



UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS  
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE PALMAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO AMBIENTE

**VANESSA RIBEIRO DE SOUSA SANTOS**

**O USO DE AGROTÓXICOS E SEUS IMPACTOS AO  
AMBIENTE EM UMA PERSPECTIVA  
INTERDISCIPLINAR APLICADA A UM SISTEMA  
SOCIOECOLÓGICO COMPLEXO**

Palmas/TO  
Brasil  
2022

VANESSA RIBEIRO DE SOUSA SANTOS

**O USO DE AGROTÓXICOS E SEUS IMPACTOS AO  
AMBIENTE EM UMA PERSPECTIVA  
INTERDISCIPLINAR APLICADA A UM SISTEMA  
SOCIOECOLÓGICO COMPLEXO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciências do Ambiente da Universidade Federal do Tocantins (UFT), como requisito à obtenção do título de Doutora em Ciências do Ambiente.

Orientadora: Dra. Kellen Lagares Ferreira Silva  
Coorientador: Dr. Héber Rogério Grácio

Palmas/TO  
Brasil  
2022

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

---

- S237u Santos, Vanessa Ribeiro de Sousa.  
O uso de agrotóxicos e seus impactos ao ambiente em uma perspectiva interdisciplinar aplicada a um sistema socioecológico complexo. / Vanessa Ribeiro de Sousa Santos. – Palmas, TO, 2022.  
119 f.
- Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Tocantins – Câmpus Universitário de Palmas - Curso de Pós-Graduação (Doutorado) em Ciências do Ambiente, 2022.  
Orientadora : Kellen Lagares Ferreira Silva  
Coorientador: Héber Rogério Grácio
1. Agrotóxicos. 2. Expansão Agrícola. 3. Terra Indígena. 4. Legislação. I. Título

**CDD 628**

---

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizada 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).**

VANESSA RIBEIRO DE SOUSA SANTOS

**O USO DE AGROTÓXICOS E SEUS IMPACTOS AO  
AMBIENTE EM UMA PERSPECTIVA  
INTERDISCIPLINAR APLICADA A UM SISTEMA  
SOCIOECOLÓGICO COMPLEXO**

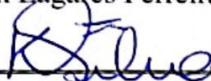
Tese aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Doutora no Curso de Doutorado em Ciências do Ambiente, da Universidade Federal do Tocantins, na linha de pesquisa Biodiversidade e Recursos Naturais.

Data de Aprovação: 30/03/2022

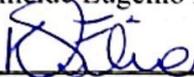
Banca Examinadora:



\_\_\_\_\_  
Prof. Dra. Kellen Lagares Ferreira Silva – Orientadora



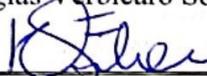
\_\_\_\_\_  
Prof. Dra. Elineide Eugênio Marques - Interna



\_\_\_\_\_  
Prof. Dra. Reijane Pinheiro da Silva - Externa



\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Douglas Verbicaro Soares - Externo



\_\_\_\_\_  
Prof. Dra. Andrea Nunes Vaz Pedroso - Externa

OBS: A defesa foi realizada com todos os membros via webconferência (autorizada pela Portaria GAB Rector nº 225 de 23 de março de 2020 e considerando a Instrução Normativa ME/ SEDGD/SGDP nº 19, de 12 de março de 2020), em função da pandemia do Covid-19.

*Ao meu filho Bem Joanes, meu esposo  
Ezio Joanes, minha mãe Maria Edivalda  
e minha irmã Rayara, dedico.*

*“Sempre andei por um caminho  
Que não conhecia bem;  
Sequer me lembro se vinha  
Sozinha, ou se com alguém  
E nem sei se aqui chegada  
Faço morada, me aquieto  
Pois é certo que procuro  
Algo que deve nadar perto:  
Mas o que vejo é incerto  
E o que consigo não dura.  
(Eu sempre quis outra vida  
Eu sempre quis ser feliz,  
Por isso naquele tempo  
Fiz minha mala e parti)  
Sempre andei por um caminho  
Que não sabia direito;  
Do que perdi na viagem  
Já me esqueci por completo  
Não guardei nada e o que trouxe  
Eram apenas utensílios  
De fácil desprendimento:  
Dois filhos que nunca tive  
Um velho anel de família  
E uma saudade no peito.  
(Eu sempre quis outra vida  
Eu sempre quis ser feliz:  
Dos dois filhos, da saudade  
Sempre andei por um caminho  
Que não tem ponto final  
E a paisagem que eu via  
Era toda e sempre igual:  
Depois da noite outro dia  
Com suas mesmas desgraças,  
Mas também algumas casas  
Com jantar posto na mesa.  
Agora:  
Eu Sempre Quis Ser Contente  
e Pode Ser Que Eu Seja”.*

*(Torquato Neto)  
CANTIGA PIAUIENSE PRA LENA RIOS*

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo cuidado para comigo e minha família.

À Secretaria de Educação do Estado do Tocantins, pela concessão do afastamento remunerado para que eu pudesse cursar o doutorado.

À minha orientadora, Dra. Kellen Lagares Ferreira Silva, por ser exemplo de mulher, mãe, esposa e cientista. Dedicada em todas as esferas, na mesma proporção de sua exigência. Levo comigo uma grande referência de orientação e amor pelo que faz.

Ao meu coorientador, Dr. Héber Rogério Grácio, pelo apoio na concepção e execução da pesquisa. Sua sensibilidade, conhecimento e amor pelo que faz me inspiram.

Aos professores do PPGCiamb, por todo o conhecimento compartilhado. Foi um privilégio, ao mesmo tempo em que foi desafiador, desfrutar de áreas distintas do conhecimento, como propõe o programa.

Ao meu esposo, companheiro de uma vida, obrigada pelo carinho, apoio, paciência, cuidado, renúncias e principalmente, por cuidar tão bem do nosso filho nos momentos em que preciso me ausentar.

Ao meu filho, Bem, que me apresentou os sentimentos mais intensos e viscerais. Que me tirou do controle da minha própria vida e me recolocou nos trilhos. Que me fez ir da mais intensa dor ao mais profundo alívio e felicidade em segundos. Que me faz sentir um amor inexplicável... agradeço por sua vida e por ser sua mãe. Fiz tudo que pude para acompanhar o seu desenvolvimento nesse seu primeiro ano de vida e acho que consegui. Você é uma criança incrível. Eu te amo profundamente, para sempre. “É justo que muito custe o que muito vale” (Santa Tereza D’Ávila).

À minha mãe, que sempre torceu por mim e que no último ano acompanhou todo o meu processo desafiador de conciliar a primeira experiência com a maternidade, a conclusão do doutorado e o retorno aos trabalhos. Obrigada por tanto amor para comigo e minha família.

À minha irmã, que por diversas vezes se fez presente, pelo carinho e pela torcida para que esse ciclo chegasse ao fim.

Ao casal Selma Xerente e Bonfim Xerente, e sua família, pelo apoio em campo. Agradeço imensamente pelo privilégio de conhecê-los.

Ao grupo de pesquisa do laboratório de Anatomia Vegetal, pela convivência e contribuições, em especial Victorina e Ana Beatrice, pelas contribuições, apoio no processamento do material coletado e pela preocupação que tiveram comigo e com meu pequeno, e à Flavia, pelo apoio em campo.

À Benaya, amiga querida dos tempos do mestrado, pelo apoio e amizade.

Aos colegas de trabalho da Diretoria Regional de Educação de Palmas, pelo carinho e apoio.

Aos colegas de trabalho da Polícia Civil do Estado do Tocantins, pelo apoio e torcida.

Aos meus colegas da turma de doutorado 2017.1, Alessandro, Daniela, Diógenes, Eugislane, Letícia, Márcio e Thales, pela amizade e apoio.

Ao grupo de amigas do *Triathlon*, obrigada TriNinhos, pela torcida e por serem alívio em momentos conturbados.

“A amizade é um meio de nos isolarmos da humanidade cultivando algumas pessoas”.

Carlos Drummond de Andrade

## **BIOGRAFIA**

VANESSA RIBEIRO DE SOUSA SANTOS, filha de Maria Edivalda Ribeiro Silva e Francisco Jânio de Sousa, nasceu em Corrente, Estado do Piauí, em 08 de outubro de 1987.

Ingressou no curso de Licenciatura Plena em Ciências Biológicas, na Universidade Estadual do Piauí, em 2004 e graduou-se em 2009. Logo após, ingressou no curso de Bacharelado em Direito, no ano de 2005 e graduou-se em 2010. Na época era possível cursar concomitantemente duas graduações, em uma mesma universidade pública.

Em abril de 2010 tomou posse no concurso para Professor da Educação Básica do Estado do Tocantins, onde permanece até hoje. Em 2012 foi aprovada na Ordem dos Advogados do Brasil, onde encontra-se licenciada, por conta da posse como escritã de polícia, no concurso da Polícia Civil do Estado do Tocantins, desde junho de 2018 até o presente.

Em agosto de 2013 ingressou no mestrado no Programa de Pós-graduação em Ecologia de Ecótonos, que foi concluído em novembro de 2015.

Em março de 2017 ingressou no doutorado no Programa de Pós-graduação em Ciências do Ambiente, que foi concluído em março de 2022.

## RESUMO

Este trabalho objetivou analisar as implicações socioambientais decorrentes do processo de regulamentação e do uso de agrotóxicos no Brasil. Tendo em específico os seguintes objetivos: 1. Confrontar os dispositivos legais brasileiros de proteção à sociedade e ao meio ambiente com os atos e normas regulatórias do uso de agrotóxicos; 2. Analisar a tendência legislativa e executiva brasileira quanto a regulamentação e uso dos agrotóxicos; 3. Compreender como a expansão agrícola interfere no modo de vida do povo Xerente; 4. Analisar os efeitos dos agrotóxicos na vegetação localizada na fronteira entre a Terra Indígena (TI) e monoculturas. Ficou demonstrado um posicionamento cada vez mais permissivo, tanto do poder legislativo, quanto do executivo, através da publicação de normativas pelos órgãos reguladores dos agrotóxicos, e pela iminente aprovação do PL 6299/2002. Essa política de favorecimento do uso de agrotóxicos no Brasil está atrelada à expansão agrícola, e juntas colocam em risco o modo de vida do povo Xerente, que não tem seus direitos constitucionais respeitados e sofrem as consequências de ações danosas ao meio ambiente e à saúde humana, provocada por agentes externos à comunidade. É possível afirmar que as plantas coletadas na região de fronteira entre a T.I. e uma monocultura, localizada no município de Pedro Afonso/TO, indicam, através de análises morfoanatômicas de suas folhas, que essas plantas estão sofrendo efeitos deletérios dos agrotóxicos que chegam até elas através por deriva. A utilização deste recurso é indicada como forma de biomonitoramento da presença de agrotóxicos na Terra Indígena.

**Palavras-chave:** Agrotóxicos; Expansão Agrícola; Terra Indígena; Legislação.

## ABSTRACT

This work aimed to analyze the socioenvironmental implications resulting from the regulatory process and the use of pesticides in Brazil. Having in particular the following objectives: 1. Confront Brazilian legal provisions for the protection of society and the environment with regulatory acts and regulations on the use of pesticides; 2. Analyze the Brazilian legislative and executive trend regarding the regulation and use of pesticides; 3. Understand how agricultural expansion interferes with the way of life of the Xerente people; 4. Analyze the effects of pesticides on vegetation located on the border between the Indigenous Land (IT) and monocultures. An increasingly permissive position was demonstrated, both by the legislative and executive branches, through the publication of regulations by Organs regulatory bodies for pesticides, and by the imminent approval of PL 6299/2002. This policy of favoring the use of pesticides in Brazil is linked to agricultural expansion, and together they put the way of life of the Xerente people at risk, who do not have their constitutional rights respected and suffer the consequences of actions harmful to the environment and human health, caused by agents external to the community. It is possible to state that the plants collected in the border region between T.I. and a monoculture, located in the municipality of Pedro Afonso / TO, indicate, through morphoanatomical analyzes of its leaves, that these plants are suffering harmful effects from pesticides that reach them through drift. The use of this resource is indicated as a way of biomonitoring the presence of pesticides in the Indigenous Land.

Keywords: Pesticides; Agricultural Expansion; Indigenous Land; Legislation.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Mapa I (Introdução Geral) - Localização da Terra Indígena Xerente. 1: Localização da TI dentro do estado do Tocantins; 2: Território indígena Akwê-Xerente; 3: Região de estudo, com destaque para a fronteira entre a T.I. (porção inferior) e uma área de monocultura localizada no município de Pedro Afonso/TO (porção superior) ..... 19
- Figura 1 (Artigo I) Número de registro de agrotóxicos, componentes e afins entre os anos 2000 e 2021. Atualizado até o dia 05/07/2021. Fonte: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Nota: gráfico elaborado pelas autoras ..... 38
- Figura 1 (Artigo II) – Divisa entre a área de plantação de monoculturas e o Território Indígena Akwê-Xerente. **A:** à esquerda da cerca, terra preparada para o plantio e, à direita da cerca, Território Indígena (março/2019). **B:** à esquerda da cerca, plantio de sorgo no ponto de colheita e, à direita da cerca, Território Indígena(junho/2019). Foto da autora..... 64
- Mapa 1(Artigo III) - A- Localização da Terra Indígena Akwê-Xerente (Lima, 2016). Mapa 1-B – Em destaque vermelho está a localização do município de Pedro Afonso - SISTEMA DE REFERÊNCIA: SAD-69 | PROJEÇÃO POLICÔNICA. Meridiano Referência: 54° W. Gr. | Paralelo de Referência: 0°. Fonte: Diretoria de Pesquisa e Informações Estatísticas. Base de Dados Geográficos do Tocantins - atualização 2012. Palmas, SEPLAN/DPIE, janeiro/2012. CD-ROM. (Atualização de arquivos em escala 1:1.000.000 da Base de Dados Geográficos do Tocantins). Organizado por Rodrigo Sabino Teixeira Borges e Paulo Augusto Barros de Sousa(SEPLAN-TO, 2017). ..... 79
- Figura 1 (Artigo III) – Aspectos morfológicos de plantas de *Cenostigma macrophyllum* Tul. (Fabaceae), presentes em região de fronteira entre as Terras Indígenas Xerente e monoculturas no município de Pedro Afonso/TO. A- Folhas com cloroses e necroses marginais. B-Folhas jovens com aspecto retorcido. .... 82
- Figura 2 (Artigo III) – Estrutura da lâmina foliar de *Cenostigma macrophyllum* Tul. (Fabaceae), em seção transversal (microscopia de luz) presentes em região de fronteira entre as Terras Indígenas Xerente e monoculturas no município de Pedro Afonso/TO. A, B, C, D, F – Borda foliar. E – Região da nervura principal. A- Epiderme bisseriada, espessamento da parede celular na face abaxial da epiderme (\*). B- Espaço entre as células do mesófilo. C-D – Canal secretor. E – Acúmulo de compostos fenólicos e formação de estrutura semelhante a lenticela. F – Necrose. Pp – Parênquima paliçádico. Pl – Parênquima lacunoso. Ed – Epiderme adaxial. Eb – Epiderme abaxial. Fv – Feixe vascular. Ct – Cutícula. Cs – Canal secretor. St – Estômato. Barra = 50µm ..... 84

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. (Artigo I) - Portarias emitidas pela Divisão de Defesa Sanitária antes da publicação da Lei nº 7.802, de 1989..... 29

Tabela 2. (Artigo I) - Agrotóxicos reavaliados entre os anos 2006 e 2019..... 39

## ESTRUTURA GERAL DA TESE

A tese está estruturada em formato de artigos. É composta por uma introdução geral, três artigos (um aceito, um submetido e outro por submeter à revista científica) e as considerações finais.

Artigo I - ANÁLISE DA LEGISLAÇÃO DE AGROTÓXICOS NO BRASIL: AUSÊNCIA, CONQUISTAS E AMEAÇAS – Neste artigo foi feita uma análise da lei de agrotóxicos no Brasil, bem como a tendência legislativa e executiva, quanto a regulamentação e uso dos agrotóxicos.

Artigo II - EXPANSÃO AGRÍCOLA, AGROTÓXICOS E O TERRITÓRIO INDÍGENA AKWÊ-XERENTE – Neste artigo demonstrou-se como a expansão agrícola, com enfoque no uso de agrotóxicos, interfere no modo de vida do povo indígena Akwê-Xerente.

Artigo III - ANÁLISE MORFOANATÔMICA EM PLANTAS DE *Cenostigma macrophyllum* Tul. (Fabaceae) LOCALIZADAS NA REGIÃO DE FRONTEIRA ENTRE MONOCULTURA E O TERRITÓRIO INDÍGENA AKWÊ-XERENTE – Neste estudo foram apontados efeitos dos agrotóxicos em amostras de plantas localizadas na fronteira entre o Território Indígena Akwê-Xerente e uma monocultura localizada no município de Pedro Afonso do Tocantins.

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL.....	16
ÁREA DE ESTUDO.....	19
REFERÊNCIAS.....	20
ARTIGO I.....	21
ANÁLISE DA LEGISLAÇÃO DE AGROTÓXICOS NO BRASIL: AUSÊNCIA, CONQUISTAS E AMEAÇAS .....	22
RESUMO.....	22
ABSTRACT.....	22
INTRODUÇÃO .....	23
1. O CAMINHO DOS AGROTÓXICOS NA LEGISLAÇÃO BRASILEIRA - DA AUSÊNCIA DE LEI ESPECÍFICA ATÉ A PUBLICAÇÃO DA LEI Nº 7.802, DE 11 DE JULHO DE 1989. ....	25
2. AGROTÓXICOS NA CONSTITUIÇÃO FEDERAL BRASILEIRA DE 1988....	32
3. POLÍTICA DE AGROTÓXICOS X TENDÊNCIA LEGISLATIVA E EXECUTIVA BRASILEIRA .....	34
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	45
REFERÊNCIAS.....	46
REFERÊNCIAS - LEGISLAÇÃO .....	49
ARTIGO II.....	54
EXPANSÃO AGRÍCOLA, AGROTÓXICOS E O TERRITÓRIO INDÍGENA AKWÊ- XERENTE .....	54
EXPANSÃO AGRÍCOLA, AGROTÓXICOS E O TERRITÓRIO INDÍGENA AKWÊ- XERENTE .....	55
Resumo .....	55
Abstract .....	55
1. Introdução .....	55
2. Povos indígenas na Constituição Federal de 1988.....	57
2.1 Legislação infraconstitucional .....	61
3. O povo Xerente e os empreendimentos agrícolas fronteiriços localizados no município de Pedro Afonso.....	63
4. Considerações finais .....	69
5. Referências.....	71

ARTIGO III.....	74
ANÁLISE MORFOANATÔMICA EM PLANTAS DE <i>Cenostigma macrophyllum</i> Tul. (Fabaceae) LOCALIZADAS NA REGIÃO DE FRONTEIRA ENTRE MONOCULTURA E O TERRITÓRIO INDÍGENA AKWÊ-XERENTE .....	75
RESUMO.....	75
ABSTRACT.....	75
INTRODUÇÃO .....	76
MATERIAL E MÉTODOS .....	78
Área de Estudo .....	78
Material avaliado.....	79
Material vegetal de campo .....	79
Material vegetal cultivado em casa de vegetação .....	80
Análise morfoanatômica .....	80
RESULTADOS.....	81
DISCUSSÃO .....	84
CONCLUSÃO .....	88
REFERÊNCIAS.....	89
 CONCLUSÕES .....	 94
 ANEXO I .....	 95
ANEXO II.....	104

## INTRODUÇÃO GERAL

O padrão agrícola estabelecido pela agricultura moderna tem sua base tecnológica assentada no uso de agrotóxicos, mecanização, cultivares de alto potencial de rendimento e técnicas de irrigação, visando a elevação da produtividade (Spadotto, 2006). A aplicação dos agrotóxicos nas monoculturas ocorre através da pulverização, sendo que nas grandes propriedades, a forma de aplicação mais utilizada é a pulverização por pequenas aeronaves que sobrevoam as áreas de plantio.

Conforme definição estabelecida no artigo 2º, I, alíneas “a” e “b” da Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989, consideram-se 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. Dentre as principais classes de agrotóxicos estão os herbicidas, inseticidas, fungicidas, acaricidas, dentre outros”.

As técnicas de aplicação dos agrotóxicos nem sempre são adequadas, muitas vezes o limite de quantidade de aplicações e dosagem, assim como a velocidade dos ventos sugeridos pelo fabricante não são respeitados. Esse processo pode resultar na deriva dessas substâncias para áreas adjacentes.

Conforme estabelecido na Lei nº 7.802/89, regulamentada pelo Decreto nº 4.074/02, os agrotóxicos somente podem ser utilizados no país se forem registrados em órgão federal competente, de acordo com as diretrizes e exigências dos órgãos responsáveis pelos setores da saúde, do meio ambiente e da agricultura. Neste sentido, o Decreto nº 4.074, de 04 de janeiro de 2002 estabelece as competências para os três órgãos envolvidos no registro: Anvisa, vinculada ao Ministério da Saúde; Ibama, vinculado ao Ministério do Meio Ambiente; e Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

Os estudos com agrotóxicos demonstram a cada dia os riscos oferecidos por eles nas diversas áreas de estudos científicos, o que não é acompanhado pelas normas jurídicas, que muitas vezes se encontram defasadas quanto ao tema, por estarem indevidamente apartadas da evolução científica. A legislação brasileira que regula o uso dos agrotóxicos apresenta déficits que impedem uma proteção efetiva da coletividade e do meio ambiente, considerando os riscos dessas substâncias (Ferreira, 2013). Ademais, diversas normativas expedidas pelos órgãos do poder executivo, legalmente incumbidos

de monitorar, fiscalizar, bem como autorizar ou não o registro de novas substâncias, são passíveis de questionamentos. Atualmente o Projeto de Lei 6299/2002, que tramita no Congresso Nacional, e é bem mais concessivo do que a atual Lei de Agrotóxicos, tem grande probabilidade de ser aprovado, tendo em vista a forte campanha da bancada ruralista, apoiadora do atual governo federal.

