



UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS
CAMPUS DE PALMAS
CURSO DE MESTRADO PROFISSIONAL EM ENGENHARIA AMBIENTAL

IRAIR AMORIM

**AGROTÓXICOS E INTOXICAÇÕES EXÓGENAS NA REGIÃO METROPOLITANA DE
PALMAS - TO**

Palmas/TO

2022

IRAIR AMORIM

**AGROTÓXICOS E INTOXICAÇÕES EXÓGENAS NA REGIÃO METROPOLITANA DE
PALMAS - TO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal do Tocantins – UFT, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia Ambiental pelo Programa de Mestrado Profissional em Engenharia Ambiental.

Orientadora: Profa. Dra. Cláudia da Silva Aguiar Rezende

Palmas/TO

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins

A524a Amorim, Irair.
 Agrotóxicos e Intoxicações Exógenas na Região Metropolitana de
 Palmas-TO. / Irair Amorim. – Palmas, TO, 2023.
 50 f.

 Dissertação (Mestrado Profissional) - Universidade Federal do
 Tocantins – Câmpus Universitário de Palmas - Curso de Pós-
 Graduação (Mestrado) Profissional em Engenharia Ambiental, 2023.
 Orientadora : Cláudia da Silva Aguiar Rezende

 1. Saúde. 2. Contaminação. 3. Recursos Hídricos. 4. Agrotóxicos.
I. Título

CDD 628

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFT com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Dedico a toda minha família, especialmente à minha mãe Joana Amorim (in memoriam), pelo incentivo, a mim dedicados, na continuidade dos estudos. À minha esposa Leila, por todo amor, incentivo, apoio e compreensão. Às minhas filhas Janaína, Tainá e Joacá, pelo carinho, dedicação e ajuda direta, esse projeto não teria sentido se todas vocês não existissem em minha vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pela vida que a mim proporcionou, que me fez acreditar sempre nos sonhos como também lutar para transformá-los em realidade, obrigado por me criar dessa forma.

À professora Cláudia da Silva Aguiar Rezende, pela orientação, profissionalismo, incentivo, companheirismo e paciência na condução desse trabalho, sempre com palavras de apoio e motivação para o prosseguimento do projeto, uma mestre e uma amiga na arte de ensinar.

Ao Bernardo Dania Guiné, pela ajuda nas traduções dos artigos em Inglês, que muito contribuíram para o andamento do projeto.

Ao Paulo Augusto Barros de Sousa, pela elaboração dos mapas das regiões agrícolas e localização, fundamentais para o andamento do projeto.

Ao Sergio Luiz de Oliveira Silva, pela ajuda nas pesquisas das intoxicações exógenas na Secretaria de Saúde do Estado do Tocantins, contribuição de muita valia para o andamento do projeto.

Ao Ranyere do nascimento Lobo, pela elaboração dos gráficos utilizados nas análises dos dados coletados durante a pesquisa, fundamentais para conclusão da dissertação.

Aos membros da banca examinadora, Prof. Marcelo Mendes Pedroza e Prof^a Patrícia Martins Guarda, que aceitaram participar, analisar, avaliar e colaborar na dissertação. Obrigado pelas sugestões de correções que muito contribuíram para o bom direcionamento desta dissertação.

Por fim, a todos aqueles que contribuíram direta ou indiretamente para a realização desta dissertação, os meus sinceros agradecimentos.

RESUMO

A escolha deste estudo teve como objetivo geral verificar a presença de agrotóxicos (Glifosato - AMPA), oriundo do cultivo de soja, nas águas do Ribeirão Taquaruçu, no município de Palmas e possíveis interações com as intoxicações exógenas na Região Metropolitana da capital do Tocantins. Para cumprir os objetivos propostos foi realizado na primeira fase um planejamento com a finalidade de determinar os pontos de coleta, assim como o manuseio e transporte apropriado das amostras colhidas para a obtenção das informações necessárias. Na segunda foi analisada a frequência das notificações de intoxicação exógena por agrotóxicos na Região Metropolitana de Palmas - TO, no período de 2010 a 2020. Os resultados revelaram que os limites de tolerância em comparação com a Resolução 357/2005 do CONAMA – Padrões de Qualidade de Água Doce para Abastecimento de Consumo Humano não foram ultrapassados em nenhuma dos critérios analisados. Sendo assim, as águas da bacia do Taquaruçu, não apresentam restrições para o consumo humano, quanto à contaminação por glifosato. Já as notificações de intoxicação exógena por agrotóxicos nos municípios do Tocantins, evidenciou que a cidade de Palmas, no período de 9 anos, foi considerada a 2º no ranking, com 107 casos, sendo 76 homens e 31 mulheres. Em função dos resultados encontrados fica evidente a necessidade de melhorar o sistema unificado de registros de intoxicações, seja na mensuração como no tratamento melhor dos dados, de forma que pudessem ser associados a uma política de saúde pública. Desta forma, ampliar os instrumentos de políticas públicas no sentido de orientar sobre o uso das substâncias tóxicas, contribuindo com a redução dos números de notificações por intoxicação.

Palavras-chave: Agrotóxicos. Recursos hídricos. Contaminação. Saúde.

ABSTRACT

The choice of this study had the general objective of verifying the presence of pesticides (Glyphosate and AMPA), from soybean cultivation, in the waters of Ribeirão Taquaruçu, in the municipality of Palmas and possible interactions with exogenous intoxications in the Metropolitan Region of the capital of Tocantins. In order to fulfill the proposed objectives, a planning was carried out in the first phase in order to determine the collection points, as well as the appropriate handling and transport of the collected samples to obtain the necessary information. In the second, the frequency of notifications of exogenous intoxication by pesticides in the Metropolitan Region of Palmas - TO, in the period from 2010 to 2020 was analyzed. The results revealed that the tolerance limits compared to CONAMA Resolution 357/2005 - Quality Standards of Fresh Water for Supplying Human Consumption were not surpassed in any of the analyzed criteria. Therefore, the waters of the Taquaruçu basin do not have restrictions for human consumption, regarding glyphosate contamination. The notifications of exogenous intoxication by pesticides in the municipalities of Tocantins, showed that the city of Palmas, in the period of 9 years, was considered the 2nd in the ranking, with 107 cases, 76 men and 31 women. Based on the results found, the need to improve the unified system of records of poisonings is evident, both in measuring and in better handling of data, so that they could be associated with a public health policy. In this way, expanding the instruments of public policies in order to provide guidance on the use of toxic substances, contributing to the reduction of the number of notifications due to intoxication.

Key words: Pesticides. Water resources. Contamination. Health.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fórmula Estrutural do Glifosato.....	16
Figura 2 - Localização da área de estudo.....	21
Figura 3 - Hidrografia da bacia do Ribeirão Taquaruçu.....	22
Figura 4 - Pontos de coletas das amostras de água.....	23
Figura 5 - Propriedades rurais da bacia do Ribeirão Taquaruçu	24

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Classificação dos corpos d'água e os níveis de glifosato permitidos.....	20
Quadro 2 - Parâmetros de qualidade da água.....	25

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Os 10 ingredientes ativos mais vendidos – 2020	15
---	----

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	OBJETIVOS.....	13
2.1	Objetivo geral.....	13
2.2	Objetivos específicos.....	13
3	REFERENCIAL TEÓRICO.....	14
3.1.	Glifosato.....	15
3.2.	Agrotóxicos e saúde humana.....	16
3.3.	Legislação.....	18
3.4.	Qualidade da água para consumo humano.....	18
4	METODOLOGIA.....	20
4.1.	Área de estudo.....	20
4.2.	Análise da qualidade da água na Bacia Ribeirão Taquaruçu.....	24
4.3.	Notificações de intoxicação exógena por agrotóxicos na região metropolitana de Palmas - TO.....	26
5	RESULTADOS.....	26
6	REFERÊNCIAS.....	27
	ANEXO 1.....	31
	ANEXO 2.....	41

1 INTRODUÇÃO

No histórico da humanidade, o ser humano se desenvolveu a partir de várias ações manuais como o ato de caçar, pescar e/ou cultivar grãos. Todas as ações eram desenvolvidas com a finalidade de garantir a sua própria subsistência e também de suas comunidades. Com o passar dos anos, essas ações foram sendo normatizadas, através de leis/decretos, com a finalidade de garantir a proteção e a preservação da fauna e flora para todas as gerações.

Essa passagem do cultivo da terra de forma manual para a utilização de técnicas agrícolas foi fundamental no desenvolvimento de mecanismos de controle das condições ambientais na plantação de alimentos, pois a união da agricultura com a industrialização permitiu a produção de produtos e a aplicação de substâncias nas lavouras que fossem capazes de propiciar safras cada vez mais produtivas.

Nessa premissa, os pesticidas (agrotóxicos) surgem assim, como uma solução para garantir o sucesso da produção agrícola e como meio de controle de várias espécies de pragas. Considerado também um dos principais responsáveis pela produção agrícolas e práticas de plantio direto, o que possibilitou um grande avanço na produção mundial de alimentos com a introdução de culturas geneticamente modificadas (GALLI e MONTEZUMA, 2005).

Segundo Sanches *et al.* (2003), após a segunda guerra mundial, produtos como o BHC (hexaclorobenzeno) e o DDT (diclorodifeniltricloroetano) foram largamente utilizados no combate de pragas sem nenhum monitoramento de seus efeitos. Com o crescimento da monocultura foram aumentando o desenvolvimento e variedade de novos produtos para as áreas da agricultura e da pecuária. Entretanto, a atenção ao monitoramento de pesticidas ainda era incipiente, sem nenhum controle de seus resíduos nos alimentos e no ambiente.

O glifosato é um exemplo de agrotóxico muito utilizado no controle de pragas em diversos tipos de cultura, com resultados eficazes. No entanto, é considerado um herbicida não seletivo que apresenta uma meia-vida de, até, 90 dias, dependendo das características do ambiente, do tempo de exposição, entre outras condições. Moares e Rossi (2010) destacaram que o processo de infiltração dos herbicidas no solo, seja pelo tempo ou quantidade possibilita que ele fique retido na superfície, em proporção que poderia afetar a impregnação nas plantas, a degradação microbiana, a fotólise, a lixiviação e transporte. Nos ambientes aquáticos, ele não se degrada rapidamente. Sua reação ocorre por degradação microbiológica e com a união de sedimentos. Porém em presença da microflora da água, ele poderá se decompor em AMPA (ácido aminometilfosfônico) ou em dióxido de carbono.

Os ecossistemas aquáticos são um dos principais destinos do herbicida porque ao entrar em contato

com o solo e com as chuvas de grande intensidade, são carregados para dentro do corpo hídrico sendo depositado nos sedimentos, absorvidos por animais, podendo chegar ao homem por meio da ingestão de alimentos e água contaminada (AMÉRICO, 2015). Os efeitos diretos e indiretos ao ambiente e ao homem podem ser percebidos a curto, médio e longo prazos. Pesquisas mencionam alguns efeitos ao homem em curto prazo tais como, irritação dérmica e ocular, causando danos hepáticos, renais e comprometendo o sistema nervoso quando ingerido em doses elevadas (SILVA, 2013).

Portanto, o presente estudo objetivou analisar a qualidade da água bruta para abastecimento humano na Bacia do Ribeirão Taquaruçu e analisar os casos de intoxicações exógenas causadas pelo uso de agrotóxicos na Região Metropolitana de Palmas-TO, considerando o cinturão verde que abastece a região. As análises foram motivadas considerando a importância da Bacia para o abastecimento humano na Capital, Palmas, e sua posição estratégica quanto ao aumento de projetos agrícolas ligados à lavoura de soja e outras culturas nas áreas de cabeceira.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Verificar a presença de agrotóxicos (Glifosato e AMPA), oriundo do cultivo de soja, nas águas do Ribeirão Taquaruçu, no município de Palmas e possíveis interações com as intoxicações exógenas na Região Metropolitana da capital do Tocantins.

2.2 Objetivos Específicos

- Analisar a presença de glifosato e seus metabólitos em água bruta destinada ao abastecimento humano no Município de Palmas – TO;
- Realizar levantamento de notificações de intoxicação exógena por agrotóxicos na Região Metropolitana de Palmas - TO;
- Propor medidas de controle para proteção ambiental e/ou minimização do risco, da toxicidade, para saúde humana.
-

3. REFERENCIAL TEÓRICO

No Brasil, a partir da década de 60, foi intensificado o uso de herbicidas, como parte de um conjunto de tecnologias, associadas ao processo de modernização da agricultura, com o objetivo de aumentar os níveis de produção agrícola e melhorar os índices de produtividade nas plantações. E como consequência dessa ação, ocasionou o processo de contaminação do solo, da água e do ar, bem como seus efeitos sobre os seres vivos (CASTRO JÚNIOR et al., 2006; CAMPANHOLA e BETTIOL, 2003).

Com a aplicação dessas substâncias, fatores negativos são observados no meio ambiente que vão desde a redução da biodiversidade, lixiviação no solo, até a contaminação de águas superficiais, águas subterrâneas (lençol freático) e alimentos. De acordo com a Inoue *et al.* (2003), a lixiviação é o movimento descendente dos herbicidas na matriz do solo atingindo os reservatórios superficiais e subterrâneos, sendo que sua intensidade depende das características físico-químicas do solo e do clima.

