Novo do Parecis e Brasnorte.

Em 2015, através do Parecer Técnico de Reavaliação nº 01 de 2015/GGTOX/ANVISA foi sugerido o cancelamento deste ingrediente ativo por sua associação à doença de Parkinson e em 2017 a Resolução da Diretoria Colegiada nº 177 de 21 de setembro determinou a proibição desta substância a partir de setembro de 2020.

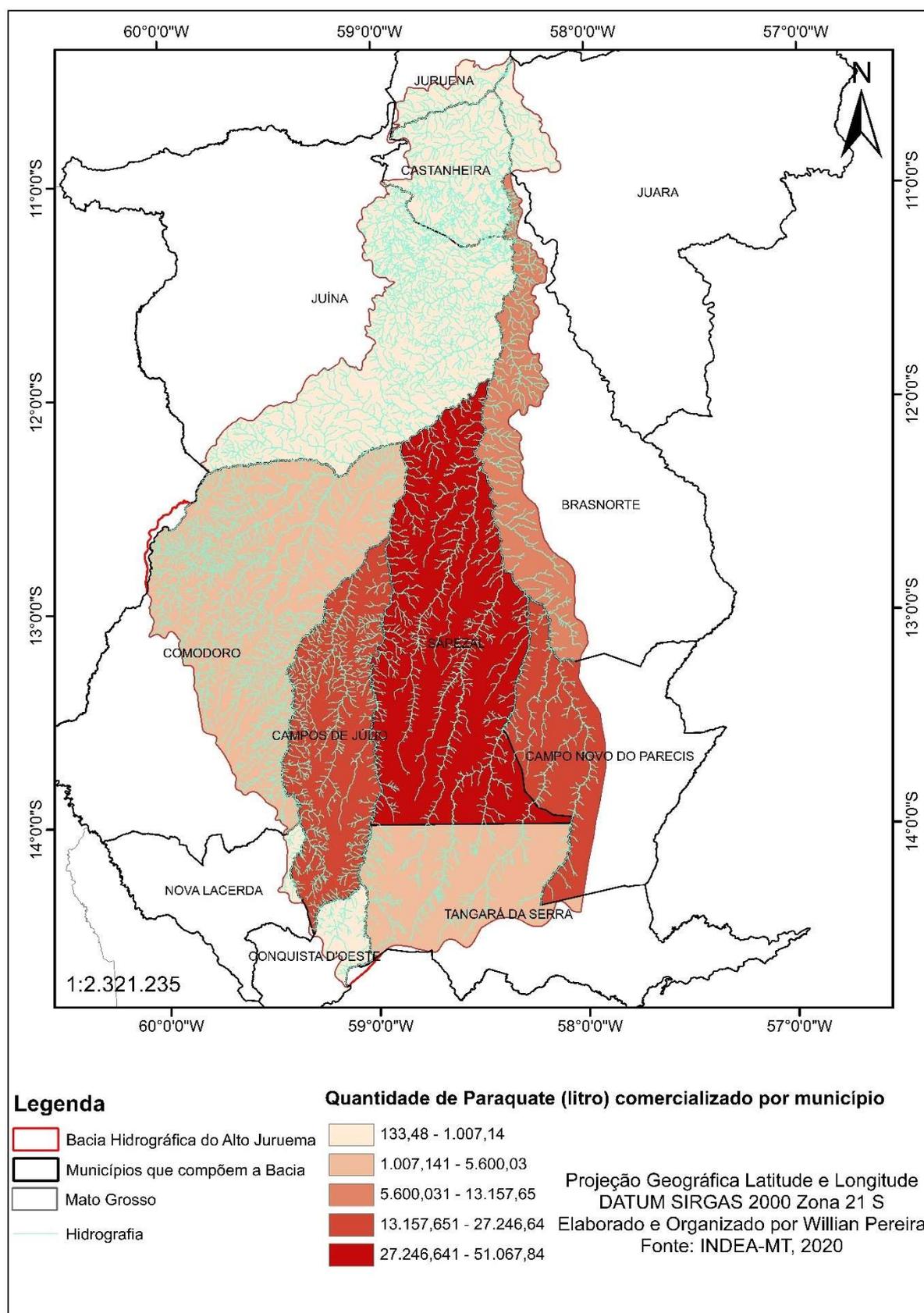


Figura 13 – Comercialização do princípio ativo Paraquate (Kg) na bacia hidrográfica do Alto Juruema.

Já para o potencial de transporte dissolvido na água 3 princípios ativos demonstram baixo potencial, 8 tem médio potencial e 6 são de alto potencial, Acetamiprido, Atrazina, Clorpirifos, Fipronil, Glifosato e Paraquate.

Assim como para o potencial de transporte adsorvido no sedimento, a comercialização de agrotóxicos com alto potencial de transporte dissolvido na água se faz presente em todos os municípios da bacia hidrográfica, onde dos 6 catalogados, ao menos 3 são comercializados nesses municípios, sendo assim o risco de contaminação (Figura 14) para essa área é alto.

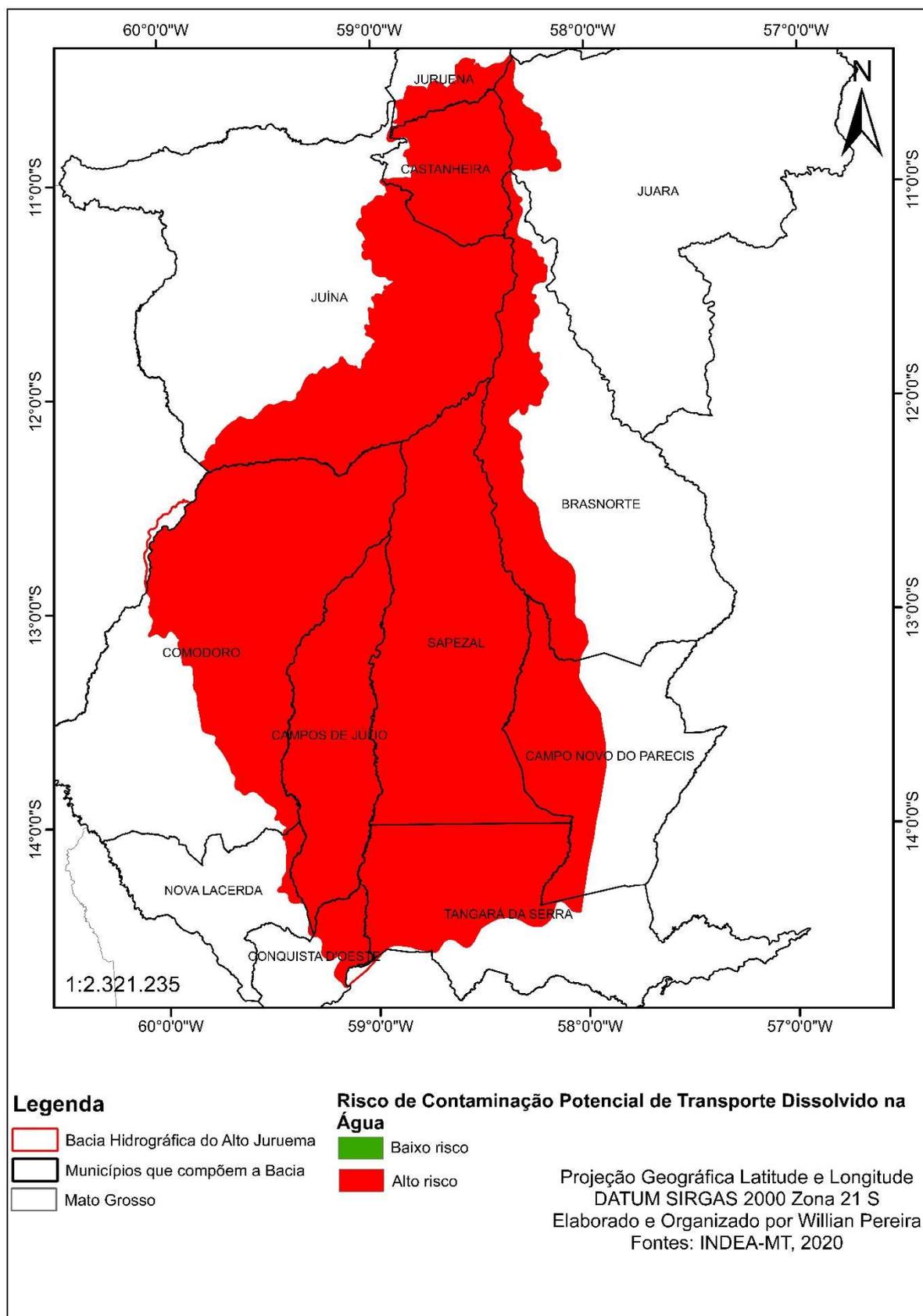


Figura 14 – Mapa de risco de contaminação potencial de transporte dissolvido na água.