Apesar da imposição ao poder Público de proteger a fauna e a flora, vedadas na forma da lei, as práticas que coloquem em risco sua função ecológica, provoquem a extinção de espécies ou submetam os animais à crueldade (CF/88, Art. 225, §1.º, VII), a utilização de agrotóxicos no país é negligenciada pela falta de conhecimento efetivo sobre os seus efeitos, visto que muitos estudos ainda se encontram em andamento, bem como pela falta de fiscalização efetiva do uso.

Os efeitos dos agrotóxicos podem ser observados, analisados e mensurados em diferentes aspectos ambientais e sociais. São comuns os estudos disciplinares relacionados a estes efeitos, no entanto faz-se cada vez mais necessário relacionar estes estudos e avaliar não só partes de um sistema em busca de padrões e respostas, mas voltar o olhar para a estrutura de um sistema socioambiental, que envolve dentre outros, aspectos químicos e físicos do ambiente, bem como aspectos sociais e governamentais.

O estado do Tocantins é o maior produtor de grãos da região Norte (IBGE 2012). De acordo com Pignati (2017), com base nos dados disponibilizadas pelo IBGE-SIDRA (2016), o Tocantins plantou 1,17 milhões de hectares e consumiu 17 milhões de litros de agrotóxicos. Além de ser um estado com grande potencial de expansão agrícola, o Tocantins possui áreas de reservas indígenas, as quais contribuem fortemente para a preservação do domínio Cerrado. Dentre essas reservas, a Terra indígena Akwẽ-Xerente está localizada na região central do Tocantins e faz divisa com os municípios de Pedro Afonso, Rio Sono, Tocantínia e Aparecida do Rio Negro. Esta população está inserida em um sistema socioecológico, que vem sofrendo com os efeitos do agronegócio e consequentemente, dos agrotóxicos.

O modo de vida do povo Xerente, bem como a sua relação com o meio estão sendo alterados. Schmidt (2011), estudou as práticas alimentares do Povo Xerente e verificou que o Cerrado, de um modo geral, dá subsistência a esse povo, pois mesmo que não seja predominante, eles caçam, coletam (mel, frutos, raízes, plantas medicinais) e associam essas práticas a uma agricultura de coivara que complementa a sua alimentação. No entanto, essas práticas, bem como a pesca e a caça diminuíram em virtude das pressões

sobre os recursos naturais. Segundo a autora, tal contexto propõe outras buscas de sobrevivência pelos indígenas, em sua maioria similar às buscas dos povos não-indígenas.

Recorrer à interdisciplinaridade é inevitável no estudo de sistemas socioecológicos complexos. Ostrom (2009) afirma que compreender um conjunto complexo requer conhecimento sobre variáveis específicas e como suas partes componentes estão relacionadas, portanto, deve-se aprender a dissecar e aproveitar a complexidade, em vez de eliminá-la de tais sistemas. Ainda segundo a autora, este processo é complicado, no entanto, porque estruturas, teorias e modelos inteiramente diferentes são usados por diferentes disciplinas para analisar suas partes do complexo inteiro multinível. É necessário um quadro comum, classificatório, para facilitar os esforços multidisciplinares para uma melhor compreensão dos sistemas socioecológicos complexos.

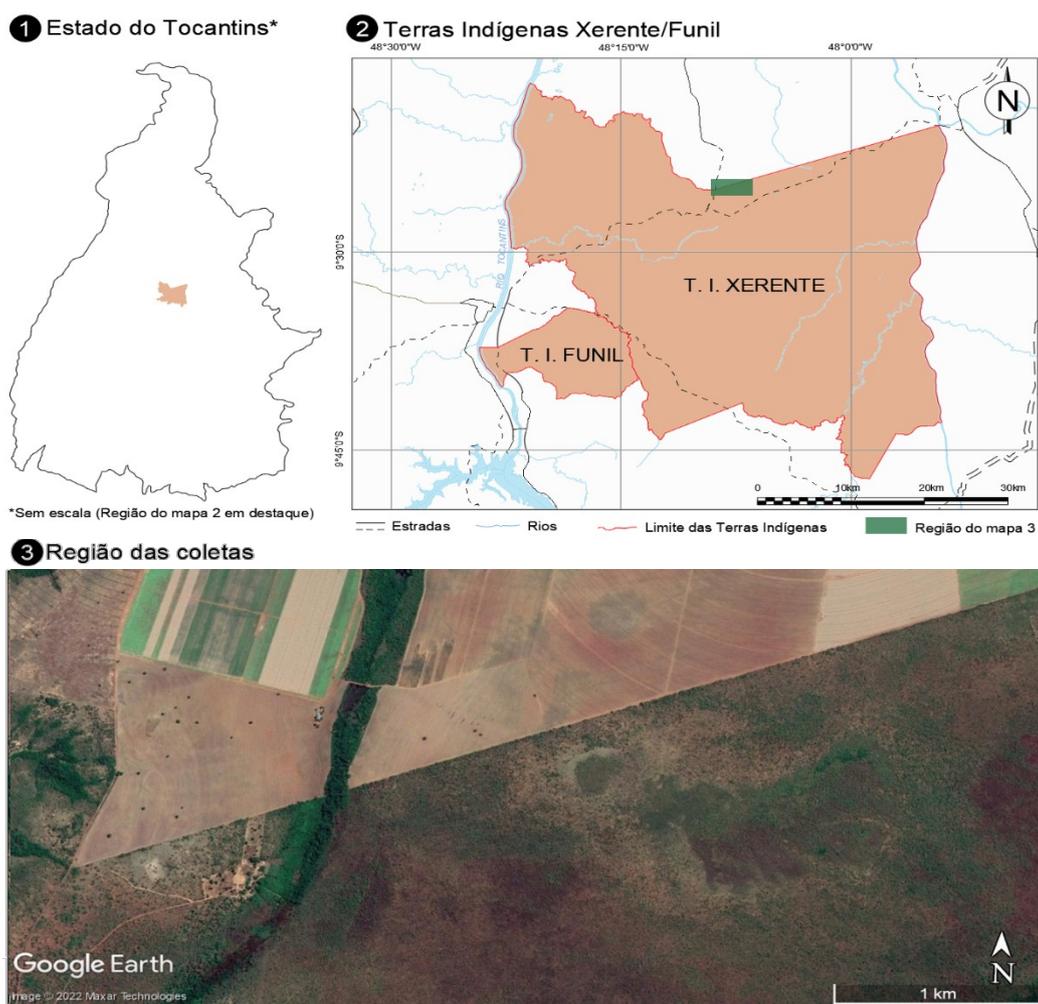
Diante das observações feitas até aqui, percebe-se a necessidade de estudos interdisciplinares com resultados efetivos sobre os efeitos dos agrotóxicos, a fim de contribuir no embasamento norteador para elaboração de normas claras que regulem a utilização dos mesmos, no ordenamento jurídico brasileiro.

Na atual conjuntura, faz-se necessário questionar: O processo de regulamentação/regulação e uso dos agrotóxicos no Brasil, bem como o aparato legal relacionado aos agrotóxicos, leva em consideração os riscos à saúde da população e ao meio ambiente? Desta questão, outras surgem: 1. Na atual conjuntura política, qual a inclinação dos projetos de leis voltados à regulamentação e uso dos agrotóxicos no Brasil? 2. Como o uso de agrotóxicos potencializa a pressão do agronegócio sobre populações indígenas, tendo em vista a pressão territorial já exercida? 3. Quais os riscos de danos à vegetação e a populações localizadas próximas a monoculturas, provocados pelo uso dos agrotóxicos?

A partir das questões apresentadas, este trabalho objetivou analisar as implicações socioambientais decorrentes do processo de regulamentação e do uso de agrotóxicos no Brasil. Tendo em específico os seguintes objetivos: 1. Analisar a tendência legislativa e executiva brasileira, quanto a regulamentação e uso dos agrotóxicos; 2. Compreender como a expansão agrícola interfere no modo de vida do povo Xerente, bem como as implicações do uso de agrotóxicos na manutenção de comunidades tradicionais, como parte integrante de um sistema socioecológico complexo; 3. Identificar e analisar os efeitos dos agrotóxicos na vegetação, bem como em populações tradicionais localizadas próximas a monoculturas.

## ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi realizado em uma região de fronteira entre o Território Indígena Akwê-Xerente e uma monocultura localizada no município de Pedro Afonso do Tocantins. O Território Indígena Akwê-Xerente está localizado a leste do Rio Tocantins, e é subdividido em duas Terras Indígenas, a Terra indígena Xerente denominada “Área Grande”, com superfície total de 167.542.1058 ha, que foi identificada oficialmente pela Funai como área ocupada pelos Akwê-Xerente em 1972; e, a Terra Funil com superfície de 15.703.7974 ha, identificada como oficialmente ocupada pelos indígenas em 1982, à margem direita do rio Tocantins, onde está localizada a cidade de Tocantínia (Lima, 2016) (Mapa 1).



Mapa I - Localização da Terra Indígena (TI) Xerente. 1: Localização da TI dentro do estado do Tocantins; 2: Território indígena Akwê-Xerente; 3: Região de estudo, com destaque para a fronteira entre a T. I. (porção inferior) e uma área de monocultura localizada no município de Pedro Afonso/TO (porção superior).

## REFERÊNCIAS

BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Disponível em [http://planalto.gov.br/ccivil\\_03/Constituicao/Constituicao.htm](http://planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm). Acesso em: 10/05/2020.

BRASIL. Decreto nº 4.074, de 4 de janeiro de 2002. Regulamenta a Lei no 7.802, de 11 de julho de 1989, que dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências. Disponível em [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/2002/d4074.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/d4074.htm). Acesso em: 10/05/2020.

BRASIL. IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Mapa de Biomas Do Brasil*. <http://mapas.ibge.gov.br/biomas2/viewer.htm>. 2012.

BRASIL. Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989. Dispõe sobre a pesquisa, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências. Disponível em [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/17802.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/17802.htm). Acesso em: 10/05/2020.

FERREIRA, M. L. P. C. **A regulação do uso dos agrotóxicos no Brasil: uma proposta para um direito de sustentabilidade**. Tese (doutorado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Jurídicas, Programa de Pós-Graduação em Direito. Florianópolis, SC, 2013.

OSTROM, E. A general framework for analyzing sustainability of social-ecological systems. *Science*, v. 325, n. 5939, p. 419-422, 2009.

PIGNATI, W. A.; LIMA, F. A. N. S.; LARA, S. S.; CORREA, M. L. M.; BARBOSA, J. R.; LEÃO, L. H. C.; PIGNATI, M. G. 2017. Distribuição espacial do uso de agrotóxicos no Brasil: uma ferramenta para a Vigilância em Saúde. *Ciência & Saúde Coletiva*, 22(10):3281-3293, 2017.

Projeto de Lei 6299/2002 e apensados. Disponível em: [https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop\\_mostrarintegra?codteor=1669849&filenome=SBT+3+PL629902+%3D%3E+PL+6299/2002](https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra?codteor=1669849&filenome=SBT+3+PL629902+%3D%3E+PL+6299/2002). Acesso em: 04/08/2021

SCHMIDT, R. **Nossa cultura é pequi, frutinha do mato: um estudo sobre as práticas alimentares do povo Akwẽ**. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Sociais, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2011.

SPADOTTO, C. A. Abordagem interdisciplinar na avaliação ambiental de agrotóxicos. *Revista Núcleo de Pesquisa Interdisciplinar*, São Manuel - SP. 2006.

## **ARTIGO I**

### **ANÁLISE DA LEGISLAÇÃO DE AGROTÓXICOS NO BRASIL: AUSÊNCIA, CONQUISTAS E AMEAÇAS**

Este artigo foi submetido para avaliação por pares na Revista Direito Ambiental e Sociedade em 05 de outubro de 2021, e está aguardado o parecer. A formatação está conforme as regras da revista.

## **ANÁLISE DA LEGISLAÇÃO DE AGROTÓXICOS NO BRASIL: AUSÊNCIA, CONQUISTAS E AMEAÇAS**

### **ANALYSIS OF PESTICIDE LEGISLATION IN BRAZIL: ABSENCE, ACHIEVEMENTS AND THREATS**

#### **RESUMO**

Este artigo tem como objetivo analisar a lei de agrotóxicos no Brasil, bem como a tendência legislativa e executiva, quanto a regulamentação e uso dos agrotóxicos. A lei de agrotóxicos foi abordada sob três pontos. Primeiro, foi feita uma análise histórica, demonstrando o seu processo de construção, que perpassa pela ausência de uma lei específica, a tratativa do tema em normativas mais amplas, atos do poder executivo, e a publicação da Lei Estadual de Agrotóxicos do Estado do Rio Grande do Sul (1982), que claramente demonstrou preocupação com o meio ambiente, e influenciou fortemente a Lei Federal de Agrotóxicos. Num segundo ponto, analisou-se a abordagem da Constituição Federal de 1988, que estava em consonância com a realidade social da época, dentre outros, com a temática ambiental. Por fim, foram demonstradas as conquistas trazidas em seu texto, e o quanto essas conquistas estão sendo ameaçadas ou até mesmo descumpridas frente ao Projeto de Lei em andamento no Congresso Nacional, as recentes liberações de registros de agrotóxicos, e até mesmo atos do poder executivo. Ficou demonstrada uma tendência de permissividade dos poderes legislativos e executivo, no que tange à política de agrotóxicos no país, o que põe em risco o meio ambiente e a saúde humana.

**Palavras-chave:** Legislação; Lei 7802/1989; PL 6299/2002.

#### **ABSTRACT**

This article aims to analyze the law of pesticides in Brazil, as well as the legislative and executive tendency, regarding the regulation and use of pesticides. The pesticides law was addressed under three points. First, a historical analysis was made, demonstrating its construction process, which permeates the absence of a specific law, the treatment of the theme in broader regulations, acts of the executive power, and the publication of the State Law of Pesticides of the State of Rio Grande do Sul (1982), which clearly demonstrated concern for the environment, and strongly influenced the Federal Pesticides Law. In a second point, we analyzed the approach of the Federal Constitution of 1988, which was in line with the social reality of the time, among others, with the environmental theme. Finally, the achievements brought in his text were demonstrated, and how much these achievements are being threatened or even unfulfilled in the face of the Bill in progress in the National Congress, the recent releases of pesticide records, and even acts of the executive power. A trend of permissiveness of legislative and executive powers regarding pesticide policy in the country has been demonstrated, which puts the environment and human health at risk.

**Keywords:** Legislation; Law 7802/1989; PL 6299/2002.

## INTRODUÇÃO

O uso de agrotóxicos há muitos anos vem sendo considerado como a melhor alternativa no controle e manejo de espécies nocivas ao desenvolvimento agropecuário, também conhecidas como “pragas”, principalmente em monoculturas. O Brasil, desde o ano de 2008 é o país que mais consome agrotóxicos no mundo (CARNEIRO, 2015, p.49; DUTRA; SOUZA, 2017).

No Brasil a regulamentação da liberação e uso de agrotóxicos é condicionada a diversos dispositivos legais. Dentre as principais normas reguladoras de agrotóxicos do Brasil estão a Constituição Federal, promulgada em 05 de outubro 1988, e a Lei nº. 7.802/1989 regulamentada pelo Decreto nº. 4.074/2002, além de normativas dos órgãos legalmente instituídos para tratarem da temática agrotóxicos no país, bem como compromissos internacionais firmados pelo Brasil.

A Constituição Federal de 1988, ao contrário dos dispositivos constitucionais anteriores, conferiu um capítulo próprio ao meio ambiente, considerado por Antunes (2016, p.70) como “o centro nevrálgico do sistema constitucional de proteção ao meio ambiente, onde está caracterizada e concretizada a proteção do meio ambiente, como um elemento de intersecção entre a ordem econômica e os direitos individuais”. Quanto à temática agrotóxicos, a Constituição vigente trouxe também, pela primeira vez, o termo agrotóxico em um dispositivo constitucional (artigo 220), além de tratar do controle (artigo 225, §1º, inciso V)<sup>1</sup> e, ainda, no § 4º<sup>2</sup>, da regulamentação da propaganda comercial destas substâncias.

A Lei 7802/1989 é considerada um grande avanço na regulamentação do uso de agrotóxicos no Brasil, no entanto, Souza (2017) destaca que a referida norma legal pode ser ilusória no sentido de aparentar uma política desfavorável ao mercado de agrotóxicos, bem como um controle rígido do uso de tais substâncias. Ainda segundo Souza (2017): “convivem ao lado dessas disposições restritivas normas bastantes permissivas,

---

<sup>1</sup> Art. 225. Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.

§ 1º Para assegurar a efetividade desse direito, incumbe ao Poder Público:

V - controlar a produção, a comercialização e o emprego de técnicas, métodos e substâncias que comportem risco para a vida, a qualidade de vida e o meio ambiente;

<sup>2</sup>Art. 220. A manifestação do pensamento, a criação, a expressão e a informação, sob qualquer forma, processo ou veículo não sofrerão qualquer restrição, observado o disposto nesta Constituição.

§ 4º A propaganda comercial de tabaco, bebidas alcoólicas, agrotóxicos, medicamentos e terapias estará sujeita a restrições legais, nos termos do inciso II do parágrafo anterior, e conterá, sempre que necessário, advertência sobre os malefícios decorrentes de seu uso.

fomentadoras, além de toda uma realidade de descumprimentos reiterados, tolerados e de falta de fiscalização adequada”. Tais normas, via de regra, são elaboradas e regulamentadas por órgãos do poder executivo, os quais deveriam levar em consideração os diversos estudos científicos voltados aos efeitos deletérios dos agrotóxicos ao meio ambiente e à saúde humana. Como exemplo atual ressaltam-se os recentes atos de liberação do registro de novos agrotóxicos pelo atual governo brasileiro, que somados até o presente, desde o início da gestão, totalizam 1191 novos produtos registrados até o dia 05/07/2021 (MAPA, 2021), bem como algumas resoluções da ANVISA, que dispõem sobre a reavaliação toxicológica de alguns ingredientes ativos.

Ressalta-se ainda que tramita na Câmara dos Deputados o Projeto de Lei 6299/2002<sup>3</sup> que tem sido apontado por estudiosos como bastante permissivo, quanto ao registro e liberação de novos agrotóxicos. A aprovação do referido PL tem sido aguardada pelo setor agropecuário, que visivelmente exerce forte pressão na Câmara dos Deputados e no Senado Federal, ambos constituídos por representantes do setor, formando a chamada Frente Parlamentar Agropecuária, que atualmente possui 280 parlamentares ruralistas, dos quais 241 deputados federais e 39 senadores (FPA, 2021). A Agência do Departamento Intersindical de Assessoria Parlamentar (2018) define como integrante da bancada ruralista “o parlamentar que, mesmo não sendo proprietário rural ou atuando na área do agronegócio, assume sem constrangimento a defesa dos pleitos da bancada, não apenas em plenários ou comissões, mas também em entrevistas à imprensa e em outras manifestações públicas”.

Objetivou-se com o presente estudo demonstrar uma linha do tempo de construção da legislação de agrotóxicos no Brasil, analisando a Lei de Agrotóxico vigente e a tendência legislativa e executiva brasileira, quanto a regulamentação e uso destas substâncias. Além disso, confrontar os dispositivos legais brasileiros de proteção à

---

<sup>3</sup> Altera os arts 3º e 9º da Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989, que dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências. Senado Federal - BLAIRO MAGGI - SPART/MT. Apensados ao PL 6299/2002 ( 33 ): PL 2495/2000 (6) , PL 3125/2000 (4) , PL 5884/2005 , PL 6189/2005 (1) , PL 4933/2016 , PL 3649/2015 , PL 5852/2001 ; PL 1567/2011 (1) , PL 4166/2012 ; PL 1779/2011 ; PL 3063/2011 ; PL 1687/2015 (4) , PL 3200/2015 , PL 49/2015 (2) , PL 371/2015 , PL 461/2015 ; PL 958/2015 ; PL 7710/2017 ; PL 8026/2017 ; PL 6042/2016 (1) , PL 2614/2019 ; PL 713/1999 (6) , PL 1388/1999 , PL 7564/2006 , PL 4412/2012 (1) , PL 2129/2015 , PL 5218/2016 , PL 560/2019 ; PL 5131/2016 (1) , PL 10552/2018 ; PL 8892/2017 ; PL 9271/2017 ; PL 2546/2019. <https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=46249> (02/06/2019)

sociedade e ao meio ambiente com resoluções colegiadas de reavaliação toxicológica de ingredientes ativos da ANVISA.

A presente pesquisa teve caráter qualitativo, com método de abordagem indutivo e método de procedimento monográfico. Como técnicas de pesquisa foram utilizadas pesquisa bibliográfica e documental. Para análise dos dispositivos legais, das normas administrativas e do projeto de lei 6299/2002, foi realizado um levantamento destes dispositivos, bem como dos Projetos de Lei apensos ao último. O levantamento das normas administrativas foi realizado nos sítios oficiais dos órgãos regulatórios do uso de agrotóxicos conforme a Lei Nº 7.802, de 11 de julho de 1989, quais sejam: Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA e Ministério do Meio Ambiente – MMA. O PL 6299/2002, bem como os projetos de leis apensos a ele foram levantados no sítio da Câmara dos Deputados e do Senado Federal.