Sabe-se que o processo de lixiviação decorre da retirada de elementos químicos do solo em função da água. Assim, com o uso de herbicida, o agrotóxico escorre no solo e a consequência é deixar a terra desprotegida, sem cobertura vegetal viva ou morta, provocando um tipo de erosão, no qual polui os sistemas hídricos superficiais e subterrâneos. Segundo Silva *et al* (2019) quanto mais baixo for o potencial de lixiviação do solo, menor o risco de poluição os mananciais de águas subterrâneas terão. Mas, os tipos de solos, geralmente profundos e bem drenados, com boa agregação de partículas e argilas com baixa atividade, também, serão propícios de contaminação das águas subterrâneas por lixiviação conforme estudos (PESSOA, 2006).

Embora se conheça e saiba os processos de contaminação de uso de agrotóxicos na agricultura, os herbicidas ainda são vendidos ou modificados com o objetivo de alcançar maior rendimento e lucro. O glifosato é um exemplo de herbicida mais utilizado na agricultura, principalmente, no cultivo de soja, por não ser seletivo, além de altamente eficiente. Assim, desempenha uma atividade de controle químico, agindo na remoção e atenuação de plantas daninhas (GALLI e MONTEZUMA, 2005).

Sobre o assunto investimento para obtenção de lucro, pode-se dizer que o mercado agrícola intensificou a produção de soja. Em 1994, nos EUA, com o desenvolvimento da engenharia genética, foi aprovado para o cultivo um grão resistente ao glifosato, conhecido por soja Roundup Ready. No Brasil, o produto passou a ser permitido oficialmente, com a publicação da Lei nº 10.814, de 15 de dezembro de 2003, que estabeleceu normas para o plantio e comercialização da soja

geneticamente modificada da safra de 2004 (LIMA, D. *et al.*, 2018; IKEDA, 2013).

3.1 Glifosato

No ano de 1969 o glifosato foi patenteado para uso como herbicida, pela empresa Monsanto (patente US 3455675), sendo este o princípio ativo do produto comercial Roundup® (NODARI e HESS, 2020). Ele entrou no mercado global nos anos 70, sendo o mais vendido e utilizado na agricultura, silvicultura e horticultura para o combate ao crescimento de ervas daninhas em plantações (AMARANTE JUNIOR e SANTOS, 2002). Queiroz *et al* (2011) informam que em concordância com seus estudos realizados, em 2009 esse herbicida representou um terço do volume total de praguicidas comercializados no mercado brasileiro, estimando-se o consumo de 200 milhões de litros por ano.

A Tabela 1 mostra que no ano de 2020, o glifosato continua sendo campeão de vendas. Sendo o princípio ativo mais vendido no país, totalizando 246.017,51 toneladas naquele período (IBAMA, 2020).

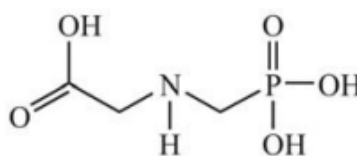
Tabela 1: Os 10 ingredientes ativos mais vendidos – 2020 (Unidade: tonelada de ingrediente ativo)

Ranking	Ingrediente Ativo	Vendas (ton. IA)
1°	Glifosato e seus sais	246.017,51
2°	2,4-D	57.597,57
3°	Mancozebe	50.526,87
4°	Atrazina	33.321,11
5°	Acefato	29.982,50
6°	Clorotalonil	24.191,03
7°	Malationa	15.702,11
8°	Enxofre	11.390,90
9°	Imidacloprido	9.401,65
10°	Clorpirifós	8.864,88

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

O glifosato (N-(fosfonometil) glicina, $C_3H_8NO_5P$) tem na sua composição química um grupo ácido orgânico, porém suas fórmulas são comercializadas com uma mistura líquida formada essencialmente por sal e surfactante, ilustrado pela Figura 1. Além disso, possui ainda outros componentes menores como os agentes colorantes, biocidas e íons inorgânicos para ajuste de pH, onde conferirão diferentes possibilidades de ajustamentos. Sua ação consiste em alterar diferentes processos bioquímicos vitais para as plantas, como a biossíntese de aminoácidos, proteínas e ácidos nucléicos. Quando absorvido pelas raízes e rizomas das plantas, a sua ação inibe enzimas específicas, nas quais suspenderá a síntese de aminoácidos aromáticos e provoca a morte lenta da vegetação que não sobrevive pela quantidade do produto infiltrado em suas partes (COUTINHO; MAZO, 2005).

Figura 1 - Fórmula Estrutural do Glifosato



Fonte: Amarante Junior, O. P. de; *et al.*, 2002

A utilização dele nas atividades agrícolas tem levado a contaminação de águas superficiais e subterrâneas, resultante da ação da chuva e da irrigação que provocam lixiviação, drenagem e escoamento dos pesticidas presentes nas plantações e no solo, os quais atingem cursos d'água e/ou reservatórios. A sua utilização indiscriminada pode levar a vários problemas, tais como: afetar a saúde dos aplicadores e consumidores, contaminar o meio ambiente, o solo, a água, além de levar à morte plantas e animais (BRIDI *et al.*, 2017).

3.2 Agrotóxicos e Saúde Humana

Os danos à saúde humana devido ao uso de herbicidas na agricultura têm levado a pesquisas científicas, por organizações públicas e privadas. Embora possua controvérsias e estudos em análises, é possível que os níveis de risco de morte sejam mais elevados aos trabalhadores envolvidos no setor agrícola em comparação a outros setores.

Para analisar os efeitos do glifosato nos seres humanos, faz-se necessário, um histórico do processo de pesquisas e estudos sobre esse produto, acompanhados de diagnósticos realizados por organizações públicas e privadas, que tiveram como objetivo diagnosticar os possíveis efeitos colaterais em plantações, quanto nas criações de animais, como na saúde do ser humano. De acordo com os pesquisadores Mattos *et al* (2002), constatou-se que esse herbicida pode persistir de 30 a 90 dias no solo, devido ser absorvido com rapidez pelos colóides de argila e húmus. Além disso, ele também afeta os alimentos. Em concordância com essa afirmação, os pesquisadores Gomes *et al* (2020) enfatizaram a existência de níveis elevados do herbicida em produtos alimentícios, como: pimentão, morango, pepino, alface, cenoura, entre outros, apresentaram maiores índices de glifosato. Nas análises realizadas em soja geneticamente modificada, evidenciaram que os resíduos desses herbicidas ultrapassam o Limite Máximo de Resíduo (LMR) permitido pela legislação. O que se destaca é a importância e necessidade de fiscalizar a utilização desses resíduos nas produções agrícolas.

De acordo com Amarante Júnior e Santos (2002), o glifosato pode causar danos crônicos de nascimento em determinadas espécies de animais, quando a utilização de doses forem elevadas por um período prolongado. Além disso, estudos observaram em seres humanos, alguns danos colaterais, como dermatite de contato e síndrome tóxica após a ingestão de doses elevadas, possivelmente, por alimentos ou ingestão de água.

Em 1985, a Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (EUA) classificou o glifosato como suspeito de ser cancerígeno humano, rotulando como substância de Categoria C. Esse diagnóstico teve como base os estudos epidemiológicos conduzidos em agricultores no Canadá e na Suécia, que observaram as reações em longo prazo da substância em ratos. Já em 1991 sua classificação foi alterada para E, em que as substâncias não apresentaram potencial carcinogênico em pelo menos dois estudos em animais (TORRETTA *et al.*, 2018).

Mas, com o desenvolvimento de pesquisas sobre esse herbicida, no início de 2015 a Agência de Pesquisa em Câncer ou IARC (Agência Internacional de Pesquisa em Câncer, Lyon, França) classificou o glifosato como categoria 2A, pois as substâncias tiveram evidência limitada de carcinogenicidade para seres humanos e evidência suficiente para animais. Só que ao final do mesmo ano, chegou-se à conclusão de que era "improvável" que esse pesticida fosse genotóxico ou cancerígeno para os seres humanos. Por outro lado, foram inseridos novos limiares de segurança toxicológica para melhorar o controle dos resíduos desse herbicida nos alimentos (TORRETTA *et al.*, 2018).

3.3 Legislação

O glifosato por ser um produto químico tem a venda e a utilização regulamentada por legislação. No Brasil algumas normas são antigas. Mas não foram revogadas. Entre elas, destaca-se a Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989, na qual normatizou pesquisa, experimentação, produção, embalagem e rotulagem, transporte, armazenamento, comercialização, propaganda comercial, utilização, importação, exportação, destino final dos resíduos e embalagens, registro, classificação, controle, inspeção e fiscalização de agrotóxicos.

Segundo a Lei nº 7.802/1989 definiu-se como agrotóxicos:

(...)

Art. 2º Para os efeitos desta Lei, consideram-se:

I - Agrotóxicos e afins:

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

A partir dos anos 2000, essa legislação teve sua primeira alteração pelo Decreto nº 4.074, de 4 de janeiro de 2002, em especial, sobre a ampliação de definições. Quanto ao entendimento de agrotóxicos permaneceu-se o mesmo conforme a Lei n. 7.802/1989. Após a publicação desta lei, o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama), emitiu a Portaria Normativa nº 84, de 15 de outubro de 1996, alterada, parcialmente, pela Portaria nº. 6, de 17 de maio de 2012, entre os objetivos instituiu um Sistema Permanente de Avaliação e Controle de Agrotóxico.

Na questão sobre regulamentações direcionadas ao registro e avaliação do Potencial de Periculosidade Ambiental (PPA), de agrotóxicos, seus componentes e afins, o Decreto nº 4.074, de 04 de janeiro de 2002, em seu art. 7º, inciso II, enfatiza que Ministério do Meio Ambiente realizará uma avaliação ambiental dos agrotóxicos e estabelecerá suas classificações. Além disso, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, o Ibama e a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) emitiram uma Instrução Normativa conjunta nº 1, de 16 de junho de 2014, como diretrizes e exigências quanto ao registro dos agrotóxicos, para culturas com suporte fitossanitário insuficiente, e o limite máximo de resíduos permitido, no âmbito do Brasil.

3.4 Qualidade da Água para Consumo Humano

Considera-se que a água seja um dos principais recursos naturais consumidos pelo ser humano,

considerado indicador fundamental em se tratando de avaliação do desenvolvimento de uma nação, quanto de sua população. Nessa premissa, no Brasil foram constituídas instituições governamentais e regulamentos com o objetivo de acompanhar e fiscalizar a qualidade do meio ambiente dentro do país. Sobre isso, destaca-se a Lei nº. 6.938, de 31 de agosto de 1981, que instituiu uma Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, bem como a constituição de um Sistema Nacional do Meio Ambiente (Sisnama) e do Cadastro de Defesa Ambiental, a partir da Lei n. 8.028, de 12 de abril de 1990.

A respeito da importância da água para meio ambiente, salienta-se a Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, que implementou a Política Nacional de Recursos Hídricos e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, que trouxe como um de seus objetivos, conforme art. 2º, inciso I, o de “assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos”.

Reforça-se que para avaliar a qualidade da água leva-se em consideração os métodos de amostragem e análise aprovados pelo Instituto Nacional de Metrologia, Normatização e Qualidade Industrial (INMETRO) ou, na ausência destas, o *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater-APHA-AWWA-WPCF*, última edição, segundo o art. 7º da Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente nº 274, de 29 de novembro de 2000. Após cinco anos, o Conama emitiu a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, alterada parcialmente pelas Resoluções n. 410, de 04 de maio de 2009 e n. 430, de 13 de maio de 2011, que tratou-se de critérios sobre a classificação dos corpos de água superficiais e diretrizes ambientais para seu enquadramento, bem como as condições e padrões de lançamento de efluentes. Destaca-se que a qualidade das águas dos rios pode ser afetada por vários fatores, entre eles pela produção agrícola. No Quadro 1 é apresentado uma adaptação da Classificação dos corpos d’água e os níveis de glifosato permitidos.