Um dos princípios ativos mais comercializados (Figura 15) na Bacia Hidrográfica do Alto Juruena, o inseticida Acetamiprido, é aplicado em uma vasta gama de culturas agrícolas (em algumas literaturas chamado também de Acetamiprida) se encontra na classe de toxicidade III (ANVISA, 2010). Os 4 maiores comercializastes dessa substância são respectivamente: Sapezal, Campo Novo do Parecis, Campos de Júlio e Brasnorte.

Essa substância não é considera cancerígena para humanos (USEPA, 2006), porém vários estudos mostram impactos em animais como camundongos (SANO *et al.*, 2016), células intestinais humanas (ÇAVAS *et al.*, 2012), moluscos (VEHOVSZKY *et al.*, 2015) e abelhas (BLACQUIÈRE *et al.*, 2012).

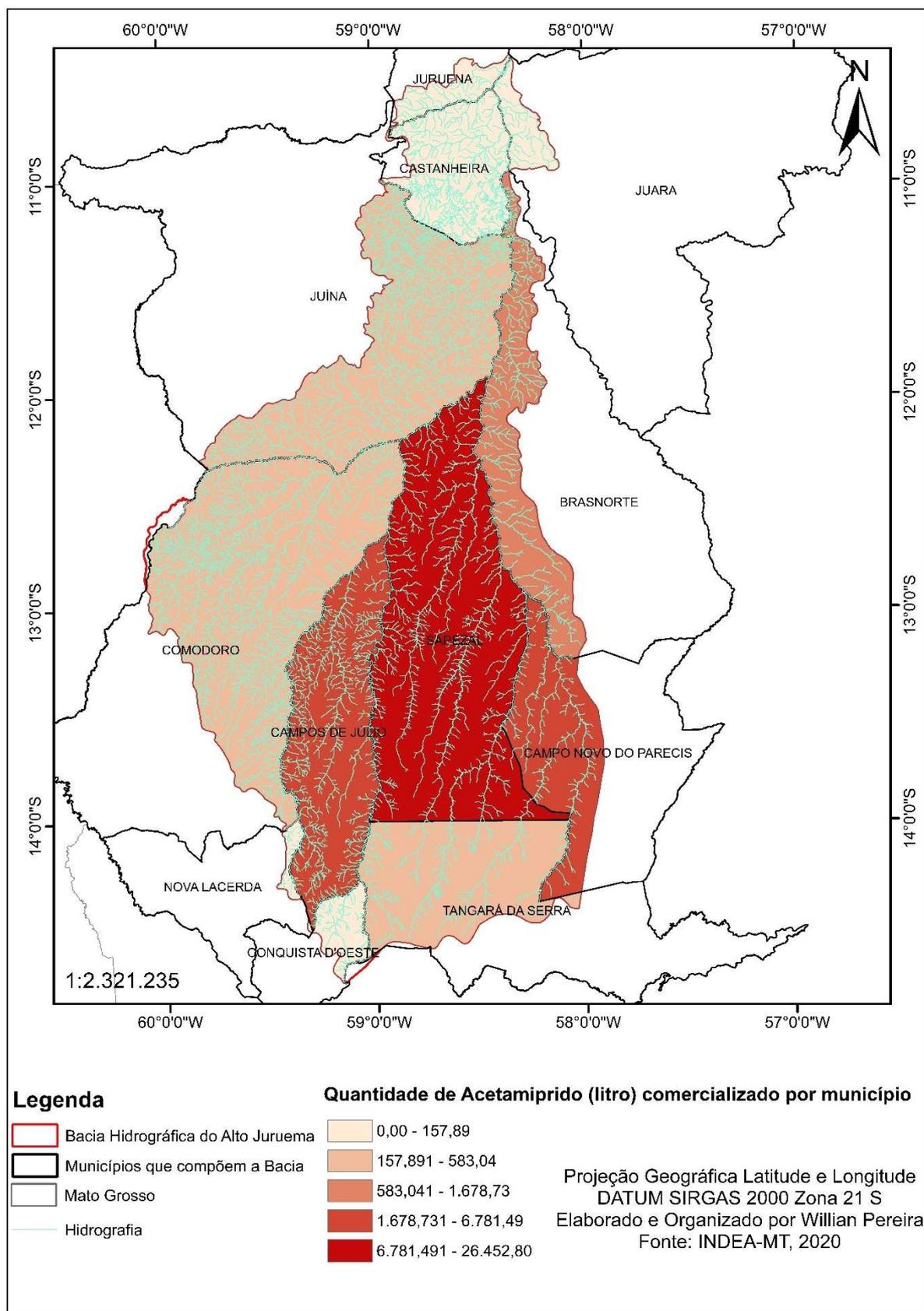


Figura 15 – Comercialização do princípio ativo Acetamiprido (litros) na bacia hidrográfica do Alto Juruema.

O herbicida Atrazina, é um dos princípios ativos mais comercializados na região de drenagem em estudo (Figura 16), é herbicida com alto potencial de transporte dissolvido na água, pelas suas características químicas, é um dos agrotóxicos mais comumente encontrados em águas subterrâneas (DOR, *et al.*, 2019). Os municípios que realizam a maior parte da comercialização são Campos de Júlio, Sapezal, Campo Novo do Parecis e Brasnorte.

Por sua característica de meia vida, esse princípio ativo pode permanecer em meio aquoso ou do solo de 2 a 6 anos, a depender das condições do meio (GRAYMORE *et al.*, 2001), isso leva a causas de diversos problemas ambientais, incluindo plantas que adquirem a característica de tóxicas pela alta quantidade que absorvem do princípio ativo (SANCHES *et al.*, 2003).

Essa substância foi detectada no “Mapa d’água – o que sai da sua torneira” nos municípios de Campos de Júlio, Comodoro, Juína, Juara e Tangará da Serra, porém todos dentro do limite de segurança (ARANHA & LOCATELLI, 2022)