## **1. O CAMINHO DOS AGROTÓXICOS NA LEGISLAÇÃO BRASILEIRA - DA AUSÊNCIA DE LEI ESPECÍFICA ATÉ A PUBLICAÇÃO DA LEI Nº 7.802, DE 11 DE JULHO DE 1989.**

A introdução do uso de agrotóxicos no controle e manejo de espécies nocivas ao desenvolvimento agropecuário foi um marco na agricultura e seu uso foi amplamente difundido na grande maioria dos países. Conforme Machado (2016), esses produtos químicos e outros desenvolvidos posteriormente pareciam ser tão bem-sucedidos em controlar “pragas”, que houve uma adoção extremamente rápida e ampla de sua utilização, de modo que o sistema agropecuário se estruturou em torno da pesquisa e da indústria destes produtos.

Na agricultura brasileira, a introdução em massa de agrotóxicos ocorreu na segunda metade da década de 1960 (FOLGADO, 2017). Tal fato não foi acompanhado pelo sistema normativo brasileiro, visto que não houve nesse período nenhuma normativa específica que regulamentasse o tema. Ainda segundo Folgado (2017), “a falta de regulação restrita e concentrada, somada a concessão de créditos governamentais com forte incentivo ideológico para aquisição de insumos, proporcionou um crescimento rápido da prática do uso de agrotóxicos no país”.

É sabido que o uso de agrotóxico permitiu o aumento na produção agrícola, no entanto, diversos estudos têm apontado os efeitos nocivos dos agrotóxicos para a saúde

humana e para o meio ambiente. “Nesse contexto, a legislação pode ser um dos instrumentos existentes para disciplinar e organizar o tema, evitando os excessos e usos indevidos dos agrotóxicos” (TOMITA, 2005).

O controle de “pragas” na agricultura passou a ser de interesse de Estado e não somente dos produtores, tendo em vista a rentabilidade gerada pelo agronegócio. Visto isso, o Brasil preocupou-se em legislar a respeito do tema já na década de 1920, ao publicar o Decreto nº 15.198 de 21 de dezembro de 1921, o qual aprova o Regulamento da Defesa Sanitária Vegetal. Tal Decreto tratava, dentre outros assuntos, em seu Capítulo IV, sobre as medidas de combate a doenças e pragas transmissíveis. O tema é abordado do artigo 30 ao 61, com destaque para o artigo 58, que pela primeira vez na legislação nacional, utilizou os termos inseticidas e fungicidas<sup>4</sup>. Faz-se necessário ressaltar, como destacado por Tomita (2005), que o uso de tais substâncias não era a principal ação de combate às “pragas”, para tanto utilizavam-se “técnicas de isolamento da região infestada e destruição dos vegetais, com pouca utilização de produtos químicos”. Ressalta-se ainda que as questões de proteção ambiental não eram abordadas e que, tal decreto visava a proteção econômica, a fim de evitar grandes perdas na lavoura.

Treze anos depois o novo regulamento da Defesa Sanitária Vegetal foi aprovado, através do Decreto nº 24.114 de 12 de abril de 1934. Ao novo texto legal foram acrescentados artigos nos quais o uso dos inseticidas e fungicidas fora tratado com maior relevância. Foram introduzidos capítulos específicos como o Capítulo VI, que tratava da fiscalização de inseticidas e fungicidas com aplicação na lavoura. Neste capítulo, o legislador preocupou-se com o registro e licenciamento dos produtos que seriam utilizados, como inseticidas e fungicidas, além de estabelecer regras relacionadas a embalagem e comercialização de tais produtos. Ressalta-se que a validade do registro era de 05 (cinco) anos<sup>5</sup>, sendo necessária a renovação ao término desse período. Apesar deste decreto tratar sobre fiscalização, registro e licenciamentos dos agrotóxicos, até então tratados como “produtos saneantes” (TOMITA, 2005), não possuía qualquer preocupação quanto à proteção ambiental (BEZERRA, 2003, p. 58). Há de se ressaltar que, ainda segundo o dispositivo em questão, somente à União competia legislar sobre agrotóxicos e fiscalizar

---

<sup>4</sup> Art. 58. O Ministério da Agricultura, Indústria e Comércio, dentro dos recursos orçamentários, que lhe forem atribuídos para esse fim cederá gratuitamente ou a baixo preço, inseticidas e fungicidas, às associações formadas, de conformidade com o art. 51 desde que esse material se destine exclusivamente a ser aplicado no combate à praga ou doença visada pela associação, dentro da área, para cuja defesa ela se constituiu.

<sup>5</sup> Artigo 53, § 2º do Decreto nº 24.114 de 12 de abril de 1934.

o seu comércio, podendo delegar aos Estados a fiscalização do comércio e aos estados e municípios, mediante acordos governamentais, a realização de análises laboratoriais para “efeitos de fiscalização”.

Em 1962, Rachel Carson publicou nos Estados Unidos da América o livro *Silent Spring*, com críticas a problemas ambientais que ela acreditava serem causados pelos pesticidas (terminologia utilizada nos EUA), surgindo assim uma preocupação mais generalizada quanto ao potencial lesivo dos agrotóxicos, principalmente acerca da persistência desses produtos no ambiente (EUROPEAN, 2002), preocupação que se intensificou em diversos países, tendo em vista o alcance do livro da autora, apesar da tentativa de difamação da autora e do livro, pelas indústrias químicas. Neste contexto, na década de 1970, no Brasil, após pressões de cientistas por conta do elevado grau de toxicidade dos agrotóxicos, foram publicadas portarias do Ministério da Saúde, que, segundo Pelaez et al. (2015), apresentavam divergências das portarias publicadas pelo Ministério da Agricultura, que, por força da Lei nº 4.785/1965, até então vigente, era responsável pela fiscalização do comércio, armazenamento, trânsito e uso de produtos fitossanitários, bem como a fiscalização de empresas que exploram serviços fitossanitários, através do Serviço de Defesa Vegetal do Departamento de Defesa e Inspeção Agropecuária. Faz-se necessário ressaltar que esta lei considerava os agrotóxicos como produtos fitossanitários<sup>6</sup>. Essas divergências impediam a efetividade de políticas de proteção à saúde e ao meio ambiente (PELAEZ, 2015).

Até a promulgação da Constituição Federal de 1988, outros dispositivos legais foram publicados, no entanto, sem considerar efetivamente os efeitos deletérios dos agrotóxicos, como a Lei nº 5.197, de 03 de janeiro de 1967<sup>7</sup>. Ademais, nesse período deu-se início no Brasil ao processo de industrialização da agricultura, com a adoção do pacote de insumos voltados para o uso agrícola, conhecido como Revolução Verde<sup>8</sup>, que trazia consigo sementes híbridas, agrotóxicos, fertilizantes, novas técnicas de plantio, de adubação, de mecanização para plantio, irrigação e colheita, padronização dos campos, dentre outras (FOLGADO, 2017).

---

<sup>6</sup>Art. 2º. Entende-se por produtos fitossanitários as substâncias ou preparações, de natureza química ou biológica, e os organismos vivos quando destinados ao emprego na prevenção, repelência e destruição de insetos, fungos, ervas daninhas, nematódeos, ácaros, roedores e outras formas de vida animal ou vegetal e outros agentes que afetam as plantas e os produtos agrícolas.

<sup>7</sup>Dispõe sobre a proteção à fauna e dá outras providências.

<sup>8</sup> Pacote de incentivos à produção agrícola em larga escala.

No final da década de 1960 foi publicado o Decreto-Lei nº 917, de 08 de outubro de 1969, que dispõe sobre o emprego da aviação agrícola no país. Em seu artigo 3º, alínea c, é possível perceber que a proteção ao meio ambiente e à saúde passou a ser mais relevante na temática do uso dos agrotóxicos, deixando claro no final do texto a “defesa geral do interesse público”, vejamos:

Art. 3º Ao Ministério da Agricultura, ouvidos, quando for o caso, os demais Ministérios interessados, incumbe:

c) homologar e fazer publicar a relação dos produtos químicos em condições de serem aplicados por Aviação Agrícola, *atendidas as normas de proteção biológica, de proteção à saúde, e de defesa geral do interesse público* (Grifo nosso).

Mesmo com a regulamentação do uso de aeronaves agrícolas, o perigo de contaminação ambiental aumentou, pois apesar do aparato técnico das aeronaves, é impossível restringir a área a ser atingida pelos agrotóxicos (TOMITA, 2005), tendo como consequência a deriva desses produtos para áreas não-alvos (JOHNSON ET AL., 2006; BUENO ECUNHA, 2020). Conforme Araújo e Silva (2020), até o presente não há uma lei que regulamente a deriva de agrotóxicos no Brasil.

No início da década de 1970 foi publicado o Decreto nº 67.112, de 27 de agosto de 1970 que aprovou “Normas técnicas especiais para controle da fabricação e venda de produtos saneantes e congêneres”. O referido dispositivo demonstrou o início de uma preocupação com a saúde humana, principalmente no que concernia à rotulagem dos produtos, sendo possível notar tal preocupação no artigo 79, § 2º, incisos I e II:

Art. 79. Nos rótulos e nas instruções para emprego dos produtos fitossanitários, além das exigências dos arts. 42 e §§, e 43 e parágrafo único, destas Normas Técnicas Especiais, deverão constar:

§ 2º Para os produtos medianamente tóxicos, em concentração elevada, e para os altamente tóxicos, em qualquer concentração, serão exigidos:

I - O símbolo clássico de perigo de vida, representado pela caveira e duas tibias cruzadas;

II - As palavras, “Cuidado, veneno”, com destaque.

Diversos dispositivos legais, incluindo portarias ministeriais foram publicadas na década de 70 contendo em seu texto disposições sobre os agrotóxicos, neste período tratados como defensivos agrícolas (TOMITA, 2005), que estavam relacionadas à saúde humana e ao meio ambiente, no entanto, tais dispositivos não tinham os agrotóxicos como temática principal, evidenciando a ausência de uma legislação específica que regulamentasse os agrotóxicos no Brasil. Dentre estas normativas estão o Decreto-Lei nº 986 de 21 de outubro de 1969 (Institui normas básicas para alimento - Vigente); Decreto Federal nº 67.112 de 1970 (Aprova Normas Técnicas Especiais para controle da fabricação e venda de produtos saneantes e congêneres – Revogado pelo Decreto nº

79.094 de 05 de janeiro de 1977<sup>9</sup>); Lei nº 5.760 de 03 de dezembro de 1971 (Dispõe sobre a inspeção sanitária e industrial dos produtos de origem animal e dá outras providências – Revogada pela Lei nº 7.889, de 1989<sup>10</sup>); Lei nº 6.138 de 08 de novembro de 1974 (Dispõe sobre a inspeção e fiscalização do comércio de fertilizantes, corretivos e inoculantes destinados à agricultura, e dá outras providências - Revogada pela Lei nº 6.894, de 1980<sup>11</sup>); Lei nº 6.360 de 23 de setembro de 1976 (Dispõe sobre a Vigilância Sanitária a que ficam sujeitos os Medicamentos, as Drogas, os Insumos Farmacêuticos e Correlatos, Cosméticos, Saneantes e Outros Produtos, e dá outras Providências – Vigente); Lei nº 6.437 de 20 de agosto de 1977 (Configura infrações à legislação sanitária federal, estabelece as sanções respectivas, e dá outras providências – Vigente).

Além das leis e decretos, ainda na década de 1970 a Divisão de Defesa Sanitária Vegetal, regulamentada pelo Decreto Federal nº 24.114/1934 que vigorou até 1989, emitiu diversas portarias restritivas relacionadas ao uso de agrotóxicos, compiladas na tabela 1, com base em Tomita (2005).

Portaria	Assunto
<b>Portaria nº 357 (de 14/10/71)</b>	Proibiu o uso de organoclorados em pastagens.
<b>Portaria nº 393 (de 05/10/72)</b>	Proibiu o uso de organoclorados na cultura do fumo.
<b>Portaria nº 326, de 16/08/74</b>	Proibiu o uso de 2,4,5 T (ácido 2,4,5 - triclorofenoxiacético) em florestas e nas margens de rios, lagos, açudes, poços e mananciais.
<b>Portaria nº 002 em 06/01/75</b>	Proibiu o uso de defensivos agrícolas que contivessem na sua formulação compostos de metil-mercúrio, etilmercúrio e outros alquil-mercúrio.
<b>Portaria nº 429 de 14/10/74</b>	Disciplinou a prestação de serviços fitossanitários por empresas especializadas, no território nacional.
<b>Portaria nº 01 de 23/01/81</b>	Instituiu o cadastro obrigatório dos varejistas, revendedores, distribuidores, cooperativas e outras entidades que transacionassem defensivos agrícolas diretamente com usuários, junto às Delegacias Federais de Agricultura.

**Tabela 1 . Portarias emitidas pela Divisão de Defesa Sanitária antes da publicação da Lei nº 7.802, de 1989. Tabela com base em Tomita (2005).**

As publicações destas portarias demonstram o avanço frente ao controle dos agrotóxicos e corroboram com a análise feita por Franco (2014) ao afirmar que, “ao longo dos anos 1970 e 1980, prevaleceu na política de controle do uso de agrotóxicos a

<sup>9</sup>Regulamenta a Lei nº 6.360, de 23 de setembro de 1976, que submete a sistema de vigilância sanitária os medicamentos, insumos farmacêuticos, drogas, correlatos, cosméticos, produtos de higiene, saneamento e outros – Revogado pelo Decreto nº 8.077 de 14 de agosto de 2013 (Regulamenta as condições para o funcionamento de empresas sujeitas ao licenciamento sanitário, e o registro, controle e monitoramento, no âmbito da vigilância sanitária, dos produtos de que trata a Lei nº 6.360, de 23 de setembro de 1976, e dá outras providências).

<sup>10</sup> Dispõe sobre inspeção sanitária e industrial dos produtos de origem animal, e dá outras providências.

<sup>11</sup>Dispõe sobre a inspeção e a fiscalização da produção e do comércio de fertilizantes, corretivos, inoculantes, estimulantes ou biofertilizantes, remineralizadores e substratos para plantas, destinados à agricultura, e dá outras providências (Redação dada pela Lei nº 12890, de 2013).

problematização em torno da proteção ao meio ambiente e à saúde humana”. No entanto, mesmo com a publicação de portarias ministeriais, a ausência de uma lei específica sobre os agrotóxicos continuava a ser um fator limitante na regulamentação do uso de tais substâncias, principalmente quanto às questões de danos à saúde humana e ao meio ambiente.

Na falta de legislação nacional específica, na década de 1980 leis estaduais foram editadas para tratar da questão dos agrotóxicos, sendo pioneiro o Estado do Rio Grande do Sul, com a edição da Lei 7.747 de 22 de dezembro de 1982 (FOLGADO, 2017). O Estado foi o primeiro a publicar uma lei tratando especificamente sobre os agrotóxicos. Tal conquista foi resultante da mobilização e organização popular, tendo em vista as contaminações consequentes do uso de agrotóxicos na região. Em 1971 foi criada a Associação Gaúcha de Proteção ao Ambiente Natural, que dentre outras pautas ambientais destacou sua atuação quando, em 1982, foi noticiada pela imprensa gaúcha a contaminação do Rio Guaíba por produtos organoclorados (FRANCO E PELAEZ, 2016). Este fato foi o motivador para que diversos grupos representativos da sociedade se organizassem para discutir o problema. Dentre esses grupos estavam:

Associação Democrática Feminina Gaúcha – ADFG; o Centro de Estudos de Toxicologia do RS; a Associação Gaúcha de Proteção ao Ambiente Natural - AGAPAN; a Federação das Associações de Bairros do RS - FRACAB; Movimento de Justiça e Direitos Humanos; Sociedade de Agronomia; Sociedade de Engenharia; Instituto de Direito Ecológico; Fundação Balduino Rambo; Associação dos Farmacêuticos Químicos; Associação Gaúcha dos Sociólogos; Centro dos Professores do RS; Associação de Preservação da Natureza do Vale Gravataí; Instituto dos Arquitetos do Brasil e Sindicato dos Arquitetos (FERRARI, 1985, p.53)

As discussões passaram a ocorrer na Comissão de Direitos Humanos da Assembleia Legislativa do Estado, onde foi estabelecido um fórum para ampliar as tratativas sobre o tema. Diante das pressões populares o governo do Estado editou dois decretos, o Decreto-Lei 30.787 de 22 de julho de 1982 e o Decreto Estadual 30.811 de agosto de 1982, o primeiro proibindo o uso de clorados no Rio Grande do Sul, e o segundo instituindo o receituário agrônomo. Mesmo com a publicação dos decretos a sociedade continuou mobilizada, e tendo em vista a possibilidade de revogação dos decretos a qualquer tempo, em 1982, durante o fórum, foi redigido pelos representantes da sociedade civil, o Projeto de Lei nº 115 de 1982 que foi proposto na Câmara dos Deputados do Rio Grande do Sul pelo Deputado Estadual Antenor Ferrari (MDB-RS), em 26 de outubro de

1982 e aprovado em 02 de dezembro do mesmo ano, com cinco dos doze artigos da Lei nº 7.747 de 02 de dezembro de 1982, vetados pelo Poder Executivo<sup>12</sup>(FRANCO, 2014).

Com a mudança do governo do Estado, e após negociações com a bancada do novo governo, os vetos foram apreciados e derrubados em 14 de abril de 1983, e a lei nº 7.747 de 02 de dezembro de 1982 foi sancionada em sua integralidade pelo Presidente da Assembleia Legislativa (FRANCO, 2014).

Diante da publicação da referida lei, a indústria de agrotóxicos, através da Associação Nacional de Defensivos Agrícolas (ANDEF), ingressou com uma ação de inconstitucionalidade no Supremo Tribunal Federal, no dia 15 de março de 1983, contra a Lei Estadual e os Decretos nº 30.787 e nº 30.811(FERRARI, 1985, p. 53). A decisão<sup>13</sup>pela parcial inconstitucionalidade da Lei de Agrotóxicos do Rio Grande do Sul

---

<sup>12</sup> Art. 1º, § 2º - Vetado - Só serão admitidas, em território estadual, a distribuição e comercialização de produtos agrotóxicos e biocidas já registrados no Órgão federal competente e que, se resultantes de importação, tenham uso autorizado no país de origem.

Art. 1º, § 5º - Vetado - Caso a Divisão do Ministério da Saúde, citada no item b, do parágrafo terceiro, não dispuser de todos os dados exigidos no Anexo I desta Lei, as Secretarias da Agricultura e Saúde e Meio Ambiente poderão firmar convênios com Universidades ou Centros de Pesquisas oficiais ou privadas, com ônus repassados para a empresa interessada na comercialização.

Art. 4º - Vetado - Qualquer entidade associativa, legalmente constituída, poderá impugnar, fundamentadamente, o cadastramento de produtos agrotóxicos e biocidas, arguindo efeitos comprovadamente perniciosos à saúde humana e ao equilíbrio ambiental.

Art. 8º - Vetado - As Comissões de Saúde e Assistência Social do Meio Ambiente, da Agricultura, de Obras Públicas e de Direitos Humanos, Segurança Social e Defesa do Consumidor, da Assembleia Legislativa, poderão requisitar, às expensas do Poder Legislativo, análises físicas, químicas e biológicas, de parte dos laboratórios oficiais do Estado, pertencentes à administração direta e indireta, e visando detectar contaminação por qualquer substância poluente em águas de consumo público e alimentos, bem como cópias de análises já efetuadas.

§ 1º - Para efetivação das análises previstas neste artigo, a Comissão requisitante designará um ou mais técnicos, de reconhecida idoneidade moral e capacitação profissional que terão amplo acesso a todas as fases das análises.

§ 2º - Concluídas as análises, os técnicos que as realizaram elaborarão, conjunta ou separadamente, os respectivos laudos periciais, em que indicarão, fundamentalmente, seus métodos, procedimento se conclusões; indicando, se possível, as medidas necessárias para coibir a contaminação eventualmente verificada.

§ 3º - Os laudos serão encaminhados à Comissão requisitante que, ciente de seu teor, os remeterá ao Secretário da Saúde e Meio Ambiente, para as providências legais.

Art. 9º - Vetado - A Secretaria da Saúde e Meio Ambiente deverá enviar às Comissões indicadas no artigo 89 e que requisitarem essas análises, em interregnos adequados, os resultados, inclusive parciais, de todas as análises físicas, químicas e biológicas efetuadas nos laboratórios estaduais, de administração direta ou indireta, e que, de imediato, serão divulgados pela imprensa oficial e de mais meios de comunicação.