Quadro 1: Classificação dos corpos d'água e os níveis de glifosato permitidos

Classes de água doce	Usos preponderantes	Concentração máxima de glifosato
Classe 1	Para abastecimento e consumo humano após tratamento simplificado; proteção das comunidades aquáticas; recreação de contato primário; irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; e a proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.	65 µg/L
Classe 2	Para abastecimento e consumo humano após tratamento convencional; proteção das comunidades aquáticas; recreação de contato primário; irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer com os quais o público possa vir a ter contato direto e aquicultura e à atividade de pesca.	65 µg/L
Classe 3	Para o abastecimento e consumo humano após tratamento convencional ou avançado; irrigação de arbóreas, cerealíferas e forrageiras; pesca amadora; recreação de contato secundário; dessedentação de animais.	280µg/L

Fonte: Adaptado de Resolução CONAMA n° 357/2005

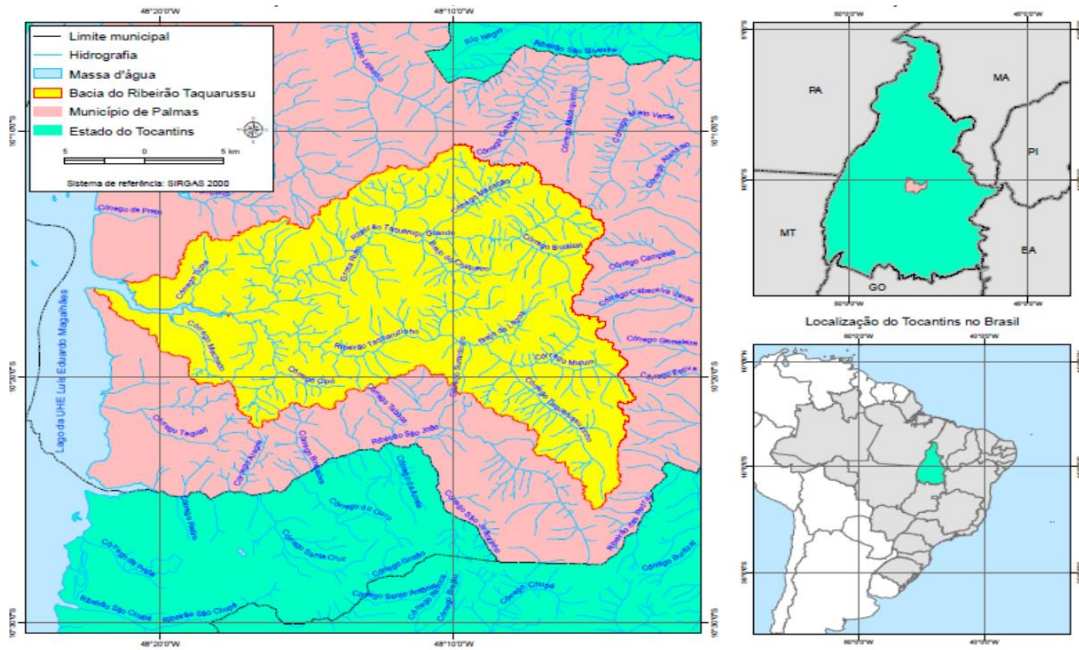
O Ministério da Saúde do Brasil emitiu a Portaria n° 888, de 4 de maio de 2021, onde estabeleceu 500 microgramas por litro (0,5 ppm) a concentração máxima de glifosato permitida na água potável.

4. METODOLOGIA

4.1 Área de estudo

O estudo foi realizado na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Taquaruçu, município de Palmas/TO, localizada na região central do Estado, com uma área de 458,16 km², conforme mostra a Figura 2.

Figura 2: Localização da área de estudo



Fonte: Adaptado de Seplan/Tocantins (2012)

A Bacia do Ribeirão Taquaruçu apresenta uma coleção de corpos hídricos que, associados ao relevo e à vegetação, compõem um cenário muito atrativo do ponto de vista turístico, sendo muito procurado para atividades de recreação e lazer de contato direto. Além disso, destaca-se ainda o fato da área encontrar-se dentro da Área de Proteção Ambiental do Lajeado cuja função é amortecer os possíveis impactos ambientais no Parque Estadual do Lajeado. Ademais, a área acomoda algumas RPPN's, Reserva Particular Proteção Natural, complementando a importância da Bacia no contexto da preservação e conservação da biodiversidade local, conforme observa-se na Figura 3.

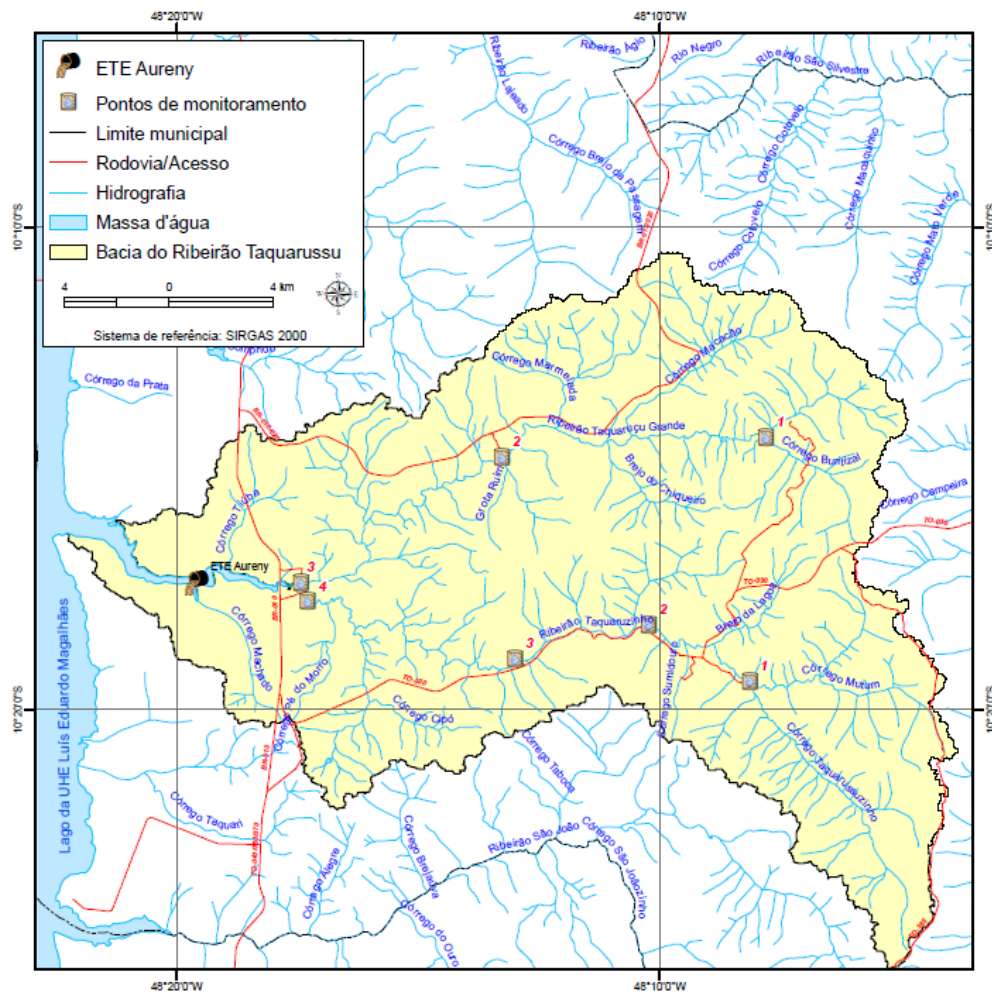
Figura 3: Hidrografia da Bacia do Ribeirão Taquaruçu



Fonte: Adaptado de Seplan/Tocantins (2012)

Ela é formada por nascentes na Serra do Lajeado, dentro da APA (Área de Proteção Ambiental), por duas sub-bacias: Ribeirão Taquaruçuzinho e Ribeirão Taquaruçu Grande (Figura 4). Os principais contribuintes à sua margem esquerda são: o Córrego Buritizal, o Ribeirão Taquaruçuzinho e o Córrego Machado, e à sua direita estão os córregos Tiúba e Macacão.

Figura 4 - Pontos de Coletas das Amostras de Água



Fonte: Adaptado de Seplan/Tocantins (2012)

Para a pesquisa foram definidos 7 (sete) pontos de coleta, distribuídos entre a região analisada, conforme Figura 4. A área delimitada do estudo de campo, constou os pontos de coleta definidos para o levantamento das amostras de água bruta na Bacia do Ribeirão Taquaruçu, sendo 4 (quatro) desses pontos no Ribeirão Taquaruçu Zinho, e os 3 (três) pontos no Ribeirão Taquaruçu Grande. As 7 (sete) coletas foram realizadas em fevereiro de 2022, no período considerado chuvoso para o Estado do Tocantins, entre os meses de outubro a abril.

Os solos encontrados na região da Bacia são classificados como Cambissolos Háplicos, (2,10%); Plintossolos (53,81%), localizados no Norte, Nordeste e no Centro da Bacia do Ribeirão Taquaruçu; Latossolos Vermelhos (3,98%), localizados no Nordeste e no Centro da Bacia do Ribeirão Taquaruçu; Latossolos Vermelho-Amarelos, (30,96%); localizados no Centro, Noroeste e Sudoeste da Bacia do Ribeirão Taquaruçu; e os Neossolos (9,14%), localizados no Centro da Bacia do

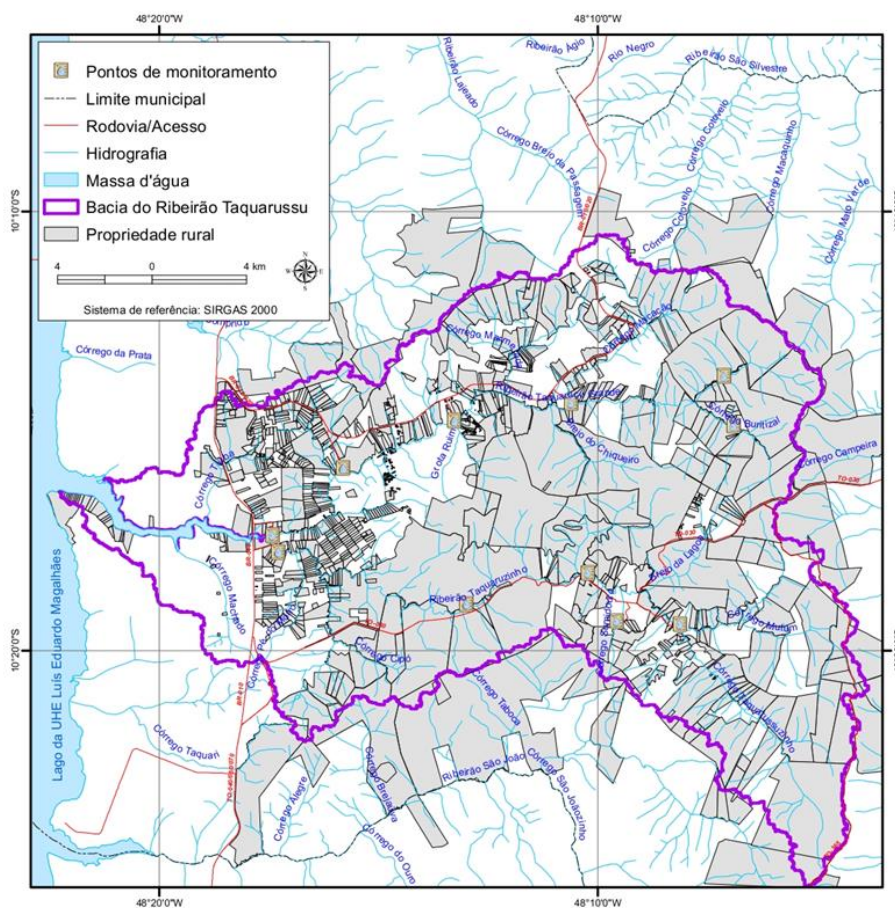
Ribeirão Taquaruçu.

A cobertura vegetal e o uso do solo são formados, segundo Chiesa (2020), por aproximadamente 30% de cerrado sentido restrito, floresta estacional 21,03%, formações florestais de cerrado 11,40%, formações florestais de cerrado 5,08%, áreas agrícolas antropizadas 22,33% e áreas antropizadas não agrícolas 9,16%.

4.2 Análise da qualidade da água na Bacia do Ribeirão Taquaruçu

A análise da qualidade da água foi realizada em 7 pontos, em fevereiro de 2022, distribuídos na Bacia do Ribeirão Taquaruçu considerando os parâmetros de qualidade e a presença do herbicida glifosato e AMPA (metabólitos).

Figura 5 - Propriedades Rurais da Bacia do Ribeirão Taquaruçu



Fonte: Adaptado de Seplan/Tocantins (2012)

Os pontos foram definidos de acordo com as principais ocorrências de lavouras de soja e milho na

Bacia Hidrográfica (Figura 5), além das condições de acesso considerando o trecho desde a cabeceira até a foz.

Os parâmetros de qualidade da água que foram analisados estão indicados no Quadro 2, conforme preconiza o *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* - APHA (2005), a Resolução CONAMA n°. 357/2005, a Portaria n°. 2914/2011 do Ministério da Saúde e demais normas regulamentadoras ambientais relativas ao uso de poluentes químicos.

Quadro 2: Parâmetros de qualidade da água

PARÂMETROS		TÉCNICA	REFERÊNCIA
Temperatura (°C)		Medida Direta	APHA (2005)
Turbidez (NTU)		Medida Direta	APHA (2005)
pH (Escala)		Medida Direta	APHA (2005)
Condutividade Elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$)		Medida Direta	APHA (2005)
Oxigênio dissolvido (mg.L^{-1})		Medida Direta	APHA (2005)
Sólidos Totais Dissolvidos (PPM)		Medida Direta	APHA (2005)
Demanda Bioquímica de Oxigênio (mg.L^{-1})		Diferenciação	APHA (2005)
Óleos e Graxas (mg.L^{-1})		Extração de Soxhlet	APHA (2005)
Nitrogênio	Amônia (mg.L^{-1})	Espectrofotometria	APHA (2005)
	Nitrito (mg.L^{-1})	Espectrofotometria	APHA (2005)
	Nitrato (mg.L^{-1})	Espectrofotometria	APHA (2005)
Sulfato (mg.L^{-1})		Espectrofotometria	APHA (2005)
Fósforo total (mg.L^{-1})		Espectrofotometria	APHA (2005)
Cloretos (mg.L^{-1})		Espectrofotometria	APHA (2005)
Cloro livre (mg.L^{-1})		Espectrofotometria	APHA (2005)
Fluoreto (mg.L^{-1})		Espectrofotometria	APHA (2005)
Clorofila-a ($\mu\text{g/L}$)		Espectrofotometria	APHA (2005)
Metais	Ferro (mg.L^{-1})	Espectrofotometria	APHA (2005)
	Manganês (mg.L^{-1})	Espectrofotometria	APHA (2005)
	Alumínio (mg.L^{-1})	Espectrofotometria	APHA (2005)

Fonte: Adaptado de Seplan/Tocantins (2012)

Para avaliar a presença de glifosato na água foi adotado o método de análise de Cromatográfica Líquida de Alta Eficiência (CLAE). O material coletado foi armazenado em uma caixa térmica sendo, posteriormente, conduzido ao Laboratório Lapeq da Universidade Federal do Tocantins para análise. Após foi adicionado o reagente EDA (Ethylenediamine 5%) para análise do glifosato e enviado para o Laboratório Bioagri Ambiental.