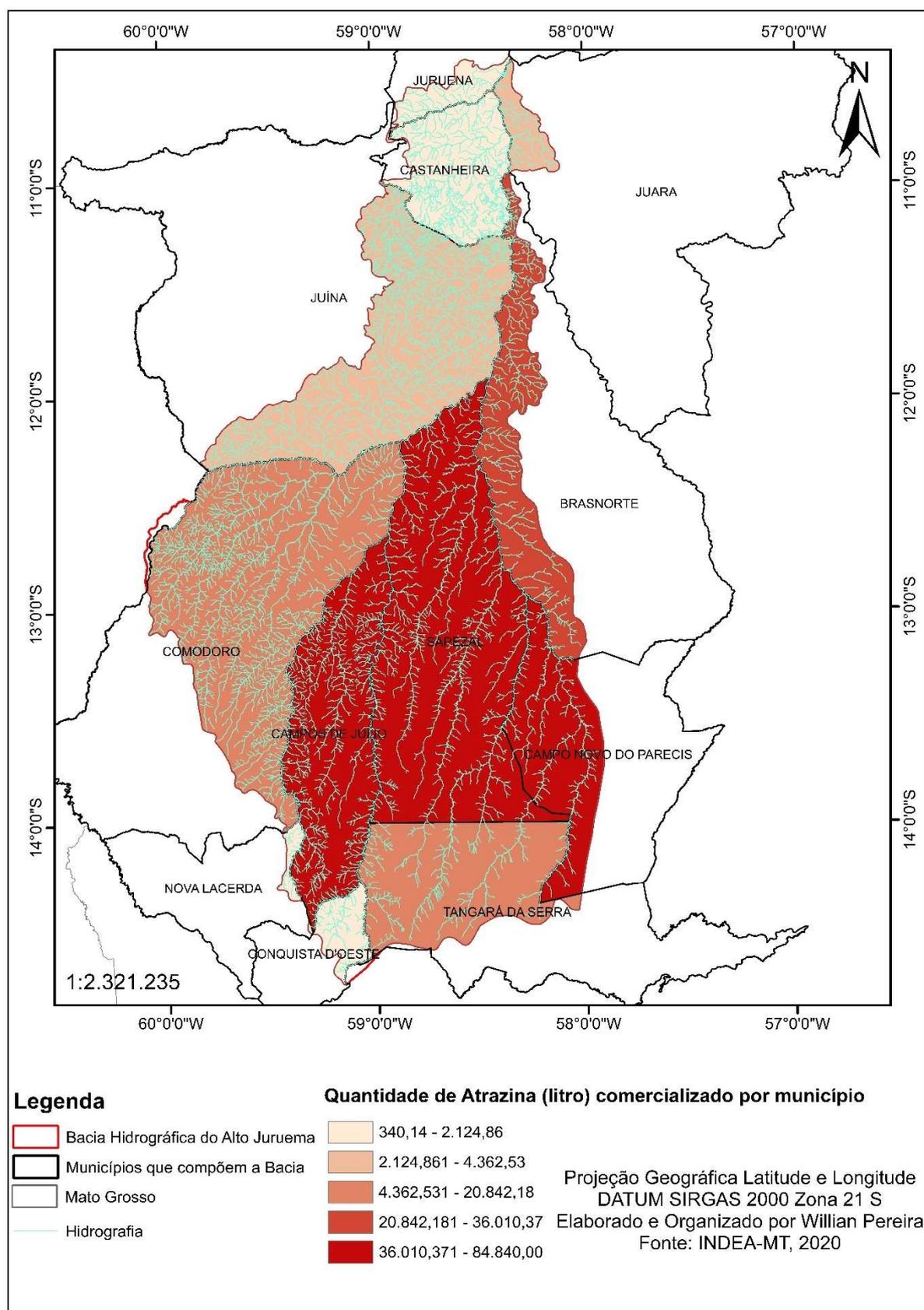


Figura 16 – Comercialização do princípio ativo Atrazina (litros) na bacia hidrográfica do Alto Juruema.

O inseticida com ação sistêmica Fepronil se enquadra na categoria de produto altamente tóxico e produto muito perigoso ao meio ambiente (ANVISA, 2020). Sua meia-vida possui faixa de 36 horas a 7 meses, a depender das condições ambientais de degradação (BONMATIN *et al.*, 2015), essa característica aumenta a probabilidade de contaminação ambiental, uma vez que essa substância é absorvida por vegetais e transportados por todo seu sistema de distribuição de nutrientes, que acaba se tornando tóxica para os insetos alvos e não alvos (CASTILHOS, 2018) e assim como os demais possui faixa de comercialização (Figura 17) mais presente nas áreas de monocultura. Como padrão os municípios de Sapezal, Campos de Júlio, Campo Novo do Parecis e Brasnorte são os que mais comercializam essa substância.

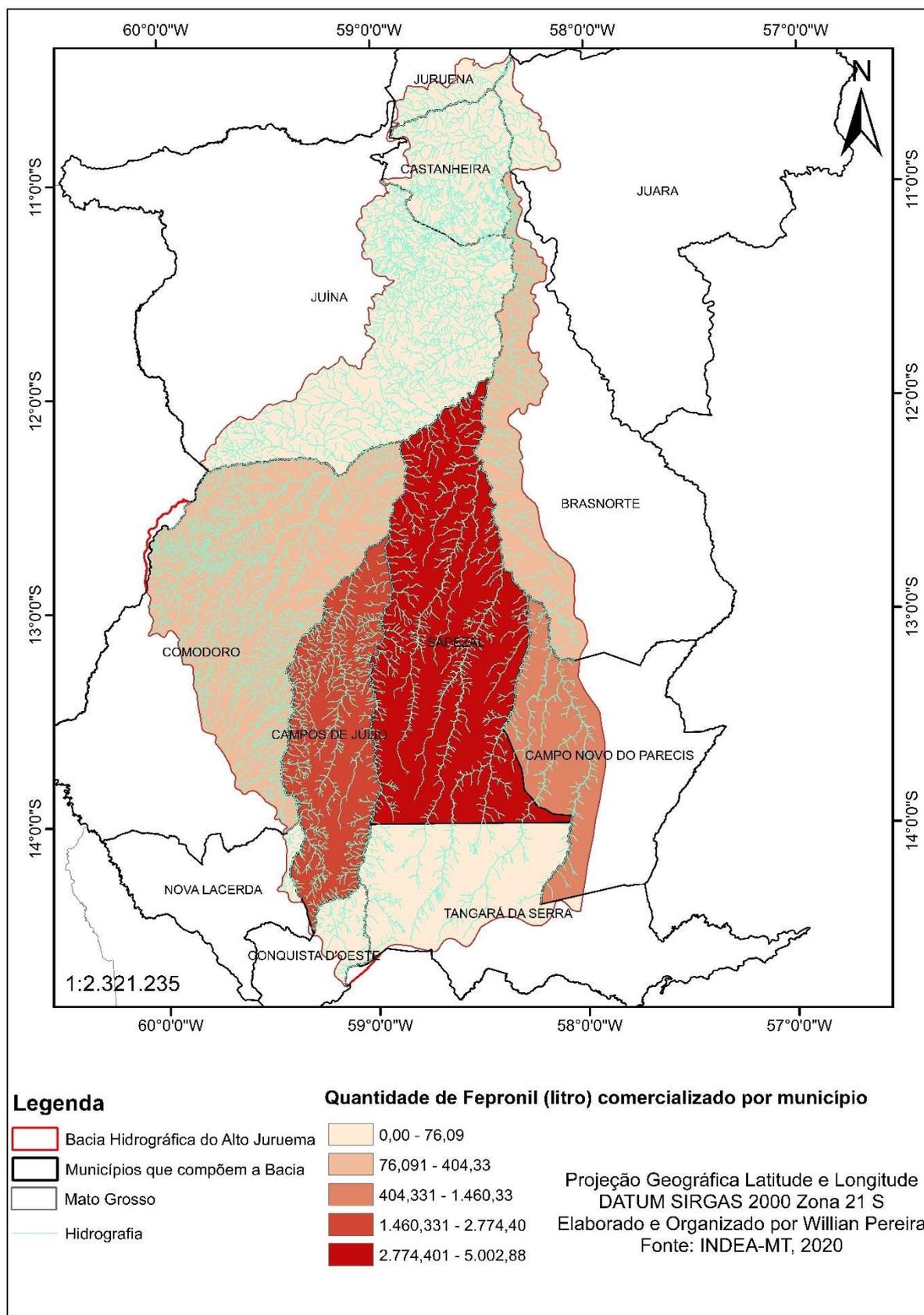


Figura 17 – Comercialização do princípio ativo Fepronil (litros) na bacia hidrográfica do Alto Juruema.

Além dos dados já informados, o projeto “Mapa d’água – o que sai da sua torneira?” ainda revela que no Estado de Mato Grosso foram feitos 40.970 testes e em 34 casos os limites de contaminação foram excedidos, sendo que dentro da área de drenagem da bacia hidrográfica do Alto Juruena os municípios de Brasnorte, Campo Novo do Parecis, Castanheira, Juruena, Nova Lacerda, não possuem indicadores para esse estudo.

No município de Campos de Júlio existe a detecção de 29 substâncias dentro do limite de segurança, sendo 11 dessas agrotóxicos, o Alaclor, Aldrin + Dieldrin, Atrazina, Carbendazim + benomil, Clordano, DDT + DDD + DDE, Diuron, Glifosato + AMPA, Lindano, Mancozebe e Trifluralina. A detecção das mesmas substâncias de agrotóxicos é observada no município de Juara, que além dessas apresentam outras 20 substâncias acima do limite de segurança. O município de Sapezal também apresenta a detecção de substâncias (3) dentro do limite de segurança, porém nenhuma delas são princípio ativo de agrotóxicos.

Os municípios de Comodoro, Juína e Tangará da Serra, apresentam, além dos 11 princípios ativos mencionados anteriormente, algumas substâncias acima do limite de segurança como o Nitrato e Radio-228, Níquel, e Urânio, Cádmiio e Atividade Alfa Total (radioatividade), respectivamente.