<sup>13</sup> “Representação de inconstitucionalidade da Lei Estadual n. 7.747, de 22 de dezembro de 1982, em conjunto com os Decretos ns. 30.787, de 22/7/1982 e 30.811, de 23/8/82, todos do Estado do Rio Grande do Sul. Competência constitucional da União para legislar sobre normas gerais de defesa e proteção a saúde (artigo 8., XVII, 'c', da C.F.), e, supletivamente, dos Estados (parágrafo único do artigo 8º). Supremacia da Lei Federal. Limites. Caráter supletivo da lei estadual, de modo que supra hipóteses irreguladas, preenchendo o 'vazio', o 'branco' que restar, sobretudo quanto às condições locais. Existência, 'in casu', de legislação federal que regula a espécie. Inconstitucionalidade da definição de agrotóxicos e outros biocidas por lei estadual; ou da fixação de normas gerais e parâmetros para a classificação toxicológica. Competência da União para estabelecer proibições à produção, comércio e consumo de mercadorias que contenham

foi proferida em 16 de maio de 1985, não podendo o Estado denominar tais produtos como agrotóxicos, nem realizar o registro e cadastramento de produtos, nem estabelecer normas e critérios para classificação toxicológica, continuando em vigor, os poderes de controlar a venda dos agrotóxicos por meio do receituário agrônômico (FRANCO, 2014), bem como reconhecendo a competência dos estados para legislar supletivamente sobre agrotóxicos (FERRARI, 1985, p. 53). Após a decisão, outros estados da federação construíram suas leis, espelhados na Lei Estadual de Agrotóxicos do Rio Grande do Sul e posteriormente na Constituição Federal, promulgada em de outubro de 1988. Em observação à CF/88 e a exemplo da Lei de Agrotóxicos do Rio Grande do Sul, em 11 de julho de 1989 foi publicada a Lei nº 7.802, Lei Federal de Agrotóxicos, um grande avanço no sistema legislativo ambiental brasileiro. A referida lei tem sido questionada, principalmente por representantes do setor agropecuário, que apresentaram diversos projetos para alteração ou substituição da atual lei de agrotóxicos. Antes de aprofundar nessa temática, faz-se necessário tecer alguns comentários sobre nossa Constituição Federal, expostos no próximo tópico.

## 2. AGROTÓXICOS NA CONSTITUIÇÃO FEDERAL BRASILEIRA DE 1988

A Constituição Federal Brasileira, promulgada em 05 de outubro de 1988, foi a primeira a fazer previsão específica de um capítulo sobre o “Meio Ambiente” (Título VIII, capítulo VI). Tal capítulo é compreendido pelo artigo 225, o qual impõe obrigações ao poder público e à coletividade a fim de garantir o meio ambiente ecologicamente equilibrado para as presentes e futuras gerações. Esse texto normativo trouxe uma inovação ao criar um sujeito de direito que ainda não nasceu, as “futuras gerações”, estabelecendo assim uma responsabilidade entre as gerações. Vejamos:

Art. 225. Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações (Grifo nosso).

---

substancias nocivas. Poder de polícia do Estado – limites. Representação procedente, em parte. Inconstitucionalidade, na lei 7.747, de 22/12/1982: do §1º do artigo 1º; da alínea 'a' do §3º do artigo 1º; da parte final da alínea 'b'; do § 3º do art. 1º: 'obedecendo, no mínimo, as normas e parâmetros estabelecidos no anexo i, da presente lei'; da parte final da alínea 'c' do §3º do artigo 1º: 'contendo, no mínimo, os dados constantes do anexo ii, desta lei'; da alínea 'd' do §3º do artigo 1º; do §4º do artigo 1º; do artigo 3º - 'caput'; do artigo 5º (como consequência da inconstitucionalidade do decreto 30.787/82); no artigo 7º, a parte final: 'entendendo-se como tais os zootecnistas, médicos veterinários e engenheiros florestais'; o parágrafo único do artigo 7º; os anexos I e II.” (STF, Supremo Tribunal Federal. Representação nº 1.153- RS. Tribunal Pleno, 16/05/1985.)

Ademais, no referido artigo, a Constituição determina ao Poder Público obrigações que visam assegurar o cumprimento do que é previsto em seu *caput*, tais obrigações estão relacionadas nos incisos referentes ao seu parágrafo primeiro, quais sejam:

- § 1º Para assegurar a efetividade desse direito, incumbe ao Poder Público:
- I - preservar e restaurar os processos ecológicos essenciais e prover o manejo ecológico das espécies e ecossistemas;
  - II - preservar a diversidade e a integridade do patrimônio genético do País e fiscalizar as entidades dedicadas à pesquisa e manipulação de material genético;
  - III - definir, em todas as unidades da Federação, espaços territoriais e seus componentes a serem especialmente protegidos, sendo a alteração e a supressão permitidas somente através de lei, vedada qualquer utilização que comprometa a integridade dos atributos que justifiquem sua proteção;
  - IV - exigir, na forma da lei, para instalação de obra ou atividade potencialmente causadora de significativa degradação do meio ambiente, estudo prévio de impacto ambiental, a que se dará publicidade;
  - V - controlar a produção, a comercialização e o emprego de técnicas, métodos e substâncias que comportem risco para a vida, a qualidade de vida e o meio ambiente;*
  - VI - promover a educação ambiental em todos os níveis de ensino e a conscientização pública para a preservação do meio ambiente;
  - VII - proteger a fauna e a flora, vedadas, na forma da lei, as práticas que coloquem em risco sua função ecológica, provoquem a extinção de espécies ou submetam os animais a crueldade. (Grifo nosso)

Dentre as obrigações do poder público para a garantia do meio ambiente ecologicamente equilibrado, destaca-se no artigo 225 da CF/88, § 1º, o inciso V (grifo), que aborda de forma indireta o controle de comercialização de substâncias como a pesquisa, fiscalização e destinação final dos agrotóxicos, tema tratado pela Lei nº 7.802/1989, posterior à Constituição de 1988.

É possível perceber através deste artigo que a Constituição Federal estava em consonância com a realidade social da época. Neste período a temática ambiental estava em alta, com diversos movimentos ambientalistas que ocorriam em vários países, como já abordado anteriormente, por exemplo, a publicação do livro *Silent Spring*, de Rachel Carson e as discussões promovidas por movimentos sociais que ocorreram no Estado do Rio Grande do Sul, na década de 1980, em torno do uso de agrotóxicos.

Neste sentido, o direito ao meio ambiente é classificado como um dos direitos fundamentais de 3ª dimensão, “marcados pela alteração da sociedade por profundas mudanças na comunidade internacional (sociedade de massa crescente, desenvolvimento tecnológico e científico), identificando-se profundas alterações nas relações econômico-sociais” (LENZA, 2018, p. 1176).

Além do artigo 225, que trata de forma ampla a proteção ao meio ambiente, a Constituição Federal de 1988 trouxe pela primeira vez em um texto constitucional a palavra agrotóxico, quando no art. 220, § 4º limita a propaganda comercial de agrotóxicos, dentre outras substâncias, tema regulamentado através da Lei nº 9.294 de 1996, vejamos:

Art. 220. A manifestação do pensamento, a criação, a expressão e a informação, sob qualquer forma, processo ou veículo não sofrerão qualquer restrição, observado o disposto nesta Constituição.

§ 4º A propaganda comercial de tabaco, bebidas alcoólicas, agrotóxicos, medicamentos e terapias estará sujeita a restrições legais, nos termos do inciso II do parágrafo anterior, e conterá, sempre que necessário, advertência sobre os malefícios decorrentes de seu uso. (CONSTITUIÇÃO FEDERAL DE 1988) (Grifo nosso).

Dispõe sobre as restrições ao uso e à propaganda de produtos fumíferos, bebidas alcoólicas, medicamentos, terapias e *defensivos agrícolas*, nos termos do § 4º do art. 220 da Constituição Federal. (EMENTA DA LEI Nº 9.294 DE 1996). (Grifo nosso)

Ressalta-se que ao analisar os dois dispositivos acima citados, ao tempo em que a Constituição Federal utiliza a nomenclatura “agrotóxico”, a lei que regulamenta o disposto no §4º do art. 220 da CF/88, utiliza a nomenclatura “defensivos agrícolas”, o que indica a tendência legislativa menos restritiva, preocupada em suavizar junto à sociedade a imagem dos agrotóxicos.

Percebe-se no texto da Constituição Federal a preocupação com o controle de agrotóxicos no Brasil, no entanto, conforme afirma Antunes (2015, p. 1193), “a problemática dos agrotóxicos é complexa, pois implica, inclusive, questões referentes à economia nacional, autossuficiência de alimentos, pauta de exportação e saúde pública”, temáticas que influenciam fortemente na regulamentação dos agrotóxicos.

### **3. POLÍTICA DE AGROTÓXICOS X TENDÊNCIA LEGISLATIVA E EXECUTIVA BRASILEIRA**

Dentre as inovações da Lei 7.802/1989 está a adoção da expressão “agrotóxico”, já positivada pela Constituição Federal em 1988, definida no art. 2º como:

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, desseccantes, estimuladores e inibidores de crescimento;

O uso de expressões como defensivo agrícola, agroquímico, pesticida, dentre outras ainda é bastante utilizada por entes regulados, bem como por aqueles que os representam nos poderes legislativo e executivo. Este é um dos pontos abordados no Projeto de Lei 6299/2002, no qual o termo agrotóxico é alterado para pesticida<sup>14</sup>. Luis Eduardo Pacifici Rangel, quando Secretário de Defesa Agropecuária do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA, publicou em 11 de maio de 2018, uma nota oficial sobre a revisão da legislação de agrotóxicos no Brasil, e, ao tratar sobre a nomenclatura agrotóxico, dentre outros pontos abordados, disse:

“Já o termo agrotóxico é considerado um neologismo brasileiro, único do tipo no planeta, e que reflete a intenção do legislador de comunicar o risco para produtos que possuem, naturalmente, um perigo intrínseco. Isso é discrepante do que é praticado no âmbito regulatório da América Latina (produtos fitossanitários) ou mesmo a tradução do inglês (pesticidas). Portanto o foco inicial na discussão sobre a nomenclatura desse tipo de produto já demonstra preconceito e ideologia intrínseca historicamente nessa discussão e que nada contribui para o avanço que é requerido pelo setor agropecuário”.

A fala do então secretário demonstra preocupação apenas com o setor agropecuário, não ponderando os efeitos nocivos que a mudança da nomenclatura pode causar à saúde e ao meio ambiente. Neste sentido, Custódio (2002) já afirmava:

“É oportuno observar que as noções de agrotóxicos, como inquietantes fontes de poluição de efeitos danosos ao meio ambiente, à saúde pública e à vida, envolvem questões notoriamente complexas, difíceis, com terminologias, expressões e propagandas enganosas ou duvidosas tanto sobre seus efeitos benéficos, como seus efeitos nocivos ao meio ambiente, à saúde, à vida, o que vem preocupando notadamente a comunidade técnico-científica”.

Ainda sobre os efeitos danosos da alteração na nomenclatura, Vaz (2006, p.22) afirma que, “a denominação utilizada pela agroindústria para dissimular efeitos dos agentes químicos empregados na lavoura tem constituído motivo de preocupação da doutrina especializada”. Sobre os projetos de lei que sugerem a alteração, Milkiewicz (2020, p.82) pondera que:

“Os projetos que visam substituir a terminologia dos produtos químicos são desleais, haja vista que vão induzir, certamente, ao equívoco da conclusão de que não se trata de um produto tóxico e, se não respeitados os limites de aplicação e as orientações técnicas, acarretarão em danos ao meio ambiente ecologicamente equilibrado e à saúde humana”.

Diante do exposto, a alteração da nomenclatura proposta no PL 6299/2002 constitui um retrocesso à atual Lei de Agrotóxicos, visto que, no intuito de proteger a

<sup>14</sup>Inicialmente, foi proposto o termo defensivo fitossanitário (Friedrich, 2018).

agroindústria, pode-se induzir quem utiliza tais substâncias, a acreditar que não se tratam de produtos tóxicos, colocando em risco a saúde humana e o meio ambiente.

Outro importante ponto tratado pela lei é o registro de agrotóxicos, necessário para produção, exportação, importação, comercialização e utilização de agrotóxicos, seus componentes e afins. Evidencia-se na referida lei a estrutura tripartite de regulação dos agrotóxicos, onde o registro será concedido mediante a observação das diretrizes e exigências dos órgãos federais responsáveis pelos setores da agricultura, meio ambiente e saúde. As competências de cada órgão responsável pelo registro estão destrinchadas dos artigos 2º ao 7º do Decreto 4.074/2002, que regulamenta a Lei Federal de Agrotóxicos.

Não há na legislação um período de validade do registro concedido, o que implica que os registros aprovados permanecerão vigentes por tempo indeterminado. Esta falha na lei é amenizada com a possibilidade da participação de entidades representativas da sociedade civil no requerimento de cancelamento ou impugnação do registro de agrotóxicos e afins, que poderá ser mantido, alterado ou cancelado. Além disso, o § 4º, do art. 3º da Lei 7802/1989, determina à autoridade competente, sob pena de responsabilidade, imediatas providências quando alertados por organizações internacionais responsáveis pela saúde, alimentação ou meio ambiente, das quais o Brasil seja membro, sobre o risco ou desaconselhamento para o uso de agrotóxicos. As alíneas do § 6º do referido artigo apontam os fatores proibitivos do registro de agrotóxicos, tais como características teratogênicas, carcinogênicas ou mutagênicas, dentre outras.

O registro de agrotóxicos é o principal tema que sofrerá alterações caso o PL 6299/2002 seja aprovado. O referido PL propõe a centralização do registro de agrotóxico no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, retirando o poder de veto da ANVISA e do IBAMA, que passarão a ser apenas órgãos consultivos, vejamos o texto apresentado pelo relator do PL 6299/2002:

Art. 3º Os pesticidas, os produtos de controle ambiental, produtos técnicos ou afins, de acordo com definição do art. 2º desta Lei, só poderão ser pesquisados, produzidos, exportados, importados, comercializados e utilizados, se previamente autorizados ou registrados em órgão federal, nos termos desta Lei.

(...)

Art. 4º Fica estabelecido o órgão federal responsável pelo setor da agricultura como órgão registrante dos pesticidas, seus produtos técnicos e afins, assim como o órgão federal que atua na área de meio ambiente como o órgão registrante de produtos de controle ambiental, seus produtos técnicos e afins.

Ainda conforme o artigo 3º, §6º do PL, será permitido o Registro Temporário de agrotóxicos que estejam registrados em pelo menos três países membros da Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico – OCDE. O §14 do mesmo artigo. Além

disso o PL 6299 não recepcionou o § 5º, do art. 3º, no qual, o registro para novo produto agrotóxico, seus componentes e afins, será concedido se a sua ação tóxica sobre o ser humano e o meio ambiente for comprovadamente igual ou menor do que a daqueles já registrados, o que possibilitaria o registro de produtos com ações tóxicas ainda maiores, e ignorou o § 6º da Lei de Agrotóxicos, no qual são estabelecidos critérios de proibição do registro de agrotóxicos, como “que revelem características teratogênicas, carcinogênicas ou mutagênicas, de acordo com os resultados de experiências da comunidade científica”, ou ainda, “cujas características causem danos ao meio ambiente”.

Diante do exposto, percebe-se uma preocupação por parte do legislativo em melhorar a imagem do agrotóxico, diante da alteração da nomenclatura, bem como abrandar o processo de registro de agrotóxicos no Brasil, o que agrada a agroindústria e o setor agropecuário, fortes apoiadores da frente parlamentar agropecuária.

Mesmo com o forte apoio da frente agropecuária, também conhecida como bancada ruralista ou do agronegócio, que atualmente possui 280 parlamentares, o trabalho de diversos pesquisadores e instituições tem freado por algum tempo o PL 6299/2002. Em 2015, a Associação Brasileira de Saúde Coletiva (ABRASCO) publicou o “Dossiê ABRASCO: um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde”, onde foram apresentados diversos estudos que demonstram o risco dos agrotóxicos à saúde. Com a repercussão do dossiê, o PL 6299/2002 saiu da pauta de votação para novamente ser discutido. No entanto, com a pressão da bancada ruralista, forte apoiadora do atual governo federal, o PL veio novamente à tona e tem muita chance de entrar em pauta para votação e possível aprovação. Diante disso, a ABRASCO juntamente com a Associação Brasileira de Agroecologia (ABA), publicaram em junho de 2021 o “Dossiê contra o pacote do veneno e em defesa da vida”, onde, conforme consta na apresentação do referido dossiê foram “reunidas as 25 Notas Técnicas públicas contrárias ao Pacote do Veneno, agregando uma análise integrada de todos os argumentos apresentados. A única nota técnica pública que apoiou o Pacote do Veneno, e mesmo assim com ressalvas, também foi analisada” (p.22).

Na atual conjuntura, observa-se que mesmo com os frequentes alertas emitidos pela sociedade civil, bem como por pesquisadores e estudiosos da temática agrotóxico, há uma tendência legislativa permissiva e com maior enfoque no incentivo ao uso de agrotóxicos e expansão do agronegócio, em detrimento do meio ambiente e da saúde humana.

Quanto ao poder executivo, não tem sido diferente. Podemos citar como exemplo a recente Resolução da Diretoria Colegiada – RDC N° 296, de 29 de julho de 2019, que dispõe sobre as informações toxicológicas para rótulos e bulas de agrotóxicos, afins e preservativos de madeira, alterando a classificação toxicológica da ANVISA, que passou a adotar as diretrizes de rotulagem do Sistema Globalmente Harmonizado de Classificação e Rotulagem de Produtos Químicos (GHS). Com isso, diversos agrotóxicos, como por exemplo, alguns à base do ingrediente ativo glifosato, passaram de “extremamente tóxico” para “improvável de causar dano”.

As recentes liberações de registro de agrotóxicos no Brasil também demonstram tendência permissiva no poder executivo, a partir do ano 2016. Com base nos dados obtidos no sítio do MAPA (2021), o número de novos registros de agrotóxicos entre os anos 2016 e 2021 (até 05/07/2021), foi de 2321 registros, maior do que o número de registros entre os anos 2000 e 2015, que totalizaram 1954 registros (Figura 1). Ao comparar o atual governo com os governos anteriores, foram registrados na atual gestão (2019-2022), até o presente, 1191 novos agrotóxicos.

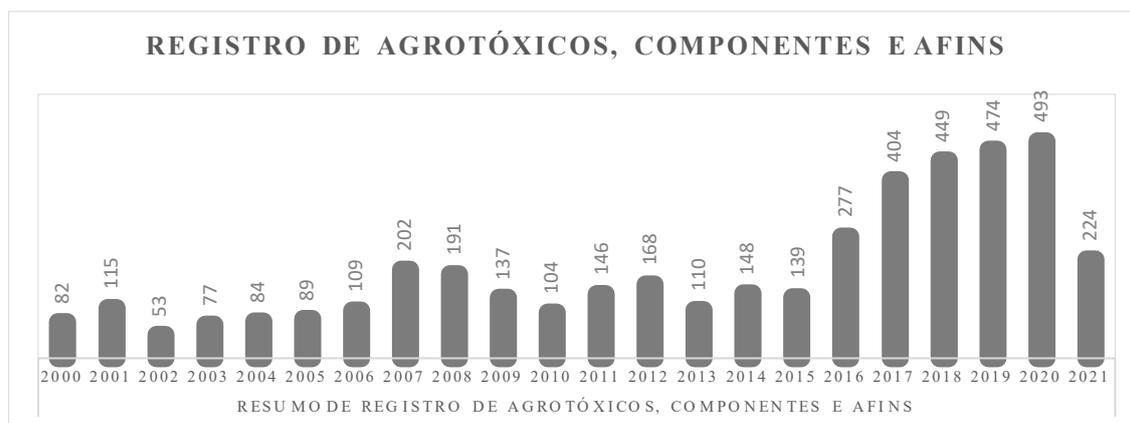


Figura 1 - Número de registro de agrotóxicos, componentes e afins entre os anos 2000 e 2021. Atualizado até o dia 05/07/2021. Fonte: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Nota: gráfico elaborado pelas autoras.

Ainda no âmbito do poder executivo, a maior permissividade também é vista nos atos de reavaliação de alguns agrotóxicos. Os atos que determinam a reavaliação de agrotóxicos vigentes são: Portaria Conjunta n° 1, de 25 de outubro de 2001, que determina a reavaliação toxicológica e ambiental dos produtos técnicos e formulados a base de **benomil e carbendazim**; e a Resolução da Diretoria Colegiada – RDC n° 10, de 22 de fevereiro de 2008 que determina a reavaliação toxicológica dos produtos técnicos e formulados à base dos Ingredientes Ativos **Cihexatina, Acefato, Glifosato**,

**Abamectina, Lactofem, Triclorfom, Parationa Metílica, Metamidofós, Fosmete, Carbofurano, Forato, Endossulfam, Paraquate e Tiram** (Tabela 2).

A RDC 287/2005 que determina a reavaliação toxicológica da substância **p-diclorobenzeno** e a RDC 124-A/2006 institui comissão técnica para proceder reavaliação toxicológica dos produtos técnicos e formulados base dos ingredientes ativos **Aldicarb, Lindane, Pentaclorofenol, Metaldeído, 2,4-D, Endossulfam, Abamectim, Triclorfom, Thiram e Lactofen.**, foram REVOGADAS pela RESOLUÇÃO DE DIRETORIA COLEGIADA - RDC Nº 454, DE 17 DE DEZEMBRO DE 2020, que revoga normas da Câmara Técnica de Alimentos (CTA), da Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos (CNNPA), do Conselho Nacional de Saúde (CNS), da Secretaria Nacional de Vigilância Sanitária (SNVS), da Secretaria de Vigilância Sanitária (SVS) e da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa). Esta, foi publicada pela ANVISA e “revoga 722 atos normativos próprios e de outros órgãos cujas competências foram assumidas pela Agência” (ANVISA, 2020), segundo a própria agência, “as normas revogadas estavam vigentes, mas foram consideradas obsoletas, ou seja, não apresentavam mais efeitos jurídicos ou não faziam mais sentido no contexto atual”. No entanto, alguns agrotóxicos constantes nas resoluções revogadas passaram pelo processo de reavaliação toxicológica, como o 2,4-D (Tabela 2).