4.3 Notificações de intoxicação exógena por agrotóxicos na região metropolitana de Palmas - TO.

Para a análise da frequência, referente às notificações de intoxicação exógena por agrotóxicos na Região Metropolitana de Palmas - TO, no período de 2010 a 2020, foi realizada uma coleta de dados utilizando-se as informações obtidas pelo Ministério da Saúde, através do Sistema de Informações de Agravos de Notificação (SINAN) e pelo site do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA).

Para a tabulação, foram selecionados os registros, no período de 2009 a 2020, sobre:

- vendas de agrotóxicos no Brasil, por regiões, por estados e na Região Norte;
- vendas por classes de usos dos formulados no Brasil;
- produto nacional, importação, exportação e vendas internas totais no Brasil;
- quantidade de agrotóxicos comercializados por classe de periculosidade ambiental no Brasil; e a
- frequência por ano das notificações de intoxicação exógena no Tocantins.

Destaca que devido a utilização dos dados públicos e sem identificação individual, a pesquisa não foi submetida ao comitê de ética (BRASIL, 2016).

5. RESULTADOS

Os resultados estão disponíveis nos artigos científicos (anexos 1 e 2) que serão submetidos na Revista AIDIS de Ingeniería y Ciencias Ambientales: Investigación, desarrollo y práctica (<https://www.revistas.unam.mx/index.php/aidis/index>)

6. REFERÊNCIAS

AMARANTE JUNIOR, O. P. de; SANTOS, T. C. R. dos. **Glifosato: Propriedades, Toxicidade, Usos e Legislação.** In: Quim. Nova, vol. 25, nº. 4, pp. 589-593, 2002. ISSN 0100-4042. Disponível em:

<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422002000400014> Acesso em jan/2020.

AMÉRICO, Juliana Heloisa Pinê; *et al.*. **O Uso de Agrotóxicos e os Impactos nos Ecossistemas Aquáticos.** In: Revista Científica ANAP Brasil, vol. 8, nº 13, p. 101-115, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.17271/1984324081320151149>> Acesso em nov/2022.

BRASIL. Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/17802.htm>. Acesso em jan/2020.

_____. Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/19433.htm>. Acesso em jan/2020.

_____. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Decreto nº 4074, de 04 de janeiro de 2002. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/d4074.htm>. Acesso em jan/2020.

BRIDI, D.; *et al.* **Glyphosate and Roundup® alter morphology and behavior in zebrafish.** In: Toxicology, Volume 392, 1 December 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.tox.2017.10.007>> Acesso em jan/2020.

CAMPANHOLA, C.; BETTIOL, W. **Panorama sobre o uso de agrotóxicos no Brasil.** In: CAMPANHOLA, C.; BETTIOL, W. (Ed.). Metodos alternativos de controle fitossanitario. Jaguariuna: Embrapa Meio Ambiente, 2003. 279 pp. 13-51. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/164537/1/Campanhola-panorama.pdf>> Acesso em jan/2020.

CASTRO JUNIOR, J V. *et al.* **Avaliação do Efeito do herbicida glifosato na Microbiota do Solo.** In: Pesticidas: Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente, 16, 2006, pp. 21-30. ISSN:

19839847. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/pesticidas/article/view/7476>> Acesso em jan/2020.

COUTINHO, Cláudia F. B.; MAZO, Luiz Henrique. **Complexos Metálicos com o Herbicida Glifosato**: revisão. In: Revista Quím. Nova, Vol. 28, N° 6, págs. 1038-1045, 2005. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/qn/a/yNyGrTWjHPzFMhRxSYFwtSz/?lang=pt&format=pdf>>. Acesso em: maio/2022.

GALLI, A. J. B.; MONTEZUMA, M. C. **Glifosato**: alguns aspectos da utilização do herbicida glifosato na agricultura. São Paulo: ACADCOM Gráfica e Editora Ltda, 2005. Disponível em: <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/recursos/Plantas_daninhas_glifosatoID-VCQ0aRyNYE.pdf> Acesso em jan/2020.

GOMES, Nidisley; *et al.* **Glifosato no alimento**: Uma revisão de literatura. In: Rev. Episteme Transversalis, [S.l.], v. 11, n. 3, dez. 2020. ISSN 2236-2649. Disponível em: <<http://revista.ugb.edu.br/ojs302/index.php/episteme/article/view/2180>>. Acesso em: maio/2022.

IKEDA, Fernanda Satie. **Resistência de plantas daninhas em soja resistente ao glifosato**. In: Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.34, n.276, p.0-00, set./out. 2013. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/96307/1/cpamt-ikeda-0100-3364-2013.pdf>> Acesso em janeiro de 2020.

INOUE, M. H. *et al.* **Crítérios para avaliação do potencial de lixiviação dos herbicidas comercializados no estado do Paraná**. In: Planta Daninha, v. 21, n. 2, 2003, pp. 313-323, ISSN 0100-8358 On-line version ISSN 1806-9681. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-83582003000200018> Acesso em jan/2020.

LIMA, D. *et al.* **A Inserção da Soja Roundup Ready™ no Registro Nacional de Cultivares**. In: VIII CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, Goiânia, GO, junho 2018. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/178964/1/A-insercao-da-soja-RR-p.92-94.pdf>> Acesso em jan/2020.

MATTOS, Maria Laura Turino; *et al.* **Monitoramento ambiental do glifosato e do seu metabólito (ácido aminometilfosfônico) na água de lavoura de arroz irrigado.** In: Pesticidas: R.Exotocol. e Meio Ambiente, Curitiba, v. 12, págs. 145-154, jan./dez. 2002. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/pesticidas/article/view/3156/2529>>. Acesso em: maio/2022.

MORAES, P. V.; ROSSI, P. **Comportamento ambiental do glifosato.** In: Scientia Agraria Paranaensis, [S. l.], v. 9, n. 3, 2000. DOI: 10.18188/sap.v9i3.5258. Disponível em: <<https://e-revista.unioeste.br/index.php/scientiaagraria/article/view/5258>>. Acesso em: ago/2022.

NODARI, Rubens Onofre; HESS, Sonia Corina. **Campeão de Vendas, Cientificamente o Glifosato é um Agrotóxico Perigoso.** In: Extensio: Revista Eletrônica de Extensão, ISSN 1807-0221 Florianópolis, v. 17, n. 35, p. 02-18, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.5007/1807-0221.2020v17n35p2>>. Acesso em jan/2020.

PESSOA, M. C. P. Y. *et al.* **Vulnerabilidade natural das grandes bacias hidrográficas brasileiras à tendência de contaminação de águas por agrotóxicos em função dos tipos de solos predominantes.** Pesticidas: Revista de Ecotoxicidade e Meio Ambiente, Curitiba, v. 16, pp. 39-52, jan./dez. 2006. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/125724/1/2006AP-033.pdf>>. Acesso em jan/2020.

QUEIROZ, Gabriela Marina Pompeo; *et al.* **Transporte de glifosato pelo escoamento superficial e por lixiviação em um solo agrícola.** In: Revista Quim. Nova, Vol. 34, No. 2, 190-195, 2011. Disponível em: <http://static.sites.s bq.org.br/quimicanova.s bq.org.br/pdf/Vol34No2_190_03-AR09823.pdf>. Acesso em: ago/2022.

SANCHES, Sérgio Marcos; *et al.* **Pesticidas e seus respectivos riscos associados à contaminação da água.** In: Pesticidas: Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente. Curitiba, v. 13, p. 53-58, jan./dez. 2003. Disponível em:<<http://dx.doi.org/10.5380/pes.v13i0.3165>> Acesso em set/2022.

SEPLAN. Secretaria do Planejamento e da Modernização da Gestão Pública. **Atlas do Tocantins:** subsidios ao planejamento da gestão territorial. 6ed.. Palmas: Seplan, 2012.

SILVA, Marlene Rodrigues da; *et al.* **Agrotóxicos e seus Impactos sobre Ecossistemas Aquáticos Continentais.** In: SaBios: Revista de Saúde e Biologia, v.8, n.2, p.46-58, mai./ago., 2013.

Disponível em: <<https://revista2.grupointegrado.br/revista/index.php/sabios/article/view/899>>. Acesso em nov/2022.

SILVA, P. T. de S.; *et al.* **Risco de contaminação das águas superficiais e subterrâneas por agrotóxicos em cultivos de cebola no Entorno do Lago de Sobradinho, estado da Bahia.** Petrolina: Embrapa Semiárido, 2019. 26 p. (Embrapa Semiárido. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 137). ISSN 1808-9968. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/202879/1/Risco-de-Contaminacao-das-Aguas-2019.pdf>>. Acesso em jan/2020.

TORRETTA, Vincenzo; *et al.* **Critical Review of the Effects of Glyphosate Exposure to the Environment and Humans through the Food Supply Chain.** In: Sustainability 2018, 10, 950. Disponível em: <<https://doi.org/10.3390/su10040950>>. Acesso em jan/2020.

ANEXO 1

ANÁLISE DE GLIFOSATO E METABÓLITOS EM ÁGUA BRUTA PARA ABASTECIMENTO HUMANO NO MUNICÍPIO DE PALMAS – TO

ANALYSIS OF GLYPHOSATE AND METABOLITES IN RAW WATER FOR HUMAN SUPPLY IN THE MUNICIPALITY OF PALMAS – TO

***Irair Amorim¹**

Cláudia da Silva Aguiar Rezende¹

Abstract

Research has shown that glyphosate is the most widely used herbicide in Brazilian agriculture to control weeds. Thus, the present work aimed to analyze the presence of this pesticide and its metabolites in raw water intended for human supply in the Municipality of Palmas - TO. For the study, systematic literature mapping was used, with a qualitative character, with the purpose of prospecting the use of glyphosate in agricultural properties in the Metropolitan Region of Palmas - TO. 7 (seven) raw water samples were collected in the Ribeirão Taquaruçu Basin, 4 (four) in Ribeirão Taquaruçuzinho, and 3 (three) points in Ribeirão Taquaruçu Grande, in February/2022, a period considered rainy for the State of Tocantins (October to April). The methodology applied in the analysis was High Performance Liquid Chromatography (HPLC; in English High Performance Liquid Chromatograph - HPLC). The analysis results showed that the waters of the Taquaruçu basin do not present contamination from glyphosate and its metabolites.

Keywords: *fresh water; pesticide; water quality.*

Resumo

As pesquisas apontaram que o glifosato é o herbicida mais utilizado na agricultura brasileira, para o controle de ervas daninhas. Assim, o presente trabalho teve como objetivo analisar a presença desse agrotóxico e seus metabólitos em água bruta destinada ao abastecimento humano no Município de Palmas – TO. Para o estudo utilizou-se mapeamento sistemático de literatura, com caráter qualitativo, com o propósito de prospectar sobre o uso do glifosato nas propriedades agrícolas da Região Metropolitana de Palmas - TO. Foram coletadas 7 (sete) amostras de água bruta na Bacia do Ribeirão Taquaruçu, sendo 4 (quatro) no Ribeirão Taquaruçuzinho, e 3 (três) pontos no Ribeirão Taquaruçu Grande, em fevereiro/2022, período considerado chuvoso para o Estado do Tocantins (outubro a abril). A metodologia aplicada na análise foi Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE; em Inglês High Performance Liquid Chromatograph - HPLC). Os resultados das análises mostraram que as águas da bacia do Taquaruçu não apresentam contaminação oriunda de glifosato e seus metabólicos.

Palavras-chave: água doce; agrotóxico; qualidade da água.

Introdução

Com o avanço da tecnologia na agricultura surgiram os agrotóxicos utilizados na produção agrícola, pastagens, entre outros. Porém, com o uso desses defensores, fatores negativos são observados

¹Engenharia Ambiental, Universidade do Tocantins, Brasil.

* Autor correspondente: Engenharia Ambiental, Universidade do Tocantins. Rua 16, Qd. 29, Lt. 10, Jardim Aurenny IV -CEP 77.060-028 – Palmas, Tocantins, Brasil. Email: irairamorim@yahoo.com.br_

¹Engenharia Ambiental, Universidade do Tocantins, Brasil.

no meio ambiente que vão desde a redução da biodiversidade, lixiviação no solo, até a contaminação de águas superficiais, águas subterrâneas (lençol freático) e alimentos.

De acordo com algumas pesquisas, o glifosato foi diagnosticado como o produto mais vendido e utilizado no mundo. Os profissionais agrícolas consideram a sua eficácia em matar ervas daninhas, bem como, a sua baixa toxicidade. Ele também é empregado com um ativo conhecido como Roundup® (BAI e OGBOURNE, 2016). Queiroz *et al* (2011), informa que em concordância com seus estudos realizados, em 2009 esse herbicida representou um terço do volume total de praguicidas comercializados no mercado brasileiro, estimando-se o consumo de 200 milhões de litros por ano.