Conquista D’oeste apresenta detecção de substâncias (16) dentro do limite de segurança, sendo elas todas classificadas como orgânicas, como exemplo, o Chumbo e Nitrato.

6.3 Divulgação de resultados

Além dos resultados apresentados nesse trabalho, trabalhos posteriores serão realizados com base nos dados obtidos junto à pesquisa, esses trabalhos, bem como os mapas temáticos serão disponibilizados através de um site público na internet, que pode ser acessado através do *QR Code* (Figura 18), ou através do link <https://linktr.ee/ALTOJURUENA>.



Figura 18 – QR Code de acesso à resultados do trabalho.

7 CONCLUSÃO

O princípio ativo mais utilizado na região de drenagem da bacia hidrográfica tanto nas formulações sólidas quanto nas líquidas é o herbicida Glifosato, classificado na faixa de pouco tóxico para a saúde humana e produto perigoso para risco ambiental.

Os municípios matogrossenses de Campo Novo do Parecis, Sapezal e Brasnorte são os maiores consumidores de agrotóxicos inseridos na região da Bacia hidrográfica do Alto Juruena e são, por consequência, os maiores contribuintes de dispersão de poluentes agrotóxicos no solo da região de drenagem da Bacia do Alto Juruena.

Muitos dos princípios ativos catalogados na região apresentam riscos de contaminação dos mananciais superficiais, o que serve de alerta para que a utilização dessas substâncias seja feita da maneira mais adequada possível, para que o risco de contaminação seja menor.

REFERÊNCIAS

ANA - Agência Nacional de Águas. **Abastecimento Urbano de Água**. O ATLAS Brasil. Vol. 2. 2008.

Agência Nacional de Águas (Brasil). **Levantamento da Agricultura Irrigada por Pivôs Centrais no Brasil - 2014**: relatório síntese / Agência Nacional de Águas. -- Brasília: ANA, 2016.

ANA – Agência Nacional de Águas. **Regimento Interno**. 2019.

ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resoluções RE nº 144 de 18/01/10 (DOU de 19/01/10) e RE nº 2.140 de 13/05/10 (DOU de 17/05/10)**. 2010.

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Agrotóxicos - Glifosato prossegue sob análise na Anvisa**. 2018. Disponível em: http://portal.anvisa.gov.br/noticias/asset_publisher/FXrpx9qY7FbU/content/glifosato-prossegue-sob-analise-na-anvisa/219201/pop_up?inheritRedirect=false Acesso em: 05 fevereiro de 2021.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA - ANVISA. **Regularização de produtos e serviços, Monografias de agrotóxicos autorizadas, F F43 – Fipronil**, 2020.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA - ANVISA. **Regularização de produtos e serviços, Monografias de agrotóxicos autorizadas, F F43 – Paraquate**, 2015.

ANVISA. AGENCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Parecer Técnico de Reavaliação nº 01 de 2015/GGTOX/ANVISA**. 2015.

ARANHA, A.; LOCATELLI, P. **Mapa da Água**. 2022. Disponível em: <https://mapadaagua.reporterbrasil.org.br/>. Acesso em 11 de março de 2022.

ARANHA, A.; ROCHA, L. **Coquetel perigoso: Levantamento aponta que 1 a cada 4 cidades brasileiras tem água contaminada por 27 tipos de agrotóxicos**. UOL Notícias, 15 abr. 2019

ARPA – Programa Áreas Protegidas da Amazônia. **Plano de Manejo Parque Nacional do Juruena**. Brasília, 2011.

BAER, W. **Economia brasileira**. 2ª ed. Barueri: Nobel, 2002.

BARROZO, J. C. **A questão agrária em Mato Grosso**. Cuiabá, 2018.

BONASSA, G. SCHNEIDER, L. T. FRIGO, K. D. A. FEIDEN, A. TELEKEN, J. G. FRIGO, E. P. **Subprodutos Gerados na Produção de Bioetanol: Bagaço, Torta de Filtro, água de Lavagem e Palhagem**. Revista brasileira de energias renováveis. 2015.

ÇA VAŞ, T. et al. **In vitro genotoxicity evaluation of acetamiprid in CaCo-2 cells using the micronucleus, comet and γ H2AX foci assays.** Pesticide Biochemistry and Physiology, v. 104, n. 3, p. 212–217. 2012.

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

BONMATIN, J.M., GIORIO, C., GIROLAMI, V., GOULSON, D., KREUTZWEISER, D.P., KRUPKE, C., LIESS, M., LONG, E., MARZARO, M., MITCHELL, E.A., NOOME, D.A., SIMON-DELISO, N., TAPPARO, A. **Environmental fate and exposure; neonicotinoids and fipronil.** Environ. Sci. Pollut. Res. 22, 35–67, 2015.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Decreto nº 4074, de 04 de janeiro de 2002. Regulamenta a Lei no 7.802, de 11 de julho de 1989.

BRASIL. Ministério da Saúde. PORTARIA GM/MS Nº 888, DE 4 DE MAIO DE 2021.

BUONAFINA, J. **Produtividade agropecuária do Brasil é uma das que mais crescem, diz estudo.** 2017.

BUONOCORE, G.; GROENENDAAL, F. **Anti-oxidant strategies.** Seminars in fetal & Neonatal Medicine, v. 12, n. 4, p. 287–295. 2007.

CASTILHOS, D. **Desaparecimento e morte de abelhas no Brasil, registrados no aplicativo Bee Alert.** Tese de doutorado. Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró – RN, 2018.

CHIARELLO, M; GRAEFF R. N; MINETTO, L; CEMIN, G; SCHEINEIDER V. E; MOURA, S. **Determinação De Agrotóxicos Na Água E Sedimentos Por Hplc-Hrms E Sua Relação Com O Uso E Ocupação Do Solo.** 2016.

CORTEZ, L. MAGALHAES, P. HAPPI, J. **Principais subprodutos da agroindústria canavieira e sua valorização.** Revista Brasileira de Energia. Vol. 2, Nº 2. 1992.

CNA – CONFEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL. **Balança Comercial do Agronegócio Brasileiro.** Maio, 2020.

CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **Mapa hidrogeológico do Brasil em sistema de informações geográficas: procedimentos no tratamento digital de dados.** Escala 1:1.000.000. [s.l.], CPRM, 2008.

CONAB – COMPANHIA NACIONAL DO ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira de cana-de-açúcar.** v. 6 - Safra 2019/20, n.4 - Quarto levantamento, abril 9 de 2020.

CONAB – COMPANHIA NACIONAL DO ABASTECIMENTO. **Perspectivas para a agropecuária Safra 2020/21.** v. 8. Brasília, 2020.

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Publicada no Diário Oficial da União nº 053, de 18 de março de

2005, p 58-63. Disponível em www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf. Acesso em 8 de fevereiro de 2021.

DOR M.; EMMANUEL S.; BRUMFELD V.; LEVY G. J.; MISHAEL Y. G. **Microstructural changes in soils induced by wetting and drying: Effects on atrazine mobility**. Land Degradation & Development, v. 30, n. 7, p. 746-755, 2019.

EDWARDS, C. A. **Persistent pesticides in the environment**. Second Edition, USA: CRC Press, 170 p. 1973.

EFSA - European Food Safety Authority. **International framework dealing with human risk assessment of combined exposure to multiple chemicals**. v. 11, 2013. Disponível em: . Acesso em 18 ago 2020

EMBRAPA, História da soja. 2019. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/historia>>. Acesso em: 15 de fev. 2021.

EPE/CNEC. **Estudos de Inventário Hidrelétrico da Bacia do rio Juruena - Relatório Final Volume 25 – Avaliação Ambiental Integrada da Alternativa Selecionada**. 2010.

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Pesticides indicators**. 2019.

FAUSTO, B.; FAUSTO, S. **História do Brasil**. São Paulo: Edusp, 1994.

FANZERES, A., JAKUBASZKO, A. **Barragens e violações dos direitos indígenas na bacia do rio Juruena”. Hidrelétricas, conflitos socioambientais e resistência na Bacia do Tapajós**. Santarém, 2016.