REAVALIAÇÕES TOXICOLÓGICAS			
Ano	Ingrediente ativo	Resolução de reavaliação	Decisão
2006	Pentaclorofenol (PCF)	RDC nº 164, de 18/08/2006	Proibido
2006	Lindano	RDC nº 165, de 18/08/2006	Proibido
2006	Monocrotofós	RDC nº 215, de 14/12/2006	Proibido
2009	Cihexatina	RDC Nº 34, DE 10/06/2009	Manutenção com alterações no registro.
2010	Endossulfam	RDC Nº 28, DE 09/08/2009	Proibido
2010	Fosmete	RDC Nº 36, DE 16/08/2010	Manutenção com alterações no registro.
2010	Triclorfom	RDC Nº 37, DE 16/08/2010	Proibido
2011	Metamidofós	RDC Nº 1, DE 14/01/2011	Proibido
2013	Acefato	RDC Nº 45, DE 02/10/2013	Manutenção com alterações no registro.
2015	Forato	RDC Nº 12, DE 13/03/2015	Proibido
2015	Parationa metílica	RDC Nº 56, DE 11/12/2015	Proibido
2016	Procloraz	RDC Nº 60, DE 03/02/2016	Proibido
2016	Lactofem	RDC Nº 92, DE 07/07/2016	Manutenção sem alteração.
2017	Paraquate	RDC Nº 177, DE 21/09/2017 Alterada por: RDC nº 190, de 30/11/2017 RDC nº 428, de 07/10/2020 RDC nº 436, de 05/11/2020	Proibido

		INC nº 03, de 22/10/2020	
2017	Carbofurano	RDC Nº 185, 18/10/2017	DE Proibido
2019	2,4- diclorofenoxiacético (2,4-D)	RDC Nº 284, 21/05/2019	DE Manutenção com alterações no registro.
2019	Tiram	RDC Nº 320, 28/11/2019	DE Manutenção com alterações no registro.
2019	Glifosato	RDC Nº 441, 02/12/2020	DE Manutenção com alterações no registro.
2019	Abamectina	RDC Nº 442, 02/12/2020	DE Manutenção com alterações no registro.

Tabela 2. Agrotóxicos reavaliados entre os anos 2006 e 2019. \*RDC- Resolução da Diretoria Colegiada.

Dos 19 agrotóxicos reavaliados, 11 foram proibidos, enquanto 08 foram mantidos. Do total de registros mantidos, 04, dentre eles o glifosato e o 2,4-D, no atual governo, que até o momento não proibiu nenhum dos agrotóxicos reavaliados.

Dentre os agrotóxicos constantes na Tabela 2, trataremos sobre dois deles, quais sejam: Paraquate e Glifosato, tendo em vista a larga produção e utilização dos mesmos, bem como as discussões em torno da reavaliação dos referidos ingredientes ativos.

A reavaliação do Paraquate (nome químico: 1,1'-dimethyl-4,4'-bipyridinium) foi determinada pela RDC Nº 10, DE 22/07/2008, considerando que os estudos demonstraram alta toxicidade aguda e toxicidade crônica. No anexo I da resolução foram listadas oito marcas comerciais registradas até então. O prazo para conclusão da reavaliação era de 180 dias, no entanto, a proibição do ingrediente ativo Paraquate só ocorreu no ano de 2017, após muita resistência dos fabricantes e grandes produtores, através da RDC Nº 177, DE 21/09/2017, que além de dispor sobre a proibição, tratou também das medidas transitórias de mitigação de riscos. A princípio, ficaram proibidas, após três anos, contados a partir da publicação da RDC, a produção, a importação, a comercialização e a utilização de produtos técnicos e formulados à base do ingrediente ativo Paraquate, no entanto, a RDC nº 428, de 07/10/2020, que trata da utilização dos estoques em posse dos agricultores brasileiros de produtos à base do ingrediente ativo Paraquate, para o manejo dos cultivos na safra agrícola de 2020/2021, modificou a RDC 428 e retirou o termo “utilização”, visto que a RDC 428 prolongou o prazo de utilização do Paraquate, que seria até setembro de 2020, até 31/07/2021, nas culturas de soja, algodão, feijão, milho, cana de açúcar, café, batata, maçã e citrus, com um prazo estabelecido para cada cultura constante no anexo da RDC 428, com redação dada pela RDC Nº 436, DE 05/11/2020.

A RDC 177 de 21/09/2017 sofreu outras alterações através de novas resoluções, como RDC nº 190, de 30 de novembro de 2017, que alterou, dentre outros, prazo e anexo e autorizou produção para exportação e uso até o esgotamento do produto já adquirido; a RDC nº 436, de 05 de novembro de 2020, que tratou da inclusão da possibilidade de utilização dos estoques em posse dos agricultores brasileiros de produtos à base do ingrediente ativo Paraquate para o manejo do cultivo de soja nas Regiões Norte e Nordeste na safra agrícola de 2020/2021; e a INC nº 03, de 22 de outubro de 2020 que define os procedimentos para o monitoramento e a fiscalização quanto à utilização e ao recolhimento dos estoques remanescentes de produtos à base do ingrediente ativo Paraquate em posse dos agricultores brasileiros, para o manejo dos cultivos na safra agrícola 2020/2021.

Tais atos do poder executivo prolongaram a possibilidade de uso do ingrediente ativo e podem ser interpretados como permissivos frente às normas reguladoras dos agrotóxicos no Brasil, visto que além do prazo de três anos para a efetividade da proibição, este prazo foi estendido para que fosse possível a utilização do paraquate na safra 2020/2021.

O ingrediente ativo Glifosato (nome químico: N-(phosphonomethyl)glycine) também foi submetido à reavaliação toxicológica, conforme determinado pela RDC Nº 10, de 22/02/2008, considerando sua larga utilização no Brasil, os relatos de casos de intoxicação ocupacional e acidental, a solicitação de revisão da dose estabelecida para a Ingesta Diária Aceitável (IDA) por parte da empresa registrante, a necessidade de controle do limite máximo de impurezas presentes no produto técnico e possíveis efeitos toxicológicos adversos. Foram listadas na RDC, 85 (oitenta e cinco) marcas comerciais de glifosato.

Assim como o Paraquate, o prazo para a conclusão da reavaliação do ingrediente ativo glifosato era de 180 dias, no entanto, só em dezembro de 2020 foi publicada a RDC Nº 441, DE 02/12/2020, dispondo sobre a manutenção do herbicida em produtos agrotóxicos no país, determinando medidas de mitigação de riscos à saúde e alterações no registro decorrentes de sua reavaliação toxicológica.

Conforme a ANVISA (2016), “O glifosato, que também foi classificado como provável carcinógeno em humanos pela IARC, é um herbicida de largo espectro, que, na atualidade, possui os maiores volumes de produção dentre todos os herbicidas”. É o agrotóxico mais utilizado no Brasil (BOMBARDI, 2017) e “seu uso tem aumentado

consideravelmente com o desenvolvimento de variedades de culturas geneticamente modificados resistentes a ele”(ANVISA, 2016).

Além disso, diversos estudos publicados demonstram a toxicidade do glifosato ao ambiente e à saúde humana. Nodari e Hess (2020), relacionaram diversos estudos que apontam os perigos do glifosato, como por exemplo:

“Samsel e Sneff (2013a, 2013b, 2015) publicaram artigos científicos nos quais inferem que, devido ao seu modo de ação e à sua crescente disseminação nos alimentos e no ambiente, os HBG têm sido responsáveis pelo desencadeamento de doenças graves cada vez mais comuns na população, incluindo: desordens gastrointestinais, obesidade, diabetes, doenças cardíacas, depressão, autismo, infertilidade, câncer, mal de Alzheimer e mal de Parkinson; doença celíaca e intolerância a glúten. Anteriormente, também foi verificado que o Roundup causou danos às células embrionárias e da placenta de seres humanos e de equinos (Benachour et al., 2007) e, em outro estudo divulgado em 2009, foi descrito que quatro formulações comerciais de glifosato (Roundup), em concentrações na ordem de partes por milhão (ppm), causaram apoptose (morte programada) e necrose de células humanas placentárias, umbilicais e embrionárias (Benachour; Séralini, 2009)”.

Estudos sobre os efeitos do glifosato em espécies nativas do cerrado e da caatinga demonstraram a toxicidade do herbicida em condições controladas de simulação de deriva, como Santos et al. (2020) e Borges et al. (2021), Oliveira et al. (2021).

Mesmo diante do demonstrado na literatura científica sobre os danos ambientais, os efeitos teratogênico, genotóxico, desregulador endócrino e possível carcinogênico do glifosato, suficientes para seu banimento no Brasil<sup>15</sup>, o ingrediente ativo foi mantido, como consta da RDC Nº 441, de 02 de dezembro de 2020.

A resolução que dispõe sobre a manutenção do Glifosato, trouxe em seu artigo 4º, dentre outras, alterações nas bulas e rótulos para que contemplem as seguintes informações, restrições e proibições:

Art. 4 As bulas e, no que for aplicável, os rótulos dos produtos formulados à base de Glifosato devem ser revisados de modo a contemplar as seguintes informações, restrições e proibições:

I - obrigação de utilização de tecnologia de redução da deriva de 50% para doses acima de 1.800 g/ha (formulações SL/SC e WG/SG) nas aplicações costal, estacionária/semi-estacionária e tratorizada; e

II - obrigação de utilização de tecnologia de redução da deriva de 50% e bordadura de cinco metros para doses acima de 3.700 g/ha (formulação SL/SC) nas aplicações costal, estacionária/semi-estacionária e tratorizada. A bordadura terá início no limite externo da plantação em direção ao seu interior e será obrigatória sempre que houver povoações, cidades, vilas, bairros, bem como moradias ou escolas isoladas, a menos de 40 metros do limite externo da plantação.

<sup>15</sup>Conforme o Art. 3º, §6º da Lei 7.802/1989.

Parágrafo Único. As obrigações definidas nos incisos I e II poderão ser alteradas a partir dos resultados da avaliação de risco de cada produto formulado.

Pela leitura da resolução pode-se inferir que é possível a aplicação de doses acima de 3.700 g/ha, desde que utilizadas tecnologia de redução da deriva de 50% e bordadura de cinco metros, esta última sendo obrigatória sempre que houver povoações, cidades, vilas, bairros, bem como moradias ou escolas isoladas, a menos de 40 metros do limite externo da plantação.

Conforme as bulas de glifosato Roundup, a maior dose comercial indicada é de 0,5 L/ha, o que equivale a 2.520 g e.a há<sup>-1</sup>, além disso, conforme Cordova et al. (2020), o glifosato pode atingir até 400 m na concentração de 5% em relação à dose comercial, o que demonstra que os 40 m propostos pela resolução são insuficientes para a redução dos possíveis danos àqueles indicados na resolução.

Diante dos exposto, observa-se que apesar de regular sobre medidas de mitigação de riscos à saúde, a resolução em questão demonstra-se até mais permissiva do que a própria bula do fabricante, o que nos leva a questionar se ela realmente busca proteger o meio ambiente e a saúde humana, ou apenas defender os interesses da agroindústria e dos grandes produtores.

Além da manutenção do glifosato no Brasil, em 2019 a ANVISA alterou a classificação toxicológica dos agrotóxicos e os reclassificou em cinco categorias: 1 – Produto Extremamente Tóxico – faixa vermelha, 2 – Produto Altamente Tóxico – faixa vermelha; 3 – Produto Moderadamente Tóxico; 4 – Produto Pouco Tóxico – faixa azul; 5 – Produto Improvável de Causar Dano Agudo – faixa azul. Na classificação anterior eram quatro categorias: I - Extremamente tóxico; II - Altamente tóxico; III - Mediamente tóxico e IV - Pouco tóxico. Ao discutir a nova classificação toxicológica, Gilson et al. (2020) afirma que:

A agência avaliou 1.942 produtos e desses um total de 1.924 foram reclassificados. Da classe I que seria a que o agricultor tem maior cuidado na manipulação 43 permaneceram, 50 foram para categoria II (ambas permanecem na faixa vermelha), 69 para categoria III e a maior parte para as categorias menos tóxicas 272 para IV e 244 agrotóxicos para categoria V. Aqui nessa discussão não houve um aprofundamento das questões toxicológicas de cada um deles, pois seria um estudo bastante extenso, mas fica a dúvida. Como tantos compostos classificados como extremamente tóxicos deixaram de ser? Qual o comportamento e cuidados do produtor em relação a aplicar um produto de faixa vermelha e faixa verde ou azul? Já se tem como praxe que a cor vermelha requer mais cuidado. Qual será o impacto na saúde da mudança de classificação? Infelizmente diversos estudos mostram o aumento de câncer e outras doenças relacionadas ao uso indevido.”

Com base no Ato nº 58, de 27 de agosto de 2019, onde foram publicadas as alterações das classificações toxicológicas dos produtos formulados, agrotóxicos e afins, 93 produtos à base de glifosato tiveram sua classificação reduzida, dentre os quais, 24 produtos que eram considerados extremamente tóxicos e deixaram de ser. Na atual classificação, nenhum desses agrotóxicos é considerado extremamente tóxico. A mudança na classificação dos agrotóxicos é um dos pontos de discussão do PL 6299/2002, proposta no art. 43, I, h, vejamos:

Art. 43. Para serem vendidos ou expostos à venda em todo o território nacional, os pesticidas, produtos de controle ambiental e afins são obrigados a exibir rótulos próprios e bulas, redigidos em português, que contenham, entre outros, os seguintes dados:

I – indicações para a identificação do produto, compreendendo:

h) a classificação toxicológica e ambiental do produto, de acordo com o Sistema Globalmente Harmonizado de Rotulagem - GHS;

No entanto, a classificação foi alterada por um ato do poder executivo, através da RDC Nº 296, 29/07/2019, que objetiva estabelecer, dentre outros “a adoção de diretrizes de rotulagem do Sistema Globalmente Harmonizado de Classificação e Rotulagem de Produtos Químicos– GHS”, portanto, enquanto o PL não é votado o executivo o faz valer através de normativas e liberações.

Por fim, em mais uma atitude permissiva, foi publicada a Portaria nº 43, de 21 de fevereiro de 2020, que “estabelece os prazos para aprovação tácita para os atos públicos de liberação de responsabilidade da Secretaria de Defesa Agropecuária, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA, conforme caput do art. 10 do Decreto nº 10.178, de 18 de dezembro de 2019”, em que, dentre outros, foi estabelecido o prazo de 180 dias para registro de fertilizantes, corretivos, inoculantes, biofertilizantes, remineralizadores e substratos; e de 60 dias para o registro de Agrotóxicos e afins. Após propositura de ação de descumprimento de preceito fundamental pelo partido Rede Sustentabilidade<sup>16</sup>, os itens 64 ao 68 da Tabela 1 da portaria tiveram a eficácia suspensa, através da ADPF Nº 656 MC DF. Vejamos parte da decisão proferida pelo Ministro Relator Ricardo Lewandowski, em 1º de abril de 2020:

Não é possível, salvo melhor juízo do Plenário do STF, admitir-se a liberação tácita de agrotóxicos e produtos químicos, sem uma análise aprofundada, de cada caso, por parte das autoridades de vigilância ambiental e sanitária. Placitar uma liberação indiscriminada, tal como se pretende por meio da Portaria impugnada, a meu ver, contribuiria para aumentar ainda mais o caos que se instaurou em nosso sistema público de saúde, já altamente sobrecarregado com a pandemia que grassa sem controle.

<sup>16</sup> Possui legitimidade, conforme Artigo 2º, VIII, da Lei nº 9.882/99.

Consoante alertei em minha decisão lançada no Plenário Virtual, pesquisas científicas recentes relacionadas ao uso de agrotóxicos no Brasil trazem conclusões absolutamente alarmantes. Todos os casos notificados no Ministério da Saúde, entre os anos de 2007 a 2014, somados, contabilizaram mais de 25 mil intoxicações por agrotóxicos, o que representa uma média de 3.215 por ano ou 8 intoxicações diárias.

Cabe esclarecer, por oportuno, que, para cada uma intoxicação notificada, calcula-se a existência de outros 50 casos não notificados. Isto significa uma subnotificação da ordem de 1 para 50. Por conseguinte, é possível cogitar que tenham ocorrido 1.250.000 intoxicações no citado período.

Isso tudo considerado, com amparo nos termos do § 1º do art. 5º da Lei 9.882/1990, DEFIRO A MEDIDA CAUTELAR PLEITEADA para suspender a eficácia dos itens 64 a 68 da Tabela 1 do art. 2º da Portaria 43, de 21 de fevereiro de 2020, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento/Secretaria de Defesa Agropecuária, até a devolução da vista do Ministro Roberto Barroso e a conclusão do julgamento virtual já iniciado, de modo a resguardar a utilidade da medida que propus ao Plenário da Corte.

A política de favorecimento ao uso de agrotóxico, demonstrada através do grande número de liberação de ingredientes ativos ocorridos no atual governo, bem como na permissividade das normas publicadas pelo executivo, como por exemplo a reclassificação dos agrotóxicos e as resoluções de reavaliação, colocam em risco o meio ambiente e a saúde humana.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Diante da ausência legislativa específica, a publicação da Lei Federal de Agrotóxicos em 1989 foi um marco no controle do registro e uso dessas substâncias. Atreladas às restrições legais estão normas, muitas vezes permissivas e políticas de favorecimento do setor agropecuário, principalmente no que tange ao uso e liberação de agrotóxicos, que colocam em risco a saúde humana e o meio ambiente.

Nesse contexto, os dispositivos legais de regulamentação do uso e liberação de agrotóxicos são de extrema importância para minimizar os efeitos deletérios dos agrotóxicos. No entanto, o que se tem notado é um posicionamento cada vez mais permissivo, tanto do poder legislativo, quanto do executivo.

Demonstram essa tendência permissiva o Projeto de Lei 6299/2002, que flexibiliza a atual lei de agrotóxico, bem como a publicação de normativas que visam a proteção à agroindústria e grandes produtores, em detrimento do meio ambiente e da saúde humana, além da liberação de um grande quantitativo de novos registros de agrotóxicos e a manutenção de substâncias, como o glifosato, que estavam em reavaliação.

Sugerimos uma análise mais detalhada dos atos do poder executivo relacionados aos agrotóxicos, a fim de investigar, no decorrer das gestões, se tais normativas tendem a ser mais permissivas ou mais restritivas, se observam a legislação vigente e se atendem os princípios que regem o direito ambiental brasileiro.

## REFERÊNCIAS

ANTUNES, Paulo de Bessa. *Direito Ambiental*. 18 ed. São Paulo: Atlas, 2016.

ANVISA. Nota:carcinogenicidade de cinco agrotóxicos. 2016 - <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/noticias-anvisa/2016/notacarcinogenicidade-de-cinco-agrotoxicos>

ARAÚJO, Esmeralda Pereira de; SILVA, Kellen Lagares Ferreira. Conservação e/ou proteção da flora nativa de áreas rurais protegidas e expostas à deriva de agrotóxicos: estudo de legislação. *Revista Direito Ambiental e Sociedade*, v. 10, n. 1, jan./abr. 2020 (p. 177-203)

BEZERRA. Paulo Ricardo de Souza. *Poluição por agrotóxicos e tutela ambiental do*

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

BORGES, M. P. S.; SILVA, D. V.; SOUZA, M. F.; SILVA, T. S.; TEÓFILO, T. M. S.; SILVA, C. C.; PAVÃO, Q. S.; PASSOS, A. B. R. J.; SANTOS, J. B. Glyphosate effects on tree species natives from Cerrado and Caatinga Brazilian biome: Assessing sensitivity to two ways of contamination. *Science of The Total Environment*. Volume 769, 15 May 2021, 144113, 144113. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.144113>.

BRASIL, Anvisa. Nova Guilhotina Regulatória da Anvisa revoga 722 normas. 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/noticias-anvisa/2020/nova-guilhotina-regulatoria-da-anvisa-revoga-722-normas>. Acesso em: 10/01/2021.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA. Informações Técnicas. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/agrotoxicos/informacoes-tecnicas>. Acesso em 04/08/2021

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Atualizado até 05/07/2021. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/agrotoxicos/informacoes-tecnicas>. Acesso em: 02/08/2021.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Nota Oficial Revisão da Legislação de Agrotóxicos no Brasil. Luis Eduardo Pacifici Rangel. Secretário de Defesa Agropecuária. Brasília, 11 de maio de 2018. Disponível em:

<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/arquivos-publicacoes-insumos-agricolas/nota-oficial-revisao-da-legislacao-de-agrotoxicos-do-brasil>. Acesso em 03/01/2020.

BUENO, M. R., CUNHA, J. P. A. D. Environmental risk for aquatic and terrestrial organisms associated with drift from pesticides used in soybean crops. *An. Acad. Bras. Cienc.*, 92., 2020.

CARNEIRO, Fernando Ferreira (Org.). *Dossiê ABRASCO: um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde*/ Organização de Fernando Ferreira Carneiro, Lia Giraldo da Silva Augusto, Raquel Maria Rigotto, Karen Friedrich e André Campos Búrigo. Rio de Janeiro: EPSJV; São Paulo: Expressão Popular, 2015.

CARSON, Rachel. *Primavera silenciosa*. Tradução de Claudia Sant'Anna Martins. São Paulo: Gaia, 2010.

CORDOVA, R.A.; TOMAZETTI, M.; REFATTI, J.P.; AGOSTINETTO, D.; AVILA, L.A.; CAMARGO, E.R. Distância de deriva na aplicação de glifosato em aeronaves usando plantas de arroz como indicadores. *Planta Daninha*, 38, 2020.

CUSTÓDIO, Helita Barreira. Direito à Saúde e Problemática dos Agrotóxicos. *Revista de Direito Sanitário*, v. 2, n. 3, p.12-13, nov. 2002.