Hoje, é comum a prática de dissecação do plantio, aplicando agrotóxicos à base de glifosato antes da colheita. Sabe-se que a utilização dos herbicidas na agricultura pode ter vantagens, como a alta produtividade, melhorar a conservação dos alimentos e/ou o controle de pragas. Entretanto, existem as desvantagens trazidas por estas substâncias, seja prejudicando a saúde humana, como o meio ambiente (solo, água e ar). Por isso, a importância de se ter estudos/pesquisas capazes de monitorar e quantificar esses compostos, para estimular melhor tratamentos de águas e auxiliar na constituição de legislações mais efetivas no controle de agrotóxicos em água (STÜKER, 2017).

Nesse contexto, o objetivo deste estudo é analisar a presença de glifosato e seus metabólitos em água bruta destinada ao abastecimento humano no Município de Palmas – TO. Contudo, espera-se que a pesquisa possa ser útil nas políticas públicas e aperfeiçoamento do referido agrotóxico no controle de agrotóxicos em água.

Metodologia

Planejamento da verificação da área de estudo

Para ao início das atividades de pesquisa em campo foi realizado um planejamento com o objetivo de determinar os pontos de coleta, assim como o manuseio e transporte apropriado das amostras colhidas para a obtenção das informações necessárias. A 1ª fase foi feita uma revisão sistemática, com caráter qualitativo, com o propósito de prospectar sobre o uso do glifosato nas propriedades agrícolas, e a possível contaminação provocada por ele em águas doces, através da infiltração desse agrotóxico no solo.

Área de estudo

Na escolha da área de estudo, foi considerada a bacia do Ribeirão Taquaruçu, em virtude da mesma pertencer à região metropolitana de Palmas - TO, localizada na região central do Estado, com uma área de 458,16 km², bem como possuir áreas agrícolas em suas margens, conforme demonstrado na Figura 1. A finalidade era detectar a existência de violação dos padrões de qualidade e/ou danos aos seres humanos ocasionados pela poluição por agrotóxicos.

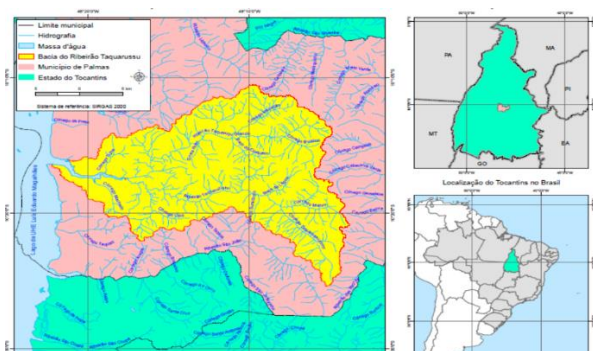


Figura 1. Localização da área de estudo . Fonte: Adaptado de Seplan/Tocantins (2012)

A Bacia do Ribeirão Taquaruçu é formada por nascentes na Serra do Lajeado, dentro da APA (Área de Proteção Ambiental), e é composta por duas sub-bacias: Ribeirões Taquaruçuzinho e Taquaruçu Grande. Os principais contribuintes à sua margem esquerda são os córregos Buritizal e o Machado, e à sua direita, os riachos Tiúba e Macacão. Para a pesquisa foram definidos 7 (sete) pontos de coleta, distribuídos entre a região analisada. Na Figura 2 verifica-se a área delimitada, constando as demarcações para o levantamento das amostras de água bruta.

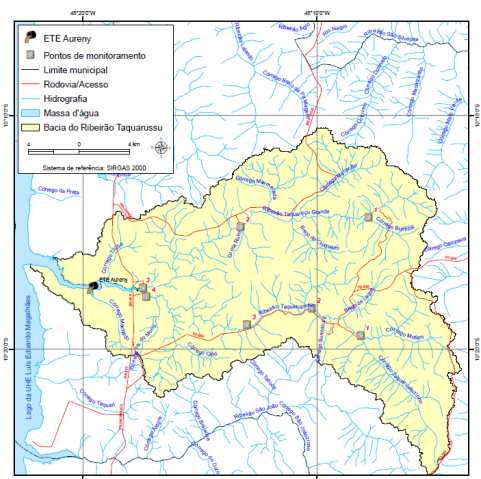


Figura 2. Pontos de Coletas das Amostras de Água. Fonte: Adaptado de Seplan/Tocantins (2012)

As 7 (sete) coletas foram realizadas em fevereiro de 2022, no período considerado chuvoso para o Estado do Tocantins. Para o armazenamento das amostras dos ribeirões Taquaruçuzinho e Taquaruçu Grande foram utilizados frascos esterilizados com volume de 2,0 litros, conforme observa-se nas Figuras de 3 a 4.

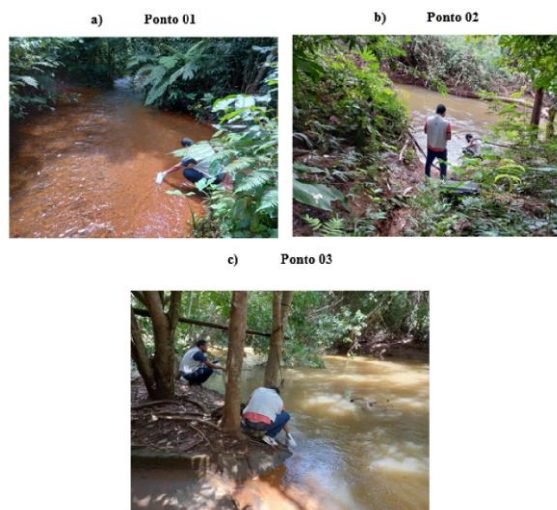


Figura 3. Pontos de coleta de amostras de água do Ribeirão de Taquaruçuzinho . Fonte: Autores (2022)



Figura 4. Pontos de coleta de amostras de água do Ribeirão do Taquaruçu Grande. Fonte: Autores (2022)

Na coleta das amostras de água bruta, enfatiza-se que o material foi armazenado em uma caixa térmica sendo, posteriormente, conduzida ao Laboratório Lapeq para análise. Após foi adicionado o reagente EDA para análise do glifosato. A metodologia aplicada na análise foi Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE; em Inglês High Performance Liquid Chromatograph - HPLC).

Os parâmetros de análise utilizados pelo laboratório seguiram as seguintes referências observadas no Quadro 1.

ID	Parâmetros	Unidade	Método de Referência
1	Temperatura	°C	Medida Direta – APHA (2017)
2	Condutividade Elétrica	μS/cm	Medida Direta – APHA (2017)
3	Turbidez	NTU	Medida Direta – APHA (2017)
4	Sólidos Totais Dissolvidos	PPM	Medida Direta – APHA (2017)
5	Oxigênio Dissolvido	mg/L	Medida Direta – APHA (2017)

6	pH	Escala	Medida Direta – APHA (2017)
7	Cloreto	mg/L	Titulometria - APHA (2017)
8	Óleos e Graxas	mg/L	Espectrofotometria – APHA (2017)
9	Demanda Bioquímica de Oxigênio	mg/L	Diferenciação – APHA (2017)
10	Amônia	mg/L	Espectrofotometria – APHA (2017)
11	Nitrito	mg/L	Espectrofotometria – APHA (2017)
12	Nitrato	mg/L	Espectrofotometria – APHA (2017)
13	Cloro Livre	mg/L	Espectrofotometria – APHA (2017)
14	Ferro	mg/L	ICP-AES-APHA (2017)
15	Manganês	mg/L	ICP-AES-APHA (2017)
16	Alumínio	mg/L	ICP-AES-APHA (2017)
17	Fluoreto	mg/L	Espectrofotometria – APHA (2017)
18	Clorofila	µg/L	Espectrofotometria – APHA (2017)
19	Glifosato	-	EPA 300.0: 1993, 300.1: 1999, POP PA 032
20	AMPA	-	EPA 300.0: 1993, 300.1: 1999, POP PA 032

Quadro 1. Parâmetros de Análise . Fonte: Adaptado do Laboratório Lapeq (2022)

Resultados e Discussões

De acordo com o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA, 2005), que dispõe sobre a classificação dos corpos de água, o pH (Potencial Hidrogeniônico) das águas doces devem variar entre 5 e 6. Dessa forma observa-se na Tabela 1 que os pontos 01 a 04, do Ribeirão Taquaruçuzinho, tiveram variação de 6,65 a 7,21, sendo que o 03 obteve maior índice.

Tabela 1: Os Resultados das Análises dos Pontos do Ribeirão Taquaruçuzinho

ID	Parâmetro	Unidade	Limite mínimo de quantificação do método (LQ)	Resultado Analítico			
				P1	P2	P3	P4
1	Temperatura	°C	0,0	24,10	24,17	24,54	25,57
2	Condutividade Elétrica	µS/cm	0,01	1,00	18,00	18,00	26,00
3	Turbidez	NTU	0,0	7,8	13,6	16,2	25,6
4	Sólidos Totais Dissolvidos	PPM	0,0	7,00	12,00	12,00	17,00
5	Oxigênio Dissolvido	mg/L	0,01	7,5	7,77	7,48	7,60
6	pH	Escala	0,01	6,72	6,85	7,21	6,65
7	Cloreto	mg/L	0,2	8,86	9,51	10,80	9,38
8	Óleos e Graxas	mg/L	0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4

9	Demanda Bioquímica de Oxigênio	mg/L	0,1	2,53	4,69	0,91	0,97
10	Amônia	mg/L	0,02	0,19	0,13	0,15	0,17
11	Nitrito	mg/L	0,002	0,017	0,019	0,18	0,19
12	Nitrato	mg/L	0,1	<0,1	0,3	0,1	0,4
13	Cloro Livre	mg/L	0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
14	Ferro	mg/L	0,006	1,328	0,982	1,316	1,249
15	Manganês	mg/L	0,001	0,024	0,019	0,024	0,014
16	Alumínio	mg/L	0,01	0,39	0,28	0,42	0,53
17	Fluoreto	mg/L	0,10	0,56	0,36	0,16	0,50
18	Clorofila	µg/L	0,002	0,33	0,57	0,12	0,46
19	Glifosato	mg/L	0,005	<0,005	<0,00	<0,005	<0,005
					5		
20	AMPA	mg/L	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01

Fonte: Adaptado do Laboratório Lapeq (2022)

No Ponto 03 de maior pH (7,21), percebeu-se a presença de culturas de milho, mandioca e pastagem. Outro fator a observar é que no dia anterior à coleta, choveu. Além disso, segundo Von Sperling (1996), referente a análise sobre o potencial hidrogeniônico, faz-se necessário verificar a concentração de íons hidrogênio H⁺ (em escala anti-logarítmica), pois ele indica a condição da acidez, neutralidade ou alcalinidade da água. Destaca-se que o pH >7, pode-se dizer que foi considerado básico (alcalino).

Em água bruta, a alcalinidade pode variar conforme a localização geográfica. Os pesquisadores Sawyer *et al* (1987) apontaram a relevância em considerar os aspectos do pH e controlá-lo dentro de limites estreitos, buscando correlações entre pH e os níveis de alcalinidade. Na Tabela 2 verifica-se os resultados obtidos dos pontos 01 a 03, do Ribeirão Taquaruçu Grande, a variação foi de 7,19 a 7,84, sendo o 3 foi com o índice maior.

Tabela 2: Os Resultados das Análises dos Pontos do Ribeirão Taquaruçu Grande

ID	Parâmetro	Unidade	Limite mínimo de quantificação do método (LQ)	Resultado Analítico		
				P1	P2	P3
1	Temperatura	°C	0,0	24,68	25,45	25,48
2	Condutividade Elétrica	µS/cm	0,01	3,00	13,00	20,00
3	Turbidez	NTU	0,0	2,1	7,6	16,6
4	Sólidos Totais Dissolvidos	PPM	0,0	2,00	8,00	13,00
5	Oxigênio Dissolvido	mg/L	0,01	7,87	8,08	7,63
6	pH	Escala	0,01	7,53	7,19	7,84
7	Cloreto	mg/L	0,2	8,38	9,02	8,86
8	Óleos e Graxas	mg/L	0,4	<0,4	<0,4	<0,4
9	Demanda Bioquímica de Oxigênio	mg/L	0,1	0,27	0,25	0,24
10	Amônia	mg/L	0,02	0,14	0,11	0,21
11	Nitrito	mg/L	0,002	0,017	0,015	0,019
12	Nitrato	mg/L	0,1	<0,1	0,1	0,2
13	Cloro Livre	mg/L	0,02	<0,02	<0,02	<0,02

14	Ferro	mg/L	0,006	0,519	0,268	1,135
15	Manganês	mg/L	0,001	0,021	0,006	0,014
16	Alumínio	mg/L	0,01	0,06	0,05	0,49
17	Fluoreto	mg/L	0,10	0,37	0,35	0,49
18	Clorofila	µg/L	0,002	0,55	0,25	0,21
19	Glifosato	mg/L	0,01	<0,005	<0,005	<0,005
20	AMPA	mg/L	0,01	<0,01	<0,01	<0,01

Fonte: Adaptado do Laboratório Lapeq (2022)

No Ponto 03 de maior pH constatou-se a presença de um balneário e no dia da coleta não houve ocorrência de chuva, bem como no dia anterior. Os resultados das amostras do Ribeirão Taquaruçuzinho, com relação a Portaria GM/MS nº 888, de 04 de maio de 2021, Anexo 9, referente ao Padrão de Potabilidade para Substâncias Químicas que representam Riscos à Saúde pode ser observado na Tabela 3.