FREITAS, A. D; REGINO J. E. B. **A legislação para a quantidade permitida de agrotóxicos na água: os casos do Brasil e da União Europeia**. Informe Econômico. Vol. 22. Pp.133-146. Teresina, 2020.

GAMA, A.F.; OLIVEIRA, A.H.B.; CAVALCANTE, R.M. (2013) **Inventário de agrotóxicos e risco de contaminação química dos recursos hídricos no semiárido cearense**. Química Nova, v. 36, n. 3, p. 462-467

GARCIA, J.C; MATTOSO, M. J; DUARTE, J, O; CRUZ J, C. **Aspectos Econômicos da Produção e Utilização do Milho**. 2006. Disponível em https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/producaoutilmilho_000fghw1d5602wyiv80drauenaku42b6.pdf Acesso: 08 fevereiro de 2020.

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

GRAYMORE, M.; STAGNITTI, F.; ALLINSON, G.; ENVIRON. *Int.* 2001, 26, 483

GREENBERG, L., M.K. RUST, J.H. KLOTZ, D. HAVER, J.N. KABASHIMA, S. BONDARENKO, and J. GAN. **Impact of ant control technologies on insecticide runoff and efficacy**. Pest management science, 2010. 66(9): p. 980-987

GUYTON KZ, LOOMIS D, GROSSE Y, EL GHISSASSI F, BENBRAHIM-TALLAA. L, GUHA N. ET.AL. **Carcinogenicity of tetrachlorvinphos, parathion, malathion,..diazinon,..and..glyphosate**. Lancet Oncol. 2015;

HOBOLD, V. **Avaliação de metodologias para análise toxicológica utilizando algas do tipo *Scenedesmus subspicatus* e *Daphnia magna***. Trabalho de conclusão de curso – Curso de Engenharia Ambiental, Universidade do extremo sul catarinense, Criciúma, 2007.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção Agrícola Municipal 2017: IBGE. Disponível em <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas> Acesso: 03 maio de 2019.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Uso de Agrotóxicos - 1 Consumo nacional de agrotóxicos e afins por área plantada**. 2014.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **População estimada**: IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de População e Indicadores Sociais, Estimativas da população residente com data de referência 1o de julho de 2020.

IMEA – INSTITUTO MATO-GROSSENSE DE ECONOMIA E AGROPECUÁRIA. **Agronegócio no Brasil e em Mato Grosso**. 2019.

IBAMA. **Consolidação de dados fornecidos pelas empresas registrantes de produtos técnicos, agrotóxicos e afins**, conforme art. 41 do Decreto nº 4.074/2002. 2019.

IBAMA. **Produtos agrotóxicos e afins comercializados em 2009 no Brasil: uma abordagem ambiental**. Brasília: Ibama, 2010.

JOHN DEERE. **Porque o mundo precisa do Brasil**. 2017.

KASEMODEL, M. C; PORTO, A. L. M; NITSCHKE, M. **Biodegradação bacteriana de compostos organoclorados**. Revista Química Nova. São Paulo, v. 37, n. 8, p. 1351-1356, ago., 2014.

KIMATI, H. **Controle químico**. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. ed. Manual de Fitopatologia: princípios e conceitos. v.1, p.761-784,1995.

LEIN, W., BORNKE, F., REINDL, A., EHRHARDT, T., STITT, M., SONNEWALD, U. **Current opinionin Plant Biology**. 2004.

LENHARO, Alcir. **Colonização e Trabalho no Brasil: Amazônia, Nordeste e Centro Oeste**. 2. ed. Campinas: Editora da Unicamp, 1986.

LEPSCH, I. F. **Formação e Conservação dos solos**. 2. ed. São Paulo: Oficina de texto 2010.

MAPBIOMAS. (2022b). **Laudo MapBiomas Alerta**.
<https://plataforma.alerta.mapbiomas.org/laudos/120740>

MATOS, T. S; ULIANA, E. M; MARTINS, C. A. S; RAPALO, L.M.C. (2020). **Regionalização de vazões máximas, mínima e média para a bacia hidrográfica do Rio Juruena, Brasil**. Revista Ambiente & Água, 15(3), e2418.

MARQUES, R. M. **Economia brasileira**. São Paulo: Saraiva, 2018.

MARTEL, S. **Método multirresíduo para agrotóxicos e compostos relacionados em ar empregando trapeamento em sorvente polimérico e GC-MS/MS**. 2013. 186 f. Tese (Doutorado) - Curso de Programa de Pósgraduação em Química, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2013. Disponível em: <<https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/4255/MARTEL%2C%20SAMILE.pdf?squence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 5 fev. 2021.

MARTINS, T. **Herbicida Paraquat: conceitos, modo de ação e doenças relacionadas**. Semina: Ciências Biológicas e da Saúde, 34(2), 175-186. 2013.

MENDES, V. **Pesquisa aponta que MT é o campeão em valor da produção agrícola**. Olhar Agro & Negócios. 2020. Disponível em: <https://www.agroolhar.com.br/noticias/exibir.asp?id=27591¬icia=pesquisa-aponta-que-mt-e-o-campeao-em-valor-da-producao-agricola&edicao=1#:~:text=Em%202019%2C%20foram%20R%24%203,de%20milho%20e%20de%20soja>. Acessado em: 21 de fev. 2021.

OECD/FAO – **OECD-FAO Agricultural Outlook 2021-2030**, OECD, Paris, 2021.

OLIVEIRA, A. U. **Agricultura e indústria no Brasil**. Campo-Território: Revista de Geografia Agrária, São Paulo, v. 5, n. 10, p.5-64, ago. 2010.

PERES, F.; MOREIRA, J. C.; DUBOIS, G. S. **Agrotóxicos, saúde e ambiente: uma introdução ao tema**. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 2003. p. 21-41.

PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPOS DE JÚLIO – PMCJ (2013). **Plano Municipal de Saneamento do Município de Campos de Júlio**. Disponível em: www.camposdejulio.mt.gov.br/fotos_secretarias_downloads/93.pdf. Acesso em 01 de maio de 2019.

QUEIROZ, V. T; COSTA, A. V; TOMAZ, M. A; RODRIGUES, W. N. **Análise do risco de contaminação de águas superficiais e subterrâneas com agrotóxicos**. Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, 2013.

REGINATTO, V. **Avaliação do ensaio de toxicidade com a alga *Scenedesmus subspicatus* para o estudo de efluentes industriais** - Tese de Doutorado- Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1998.

RIBAS, P.P.; MATSUMURA, A. T. S. **A Química dos agrotóxicos: impactos sobre a saúde o meio ambiente**. Revista Liberato, Novo Hamburgo. v. 10, n.14, p.149-158, jul./dez. 2009.

ROSA, A. V. **Agricultura e meio ambiente**. Ed. Atual, São Paulo, 95p, 1998.

RUBINGER, C. F. **Seleção de métodos biológicos para a avaliação toxicológica de efluentes industriais**. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.

SANCHES, S. M. et al. **Pesticidas E Seus Respective Riscos Associados À Contaminação Da Água**. Pesticidas: Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente, v. 13, p. 53–58, 2003.

SANO, K. et al. **In utero and Lactational Exposure to Acetamiprid Induces Abnormalities in Socio-Sexual and Anxiety-Related Behaviors of Male Mice**. Frontiers in Neuroscience, v. 10, p. 228, 2016.

SANT'ANA J. **Com 67,39 milhões de toneladas, segundo o 11º levantamento da Conab, supera em mais de 30 milhões de toneladas o segundo colocado, o Paraná**. Cuiabá. 2019. Disponível em: <http://www.mt.gov.br/-/12387007-mato-grosso-segue-como-maior-produtor-de-graos-do-pais>. Acesso em 8 fev. 2021.

SANT'ANA J. **Campos de Júlio completa 26 anos com parcerias do Governo do Estado**. Cuiabá. 2020. Disponível em: <http://www.mt.gov.br/-/15957790-campos-de-julio-completa-26-anos-com-parcerias-do-governo-do-estado>. Acesso em 8 fev. 2021.

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.

SANTOS, M. V. **Recursos Hídricos – Relatório Técnico – Usos Existentes, Previstos E Potenciais**. Cuiabá, 2000.

SANTOS, S. **Defensivo agrícola**. 2014.