DIAP. Departamento Intersindical de Assessoria Parlamentar. *Bancada ruralista diminui na Câmara e aumenta no Senado*. Publicado em Terça, 13 Novembro 2018 17:17. Disponível em: <http://www.diap.org.br/index.php/noticias/agencia-diap/28538-bancada-ruralista-diminui-na-camara-e-aumenta-no-senado>. Acesso em: 10/05/2020.

DUTRA, Rodrigo Marciel Soares; SOUZA Murilo Mendonça Oliveira de. Cerrado, revolução verde e evolução do consumo de agrotóxicos. *Soc. & Nat.*, Uberlândia, 29 (3): 469-484, set/dez/2017. <http://dx.doi.org/10.14393/SN-v29n3-2017-8>

*Estado: considerações sobre as competências do município*. Belém: Paka-Tatu, 2003.

EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY. *The precautionary principle in the 20th Century. Late lessons from Early Warnings*. Edited by PoulHarremoës, David Gee, Malcolm MacGarvin, Andy Stirling, Jane Keys, Brian Wynne, Sofia Guedes Vaz. UK: Earthscan Publications Ltd, 2002. p. 116.

FERRARI, A. *Agrotóxicos: a praga da dominação*. Porto Alegre, Mercado Aberto, 1985.

FOLGADO, Cleber Adriano Rodrigues (Org.). *Direito e Agrotóxicos: Reflexões críticas sobre o Sistema normativo*. 1ed. Rio de Janeiro: Lumen Juris, 2017.

FPA. Frente Parlamentar Agropecuária. Atualizado em 07/01/2021. Disponível em: <https://fpagropecuaria.org.br/todos-os-membros/>. Acesso em: 04/08/2021.

FRANCO, Caroline da Rocha; PELAEZ, Victor. A (des)construção da agenda política de controle dos agrotóxicos no Brasil. *Ambiente & Sociedade*. São Paulo. XIX, n. 3, p. 215-232, jul.-set. 2016.

FRANCO, Caroline da Rocha. *A formulação da política de agrotóxicos no Brasil*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Paraná, 2014. Disponível em: <http://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/31523/1435%20CAROLINE%20DA%20ROCHA%20FRANCO.pdf%3Bsequence=1>. Acesso em: 05/07/2020.

FRIEDRICH, K.; ALMEIDA, V.E.S.; AUGUSTO, L.G.S.; GURGEL, A.M.; SOUZA, M. M.O.; ALEXANDRE, V.P.; CARNEIRO, F.F. Agrotóxicos: mais venenos em tempos de retrocessos de direitos. *Revista OKARA: Geografia em debate*, v.12, n.2, p. 326-347, 2018. ISSN: 1982-3878 João Pessoa, PB, DGEOC/CCEN/UFPB – <http://www.okara.ufpb.br>

FRIEDRICH, Karen (org.). *Dossiê contra o Pacote do Veneno e em defesa da Vida!* Organizadores: Karen Friedrich, Murilo Mendonça Oliveira de Souza, Juliana Acosta Santorum, Amanda Vieira Leão, NailaSaskia Melo Andrade e Fernando Ferreira Carneiro; Prefácio de Leonardo Melgarejo e João Pedro Stedile. – 1. ed. -- Porto Alegre: Rede Unida, 2021. 336 p. (SérieSaúde, Ambiente e Interdisciplinaridade, v.2). E-book: PDF. Disponível em: <https://editora.redeunida.org.br/wp-content/uploads/2021/07/Livro-Dossie---Contra-o-Pacote-do-Veneno-e-em-Defesa-da-Vida.pdf>. Acesso em 08/08/2021.

GILSON, I. K.; ROCHA, L.G.; SILVA, M. R. V.; WAMMES, S. W; LEITE, G. S.; WELTER T.; RADÜNZ, A. L.; CABRERA L. C. Agrotóxicos liberados nos anos de 2019-2020: Uma discussão sobre a uso e a classificação toxicológica. *Braz. J. of Develop.*, Curitiba, v. 6, n. 7, p. 49468-49479 jul. 2020.

JOHNSON, A.K.; ROETH, F.W.; MARTIN, A.R.; KLEIN, R.N. Glyphosate spray drift management with drift-reducing nozzles and adjuvants. *WeedTechnol.*, 2006 (p. 893-897)

LENZA, Pedro. *Direito Constitucional Esquematizado*. Ed. 22. São Paulo: Editora Saraiva, 2018.

MACHADO, M. O. *Glifosato: a emergência de uma controvérsia científica global*. Tese (doutorado) em Ciências Humanas da Universidade Federal de Santa Catarina – SC. 2016.

MILKIEWICZ, Larissa. *Tratamento ambiental do agrotóxico no Brasil contemporâneo*. Editora Juruá. Curitiba, 2020.

NODARI, Rubens Onofre; HESS, Sonia Corina. Campeão de vendas, cientificamente o Glifosato é um agrotóxico perigoso. *R. Eletr. de Extensão*, ISSN 1807-0221 Florianópolis, v. 17, n. 35, p. 02-18, 2020.

OLIVEIRA, A. P. A.; CRISPIM-FILHO, A. J.; SANTOS, V. R. S.; COSTA, A. C.; SILVA, K. L. F. Physiological and morphoanatomic responses of *Bowdichiavirgilioides* Kunth. (fabaceae) to glyphosate. *Revista Árvore* 2021;45:e4528. <http://dx.doi.org/10.1590/1806-908820210000028>.

PELAEZ, Victor Manoel et al. A (des)coordenação de políticas para a indústria de agrotóxicos no Brasil. *Revista Brasileira de Inovação*, [S.l.], v. 14, p. 153-178, mar. 2015. ISSN 2178-2822.

SANTOS, V. R. S.; CRISPIM FILHO, A. J.; SANTANA, M. M.; COSTA, A. C.; SILVA, K. L. F.. Análises fisiológicas e morfoanatômicas de *Cenostigma macrophyllum* Tul. (Fabaceae) submetida a diferentes concentrações de glifosato. *Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais*, v.11, n.5, p.159-173, 2020. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2020.005.0017>.

SOUZA, Larissa Camapum. Análise da legislação sobre agrotóxico no Brasil: Regulação ou desregulação do controle do uso? *Revista Jurídica ESMP-SP*, v.11, 41-74, 2017.

STF. Medida Cautelar na Arguição de Descumprimento de Preceito Fundamental - ADPF 656 Distrito Federal. Relator: Min. Ricardo Lewandowski Documento assinado digitalmente conforme MP nº 2.200-2/2001 de 24/08/2001. O documento pode ser acessado pelo endereço <http://www.stf.jus.br/portal/autenticacao/autenticarDocumento.asp> sob o código 547F-7899-AD0E-BA90 e senha 0D49-B421-74E7-582E. Brasília, 2020. Acesso em: 18/06/2021.

TOMITA, R. Y. Legislação de agrotóxicos e sua contribuição para a proteção da qualidade do meio ambiente. *Biológico*, São Paulo, v.67, n.1/2, p.1-10, jan./dez., 2005.

VAZ, Paulo Afonso Brum. *O Direito Ambiental e os agrotóxicos: responsabilidade civil, penal e administrativa*. Editora Livraria do Advogado. Porto Alegre, 2006.

## REFERÊNCIAS - LEGISLAÇÃO

BRASIL, Anvisa. Resolução da Diretoria Colegiada – RDC nº 10, de 22 de fevereiro de 2008. Determina a reavaliação toxicológica dos produtos técnicos e formulados à base dos Ingredientes Ativos Cihexatina, Acefato, Glifosato, Abamectina, Lactofem, Triclorfom, Parationa Metílica, Metamidofós, Fosmete, Carbofurano, Forato, Endossulfam, Paraquate e Tiram. Disponível em: [http://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/2718376/RDC\\_10\\_2008\\_COMP.pdf/66e1f910-c851-4530-a9c4-5ecd0c4c86b7](http://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/2718376/RDC_10_2008_COMP.pdf/66e1f910-c851-4530-a9c4-5ecd0c4c86b7). Acesso em: 10/01/2021.

BRASIL, Anvisa. RDC 1/2011 - Reavaliação toxicológica do ingrediente ativo Metamidofós. Disponível em: [https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/regulamentacao/legislacao/bibliotecas-tematicas/arquivos/biblioteca-de-agrotoxicos\\_portal-1.pdf](https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/regulamentacao/legislacao/bibliotecas-tematicas/arquivos/biblioteca-de-agrotoxicos_portal-1.pdf). Acesso em: 10/01/2021.

BRASIL, Anvisa. RDC 12/2015 - Reavaliação toxicológica do ingrediente ativo Forato. Disponível em: [https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/regulamentacao/legislacao/bibliotecas-tematicas/arquivos/biblioteca-de-agrotoxicos\\_portal-1.pdf](https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/regulamentacao/legislacao/bibliotecas-tematicas/arquivos/biblioteca-de-agrotoxicos_portal-1.pdf). Acesso em: 10/01/2021.

BRASIL, Anvisa. RDC 177/2017 - Reavaliação toxicológica do ingrediente ativo Paraquate. Disponível em: [https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/regulamentacao/legislacao/bibliotecas-tematicas/arquivos/biblioteca-de-agrotoxicos\\_portal-1.pdf](https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/regulamentacao/legislacao/bibliotecas-tematicas/arquivos/biblioteca-de-agrotoxicos_portal-1.pdf). Acesso em: 10/01/2021.

BRASIL, Anvisa. RDC 185/2017 - Reavaliação toxicológica do ingrediente ativo Carbofurano. Disponível em: [https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/regulamentacao/legislacao/bibliotecas-tematicas/arquivos/biblioteca-de-agrotoxicos\\_portal-1.pdf](https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/regulamentacao/legislacao/bibliotecas-tematicas/arquivos/biblioteca-de-agrotoxicos_portal-1.pdf). Acesso em: 10/01/2021.

BRASIL, Anvisa. RDC 215/2006 - Cancela a monografia do ingrediente ativo monocrotofós a partir de 30 de novembro de 2006. Disponível em: [https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/regulamentacao/legislacao/bibliotecas-tematicas/arquivos/biblioteca-de-agrotoxicos\\_portal-1.pdf](https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/regulamentacao/legislacao/bibliotecas-tematicas/arquivos/biblioteca-de-agrotoxicos_portal-1.pdf). Acesso em: 10/01/2021.

BRASIL, Anvisa. RDC 28/2010 – Reavaliação toxicológica do Ingrediente Ativo Endossulfam. Disponível em: [https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/regulamentacao/legislacao/bibliotecas-tematicas/arquivos/biblioteca-de-agrotoxicos\\_portal-1.pdf](https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/regulamentacao/legislacao/bibliotecas-tematicas/arquivos/biblioteca-de-agrotoxicos_portal-1.pdf). Acesso em: 10/01/2021.

BRASIL, Anvisa. RDC 284/2019 – Manutenção do ingrediente ativo ácido 2,4-diclorofenoxiacético (2,4-D). Disponível em: [https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/regulamentacao/legislacao/bibliotecas-tematicas/arquivos/biblioteca-de-agrotoxicos\\_portal-1.pdf](https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/regulamentacao/legislacao/bibliotecas-tematicas/arquivos/biblioteca-de-agrotoxicos_portal-1.pdf). Acesso em: 10/01/2021.

BRASIL, Anvisa. RDC 320/2019 - Manutenção do ingrediente ativo Tiram. Disponível em: [https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/regulamentacao/legislacao/bibliotecas-tematicas/arquivos/biblioteca-de-agrotoxicos\\_portal-1.pdf](https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/regulamentacao/legislacao/bibliotecas-tematicas/arquivos/biblioteca-de-agrotoxicos_portal-1.pdf). Acesso em: 10/01/2021.

BRASIL, Anvisa. RDC 34/2009 – Reavaliação toxicológica do ingrediente ativo cihexatina. Disponível em: [https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/regulamentacao/legislacao/bibliotecas-tematicas/arquivos/biblioteca-de-agrotoxicos\\_portal-1.pdf](https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/regulamentacao/legislacao/bibliotecas-tematicas/arquivos/biblioteca-de-agrotoxicos_portal-1.pdf). Acesso em: 10/01/2021.

BRASIL, Anvisa. RDC 36/2010 - Reavaliação toxicológica do ingrediente ativo Fosmete. Disponível em: [https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/regulamentacao/legislacao/bibliotecas-tematicas/arquivos/biblioteca-de-agrotoxicos\\_portal-1.pdf](https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/regulamentacao/legislacao/bibliotecas-tematicas/arquivos/biblioteca-de-agrotoxicos_portal-1.pdf). Acesso em: 10/01/2021.

BRASIL, Anvisa. RDC 37/2010 - Reavaliação toxicológica do ingrediente ativo Triclorfom. Disponível em: [https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/regulamentacao/legislacao/bibliotecas-tematicas/arquivos/biblioteca-de-agrotoxicos\\_portal-1.pdf](https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/regulamentacao/legislacao/bibliotecas-tematicas/arquivos/biblioteca-de-agrotoxicos_portal-1.pdf). Acesso em: 10/01/2021.

BRASIL, Anvisa. RDC 441/2020 - Manutenção do ingrediente ativo Glifosato em produtos agrotóxicos no País, medidas de mitigação de riscos à saúde e alterações no registro decorrentes da sua reavaliação toxicológica. Disponível em: [https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/regulamentacao/legislacao/bibliotecas-tematicas/arquivos/biblioteca-de-agrotoxicos\\_portal-1.pdf](https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/regulamentacao/legislacao/bibliotecas-tematicas/arquivos/biblioteca-de-agrotoxicos_portal-1.pdf). Acesso em: 10/01/2021.

BRASIL, Anvisa. RDC 442/2020 - Manutenção do ingrediente ativo Abamectina em produtos agrotóxicos no País, medidas de mitigação de riscos à saúde e alterações no registro decorrentes da sua reavaliação toxicológica. Disponível em: [https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/regulamentacao/legislacao/bibliotecas-tematicas/arquivos/biblioteca-de-agrotoxicos\\_portal-1.pdf](https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/regulamentacao/legislacao/bibliotecas-tematicas/arquivos/biblioteca-de-agrotoxicos_portal-1.pdf). Acesso em: 10/01/2021.

BRASIL, Anvisa. RDC 45/2013 - Reavaliação toxicológica do ingrediente ativo acefato. Disponível em: [https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/regulamentacao/legislacao/bibliotecas-tematicas/arquivos/biblioteca-de-agrotoxicos\\_portal-1.pdf](https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/regulamentacao/legislacao/bibliotecas-tematicas/arquivos/biblioteca-de-agrotoxicos_portal-1.pdf). Acesso em: 10/01/2021.

BRASIL, Anvisa. RDC 56/2015 - Reavaliação toxicológica do ingrediente ativo Parationa metílica. Disponível em: [https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/regulamentacao/legislacao/bibliotecas-tematicas/arquivos/biblioteca-de-agrotoxicos\\_portal-1.pdf](https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/regulamentacao/legislacao/bibliotecas-tematicas/arquivos/biblioteca-de-agrotoxicos_portal-1.pdf). Acesso em: 10/01/2021.

BRASIL, Anvisa. RDC 60/2016 - Reavaliação toxicológica do ingrediente ativo Procloraz. Disponível em: [https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/regulamentacao/legislacao/bibliotecas-tematicas/arquivos/biblioteca-de-agrotoxicos\\_portal-1.pdf](https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/regulamentacao/legislacao/bibliotecas-tematicas/arquivos/biblioteca-de-agrotoxicos_portal-1.pdf). Acesso em: 10/01/2021.

BRASIL, Anvisa. RDC 92/2016 – Reavaliação toxicológica do ingrediente ativo Lactofem. Disponível em: [https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/regulamentacao/legislacao/bibliotecas-tematicas/arquivos/biblioteca-de-agrotoxicos\\_portal-1.pdf](https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/regulamentacao/legislacao/bibliotecas-tematicas/arquivos/biblioteca-de-agrotoxicos_portal-1.pdf). Acesso em: 10/01/2021.

BRASIL, Anvisa. RDC N° 164, DE 18 DE AGOSTO DE 2006. Proíbe todos os usos do Ingrediente Ativo Pentaclorofenol (PCF) e seus sais. Disponível em: [https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/regulamentacao/legislacao/bibliotecas-tematicas/arquivos/biblioteca-de-agrotoxicos\\_portal-1.pdf](https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/regulamentacao/legislacao/bibliotecas-tematicas/arquivos/biblioteca-de-agrotoxicos_portal-1.pdf). Acesso em: 10/01/2021.

BRASIL, Anvisa. RDC N° 165, DE 18 DE AGOSTO DE 2006. Proíbe todos os usos do ingrediente ativo lindano. Disponível em: [https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/regulamentacao/legislacao/bibliotecas-tematicas/arquivos/biblioteca-de-agrotoxicos\\_portal-1.pdf](https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/regulamentacao/legislacao/bibliotecas-tematicas/arquivos/biblioteca-de-agrotoxicos_portal-1.pdf). Acesso em: 10/01/2021.

BRASIL, Anvisa. Resolução de Diretoria Colegiada - RDC N° 454, de 17 de dezembro de 2020. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-de-diretoria-colegiada-rdc-n-454-de-17-de-dezembro-de-2020-295779235>. Acesso em: 02/08/2021.

BRASIL, MAPA. PORTARIA N° 43, DE 21 DE FEVEREIRO DE 2020. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-n-43-de-21-de-fevereiro-de-2020-244958254>. Acesso em: 10/01/2021.

BRASIL. ATO N° 58, DE 27 DE AGOSTO DE 2019. Disponível em: <https://www.in.gov.br/web/dou/-/ato-n-58-de-27-de-agosto-de-2019-213474289>. Acesso em: 10/01/2021.

BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Disponível em [http://planalto.gov.br/ccivil\\_03/Constituicao/Constituicao.htm](http://planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm). Acesso em: 10/05/2020.

BRASIL. Decreto Federal nº 67.112, de 26 de agosto de 1970. Aprovou Normas Técnicas Especiais para controle da fabricação e venda de produtos saneantes e congêneres. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1970-1979/decreto-67112-26-agosto-1970-408674-publicacaooriginal-1-pe.html>. Acesso em: 19/05/2019.

BRASIL. Decreto nº 4.074, de 4 de janeiro de 2002. Regulamenta a Lei no 7.802, de 11 de julho de 1989, que dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências. Disponível em [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/2002/d4074.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/d4074.htm). Acesso em: 10/05/2020.

BRASIL. DECRETO Nº 4.074, DE 4 DE JANEIRO DE 2002. Regulamenta a Lei no 7.802, de 11 de julho de 1989, que dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/2002/d4074.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/d4074.htm). Acesso em: 06/01/2020.

BRASIL. DECRETO-LEI Nº 986, DE 21 DE OUTUBRO DE 1969. Institui normas básicas sobre alimentos. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto-lei/del0986.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/del0986.htm). Acesso em: 21/06/2019.

BRASIL. LEI Nº 5.197, DE 3 DE JANEIRO DE 1967. Dispõe sobre a proteção à fauna e dá outras providências. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/15197.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/15197.htm). Acesso em: 19/05/2019.

BRASIL. Lei nº 5.760 de 03 de dezembro de 1971. Dispõe sobre a inspeção sanitária e industrial dos produtos de origem animal e dá outras providências. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/1970-1979/15760.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/1970-1979/15760.htm). Acesso em: 21/06/2019.

BRASIL. Lei nº 6.138 de 08 de novembro de 1974. Dispõe sobre a inspeção e fiscalização do comércio de fertilizantes, corretivos e inoculantes destinados à agricultura, e dá outras providências. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/1970-1979/16138.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/1970-1979/16138.htm). Acesso em: 21/06/2019.

BRASIL. Lei nº 6.360 de 23 de setembro de 1976. Dispõe sobre a Vigilância Sanitária a que ficam sujeitos os Medicamentos, as Drogas, os Insumos Farmacêuticos e Correlatos, Cosméticos, Saneantes e Outros Produtos, e dá outras Providências. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/16360.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/16360.htm). Acesso em: 21/06/2019.

BRASIL. Lei nº 6.437 de 20 de agosto de 1977. Configura infrações à legislação sanitária federal, estabelece as sanções respectivas, e dá outras providências. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/16437.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/16437.htm). Acesso em: 21/06/2019.

BRASIL. LEI Nº 4.785, DE 6 DE OUTUBRO DE 1965. Dispõe sobre a fiscalização do comércio e uso de produtos fitossanitários e dá outras providências. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/1950-1969/14785.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/1950-1969/14785.htm). Acesso em: 19/05/2019.

BRASIL. Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989. Dispõe sobre a pesquisa, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e

embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências. Disponível em [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/17802.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/17802.htm). Acesso em: 10/05/2020.

BRASIL. Lei nº 9.294, de 15 de julho de 1996. Dispõe sobre as restrições ao uso e à propaganda de produtos fumíferos, bebidas alcoólicas, medicamentos, terapias e defensivos agrícolas, nos termos do § 4º do art. 220 da Constituição Federal. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/19294.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19294.htm). Acesso em: 21/06/2019.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Indústria e Comércio. Decreto Federal nº 15.198, de 21 de dezembro de 1921. Aprova o regulamento de Defesa Sanitária Vegetal. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1920-1929/decreto-15189-21-dezembro-1921-511545-norma-pe.html> - Acesso em: 19/05/2019.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Indústria e Comércio. Decreto Federal nº 24.114, de 12 de abril de 1934. Novo Regulamento de Defesa Sanitária Vegetal. Disponível em [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/1930-1949/d24114.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1930-1949/d24114.htm). Acesso em: 19/05/2019.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Decreto-Lei nº 917, de 08 outubro de 1969. Dispõe sobre o emprego da aviação agrícola no País. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto-lei/1965-1988/del0917.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/1965-1988/del0917.htm). Acesso em: 19/05/2019.