Tabela 3: Amostras de resultados do Ribeirão Taquaruçuzinho referente ao Padrão de Potabilidade para Substâncias Químicas que representam Riscos à Saúde

Parâmetro	Limite Máximo de Quantificação do Método	Resultado Analítico				Valor Máximo Permitido Portaria 888 de 04/05/2021	Valor Máximo Recomendado pelo Conama 357/2005
		P1	P2	P3	P4		
Nitrato (mg/L)	0,1	<0,1	0,3	0,1	0,4	10 mg/L	10 mg/L
Nitrito (mg/L)	0,002	0,017	0,019	0,018	0,019	1,0 mg/L	1,0 mg/L
Fluoreto (mg/L)	0,10	0,56	0,36	0,16	0,5	1,5 mg/L	1,4mg/L

Fonte: Adaptado do Laboratório Lapeq (2022)

Na Tabela 4 apresenta os resultados das amostras do Ribeirão Taquaruçu Grande, com relação a Portaria GM/MS nº 888, de 04 de maio de 2021, Anexo 9, referente ao Padrão de Potabilidade para Substâncias Químicas que representam Riscos à Saúde.

Tabela 4: Amostras de resultados do Ribeirão Taquaruçu Grande referente ao Padrão de Potabilidade para Substâncias Químicas que representam Riscos à Saúde

Parâmetro	Limite Máximo de Quantificação do Método	Resultado Analítico			Valor Máximo Permitido Portaria 888 de 04/05/2021	Valor Máximo Recomendado pelo Conama 357/2005
		P1	P2	P3		
Nitrato (mg/L)	0,1	<0,1	0,1	0,2	10 mg/L	10 mg/L
Nitrito (mg/L)	0,002	0,017	0,015	0,019	1,0 mg/L	1,0 mg/L
Fluoreto (mg/L)	0,10	0,37	0,35	0,49	1,5 mg/L	1,4mg/L

Fonte: Adaptado do Laboratório Lapeq (2022)

Em relação a Portaria GM/MS nº 888, de 04 de maio de 2021, Anexo 9 – Tabela de Padrão de Potabilidade para Substâncias Químicas que representam riscos saúde, pode-se observar que os resultados dos parâmetros amostrados, nas tabelas 3 e 4, em comparação com os dados de potabilidade, não ultrapassaram os limites de tolerância.

Na Tabela 5 observa-se os resultados do Ribeirão Taquaruçuzinho, com relação a Portaria, referente ao Padrão de Potabilidade para Agrotóxicos e Metabólitos que representam Riscos à Saúde.

Tabela 5: Amostras de resultados do Ribeirão Taquaruçuzinho referente ao Padrão de Potabilidade para Agrotóxicos e Metabólitos que representam Riscos à Saúde

Parâmetro	Limite Máximo de Quantificação do Método	Resultado Analítico				Valor Máximo Permitido Portaria 888 de 04/05/2021	Valor Máximo Recomendado pelo Conama 357/2005
		P1	P2	P3	P4		
Glifosato (mg/L)	0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	10 mg/L	10 mg/L
AMPA (mg/L)	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	10 mg/L	10 mg/L

Fonte: Adaptado do Laboratório Lapeq (2022)

Segundo os resultados das amostras do Ribeirão Taquaruçu Grande, com relação a Portaria GM/MS nº 888, de 04/maio/2021, Anexo 9, referente ao Padrão de Potabilidade para Agrotóxicos e Metabólitos que representam Riscos à Saúde pode-se observar na Tabela 6 que os valores máximos permitidos não foram ultrapassados.

Tabela 6: Amostras de resultados do Ribeirão Taquaruçu Grande referente ao Padrão de Potabilidade para Agrotóxicos e Metabólitos que representam Riscos à Saúde

Parâmetro	Limite Máximo de Quantificação do Método	Resultado Analítico			Valor Máximo Permitido Portaria 888 de 04/05/2021	Valor Máximo Recomendado pelo Conama 357/2005
		P1	P2	P3		
Glifosato (mg/L)	0,005	<0,005	<0,005	<0,005	10 mg/L	10 mg/L
AMPA (mg/L)	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	10 mg/L	10 mg/L

Fonte: Adaptado do Laboratório Lapeq (2022)

Os resultados dos Parâmetros amostrados nas tabelas 5 e 6, em comparação com a Portaria GM/MS nº 888, de 04 de maio de 2021, Anexo 9, demonstraram que os limites de tolerância não foram ultrapassados. Mas, por outro lado, constata-se que dentre os agrotóxicos presentes na Portaria, referente a potabilidade de água do Brasil, o herbicida glifosato tem o maior valor, com tolerância de 500µg/L na água para consumo humano se comparado às regulamentações dos países mais consumidores do produto (OLIVEIRA *et al*, 2021). O mesmo foi observado ao comparado com a Resolução 357/2005 do CONAMA – Padrões de Qualidade de Água Doce para Abastecimento de Consumo Humano em que não foram ultrapassados nenhum dos critérios analisados. Sendo assim, os parâmetros das tabelas apresentadas, infere-se que as águas da bacia, do Taquaruçu, não apresentam restrições para o consumo humano, quanto à contaminação por glifosato, objetivo do estudo.

Conclusões

No trabalho apresentado foi possível elaborar as comparações propostas das amostras coletadas frente aos limites de tolerância dos padrões de qualidade de água doce para abastecimento de consumo humano. Houve também comparações com os padrões de potabilidade e substâncias químicas dentro dos parâmetros pré-estabelecidos. Diante do exposto, é possível afirmar que as águas da bacia do Taquaruçu não apresentam contaminação oriunda de glifosato e seus metabólicos, utilizados no cultivo das agriculturas existentes ao longo das margens de suas sub-bacias.

Referências bibliográficas

- BAI, S. H.; OGBOURNE, S. M. (2016). Glifosato: contaminação ambiental, toxicidade e riscos potenciais à saúde humana por contaminação de alimentos, em *Environ Sci Pollut Res* (23), 18988–19001. Acesso em: maio/2022. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s11356-016-7425-3>>.
- BRASIL. Ministério da Saúde. (2021). Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021. DF. Acesso em: maio/2022. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-gm/ms-n-888-de-4-de-maio-de-2021-318461562>>.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Conselho Nacional do Meio Ambiente.(2005). Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005. Diário Oficial República Federativa do Brasil, Poder Executivo. Brasília, DF, 18 de março de 2005, 58-63. Acesso em: maio/2022. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>>.
- OLIVEIRA, D. M.; AGOSTINETTO, L.; e SIEGLOCH, A. E. (2021). Glifosato nas portarias de potabilidade da água dos dez países mais consumidores de agrotóxicos, em *Revista Interdisciplinar de Estudos em Saúde - RIES*,-(10), (1), VI Simpósio Internacional, Ciência, Saúde e Território. DOI: <https://doi.org/10.33362/ries.v10i1.2686>. Acesso em: ago/2022. Disponível em: <<https://periodicos.uniarp.edu.br/index.php/ries/article/view/2686>>.
- QUEIROZ, G. M. P.; SILVA, M. R.; BIANCO, R. J. F.; PINHEIRO, A.; e KAUFMANN, V. (2011). Transporte de glifosato pelo escoamento superficial e por lixiviação em um solo agrícola, em *Revista Quim. Nova*, (34), (2), 190-195. Acesso em: ago/2022. Disponível em: <http://static.sites.s bq.org.br/quimicanova.s bq.org.br/pdf/Vol34No2_190_03-AR09823.pdf>.
- SEPLAN. Secretaria do Planejamento e da Modernização da Gestão Pública (2012). Atlas do Tocantins:subsídios ao planejamento da gestão territorial. 6ed.. Palmas: Seplan.
- STÜKER, M. (2017). Determinação de resíduos de agrotóxicos em água empregando microextração líquido-líquido dispersiva (DLLME) e cromatografia líquida de alta eficiência com detecção por arranjo de diodos (HPLC-DAD). 48 f. Graduação (Trabalho de conclusão de curso) - Universidade Federal de Santa Maria, RS. Acesso em: maio/2022. Disponível em: <<https://repositorio.ufsm.br/handle/1/11374>>
- SAWYER, C.; MCCARTY, P.; e PARKIN, G. (1987). *Chemistry for environmental engineering*. 5ª ed. New York: McGraw-Hill, 536p.
- VON SPERLING, M. *Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias*; (1). 2ª ed. Belo Horizonte: DESA-UFGM, 1996.

ANEXO 2

AGROTÓXICOS E AS INTOXICAÇÕES EXÓGENAS NA REGIÃO METROPOLITANA DE PALMAS – TO

AGROTOXICS AND EXOGENOUS POISONING IN THE METROPOLITAN REGION OF PALMAS – TO

*Irair Amorim²

Cláudia da Silva Aguiar Rezende¹

Abstract

Studies carried out by the Ministry of Health emphasized that exposure to pesticides could cause intoxication and that the causes would be related to the amount of product absorbed, the time of absorption, the toxicity of the product and the time elapsed between exposure and/or medical care. . Thus, the present study aimed to analyze the frequency of reports of exogenous intoxication by pesticides in the metropolitan region of Palmas - TO, from 2010 to 2020, as well as being an object of study for policies for the identification and control of groups of toxic agents . The methodology used was quantitative, descriptive and explanatory, with the analysis of information obtained by the Brazilian Institute for the Environment and Renewable Natural Resources (IBAMA) and data made available by the Ministry of Health, through the Information System for Notifiable Diseases (SINAN) . 1,138 cases of exogenous intoxication were reported in Tocantins, from 2010 to 2019. In the municipality of Palmas, the state capital, there were 122 notifications in the period from 2010 to 2020. Of which 67.09% of the records were male and 32.91 % feminine. The results showed both an increase in the consumption of pesticides, in particular glyphosate, and exogenous notifications in Palmas - TO, due to the use of herbicides in the municipalities of Tocantins, showing that the city of Palmas, which in the period of 9 years, was considered 2nd in the ranking of the highest registered number.

Keywords: herbicides; health information systems; poisoning.

Resumo

Estudos realizados pelo Ministério da Saúde enfatizaram que a exposição a agrotóxicos poderiam causar intoxicação e que as causas estariam relacionadas com a quantidade do produto absorvido, do tempo de absorção, da toxicidade do produto e do tempo decorrido entre a exposição e/ou o atendimento médico. Assim, o presente trabalho teve como objetivo analisar a frequência de notificações de intoxicação exógena por agrotóxicos na região metropolitana de Palmas - TO, no período de 2010 a 2020, bem como ser objeto de estudo para políticas de identificação e controle dos grupos de agentes tóxicos. Como metodologia foi adotada a quantitativa, descritiva e explicativa com a análise das informações obtidas pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) e dos dados disponibilizados pelo Ministério da Saúde, através do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN). Foram notificados 1.138 casos de intoxicação exógena no Tocantins, de 2010 a 2019. No município de Palmas, capital do estado, apresentou 122 notificações no período de 2010 a 2020. Sendo que 67,09% dos registros eram do sexo masculino e 32,91% feminino. Os resultados mostraram tanto um aumento no consumo dos agrotóxicos, em especial o glifosato, quanto das notificações exógenas em Palmas - TO, pelo uso de herbicidas nos municípios do Tocantins, evidenciando que a cidade de Palmas, que no período de 9 anos, foi considerada a 2ª no ranking de maior número registrado.

²Engenharia Ambiental, Universidade do Tocantins, Brasil.

* Autor correspondente:Engenharia Ambiental, Universidade do Tocantins. Rua 16, Qd. 29, Lt. 10, Jardim Aurenly IV -CEP 77.060-028 – Palmas, Tocantins, Brasil. Email: irairamorim@yahoo.com.br_

¹Engenharia Ambiental, Universidade do Tocantins, Brasil.

Palavras-chave: herbicidas; sistemas de informação em saúde; envenenamento.

Introdução

No contexto do desenvolvimento de mecanismos de controle das condições ambientais para a produção de alimentos, os pesticidas (agrotóxicos) surgiram como solução para garantir o sucesso da produção agrícola e como meio de controle de várias espécies de pragas. Eles foram os principais responsáveis pela produção agrícolas e práticas de plantio direto, o que possibilitou um grande avanço na produção mundial de alimentos com a introdução de culturas geneticamente modificadas (GALLI e MONTEZUMA, 2005).

Segundo os pesquisadores Sanches *et al.* (2003), após a segunda guerra mundial, produtos como o BHC (hexaclorobenzeno) e o DDT (diclorodifeniltricloroetano) foram largamente utilizados no combate de pragas sem nenhum monitoramento de seus efeitos. O glifosato foi diagnosticado como o produto mais vendido e utilizado no mundo. Os profissionais agrícolas consideraram a sua eficácia em matar ervas daninhas, bem como, a sua baixa toxicidade. Queiroz *et al.* (2011), ressaltou que em 2009, esse herbicida representou um terço do volume total de praguicidas comercializados no mercado brasileiro, estimando-se o consumo de 200 milhões de litros por ano.

Os pesquisadores Amarante Júnior *et al.* (2002) ressaltaram que o uso exagerado/prolongado desse herbicida pode causar problemas nos seres humanos como: dermatite de contato e síndrome tóxica após a ingestão de doses elevadas. Por outro lado, a legislação brasileira enfatiza que a concentração máxima de glifosato permitida na água potável, seria de 500 µg/L, conforme a Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011, do Ministério da Saúde, em seu Anexo VII.