SAVOY, V. L. T. **Classificação dos Agrotóxicos**. Instituto Biológico, Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Proteção Ambiental. São Paulo, v.73, n.1, p.91-92, jan./jun., 2011.

SEMA – Secretaria de Estado de Meio Ambiente. **Qualidade da Água: Relatório de Monitoramento de Qualidade da água superficial do estado do Mato grosso**. Cuiabá, 2018.

SETTI, A. A; LIMA, J. E. F. W; CHAVES, A. G. de M.; PEREIRA, I. de C. **Introdução ao gerenciamento de recursos hídricos**. 2. Ed. Brasília: ANEEL/ANA, 2001.

SILVA, J. M. dá; SANTOS, J. R. dos. **Toxicologia de agrotóxicos em ambientes aquáticos**. Oecol. Bras, p. 565-573, 2007

SILVA, M. A. S. **Qualidade da Água, Caracterização Física e a Evolução do Uso e Ocupação da Bacia do Alto Rio das Mortes no Período de 2004 a 2009.**

Programa De Pós-Graduação em Recursos Hídricos. Universidade Federal de Mato Grosso, 136p. 2010.

SILVA, S. M. S. **Intoxicações por inibidores da acetilcolinesterase: etiologia, diagnóstico e tratamento.** 2015. 47 f. Artigo de revisão (Mestrado integrado em Medicina) - Faculdade De Medicina Da Universidade De Coimbra, Coimbra, 2015.

SOARES, A. F. S; AZEVEDO, B. A. D; RODRIGUES, N. U. A. **Aplicação dos algoritmos de goss e gus para estimar a contaminação das águas de mananciais de abastecimento público.** V Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, Belo Horizonte/MG, 2014.

SOARES, L.F. **Intoxicações Agudas por Carbamatos em Pediatria.** Aspectos Epidemiológicos, Clínicos e Terapêuticos. Rio de Janeiro, 1998.

SOUZA, J. R., MORAES, M. E. B., SONODA, S. L., SANTOS, H. C. R. G. **A Importância da Qualidade da Água e os seus Múltiplos Usos: Caso Rio Almada, Sul da Bahia, Brasil.** Fortaleza. v.8, n.1, p. 26-45, abr. 2014.

SPADOTTO, C. A. **Avaliação de riscos ambientais de agrotóxicos em condições brasileiras.** Documentos 58. EMBRAPA: CNPMA, Jaguariúna, 20p., 2006.

STEPHENSON, G. R., FERRI, I. G., HOLLAND, P. T., **Pure and Applied Chemistry.** 2006.

TOGEE, R. **LISTA: quais são e para que servem os ingredientes dos agrotóxicos mais vendidos.** G1 – AGRO. 2019.

USEPA. United States Environmental Protection Agency. **Reregistration Eligibility Decision Database for thiophanate-methyl.** Outubro de 2005. Disponível em: <https://www3.epa.gov/pesticides/chem_search/reg_actions/reregistration/red_PC-102001_1-Nov-04.pdf>. Acesso em 30 jul. 2021.

VEHOVSZKY, Á. et al. **Neonicotinoid insecticides inhibit cholinergic neurotransmission in a molluscan (*Lymnaea stagnalis*) nervous system.** Aquatic Toxicology, v. 167, p. 172–179. 2015

VIDAL, R. A. **Herbicidas: Mecanismos de ação e resistência de plantas.** Porto Alegre, 1997.

WHO, W.H.O., **The WHO recommended classification of pesticides by hazard and guidelines to classification 2009**. 2010.

ZAMBOLIM, L., VALE, F. X. R. do; CHAVES, G.M. **Controle químico de doenças de plantas**. Brasília: ABEAS, 1995, 307p.

ZANDONÁ, G. **Determinação de resíduos de agrotóxicos em água para consumo humano utilizando SPE e quantificação/confirmação por LC-MS quadrupolar simples**. Santo Antônio da Patrulha, RS – Brasil, 2019.

APENCICE I – INVENTÁRIO DE AGROTÓXICOS COMERCIALIZADOS POR KG NA BACIA DO ALTO JURUENA/MT

| PRINCÍPIO ATIVO | VOLUME | FINALIDADE | FAIXA DE TOXICIDADE* | RISCO AMBIENTAL** |
|------------------------|--------------|---------------------------------|----------------------|-------------------|
| GLIFOSATO | 2.557.451,74 | HERBICIDA | IV | III |
| MANCOZEBE | 1.270.084,53 | FUNGICIDA | X | III |
| ACEFATO | 349.294,10 | INSETICIDA | I | II |
| ATRAZINA | 80.271,68 | HERBICIDA | IV | II |
| ACETAMIPRIDO | 44.868,05 | INSETICIDA | X | II |
| IMIDACLOPRIDO | 42.124,16 | INSETICIDA | X | III |
| TIODICARBE | 24.925,79 | INSETICIDA | II | II |
| OXICLORETO DE COBRE | 14.957,29 | FUNGICIDA/BACTERICIDA | X | III |
| BIFENTRINA | 14.702,49 | INSETICIDA/ACARICIDA | IV | III |
| FIPRONIL | 10.580,88 | INSETICIDA | III | II |
| AZOXISTROBINA | 9.085,14 | FUNGICIDA | X | II |
| TERRA DIATOMACEA | 8.417,99 | INSETICIDA | - | IV |
| AMICARBAZONA | 6.625,56 | HERBICIDA | IV | III |
| CLORIMUROM-ETILICO | 5.119,83 | HERBICIDA | X | III |
| TEBUCONAZOLE | 4.692,60 | FUNGICIDA | X | II |
| CLOROTALONIL | 4.685,98 | FUNGICIDA | II | II |
| FOSFETO DE ALUMINIO | 4.080,58 | INSETICIDA | I | III |
| DIUROM | 2.877,14 | HERBICIDA | IV | II |
| BENZOATO DE EMAMECTINA | 2.183,97 | INSETICIDA | I | I |
| TRICICLAZOL | 2.108,41 | FUNGICIDA | IV | II |
| TEBUCONAZOL | 2.067,52 | FUNGICIDA | X | II |
| METSULFUROM-METILICO | 1.767,56 | HERBICIDA | X | III |
| DIFLUBENZUROM | 1.554,19 | INSETICIDA | X | II |
| BUPROFEZINA | 1.461,25 | INSETICIDA | X | III |
| TIOFANATO-METILICO | 1.346,49 | FUNGICIDA | X | III |
| FLUAZINAM | 1.277,15 | FUNGICIDA/ACARICIDA | IV | I |
| TIAMETOXAM | 1.243,28 | INSETICIDA | X | III |
| BENZOVINDIFLUPYR | 1.232,29 | FUNGICIDA | IV | II |
| OXIDO CUPROSO | 1.161,48 | FUNGICIDA/BACTERICIDA | IV | III |
| CLORANSULAM-METILICO | 995,91 | HERBICIDA | X | II |
| ISOXAFLUTOL | 984,29 | HERBICIDA | X | II |
| IMAZAPIQUE | 931,12 | HERBICIDA | X | III |
| DICLOSULAM | 814,43 | HERBICIDA | X | III |
| HEXAZINONA | 792,05 | HERBICIDA | X | III |
| NICOSSULFUROM | 700,24 | HERBICIDA | X | III |
| SAFLUFENACIL | 502,03 | HERBICIDA | X | III |
| ABAMECTINA | 488,74 | ACARICIDA/INSETICIDA/NEMATICIDA | III | II |
| CIPROCONAZOL | 453,87 | FUNGICIDA | X | II |
| MALATIONA | 400,30 | INSETICIDA | X | II |
| BEAUVERIA BASSIANA | 355,28 | INSETICIDA | X | IV |