BRASIL. Portaria Conjunta nº 1, de 25 de outubro de 2001. Determina a reavaliação toxicológica e ambiental dos produtos técnicos e formulados a base de benomil e carbendazim. Disponível em: [http://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/2718376/PRTC\\_01\\_2001.pdf/b98b767d-30a0-4a7e-93f6-6ec518113814](http://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/2718376/PRTC_01_2001.pdf/b98b767d-30a0-4a7e-93f6-6ec518113814). Acesso em: 10/01/2021.

BRASIL. Resolução da Diretoria Colegiada – RDC Nº 296, de 29 de julho de 2019. Dispõe sobre as informações toxicológicas para rótulos e bulas de agrotóxicos, afins e preservativos de madeira. Publicada no DOU nº 146, de 31 de julho de 2019. Disponível em: [http://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/2858730/%281%29RDC\\_296\\_2019\\_CO\\_MP.pdf/3264ce69-979f-426d-b1da-b6d49f44fdcc](http://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/2858730/%281%29RDC_296_2019_CO_MP.pdf/3264ce69-979f-426d-b1da-b6d49f44fdcc). Acesso em: 10/01/2021.

Projeto de Lei 6299/2002 e apensados. Disponível em: [https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop\\_mostrarintegra?codteor=1669849&filename=SBT+3+PL629902+%3D%3E+PL+6299/2002](https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra?codteor=1669849&filename=SBT+3+PL629902+%3D%3E+PL+6299/2002). Acesso em: 04/08/2021

RIO GRANDE DO SUL. Lei 7.747 de 22 de dezembro de 1982. Dispõe sobre o controle de agrotóxicos e outros biocidas a nível estadual e dá outras providências. Disponível em: <http://www.al.rs.gov.br/filerepository/repLegis/arquivos/07.747.pdf>. Acesso em: 21/06/2019.

## **ARTIGO II**

### **EXPANSÃO AGRÍCOLA, AGROTÓXICOS E O TERRITÓRIO INDÍGENA AKWÊ-XERENTE**

O presente artigo ainda não foi submetido à revista científica para avaliação.

## EXPANSÃO AGRÍCOLA, AGROTÓXICOS E O TERRITÓRIO INDÍGENA AKWÊ-XERENTE

### Resumo

Este estudo objetivou compreender como a expansão agrícola, com enfoque no uso de agrotóxicos, interfere no modo de vida do povo indígena Xerente. Para isso foram analisadas normas de proteção aos povos indígenas adotadas no Brasil e posteriormente pesquisas já realizadas sobre os Xerente, nas quais se deu enfoque às questões ambientais. Foi realizado um levantamento de dados de produção agrícola no município de Pedro Afonso e foram feitas reflexões sobre como esses empreendimentos interferem no modo de vida desse povo. O povo Xerente encontra-se exposto aos efeitos deletérios dos agrotóxicos utilizados nas monoculturas que cercam a Terra Indígena, que chegam através da deriva, o que tem colocado em risco o seu modo de vida. No entanto, é evidente a consciência sócio-ambiental e a busca pela mitigação dos impactos por parte desse povo.

**Palavras-chave:** Agrotóxicos; Povos Indígenas; Empreendimentos Agrícolas.

### Abstract

This study aimed to understand how agricultural expansion, with a focus on the use of pesticides, interferes with the way of life of the Xerente indigenous people. For this purpose, norms for the protection of indigenous peoples adopted in Brazil were analyzed and later research already carried out on the Xerente, in which environmental issues were focused. A survey of agricultural production data was carried out in the municipality of Pedro Afonso and reflections were made on how these enterprises interfere in the way of life of this people. The Xerente people are exposed to the deleterious effects of pesticides used in the monocultures that surround the Indigenous Land, which arrive via drift, which has put their way of life at risk. However, the socio-environmental awareness and the search for the mitigation of impacts by these people are evident.

**Keywords:** Pesticides; Indigenous People; Agricultural Enterprises.

### 1. Introdução

O processo de colonização do Brasil, assim como da maioria dos países da América Latina foi marcado pela exploração intensiva dos recursos naturais, bem como pela dizimação dos povos originários aqui encontrados. O domínio europeu sobre as colonizações e o pensamento da supremacia europeia sobre o mundo, foi determinante na

classificação da população mundial em raças, reforçando a afirmação de superioridade e inferioridade existente entre colonizador e colônia. Nesse contexto, Quijano (2005, p.118) esclarece:

“Na América, a ideia de raça foi uma maneira de outorgar legitimidade às relações de dominação impostas pela conquista. A posterior constituição da Europa como nova identidade depois da América e a expansão do colonialismo europeu ao resto do mundo conduziram à elaboração da perspectiva eurocêntrica do conhecimento e com ela à elaboração teórica da ideia de raça como naturalização dessas relações coloniais de dominação entre europeus e não-europeus. Historicamente, isso significou uma nova maneira de legitimar as já antigas ideias e práticas de relações de superioridade/inferioridade entre dominantes e dominados[...]. Desse modo, raça converteu-se no primeiro critério fundamental para a distribuição da população mundial nos níveis, lugares e papéis na estrutura de poder da nova sociedade. Em outras palavras, no modo básico de classificação social universal da população mundial.”

Ainda segundo Quijano (2005, p.117), “a formação de relações sociais fundadas nessa ideia, produziu na América identidades sociais historicamente novas: índios, negros e mestiços, e redefiniu outras”.

Em consequência da exploração europeia que inicialmente se deu no litoral do Brasil, os povos originários que ali viviam passaram a ocupar regiões localizadas no interior do país, no entanto, continuaram sofrendo pressões, conforme o avanço exploratório se efetivava.

A pressão sobre os territórios indígenas ocorre desde a chegada dos colonizadores e se perpetua nos tempos atuais através da expansão agrícola, cada dia mais intensificada por conta dos avanços tecnológicos que potencializaram a capacidade de produção e conseqüentemente a maior ocupação das terras. Essa capacidade exploratória está intrinsicamente ligada à discrepância de poder entre os povos marcados pelo estigma da raça e etnia e aqueles compreendidos como modernos, denominada por Quijano (2005), como colonialidade do poder. Segundo Quijano, o evento da colonização não somente funda uma nova ordem de poder, mas também estabelece os parâmetros sob os quais se desenvolverá a modernidade enquanto forma específica e global de organização social, política e econômica.

Atrelado à expansão agrícola está o aumento do uso de agrotóxicos, fato que tem sido questionado, tendo em vista a toxicidade dessas substâncias que pode acarretar danos ao meio ambiente e à saúde humana. Vários estudos têm apontado o efeito deletério dos agrotóxicos em plantas, anfíbios, peixes e ratos, estes normalmente utilizados em estudos que se dirigem a avaliar efeitos deletérios de substâncias no ser humano, como

Santos (2020); Oliveira (2021); Seraline (2014); Carrasco et al (2010). Alguns desses estudos apontam o potencial carcinogênico de determinados agrotóxicos.

A pulverização dos agrotóxicos nas grandes monoculturas ocorre, na maioria das vezes, através de pequenas aeronaves com conseqüente deriva para áreas não alvo, podendo atingir direta ou indiretamente a vegetação nativa adjacente, cursos d'água, bem como comunidades que vivam próximas a essas monoculturas.

Dentre as terras indígenas localizados no Estado do Tocantins que atualmente sofrem com a pressão territorial do agronegócio está a Terra Indígena Xerente e a Terra Indígena Funil, que compõem o Território Indígena Akwê-Xerente, localizado a leste do rio Tocantins, 70 km ao norte da capital, Palmas.

O Território Akwê-Xerente foi palco de muitos conflitos, tendo em vista sua posição geográfica estratégica (De Paula, 2000). A demarcação do Território ocorreu de forma segregada, parte em 1972 (A Grande área Xerente) e parte em 1982 (Funil), no entanto, mesmo após a demarcação, continuaram sofrendo “pressões econômicas” e “impactos ambientais” por conta da criação do Estado do Tocantins em 1988, a construção da Usina Hidrelétrica Luis Eduardo Magalhaes e projetos de agricultura em torno de suas terras. Como por exemplo da expansão de projetos de agricultura, ressalta-se o município de Pedro Afonso, que tem se destacado no cenário estadual pela produção de soja, milho e cana-de-açúcar e, muitas destas culturas localizam-se há poucos metros das plantações, onde encontram-se situadas algumas aldeias da Terra Indígena Xerente.

Diante desse cenário, o presente estudo objetivou compreender como a expansão agrícola, com enfoque no uso de agrotóxicos, interfere no modo de vida do povo indígena Xerente. Inicialmente é feita uma apresentação das normas de proteção aos povos indígenas adotadas no Brasil e posteriormente uma análise das pesquisas já realizadas sobre os Xerente, nas quais se deu enfoque nas questões ambientais. Por fim, foi realizado um levantamento de dados de produção agrícola no município de Pedro Afonso e foram feitas reflexões sobre como esses empreendimentos interferem no modo de vida desse povo.

## **2. Povos indígenas na Constituição Federal de 1988**

Desde o ano de 1934 as Constituições brasileiras versam sobre a proteção aos povos indígenas, denominados como silvícolas até o advento da Constituição Federal de 1988, que além de substituir a expressão, expandiu o texto constitucional voltado para a

proteção aos índios. Em seu artigo 20, XI, a Constituição Federal de 1988 estabelece que as terras, tradicionalmente ocupadas pelos índios integram os bens da união, no entanto, como ressaltado por Lenza (2018, p.1541), “destinam-se à posse permanente dos silvícolas, são inalienáveis e indisponíveis, e os direitos sobre elas, imprescritíveis”, no entanto, ademais, compete privativamente à União legislar sobre populações indígenas.

Vislumbra-se no texto constitucional a responsabilidade estabelecida à União na proteção aos territórios indígenas, detalhada nos artigos 231 e 232 da Constituição Federal de 1988, vejamos:

Art. 231. São reconhecidos aos índios sua organização social, costumes, línguas, crenças e tradições, e os direitos originários sobre as terras que tradicionalmente ocupam, competindo à União demarcá-las, proteger e fazer respeitar todos os seus bens.

§ 1º São terras tradicionalmente ocupadas pelos índios as por eles habitadas em caráter permanente, as utilizadas para suas atividades produtivas, as imprescindíveis à preservação dos recursos ambientais necessários a seu bem-estar e as necessárias a sua reprodução física e cultural, segundo seus usos, costumes e tradições.

§ 2º As terras tradicionalmente ocupadas pelos índios destinam-se a sua posse permanente, cabendo-lhes o usufruto exclusivo das riquezas do solo, dos rios e dos lagos nelas existentes.

§ 3º O aproveitamento dos recursos hídricos, incluídos os potenciais energéticos, a pesquisa e a lavra das riquezas minerais em terras indígenas só podem ser efetivados com autorização do Congresso Nacional, ouvidas as comunidades afetadas, ficando-lhes assegurada participação nos resultados da lavra, na forma da lei.

§ 4º As terras de que trata este artigo são inalienáveis e indisponíveis, e os direitos sobre elas, imprescritíveis.

§ 5º É vedada a remoção dos grupos indígenas de suas terras, salvo, "ad referendum" do Congresso Nacional, em caso de catástrofe ou epidemia que ponha em risco sua população, ou no interesse da soberania do País, após deliberação do Congresso Nacional, garantido, em qualquer hipótese, o retorno imediato logo que cesse o risco.

§ 6º São nulos e extintos, não produzindo efeitos jurídicos, os atos que tenham por objeto a ocupação, o domínio e a posse das terras a que se refere este artigo, ou a exploração das riquezas naturais do solo, dos rios e dos lagos nelas existentes, ressalvado relevante interesse público da União, segundo o que dispuser lei complementar, não gerando a nulidade e a extinção direito a indenização ou a ações contra a União, salvo, na forma da lei, quanto às benfeitorias derivadas da ocupação de boa fé.

§ 7º Não se aplica às terras indígenas o disposto no art. 174, § 3º e § 4º.

Art. 232. Os índios, suas comunidades e organizações são partes legítimas para ingressar em juízo em defesa de seus direitos e interesses, intervindo o Ministério Público em todos os atos do processo.

Ressalta-se que o §3º do artigo 231 é uma reafirmação do artigo 49, XI da Constituição Federal de 1988, o qual apresenta um rol de competências exclusivas do Congresso Nacional. Do mesmo modo, o artigo 232 da Carta Magna complementa o imposto no artigo 129, V da Constituição, como uma das funções institucionais do

Ministério Público, “defender judicialmente os direitos e interesses das populações indígenas”.

Somados aos artigos citados, contemplam ainda proteção aos povos indígenas no texto constitucional os seguintes artigos:

“Art. 109. Aos juízes federais compete processar e julgar:  
XI - a disputa sobre direitos indígenas”;

176, § 1º - “As jazidas, em lavra ou não, e demais recursos minerais e os potenciais de energia hidráulica constituem propriedade distinta da do solo, para efeito de exploração ou aproveitamento, e pertencem à União, garantida ao concessionário a propriedade do produto da lavra.

§ 1º A pesquisa e a lavra de recursos minerais e o aproveitamento dos potenciais a que se refere o "caput" deste artigo somente poderão ser efetuados mediante autorização ou concessão da União, no interesse nacional, por brasileiros ou empresa constituída sob as leis brasileiras e que tenha sua sede e administração no País, na forma da lei, que estabelecerá as condições específicas quando essas atividades se desenvolverem em faixa de fronteira ou terras indígenas.”;

“Art. 210. Serão fixados conteúdos mínimos para o ensino fundamental, de maneira a assegurar formação básica comum e respeito aos valores culturais e artísticos, nacionais e regionais.

§ 2º O ensino fundamental regular será ministrado em língua portuguesa, assegurada às comunidades indígenas também a utilização de suas línguas maternas e processos próprios de aprendizagem.”;

“Art. 215. O Estado garantirá a todos o pleno exercício dos direitos culturais e acesso às fontes da cultura nacional, e apoiará e incentivará a valorização e a difusão das manifestações culturais.

§ 1º O Estado protegerá as manifestações das culturas populares, indígenas e afro-brasileiras, e das de outros grupos participantes do processo civilizatório nacional.”

Ato das Disposições Constitucionais Transitórias – “Art. 67. A União concluirá a demarcação das terras indígenas no prazo de cinco anos a partir da promulgação da Constituição.”.

Além da preocupação do constituinte em garantir aos povos indígenas sua “organização social, costumes, línguas, crenças e tradições”, houve o cuidado em abordar pontos relacionados à prestação jurisdicional, exploração de recursos, bem como a garantia à educação, respeitando-se os costumes e tradições.

Há de se ressaltar que havia antes da Constituição Federal de 1988 a intenção governamental de integrar os povos indígenas à sociedade nacional. Neste sentido, Souza Filho (2018, p. 2252) pontua:

“As Constituições brasileiras de 1934, 1937, 1946, 1967 e 1969 trouxeram referências aos índios, sempre os chamando de silvícolas. Com exceção da de 1937, todas as outras definem a competência da União para legislar sobre a ‘incorporação dos silvícolas à comunhão nacional’. Todas garantem aos indígenas a posse das terras onde se acharem ‘permanentemente localizados’, em geral acrescentando que a garantia se dará com a condição de não a

transferirem. As Constituições de 1967 e 1969, para deixar ainda mais claro o caráter de transitoriedade deste direito, o incluem nas disposições transitórias. A partir da Constituição de 1967, estas terras são definidas como de domínio da União. A forma como se dá a garantia às terras, os dispositivos que atribuem competência para legislar sobre o processo de integração e as leis regulamentadoras deixam claro que o ideário assimilacionista do século XIX está presente até o advento da Constituição de 1988: os índios haveriam de deixar de ser índios. Embora se possa dizer que há um avanço da proteção dos direitos indígenas ao longo do tempo, é claro que a Constituição de 1988 rompe o paradigma da assimilação, integração ou provisoriedade da condição de indígena e, em consequência, das terras por eles ocupadas. A partir de 1988 fica estabelecida uma nova relação do Estado Nacional com os povos indígenas habitantes de seu território. Está claro que a generosidade de integrar os indivíduos na vida nacional ficou mantida em toda sua plenitude, mas integrando-se ou não, o Estado Nacional reconhece o direito de continuar a ser grupo diferenciado, sociedade externamente organizada, cumprindo um antigo lema indígena equatoriano: ‘puedo ser lo que eres sin dejar de ser lo que soy’. Está rompida a provisoriedade que regeu toda a política indigenista dos quinhentos anos de contato.”

Mesmo com a valorização da cultura e do modo de vida dos povos originários sendo estabelecida na CF/88, a pressão territorial continua sendo exercida, seja pelo encurralamento das Terras Indígenas pelas áreas agrícolas e seus consequentes danos, seja pelo questionamento e até mesmo o impedimento das demarcações das terras reivindicadas pelos povos que foram expulsos. A demarcação faz parte da luta desses povos, no entanto, como ressalta Lima (2016):

“A simples demarcação das terras indígenas, enquanto uma medida de isolamento da questão indígena, não inibiu e não inibirá a existência de conflitos entre índios, pequenos e grandes proprietários de terras, grileiros, sem-terra, etc. Tampouco, a chamada proteção das terras indígenas pelo Estado conteria a existência de tais conflitos, uma vez que na prática a demarcação das terras indígenas, contraditoriamente, traz em si uma limitação dos territórios indígenas, que os tornam, de certa maneira, reclusos a determinadas áreas.” [...] “As políticas de desenvolvimento e as indigenistas do Estado-Nação colocaram, por meio das demarcações de Terras Indígenas, as populações em espaços limitados e ainda envoltas por projetos agrícolas e empreendimentos privados que exploram os recursos naturais. Em outras situações, populações são deixadas no centro dos conflitos agrários.”

Neste sentido, podemos citar a tese do Marco Temporal defendida pela Advocacia-geral da União, que no ano de 2017 emitiu um parecer defendendo que as demarcações de terras indígenas passassem a observar condicionantes estabelecidas pelo STF no caso da Raposa Serra do Sol, marcada por conflitos entre indígenas e arroteiros, quando os Ministros do STF entenderam que a referida Terra Indígena pertencia aos indígenas, por lá estarem quando da promulgação da Constituição Federal, vejamos:

“Assim, a decisão do STF no caso Raposa Serra do Sol possui uma estrutura argumentativa que está composta, no âmbito das premissas materiais de base ou das garantias, pelas denominadas salvaguardas institucionais, isto é, as condicionantes institucionais aos processos demarcatórios das terras

indígenas, na qualidade de normas construídas interpretativamente pelo Tribunal, a partir do texto da Constituição de 1988”.

A tese do Marco Temporal passou a ser adotada pela Bancada Ruralista no Congresso Nacional e tem sido utilizada em ações contra a demarcação de novas Terras Indígenas, como exemplo tem-se o julgamento do Recurso Extraordinário (RE) 1017365, que trata da definição do estatuto jurídico-constitucional das relações de posse das áreas de tradicional ocupação indígena com base nas regras estabelecidas no artigo 231 da Constituição Federal. A questão do referido recurso é dotada de Repercussão Geral no Recurso Extraordinário 1.017.365 Santa Catarina. O RE 1017365 foi interposto pela Fundação Nacional do Índio (Funai) contra acórdão do Tribunal Regional Federal (TRF-4), que confirmou sentença de primeira instância pela procedência de ação de reintegração de posse ajuizada pela Fundação de Amparo Tecnológico ao Meio Ambiente (Fatma). A hipótese refere-se a uma área declarada, administrativamente, como de ocupação tradicional dos índios Xokleng, localizada em parte da Reserva Biológica do Sassafrás, no Estado de Santa Catarina. Neste artigo não será aprofundado o debate sobre o julgamento pelo Supremo Tribunal Federal, que por hora encontra-se empatado (1 x 1), mas citá-lo é importante a fim de demonstrar o quanto a pressão territorial, exercida por conta das atividades voltadas ao agronegócio, continua sendo exercida sobre os Territórios Indígenas.

## 2.1 Legislação infraconstitucional

Em convergência com a Constituição Federal de 1988, a Convenção 169 da Organização Internacional do Trabalho (OIT), adotada em Genebra, em 27 de junho de 2002, promulgada no Brasil através do Decreto nº 5.051, de 19 de abril de 2004, abandona o pensamento integracionista, e reconhece os povos indígenas como iguais, em meio às suas diferenças, respeitando o pluralismo etno-cultural. Neste sentido, vide o artigo 5º da referida convenção:

“Artigo 5º - Ao se aplicar as disposições da presente Convenção:

a) deverão ser reconhecidos e protegidos os valores e práticas sociais, culturais religiosos e espirituais próprios dos povos mencionados e dever-se-á levar na devida consideração a natureza dos problemas que lhes sejam apresentados, tanto coletiva como individualmente;

**b) deverá ser respeitada a integridade dos valores, práticas e instituições desses povos;**

c) deverão ser adotadas, com a participação e cooperação dos povos interessados, medidas voltadas a aliviar as dificuldades que esses povos experimentam ao enfrentarem novas condições de vida e de trabalho.” (Grifouse)

Ainda em vigor no Brasil encontra-se a Lei nº 6.001, de 19 de dezembro de 1973, que dispõe sobre o Estatuto do Índio. Publicada durante a Ditadura Militar esta lei tem forte caráter integracionista, política indigenista predominante na época, que intencionava integrar os índios à sociedade brasileira, de modo que caso uma comunidade fosse integrada à sociedade perderia o direito à terra antes ocupada, além de desobrigar o Estado de dar assistência a esses povos. Neste sentido, o artigo 2º da Lei nº 6.001, de 19 de dezembro de 1973:

“Art. 2º Cumpre à União, aos Estados e aos Municípios, bem como aos órgãos das respectivas administrações indiretas, nos limites de sua competência, para a proteção das comunidades indígenas e a preservação dos seus direitos:

VI - respeitar, no processo de integração do índio à comunhão nacional, a coesão das comunidades indígenas, os seus valores culturais, tradições, usos e costumes.”