Para mapear os efeitos prejudiciais a saúde humana, o Ministério da Saúde (MS), no final de 1990, estruturou-se a Vigilância em Saúde Ambiental (VSA) no âmbito do Sistema Único de Saúde (SUS), com a constituição do Subsistema Nacional de Vigilância em Saúde Ambiental (SINVSA). De acordo com a Instrução Normativa SVS nº 1, de 7 de março de 2005, as áreas prioritárias tratadas pela VSA, foram: qualidade da água para consumo humano, qualidade do ar, solo contaminado, contaminantes ambientais e substâncias químicas, desastres naturais, acidentes com produtos perigosos, fatores físicos e ambiente de trabalho. Sobre contaminantes ambientais, conforme o Sistema de Informações de Agravos de Notificação (SINAN), no período de 2007 e 2015, foi registrado 84.206 casos de intoxicações por agrotóxicos, sendo que os estados com maiores índices eram: Tocantins, Espírito Santo, Paraná, Roraima e Goiás (BRASIL, 2018).

A Portaria nº. 104, de 25 de janeiro de 2011, que definiu as terminologias adotadas em legislação nacional, com relação às doenças, agravos e eventos em saúde pública de notificação compulsória em todo o território nacional, estabeleceu as intoxicações exógenas como categoria na Lista de Notificação Compulsória - LNC (BRASIL, 2011) e na Portaria nº. 1.271, de 6 de junho de 2014, os agrotóxicos, gases tóxicos e metais pesados, seriam considerados notificações compulsórias imediatas (NCIs), que teriam seus registros realizados em até 24 (vinte e quatro) horas, a partir da ocorrência de doença, agravo ou evento de saúde pública (BRASIL, 2014).

Assim, essa pesquisa tem por objetivo analisar a frequência das notificações de intoxicação exógena por agrotóxicos na Região Metropolitana de Palmas - TO, no período de 2010 a 2020, bem como ser objeto de estudo nas políticas de identificação e controle dos grupos de agentes tóxicos.

Metodologia

A metodologia adotada na pesquisa foi de caráter quantitativo, descritivo e explicativo, constituído pela coleta, análise e discussão dos dados frente à literatura e normas reguladoras sobre o assunto e com a análise das informações obtidas pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) e dos dados disponibilizados pelo Ministério da Saúde, através do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN), sobre o consumo de agrotóxicos e as ocorrências de intoxicação por agrotóxicos no Estado do Tocantins, especificamente, na Região Metropolitana do município de Palmas, no período de 2010 a 2020, ilustrado pela Figura 1.

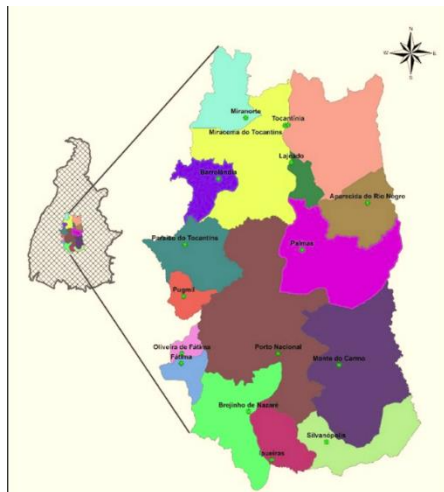


Figura 1. Mapa da Região Metropolitana de Palmas . Fonte: Adaptado de Seplan/Tocantins (2012)

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em 2021, o Tocantins tinha 1.607.363 habitantes, distribuídos em 139 municípios. Sendo que na capital Palmas eram 313.349 pessoas (BRASIL, 2021). Ressalta-se que o estado pertence à região denominada Matopiba, junto com os estados: Maranhão, Piauí e Bahia. Essa área é considerada uma grande fronteira agrícola nacional, que conta com a produção brasileira de grãos e fibras, principalmente soja, milho e algodão, há mais de 15 anos (MINGOTI *et al*, 2014).

Para a tabulação dos dados obtidos pelo Ministério da Saúde, através do SINAN e pelo IBAMA, foram selecionados os registros, no período de 2009 a 2020, sobre: (i) vendas de agrotóxicos no Brasil, por regiões, por estados e na Região Norte; (ii) vendas por classes de usos dos formulados no Brasil; (iii) produto nacional, importação, exportação e vendas internas totais no Brasil; (iv) quantidade de agrotóxicos comercializados por classe de periculosidade ambiental no Brasil; e a (v) Frequência por ano das notificações de intoxicação exógena no Tocantins.

Destaca que devido a utilização dos dados públicos e sem identificação individual, a pesquisa não foi submetida ao comitê de ética (BRASIL, 2016).

Resultados e Discussões

O glifosato entrou no mercado global nos anos 70. Desde então, o comércio mundial de agrotóxicos evoluiu a cada ano. Mas, ele continua como o herbicida mais vendido e utilizado na agricultura (AMARANTE JUNIOR e SANTOS, 2002).

Na questão sobre regulamentações, o Ibama, após a publicação da Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989, na qual normatizou pesquisa, experimentação, produção, embalagem e rotulagem, transporte, armazenamento, comercialização, propaganda comercial, utilização, importação, exportação, destino final dos resíduos e embalagens, registro, classificação, controle, inspeção e fiscalização de agrotóxicos, emitiu a Portaria Normativa nº 84, de 15 de outubro de 1996, alterada, parcialmente, pela Portaria nº 6, de 17 de maio de 2012, entre os objetivos instituiu um Sistema Permanente de Avaliação e Controle de Agrotóxico.

Além disso, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, o Ibama e a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) emitiram uma Instrução Normativa conjunta nº 1, de 16 de junho de 2014, com diretrizes e exigências quanto ao registro dos agrotóxicos, para culturas com suporte fitossanitário insuficiente, e o limite máximo de resíduos permitido, no âmbito do Brasil.

Sobre as vendas de agrotóxicos, observa-se que no período de 11 anos ocorreu um aumento de 133%, sendo que a Região Centro-Oeste manteve suas vendas acima das demais regiões, com aproximadamente mais de 200.000 toneladas em 2020 (34,57%). Verificou-se que a melhor faturação foi concentrada no Estado do Mato Grosso, com aproximadamente 134.000 toneladas, conforme retratado no Gráfico 1.

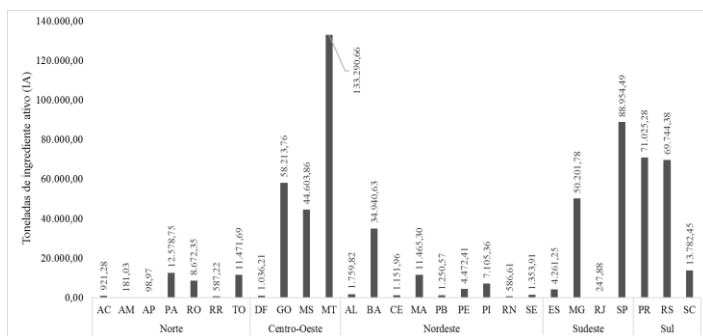


Gráfico 1. Vendas de agrotóxicos e afins nos estados brasileiros – 2020. Fonte: IBAMA / Consolidação de dados fornecidos pelas empresas registrantes de produtos técnicos, agrotóxicos e afins, conforme art. 41 do Decreto nº 4.074/2002.

Na Região Sudeste o destaque foi para o Estado de São Paulo com aproximadamente 89.000 toneladas e no Sul os estados do Paraná e Rio Grande do Sul tiveram, consecutivamente, mais de 71.000 e 70.000 toneladas de vendas de agrotóxicos. Ao analisar a Norte, de acordo com o Gráfico 2, houve um crescimento de 6.749,93 para 34.529,28 toneladas em 2020, ou seja, um aumento de 411,55%.

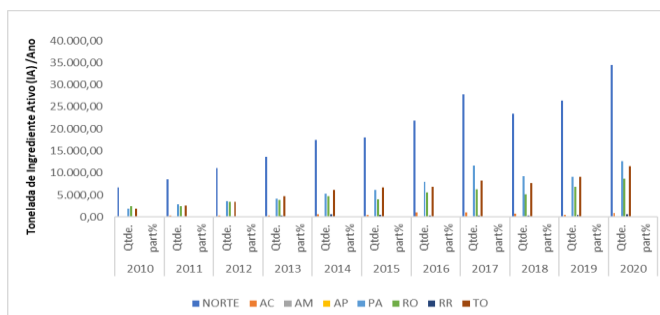


Gráfico 2. Vendas de agrotóxicos e afins na Região Norte – 2010 a 2020 (Unidade: tonelada de ingrediente ativo).
 Fonte: IBAMA / Consolidação de dados fornecidos pelas empresas registrantes de produtos técnicos, agrotóxicos e afins, conforme art. 41 do Decreto nº 4.074/2002.

Ao examinar a Região Norte, constatou-se que três estados tiveram seus índices próximos até 2012, que foram: Pará, Rondônia e Tocantins. A partir de 2013 até 2020, a disputa pela comercialização concentrou-se no PA e TO, sendo que o destaque foi para o primeiro citado, cerca de 13.000 toneladas.

No Gráfico 3 apresenta as vendas por classes de usos dos formulados no Brasil. Segundo os dados, os herbicidas foram os mais vendidos, atingindo por volta de 414.000 toneladas em 2020.

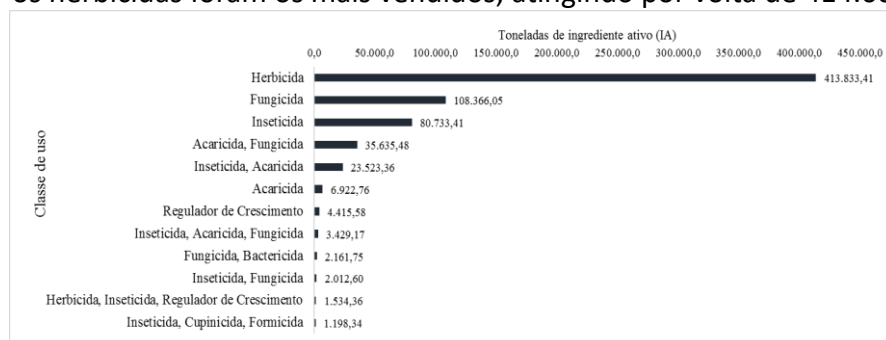


Gráfico 3. Vendas por classes de usos dos formulados no Brasil – 2020 (Unidade: tonelada de ingrediente ativo).
 Fonte: IBAMA / Consolidação de dados fornecidos pelas empresas registrantes de produtos técnicos, agrotóxicos e afins, conforme art. 41 do Decreto nº 4.074/2002.

Salienta que, de acordo o Decreto nº 4.074, de 4 de janeiro de 2002, em seu art. 41, as empresas que trabalham com produtos agrotóxicos, componentes e afins, devem apresentar, anualmente, aos órgãos federais, relatórios sobre a quantidade produzida, importada, exportada e comercializada desses produto. A partir dessas informações torna-se possível verificar os dados consolidados pelo Ibama em seus relatórios e boletins.

No Grafico 4, explicita o histórico sobre produção, importação, exportação e vendas do glifosato e seus componentes, no Brasil, no período de 2010 a 2019, em cumprimento ao art. 41, do Decreto nº 4.074/2002.

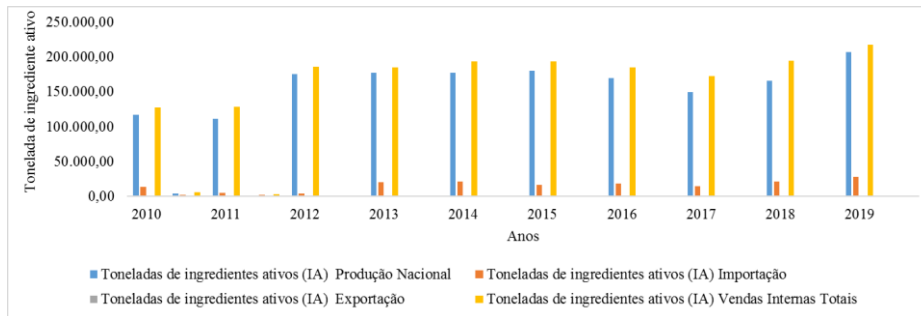


Gráfico 4. Produto nacional, importação, exportação e vendas internas totais no Brasil – 2010 a 2019 (Unidade: tonelada de ingrediente ativo). Fonte: IBAMA / Consolidação de dados fornecidos pelas empresas registrantes de produtos técnicos, agrotóxicos e afins, conforme art. 41 do Decreto nº 4.074/2002.

Observou-se no Gráfico 4, que em 2019, o glifosato teve a maior produção, importação e vendas internas. Mas, a exportação foi o pior indicativo dos últimos 9 anos, registrando cerca de 118 toneladas. Nesse item, o melhor indicador ocorreu em 2013, 1.405,90 toneladas.

No Gráfico 5 apresenta a quantidade de agrotóxicos comercializados por classe de periculosidade ambiental, no Brasil, no período de 2010 a 2020, separada por regiões brasileiras. Cabe enfatizar que o Ibama classifica os agrotóxicos em 4 níveis de potencial de periculosidade ambiental, que são: 1 para altamente perigosos; 2 os muito perigosos; 3 os perigosos; e 4 para os pouco perigosos.