| | | | | |
|---------------------------|--------|------------------------|----|-----|
| IMAZETAPIR | 324,78 | HERBICIDA | - | III |
| IMAZAPIR | 171,57 | HERBICIDA | X | III |
| FLUMIOXAZINA | 138,04 | HERBICIDA | X | III |
| TRIFLOXISSULFUROM-SODICO | 134,95 | HERBICIDA | X | III |
| CLORANTRANILIPROLE | 133,05 | INSETICIDA | X | II |
| TEBUTIUMOM | 63,95 | HERBICIDA | IV | II |
| ETOXISSULFUROM | 49,67 | HERBICIDA | X | III |
| ENXOFRE | 49,29 | ACARICIDA/FUNGICIDA | - | IV |
| HIDROXIDO DE COBRE | 19,53 | BACTERICIDA/FUNGICIDA | IV | II |
| HALOSSULFUROM-METILICO | 8,55 | HERBICIDA | X | III |
| ACIBENZOLAR-S-METILICO | 6,00 | FUNGICIDA | X | III |
| CLORIDRATO DE FORMETANATO | 5,57 | ACARICIDA/INSETICIDA | II | II |
| DELTAMETRINA | 5,10 | INSETICIDA | IV | I |
| PROCIMIDONA | 4,41 | FUNGICIDA | X | II |
| CAPTANA | 3,76 | FUNGICIDA | I | II |
| CLORIDRATO DE CARTAPE | 3,65 | FUNGICIDA/INSETICIDA | IV | III |
| FOSETIL | 1,44 | FUNGICIDA | X | III |
| SULFLURAMIDA | 1,07 | FORMICIDA (INSETICIDA) | IV | III |
| ACIBENZOLAR-S-METILICO | 0,50 | FUNGICIDA | X | III |
| ESPINETORAM | 0,39 | INSETICIDA | X | II |
| METALAXIL-M | 0,16 | FUNGICIDA | X | II |
| CIMOXANIL | 0,16 | FUNGICIDA | X | III |
| CIROMAZINA | 0,12 | INSETICIDA | IV | III |
| TOTAL | | 4.480.793,10 KG | | |

Nota: *Faixa de toxicidade: I – Extremamente tóxico; II – Altamente tóxico; III – Medianamente tóxico; IV – Pouco tóxico; X – Pouco provável de causar intoxicação; e - não classificado.

****Risco ambiental:** I - produto extremamente perigoso; II – Produto Muito Perigoso; e III – Produto Perigoso; e IV - Produto pouco perigoso; e - não classificado.

APENCICE II – INVENTÁRIO DE AGROTÓXICOS COMERCIALIZADOS POR LITRO NA BACIA DO ALTO JURUENA/MT

| PRINCIPIO ATIVO | VOLUME | FINALIDADE | FAIXA DE TOXICIDADE* | RISCO AMBIENTAL** |
|-----------------------------|--------------|--------------------------------|----------------------|-------------------|
| GLIFOSATO | 2.227.457,21 | HERBICIDA | IV | III |
| MALATIONA | 871.748,56 | INSETICIDA | X | II |
| CLOROTALONIL | 863.593,42 | FUNGICIDA | III | II |
| 2,4-D | 716.294,25 | HERBICIDA | IV | III |
| ATRAZINA | 358.764,36 | HERBICIDA | IV | II |
| CLORPIRIFOS | 285.137,92 | INSETICIDA | III | II |
| CARBOSULFANO | 266.571,80 | INSETICIDA | III | II |
| CARBENDAZIM | 186.964,32 | FUNGICIDA | - | III |
| DIAFENTIURON | 148.524,11 | ACARICIDA/INSETICIDA | IV | II |
| PARAQUATE | 143.008,70 | HERBICIDA | I | II |
| METOMIL | 141.370,97 | INSETICIDA | III | II |
| S-METOLACLOORO | 123.504,92 | HERBICIDA | IV | II |
| TRIFLOXISTROBINA | 122.228,36 | FUNGICIDA | X | II |
| PROPICONAZOL | 107.045,43 | FUNGICIDA | IV | II |
| PIRACLOSTROBINA | 97.987,23 | FUNGICIDA | IV | II |
| FENITROTIONA | 91.690,67 | INSETICIDA | X | II |
| TRIFLURALINA | 84.009,57 | HERBICIDA | X | II |
| HIDROXIDO DE FENTINA | 66.799,64 | FUNGICIDA | IV | II |
| IMIDACLOPRIDO | 66.404,38 | INSETICIDA | X | III |
| CLORFENAPIR | 64.885,24 | ACARICIDA/INSETICIDA | X | II |
| DIFENOCONAZOL | 62.448,58 | FUNGICIDA | IV | II |
| PROFENOFOS | 54.445,61 | INSETICIDA | IV | II |
| CLETODIM | 54.010,95 | HERBICIDA | X | III |
| DIQUATE | 50.652,83 | HERBICIDA | III | - |
| MANCOZEBE | 47.851,24 | FUNGICIDA | X | III |
| PROMETRINA | 47.611,16 | HERBICIDA | X | II |
| LAMBDA-CIALOTRINA | 45.859,32 | INSETICIDA | IV | II |
| FOMESAFEM | 41.443,01 | HERBICIDA | X | III |
| TIAMETOXAM | 41.147,62 | INSETICIDA | X | III |
| BIXAFEN | 39.813,73 | FUNGICIDA | X | II |
| FLUXAPIROXADE | 39.548,56 | FUNGICIDA | IV | II |
| PICLORAM | 38.693,49 | HERBICIDA | IV | III |
| TEBUCONAZOL | 38.359,04 | FUNGICIDA | X | II |
| GLUFOSINATO - SAL DE AMONIO | 33.528,89 | HERBICIDA | IV | III |
| OLEO MINERAL | 31.721,24 | ACARICIDA/FUNGICIDA/INSETICIDA | X | III |
| PROTIOCONAZOL | 31.673,82 | FUNGICIDA | X | III |
| OXICLORETO DE COBRE | 29.534,30 | FUNGICIDA/BACTERICIDA | X | III |
| BIFENTRINA | 27.451,81 | INSETICIDA/ACARICIDA | IV | III |
| CLOMAZONE | 26.900,51 | HERBICIDA | X | II |
| TRICLOPIR-BUTOTILICO | 25.832,05 | HERBICIDA | IV | II |
| AZOXISTROBINA | 24.376,84 | FUNGICIDA | X | II |
| PICOXISTROBINA | 23.619,72 | FUNGICIDA | X | II |

| | | | | |
|------------------------|-----------|----------------------|-----|-----|
| CIPROCONAZOL | 21.898,34 | FUNGICIDA | X | II |
| DICLORETO DE PARAQUATE | 20.554,90 | HERBICIDA | I | III |
| TIOFANATO-METILICO | 18.040,79 | FUNGICIDA | X | III |
| TIRAM | 17.869,13 | FUNGICIDA | X | III |
| ABAMECTINA | 17.415,09 | ACARICIDA/INSETICIDA | III | II |
| EPOXICONAZOL | 15.845,86 | FUNGICIDA | III | II |
| FLUMIOXAZINA | 15.589,77 | HERBICIDA | X | III |
| FENPROPIMORFE | 15.481,10 | FUNGICIDA | IV | II |
| ACETAMIPRIDO | 15.330,01 | INSETICIDA | X | II |
| TIDIAZUROM | 14.011,14 | HERBICIDA | X | III |
| CLORANTRANILIPROLE | 13.862,52 | INSETICIDA | X | II |
| HALOXIFOPE-P-METILICO | 13.647,85 | HERBICIDA | X | III |
| DIUROM | 12.974,16 | HERBICIDA | III | II |
| ZETA-CIPERMETRINA | 12.244,73 | INSETICIDA | III | II |
| DIBROMETO DE DIQUATE | 12.161,74 | HERBICIDA | I | II |
| SULFENTRAZONE | 11.713,79 | HERBICIDA | X | II |
| PIRIPROXIFEM | 11.178,39 | INSETICIDA | X | II |
| FIPRONIL | 10.301,19 | INSETICIDA | III | II |
| CIPERMETRINA | 9.262,03 | INSETICIDA | IV | II |
| ESPINETORAM | 6.515,09 | INSETICIDA | X | II |
| METOMINOSTROBINA | 5.601,56 | FUNGICIDA | X | II |
| LUFENUROM | 5.537,02 | INSETICIDA | X | II |
| CARFENTRAZONA-ETILICA | 5.360,06 | HERBICIDA | X | II |
| ETIPROLE | 5.226,98 | INSETICIDA | X | II |
| PROCIMIDONA | 5.168,00 | FUNGICIDA | X | II |
| FLUTRIAFOL | 5.034,47 | FUNGICIDA | X | II |
| FEMPROPATRINA | 4.939,86 | ACARICIDA/INSETICIDA | III | II |
| FLUROXIPIR-MEPTILICO | 4.890,29 | HERBICIDA | X | II |
| ESFENVALERATO | 4.568,63 | INSETICIDA | IV | II |
| TIODICARBE | 4.568,53 | INSETICIDA | II | II |
| CIANTRANILIPROLE | 4.405,57 | INSETICIDA | IV | III |
| METOXIFENOZIDA | 4.386,15 | INSETICIDA | X | III |
| FLUAZINAM | 3.706,34 | FUNGICIDA/ACARICIDA | IV | I |
| TRIFLUMUROM | 3.480,66 | INSETICIDA | X | III |
| AMINOPIRALIDE | 3.289,14 | HERBICIDA | IV | III |
| MESOTRIONA | 3.263,67 | HERBICIDA | X | III |
| TEMBOTRIONA | 3.258,66 | HERBICIDA | IV | III |
| LACTOFEM | 3.254,20 | HERBICIDA | X | III |
| SULFOXAFLOR | 2.942,76 | INSETICIDA | - | II |
| ALFA-CIPERMETRINA | 2.925,92 | INSETICIDA | IV | II |
| DINOTEFURAM | 2.602,64 | INSETICIDA | X | III |
| PIRITIOBAQUE-SODICO | 2.593,24 | HERBICIDA | X | II |
| INDOXACARBE | 2.587,41 | INSETICIDA | IV | III |
| CARBOXINA | 2.412,34 | FUNGICIDA | III | III |
| FLUBENDIAMIDA | 2.236,25 | INSETICIDA | X | III |
| TRICLOPIR | 2.176,50 | HERBICIDA | IV | II |