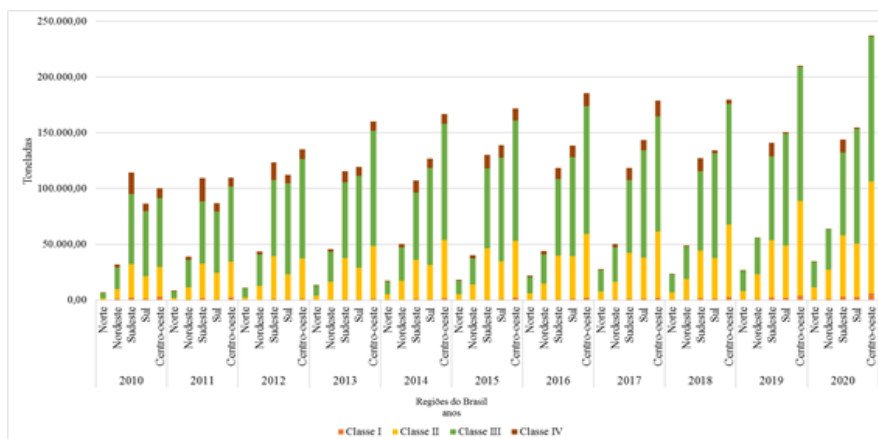


Gráfico 5. Quantidade de agrotóxicos comercializados por classe de periculosidade ambiental no Brasil – 2010 a 2020 (Unidade: tonelada de ingrediente ativo). Fonte: IBAMA / Consolidação de dados fornecidos pelas empresas registrantes de produtos técnicos, agrotóxicos e afins, conforme art. 41 do Decreto nº 4.074/2002.

Observa-se no Gráfico 5 que a maior quantidade de agrotóxicos comercializados foi em 2020, no Centro-Oeste, sendo quase 250.000 toneladas. Quando se analisa por níveis de potencial de periculosidade ambiental, considera-se que os tipos de herbicidas mais vendidos nessa região foram os muito perigosos (categoria 2) e os perigosos (categoria 3). Segundo o Decreto nº 4.074/2002, em seu art. 7º, inciso II, enfatiza que Ministério do Meio Ambiente realizará uma avaliação ambiental dos agrotóxicos e estabelecerá suas classificações quanto ao potencial de periculosidade ambiental (BRASIL, 2002).

Diante destes cenários, procurou-se estabelecer uma conexão com as notificações dos agravos por uso de agrotóxicos para fins agrícolas no Estado do Tocantins, como verifica-se no Gráfico 6, no período de 2010 a 2019.

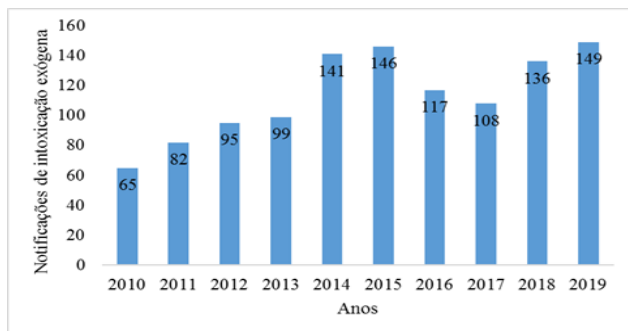


Gráfico 6. Frequência por ano das notificações de intoxicação exógena no Tocantins – 2010 a 2019. Fonte: Ministério da Saúde/SVS - Sistema de Informação de Agravos de Notificação - SINAN NET (2022).

No Gráfico 6 observa-se a notificação de 1.138 casos de intoxicação exógena no Tocantins. Além disso, em 2019 foi o ano o qual teve maior número de notificações no estado, destacando 149 registros. No período de 9 anos foram 1.138 casos, 75,40% predominantes no sexo masculino, entre 20 a 29 anos, trabalhadores rurais, que exerciam atividade de pulverização com agrotóxico do tipo agrícola (herbicidas e inseticidas), contaminados pela exposição respiratória acidental em decorrência de atividades ocupacionais. Pesquisas sobre a toxicidade do uso de agrotóxicos na agricultura destacam que no Brasil, muitos lavradores evitam ou não usam os equipamentos de proteção individual apropriados, os EPIs, isso gera as contaminações acidentais, com consequências para a saúde pública do país (PAUMGARTEN, 2020).

Ao analisar a capital do Estado Tocantins, município de Palmas, apresentou 122 notificações no período de 2010 a 2020, conforme o Gráfico 7. Sendo que os anos de 2010, 2016, e 2020 foram os períodos com mais casos registrados em Palmas - TO, respectivamente com: 14, 16, e 15 notificações de intoxicação exógena.

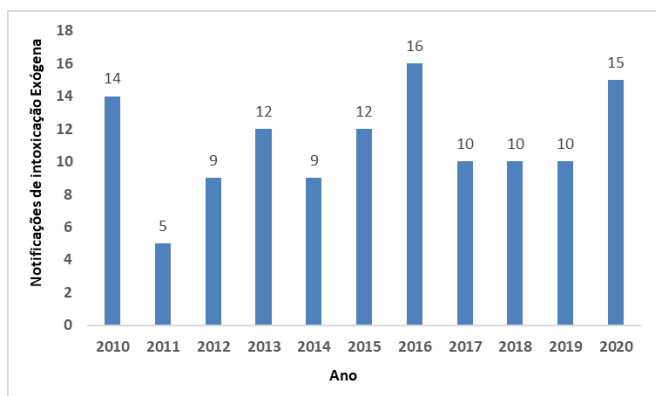


Gráfico 7. Frequência por ano das notificações de intoxicação exógena em Palmas – 2010 a 2020. Fonte: Ministério da Saúde/SVS - Sistema de Informação de Agravos de Notificação - SINAN NET (2022).

Pode-se observar na Tabela 1, o número de notificações por município de residência/região metropolitana, bem como a distribuição por sexo nos municípios do Tocantins no período de 2010 a 2020.

Tabela 1: Frequência por sexo das notificações de intoxicação exógena municipal – 2010 a 2020

Município de Residência	Sexo			
	Masculino		Feminino	
	Quantidade	Porcentagem	Quantidade	Porcentagem

Aparecida do Rio Negro	0	0,00%	1	1,00%
Barrolândia	2	1,00%	0	0,00%
Brejinho de Nazaré	2	1,00%	0	0,00%
Fátima	1	1,00%	1	1,00%
Lajeado	1	1,00%	0	0,00%
Miracema	14	9,00%	4	3,00%
Miranorte	8	5,00%	2	1,00%
Monte do Carmo	2	1,00%	1	1,00%
Palmas	45	28,00%	22	14,00%
Paraíso do Tocantins	9	6,00%	7	4,00%
Porto Nacional	17	11,00%	14	9,00%
Silvanópolis	5	3,00%	0	0,00%
Total	105		52	

Fonte: **Ministério da Saúde/SVS - Sistema de Informação de Agravos de Notificação - SINAN NET (2022).**

De acordo com o exposto, destaca-se o elevado número de notificações do sexo masculino, na cidade de Palmas - TO. Na Tabela 1 acima, observa-se que 67,09% dos registros nos municípios tocantinenses foram do sexo masculino e 32,91% do sexo feminino.

No Gráfico 8 segue a apresentação da taxa de notificação de intoxicação exógena frente à população da região metropolitana de Palmas - TO.

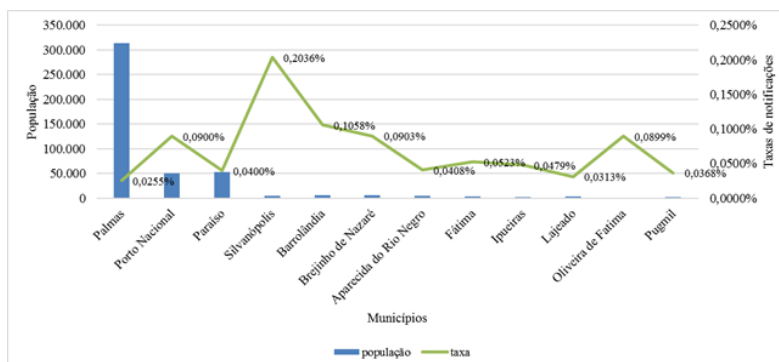


Gráfico 8. Taxa (%) das notificações de intoxicação exógena da região metropolitana de Palmas - TO – 2010 a 2020.
Fonte: **Ministério da Saúde/SVS - Sistema de Informação de Agravos de Notificação - SINAN NET (2022).**

É possível observar que na cidade de Palmas em 2010 a 2020, obteve a menor taxa de notificação (0,0255%) em relação à sua população absoluta (306.000 habitantes aproximadamente). Já o município de Silvanópolis foi considerado a maior taxa de notificação (0,2036% para 5.452 habitantes aproximadamente), no mesmo período.

Conclusões

O trabalho apresentado objetivou as análises das notificações de intoxicação exógena por agrotóxicos nos municípios do Tocantins, evidenciando a cidade de Palmas, que no período de 9 anos, foi considerada a 2ª no ranking de maior número de notificações do Tocantins, com 107 casos, sendo 76 homens e 31 mulheres. Além disso, a pesquisa teve sua relevância para propositiva de contribuir com a criação de políticas de identificação e controle dos grupos de agentes tóxicos.

Referências bibliográficas

- AMARANTE JUNIOR, O. P.; SANTOS, T. C. R.; BRITO, N. M.; e RIBEIRO, M. L. (2002). Glifosato: propriedades, toxicidade, usos e legislação., em Revista Quím. Nova (25), (4), São Paulo, 589-593. Acesso em: maio/2022. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/qn/a/Z9DJG6fy8ZQR79ch8cdxwVP/?format=pdf&lang=pt>>.
- BRASIL (1989). Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989. Acesso em: setembro/2022. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l7802.htm>.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (2002). Decreto nº 4074, de 04 de janeiro de 2002. Acesso em: setembro/2022. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/d4074.htm>.
- BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2021). Panorama Tocantins [Internet]. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Acesso em: setembro/2022. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/to/panorama>>.
- BRASIL. Ministério da Saúde (2011). Portaria nº 104, de 25 de janeiro de 2011. Acesso em: setembro/2022. Disponível em: <https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt0104_25_01_2011.html>.
- BRASIL. Ministério da Saúde (2011). Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011. Acesso em: setembro/2022. Disponível em: <https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html>.
- BRASIL. Ministério da Saúde. (2014) Portaria nº 1.271, de 6 de junho de 2014. Acesso em: setembro/2022. Disponível em: <https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2014/prt1271_06_06_2014.html>.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador (2018). Relatório nacional de vigilância em saúde de populações expostas a agrotóxicos [Internet]. Brasília: Ministério da Saúde. Acesso em: setembro/2022. Disponível em: <https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/relatorio_nacional_vigilancia_populacoes_expostas_agrotoxico_s.pdf>.
- BRASIL. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Acesso em: setembro/2022. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/agrotoxicos/relatorios-de-comercializacao-de-agrotoxicos#sobreosrelatorios>>.
- GALLI, A. J. B.; MONTEZUMA, M. C. (2005). Glifosato: alguns aspectos da utilização do herbicida glifosato na agricultura. São Paulo: ACADCOM Gráfica e Editora Ltda. Acesso em setembro/2022. Disponível em: <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/recursos/Plantas_daninhas_glifosatoID-VCCQ0aRyNYE.pdf>
- MINGOTI, Rafael; et al. Matopiba: caracterização das áreas com grande produção de culturas anuais, em Embrapa Gestão Territorial. Campinas: Embrapa Gestão Territorial, 2014. Acesso em setembro/2022. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/105192/1/20140721-NotaTecnica6.pdf>>.
- OLIVEIRA, D. M.; AGOSTINETTO, L.; e SIEGLOCH, A. E. (2021). Glifosato nas portarias de potabilidade da água dos dez países mais consumidores de agrotóxicos, em Revista Interdisciplinar de Estudos em Saúde - RIES.,(10), (1), VI Simpósio Internacional, Ciência, Saúde e Território. DOI: <https://doi.org/10.33362/ries.v10i1.2686>. Acesso em: ago/2022. Disponível em: <<https://periodicos.uniarp.edu.br/index.php/ries/article/view/2686>>.
- PAUMGARTTEN, F. J.R. (2020). Pesticides and public health in Brazil, em Current Opinion in Toxicology. (22), August, 7-11. Acesso em: ago/2022. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S246820202030005X#!>>.
- QUEIROZ, G. M. P.; SILVA, M. R.; BIANCO, R. J. F.; PINHEIRO, A.; e KAUFMANN, V. (2011). Transporte de glifosato pelo escoamento superficial e por lixiviação em um solo agrícola, em Revista Quim. Nova, (34), (2), 190-195. Acesso em: ago/2022. Disponível em: <http://static.sites.sbg.org.br/quimicanova.sbg.org.br/pdf/Vol34No2_190_03-AR09823.pdf>.
- SANCHES, S. M.; SILVA, C. H. T. P.; CAMPOS, S. X.; VIEIRA, E. M. (2003). Pesticidas e seus respectivos riscos associados à contaminação da água, em Pesticidas: Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente. Curitiba, (13), 53-58, jan./dez. Acesso em setembro/2022. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.5380/pes.v13i0.3165>>
- SEPLAN. Secretaria do Planejamento e da Modernização da Gestão Pública (2012). Atlas do Tocantins: subsidios ao planejamento da gestão territorial. 6ed.. Palmas: Seplan.