| | | | | |
|---------------------------------------|----------|--------------------------------|-----|-----|
| METRIBUZIM | 2.149,57 | HERBICIDA | IV | II |
| AMETRINA | 1.979,00 | HERBICIDA | X | II |
| BENTAZONA | 1.968,93 | HERBICIDA | IV | III |
| ESPIROMESIFENO | 1.967,54 | ACARICIDA/INSETICIDA | X | II |
| TEFLUBENZUROM | 1.935,23 | INSETICIDA | - | II |
| TEBUTIUROM | 1.887,99 | HERBICIDA | IV | II |
| PERMETRINA | 1.862,86 | INSETICIDA | X | III |
| DIFLUBENZUROM | 1.817,48 | INSETICIDA | X | II |
| BETA-CIFLUTRINA | 1.714,88 | INSETICIDA | IV | II |
| FENOXAPROPE-P-ETILICO | 1.612,25 | HERBICIDA | X | II |
| TEBUCONAZOLE | 1.523,06 | FUNGICIDA | X | II |
| CHLORANTRANILIPROLE | 1.493,94 | INSETICIDA | X | II |
| BENZOVINDIFLUPYR | 1.346,10 | FUNGICIDA | X | II |
| MSMA | 1.316,78 | HERBICIDA | IV | III |
| CRESOXIM-METILICO | 1.237,28 | FUNGICIDA | X | II |
| PENDIMETALINA | 1.164,86 | HERBICIDA | IV | II |
| CLOTIANIDINA | 939,58 | INSETICIDA | IV | III |
| PROPARGITO | 903,99 | ACARICIDA | III | II |
| QUIZALOFOPE-P-ETILICO | 776,24 | HERBICIDA | IV | II |
| FLUOPIRAM | 742,22 | NEMATICIDA | IV | II |
| METCONAZOL | 616,61 | FUNGICIDA | X | II |
| PIRIMIFOS-METILICO | 547,76 | INSETICIDA | IV | II |
| METAFLUMIZONE | 495,44 | INSETICIDA | X | III |
| IMAZAQUIM | 475,95 | HERBICIDA | X | III |
| FLUDIOXONIL | 433,94 | FUNGICIDA | X | III |
| NOVALUROM | 350,48 | INSETICIDA | X | II |
| FLUMETSULAM | 336,30 | HERBICIDA | X | III |
| DIETHOLATE (ÉSTER DO ÁCIDO FOSFÓRICO) | 334,94 | ACARICIDA/FUNGICIDA/INSETICIDA | IV | IV |
| THIRAM | 306,46 | FUNGICIDA | X | III |
| METALAXIL-M | 293,04 | FUNGICIDA | X | II |
| ETOXAZOL | 287,60 | ACARICIDA | X | III |
| CADUSAFOS | 262,80 | INSETICIDA/NEMATICIDA | IV | II |
| ISOXAFLUTOL | 176,13 | HERBICIDA | X | II |
| CLORFLUAZUROM | 159,75 | INSETICIDA | X | II |
| NICOSSULFUROM | 159,65 | HERBICIDA | X | III |
| CIALOFOPE-BUTILICO | 154,18 | HERBICIDA | X | II |
| HIDROXIDO DE COBRE | 150,53 | BACTERICIDA/FUNGICIDA | IV | II |
| GAMA-CIALOTRINA | 140,04 | INSETICIDA | IV | II |
| TETRACONAZOL | 92,81 | FUNGICIDA | IV | II |
| BENFURACARBE | 89,63 | INSETICIDA | II | II |
| FLUAZIFOPE-P-BUTILICO | 74,83 | HERBICIDA | IV | II |
| BOSCALIDA | 69,43 | FUNGICIDA | X | III |
| DIMOXISTROBIN | 69,43 | FUNGICIDA | IV | II |
| INDAZIFLAM | 58,71 | HERBICIDA | IV | III |
| OXIFLUORFEM | 50,74 | HERBICIDA | IV | II |
| PIROXASSULFONE | 41,19 | HERBICIDA | X | III |
| BEAUVERIA BASSIANA | 29,32 | INSETICIDA | X | IV |

| | | | | |
|---|-------|--------------------------|----------------------------|-----|
| CEPA IBCB 66 | | | | |
| HELICOVERPA ARMIGERA NUCLEOPOLIHEDROVIRUS (HANPV=HEARNPV) | 27,44 | INSETICIDA | - | IV |
| TIACLOPRIDO | 21,51 | INSETICIDA | IV | II |
| METIDATIONA | 16,00 | INSETICIDA | II | II |
| ENXOFRE | 15,89 | ACARICIDA/FUNGICIDA | X | IV |
| IPCONAZOL | 8,76 | FUNGICIDA | X | II |
| TIABENDAZOL | 8,30 | FUNGICIDA | X | II |
| DELTAMETRINA | 7,15 | INSETICIDA | IV | I |
| CAPTAN | 6,56 | FUNGICIDA | I | II |
| IMAZAPIQUE | 3,79 | HERBICIDA | X | III |
| IMAZAMOXI | 2,80 | HERBICIDA | IV | III |
| ACIDO GIBERELICO | 2,52 | RÉGULADOR DE CRESCIMENTO | - | IV |
| CASUGAMICINA | 2,29 | BACTERICIDA/FUNGICIDA | X | III |
| ACIDO 4-INDOL-3- ILBUTIRICO | 2,28 | RÉGULADOR DE CRESCIMENTO | - | IV |
| CLORIDRATO DE PROPAMOCARBE | 1,12 | FUNGICIDA | X | III |
| PENCICUROM | 0,96 | FUNGICIDA | - | II |
| ETOFENPROXI | 0,87 | INSETICIDA | IV | III |
| ESPINOSADE | 0,55 | INSETICIDA | X | III |
| MANDIPROPAMID | 0,26 | FUNGICIDA | X | IV |
| FLUOPICOLIDE | 0,11 | FUNGICIDA | X | II |
| FENPIROXIMATO | 0,08 | ACARICIDA/INSETICIDA | IV | II |
| THIAMETHOXAM | 0,07 | INSETICIDA | X | III |
| IMAZETAPIR | 0,01 | HERBICIDA | - | III |
| MILBEMECTINA | 0,01 | ACARICIDA/INSETICIDA | X | II |
| TOTAL | | | 8.313.556,65 LITROS | |

Nota: *Faixa de toxicidade: I – Extremamente tóxico; II – Altamente tóxico; III – Medianamente tóxico; IV – Pouco tóxico; X – Pouco provável de causar intoxicação; e - não classificado.

****Risco ambiental:** I - produto extremamente perigoso; II – Produto Muito Perigoso; e III – Produto Perigoso; e IV - Produto pouco perigoso; e - não classificado.