Na mesma lei, em seu artigo 7º é assegurado apenas aos “indígenas não integrados à comunhão nacional” tutela do Estado. Por fim, em seu artigo 21 fica estabelecido que “As terras espontânea e definitivamente abandonadas por comunidade indígena ou grupo tribal reverterão, por proposta do órgão federal de assistência ao índio e mediante ato declaratório do Poder Executivo, à posse e ao domínio pleno da União”. Fica evidente a intenção do Estado de após integrar o índio à sociedade, destituí-lo do direito à terra, bem como isentar-se da assistência legalmente estabelecida aos povos indígenas.

É visível a incompatibilidade existente entre a Constituição Federal de 1988 e a Lei nº 6.001, de 19 de dezembro de 1973, fazendo-se necessária uma revisão na legislação específica a fim de alinhar suas diretrizes à Carta Magna vigente.

Apesar do avanço legislativo ocorrido com a Constituição Federal de 1988, é comum prevalecerem os interesses voltados aos grandes empreendimentos, em que o Estado, que em nome do crescimento econômico, priorizam, incentivam e impulsionam tais empreendimentos em detrimento das comunidades tradicionais, que por vezes não têm seus interesses e individualidades levadas em consideração, além das dificuldades burocráticas em suas demandas. Neste sentido, corrobora-se com Lima (2016) ao afirmar que “No caso das políticas brasileiras voltadas para os indígenas, evidenciam-se, nas políticas atuais, traços de continuidade das práticas colonialistas e autoritárias que remontam ao Estado Colonial”.

Após uma análise geral acerca do tratamento legal dado aos povos indígenas no Brasil, será demonstrado no próximo tópico como a expansão agrícola e consequente uso de agrotóxicos têm colocado em risco a saúde e o modo de vida do povo Xerente.

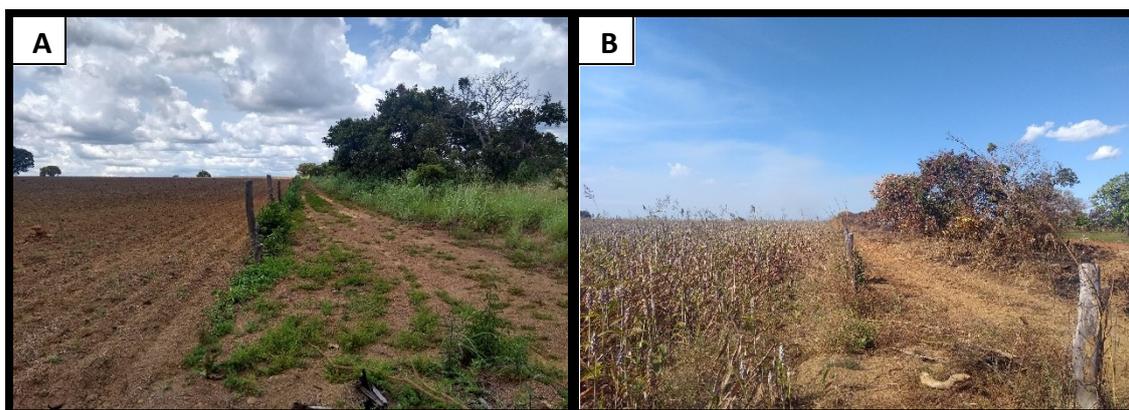
### **3. O povo Xerente e os empreendimentos agrícolas fronteiriços localizados no município de Pedro Afonso**

No ano de 2015, o Brasil plantou 71,2 milhões de hectares de lavouras dentre as quais predominou a soja, que representou 42% de toda área plantada do país (32,2 milhões de hectares), seguido do milho com 21% (15,8 milhões de hectares) e da cana-de-açúcar com 13% (10,1 milhões de hectares) (Pignati, 2017). Juntos, estes três cultivos representaram 76% de toda a área plantada do Brasil e foram os que mais consumiram agrotóxicos, correspondendo a 82% de todo o consumo do país em 2015. Com base nos dados analisados, Pignati (2017) estimou que foi pulverizado um total de 899 milhões de litros de agrotóxicos em produtos formulados nos 21 tipos de lavouras brasileiras naquele ano. A soja foi a cultura que mais utilizou agrotóxicos no Brasil, representando 63% do total, seguido do milho (13%) e cana-de-açúcar (5%). O fumo foi o cultivo que apresentou a maior quantidade média de litros de agrotóxicos por hectare, com 60 l/ha. O algodão foi o segundo, consumindo 28,6 l/ha, seguido dos cítricos, com 23 l/ha, tomate (20 l/ha), soja (17,7 l/ha), Uva (12 l/ha), banana (10 l/ha), arroz (10 l/ha), trigo (10 l/ha), mamão (10 l/ha), Milho (7,4 l/ha) e Girassol (7,4 l/ha). As outras culturas agrícolas utilizaram menos de cinco litros por hectare plantado (Pignati, 2017). Conforme dados da Secretaria de Inteligência e Relações Estratégicas (SIRE) da Embrapa sobre a produção e exportação do Brasil entre os anos 2000 e 2020, o Brasil é o quarto maior produtor de grãos do mundo e o segundo maior exportador (EMBRAPA, 2021). Ainda segundo o estudo, quanto a produção de soja, o país passou a ser, a partir do ano 2020, o maior produtor e exportador, respondendo por 50% do comércio mundial.

No estado do Tocantins, a produção de grãos passou de 1.987.421 toneladas em 2012 (IBGE 2012) para 5,5 milhões de toneladas na safra 2020/21 (CONAB, 2021), tornando-se o maior produtor de grãos da região Norte. De acordo com as culturas analisadas por Pignati (2017), disponibilizadas pelo IBGE-SIDRA (2016), o Tocantins plantou 1,17 milhões de hectares e consumiu 17 milhões de litros de agrotóxicos. No Estado, os dez municípios com maior área plantada são: Campos Lindos (100 mil), Lagoa

da Confusão (85 mil), Caseara (63 mil), Porto Nacional (55 mil), Pedro Afonso (50 mil), Peixe (50 mil), Formoso do Araguaia (44 mil), Mateiros (43 mil), Silvanópolis (38 mil) e Monte do Carmo (34 mil).

O município de Pedro Afonso possui hoje sua economia baseada no agronegócio, com destaque para a produção de soja e milho, e vem se destacando na indústria sucroalcooleira representada pela Bunge (Lima, 2016), faz limite com a T.I. Xerente (Figura 1), onde residem 2.631 indígenas, segundo o Censo do IBGE de 2010. Esta população está inserida em um sistema socioecológico complexo, que vem sofrendo com os efeitos do agronegócio e conseqüentemente, dos agrotóxicos.



**Figura1** – Divisa entre a área de plantação de monoculturas e o Território Indígena Akwê-Xerente. **A:** à esquerda da cerca, terra preparada para o plantio e, à direita da cerca, Território Indígena (março/2019). **B:** à esquerda da cerca, plantio de sorgo no ponto de colheita e, à direita da cerca, Território Indígena (junho/2019). Foto da autora.

O povo Xerente vive a leste do Rio Tocantins, e está localizado em duas Terras Indígenas, a Terra indígena Xerente denominada “Área Grande”, com superfície total de 167.542.1058 ha, que foi identificada oficialmente pela Funai como área ocupada pelos Akwê-Xerente em 1972; e, a Terra Funil com superfície de 15.703.7974 ha, identificada como oficialmente ocupada pelos indígenas em 1982 à margem direita do rio Tocantins, onde está localizada a cidade de Tocantínia (Lima, 2016).

Lima (2016), em pesquisa desenvolvida com o povo Xerente, observou que com o desenvolvimento do Prodecer III<sup>17</sup> e o avanço da produção de soja, cana-de-açúcar

<sup>17</sup> Programa de Cooperação Nipobrasileira para o Desenvolvimento dos Cerrados, terceira fase, implantado em 1996 nos municípios de Pedro Afonso (TO) e Balsas (MA), tendo como “principal instrumento o crédito supervisionado, com linhas de financiamento abrangentes, e foram previstos empréstimos fundiários para investimentos, despesas operacionais e assistência ao colono” (Rodrigues et al., 2009).

e arroz em grandes propriedades em áreas que fazem divisa com as Terras Indígenas dos Akwê-Xerente, tem ocorrido a utilização de produtos químicos e agrotóxicos nas lavouras, o que tem provocado a contaminação dos cursos hídricos que abastecem de água e de peixes o território dos Akwê-Xerente, bem como a poluição do ar. Seguem relatos colhidos por Lima (2016) de indígenas que moram em aldeias, que fazem divisa como os projetos agrícolas do município de Pedro Afonso:

[...] aqui nós estamos com o impacto ambiental causado pela Bunge, inclusive a gente tem audiência marcada para o dia 25 desse mês agora, Funai e a Bunge, e os Xerente, a gente está tendo um impacto, eles estão pegando água daqui, e está faltando água para a gente, nós vamos recorrer, e também sofremos com o agrotóxico, todo final de mês aparece muita gripe, por causada pulverização do veneno, nós estamos com muitas dificuldades, como agente está próximo da Bunge (Agente de saúde indígena, dezembro de 2015).

[...] aqui nós temos problemas com agrotóxico, pois aqui próximo da divisa da reserva tem uma plantação de cana (Cacique, dezembro de 2015). Nós temos problemas com agrotóxicos, e água secou esse ano porque eles puxam água para as plantações deles, foram umas 11 aldeias que ficaram sem água por causa desse canal [..] Já levamos para Ministério Público eles ainda não fizeram nada, faz de conta que não estão ouvido nada (Cacique, dezembro de 2015).

Nós temos problemas ambientais com o Projeto do PRODECER (plantação de cana) a 30 quilômetros daqui fica a Usina que é a Bunge, nós enfrentamos aqui todo dia o problema de doenças por causa do veneno, uma vez por mês eles passar aqui perto pulverizar veneno. O veneno que eles jogam o vento traz as crianças estão ficando doente. Água daquele córrego também tem mudado quando não chove água do córrego da coceira por causa do veneno e no tempo da seca eles colocam 4 motores 24 horas para puxar água para irrigar as plantações e o córrego diminuiu muito água esse córrego nunca secou. E quando eles colocam fogo no canal quando é de noite a gente tem dificuldade de respirar porque a noite a fumaça desce. Nós somos os únicos prejudicados. A Naturatins deu favorável para nós estamos esperando uma audiência pública para ano que vem com Bunge, Funai, e Ministério Público (Professor indígena, dezembro de 2015).

O modo de vida do povo Xerente, bem como a sua relação com o meio estão sendo alterados. Schmidt (2011), estudou as práticas alimentares do Povo Xerente e verificou que o Cerrado, de um modo geral, dá subsistência a esse povo, pois mesmo que não seja predominante, eles caçam, coletam (mel, frutos, raízes, plantas medicinais) e associam essas práticas a uma agricultura de coivara, que complementa a sua alimentação. No entanto, essas práticas, bem como a pesca e a caça diminuíram em virtude das pressões sobre os recursos naturais. Segundo a autora, tal contexto propõe outras buscas de sobrevivência pelos indígenas, em sua maioria similar às buscas dos povos não-indígenas.

Diante dos relatos, é possível perceber que algumas pessoas da comunidade, com ênfase para as crianças, apresentam sintomas de possível intoxicação por conta dos agrotóxicos, que necessita de investigação para confirmação. Percebe-se ainda que a

população não só tem consciência dos danos que vêm sofrendo com a utilização de agrotóxicos nas lavouras próximas à comunidade, como realizam constantes cobranças ao poder público.

Dentre os problemas ambientais apontados pelos Xerentes está o agrotóxico pulverizado pelos proprietários de projetos agrícolas (Lima, 2016). A autora apontou a ausência do Estado na resolução desses problemas, no entanto, verificou que muitas lideranças indígenas têm clareza desse abandono e com frequência cobram posicionamentos das autoridades e órgãos competentes para a discussão dessas pautas e encaminhamentos concretos para tais questões.

Neste aspecto, alguns relatos de indígenas de diferentes etnias foram colhidos e apresentados no Relatório Violência contra os Povos Indígenas no Brasil (CIME, 2018), vejamos os oito relatos dos casos de violência ocorridos no Estado do Tocantins:

“TERRA INDÍGENA: VÁRIAS  
POVOS: APINAJÉ, KRAHÔ, KRAHÔ-KANELA e XERENTE  
TIPO DE DANO/CONFLITO: Contaminação por agrotóxico  
DESCRIÇÃO: Lideranças de vários povos têm denunciado os graves problemas causados pelo atual modelo de produção agrícola implementado pelo agronegócio, que está gerando devastação e morte. Há contaminação das nascentes nos limites das terras indígenas e os aviões fazem as aplicações de agrotóxicos, passando por cima das aldeias e contaminando, desse modo, também as áreas indígenas. Essa situação provoca doenças, principalmente nos mais vulneráveis, como idosos e crianças.  
Com informações de: Denúncia ao MPF em 13/4/2018; Cimi Regional Goiás/Tocantins”.

TERRA INDÍGENA: APINAYÉ  
POVOS: APINAJÉ, KRAHÔ e XERENTE  
TIPO DE DANO/CONFLITO: Danos ao meio ambiente  
DESCRIÇÃO: Lideranças têm denunciado a invasão de caçadores e madeireiros, que exploram ilegalmente a terra indígena, devastando suas florestas, poluindo suas nascentes e causando severos danos ao meio ambiente e à saúde da população.  
Com informações de: Lideranças; Cimi Regional Goiás/Tocantins

TERRA INDÍGENA: XAMBIOÁ  
POVO: KARAJÁ  
TIPO DE DANO/CONFLITO: Invasão; plantação de eucalipto  
DESCRIÇÃO: O território indígena do povo Karajá de Xambioá é constantemente invadido por pescadores e caçadores durante a desova de tartarugas e tracajás. Além disso, as plantações de eucalipto feitas às margens das aldeias causam a morte dos rios e dos animais. Para agravar a situação, foragidos da justiça atravessam o Rio Araguaia e adentram as aldeias, causando confusão e temor entre os indígenas.  
Com informações de: Cimi Regional Goiás/Tocantins

TERRA INDÍGENA: MATA ALAGADA  
POVO: KRAHÔ-KANELA

TIPO DE DANO/CONFLITO: Desmatamento; poluição dos rios; caça ilegal  
 DESCRIÇÃO: A TI Mata Alagada foi demarcada com 7,6 mil hectares, sendo que a área reivindicada pelo povo Krahô-Kanela tem em torno de 33 mil hectares. O restante da terra está em poder de dois fazendeiros que plantam arroz, melancia e soja. A intensa aplicação de agrotóxicos nas lavouras se dá através da pulverização por aviões agrícolas, que contamina a água dos rios e causam a morte de diversos animais. O desmatamento, a caça ilegal e a pesca predatória nos lagos causam um profundo desequilíbrio nesta região, que tem grande importância ambiental. Lideranças denunciaram que os licenciamentos ambientais não cumpriram com a obrigação legal de realizar diversos estudos, assim como as outorgas de águas foram concedidas sem nenhum critério e sem a anuência da Funai e do Ibama.  
 Com informações de: Cimi Regional Goiás/Tocantins

TERRA INDÍGENA: KRAHOLÂNDIA

POVO: KRAHÔ

TIPO DE DANO/CONFLITO: Contaminação por agrotóxico; tráfico de animais; queimadas

DESCRIÇÃO: A TI Kraholândia, localizada nos municípios de Goatins e Itacajá, tem sido constantemente invadida por traficantes de animais silvestres, que roubam ovos de arara e de outros animais. A comunidade sofre também com a contaminação dos rios por agrotóxicos pulverizados nas lavouras que fazem divisa com o território. Queimadas criminosas realizadas por não-indígenas castigam o solo das áreas limítrofes à terra indígena todos os anos, como uma estratégia para facilitar o roubo de madeira.

Com informações de: Cimi Regional Goiás/Tocantins

TERRA INDÍGENA: XERENTE

POVO: XERENTE

TIPO DE DANO/CONFLITO: Plantação de cana-de-açúcar; contaminação por agrotóxicos

DESCRIÇÃO: São danosos os impactos da construção de uma usina de açúcar e álcool, há 30 km da terra indígena, com o empreendimento denominado projeto Prodecer III, constituído por extensas plantações de soja, melancia e cana-de-açúcar, que abastece a usina. A pulverização aérea de agrotóxicos nas plantações tem atingido os rios, córregos e as roças tradicionais do povo Xerente, causando doenças respiratórias e diarreias nas crianças e nos idosos. Não bastasse isso, a comunidade sofre ainda pressões de autoridades das cidades vizinhas à terra indígena, que demandam o asfaltamento das rodovias TO-010 e TO-245 e a construção da ponte no Rio Sono, agravando os conflitos internos e expondo a comunidade ao alcoolismo e à prostituição.

Com informações de: Cimi Regional Goiás/Tocantins

TERRA INDÍGENA: INAWÉBOHONA

POVOS: JAVAÉ e KARAJÁ

TIPO DE DANO/CONFLITO: Contaminação por agrotóxico; queimadas; arrendamento; caça e pesca ilegais

DESCRIÇÃO: O Parque Nacional do Araguaia e a TI Inawébohona, localizados às margens dos rios Javaé e Araguaia, sofrem com as queimadas durante o período de seca no verão, assim como sofrem impactos do processo de arrendamento do pasto nativo da Ilha do Bananal. Além da pesca predatória nos lagos e rios, é constante a invasão de caçadores clandestinos, pois a região é rica em variedades de animais, tais como: anta, veados, búfalos e aves de diversas espécies. Devido ao uso abusivo de agrotóxicos nas plantações de soja, arroz e melancia, as águas dos rios Javaé, Urubu e Formoso estão contaminadas e impróprias para o uso.

Com informações de: Cimi Regional Goiás/Tocantins

TERRA INDÍGENA: APINAYÉ

POVO: APINAJÉ

TIPO DE DANO/CONFLITO: Caça e pesca ilegais; extração ilegal de madeira  
 DESCRIÇÃO: Invasões na área indígena para a retirada de madeira; caça e pesca ilegais; expansão do agronegócio; e pressão das prefeituras de Tocantinópolis e do governo de Tocantins para o asfaltamento da rodovia TO-126 são alguns dos problemas enfrentados pelo povo Apinajé. O avanço do agronegócio, financiado pelo Banco da Amazônia, incide em terras já declaradas e com processo demarcatório em andamento pela Funai. Além disso, o licenciamento ambiental realizado pelo Naturantins, órgão público estatal responsável pelo meio ambiente, para um empreendimento em torno da terra indígena, foi concedido sem que qualquer consulta tivesse sido feita à comunidade.

Com informações de: Cimi Regional Goiás/Tocantins”

Faz-se necessário ressaltar que em todos os relatos aqui expostos são destacadas as atividades agrícolas, e, em seis dos oito relatos, são destacados os danos causados por agrotóxicos.

Silva e Grácio (2020) ao discutirem a “relação entre o modelo de desenvolvimento em curso no estado do Tocantins e alguns dos impactos que afetam as terras e, conseqüentemente, a organização social, cosmológica e produtiva do povo indígena Akwê-Xerente”, apontaram como danosas as atividades da agropecuária, principalmente para os povos originários e o meio ambiente. Conforme os autores, a atividade agropecuária “com frequência está associada a conflitos, concentração fundiária, crescimento demográfico, pressão sobre recursos naturais, desmatamento, diminuição significativa da fauna, comprometimento da flora, comprometimento de qualidade da água e impactos culturais”.

Sob o aspecto cosmológico, Araújo (2016) ao estudar “Os Territórios, os modos de vida e as cosmologias dos indígenas Akwê-Xerente, e os impactos da UHE de Lajeado”, concluiu que “a vida social desse grupo, embora caminhe num ritmo muito intenso de mudanças, ao se reconfigurar, não tem deixado enfraquecer/perder o significado de sua cultura e cosmologia”, no entanto, a autora aponta que:

“É perceptível o temor dos Xerente, de como será o futuro de seu povo, diante dos efeitos provocados pela UHE de Lajeado, e de outras grandes obras. É notório que a cultura e cosmologia são seus campos de conhecimento e de vivência, mas precisam conhecer este outro mundo, o mundo do que vem de fora, que lhes é apresentado, em que os elementos de mudança vão se integrando à tradição”.

Por fim, destacamos a fala de S. Xerente, em fevereiro de 2019, que aponta os danos ambientais e à saúde do povo, provocados pelos agrotóxicos na T.I. Xerente. O relato foi retirado da pesquisa feita por Silva e Grácio (2020), vejamos:

“Vivemos cercados pelas plantações de cana. Eles jogam veneno e cai na nossa aldeia, adoece nosso povo. Estão tirando nossa água, os bichos estão morrendo. Antes eu poderia saber se ia chover muito no ano, pois tinha cigarra que avisava. Então eu sabia se devia plantar a roça ou não. Agora as cigarras sumiram e, esse ano, que foi bom de chuva, eu não plantei, pois não teve cigarra para avisar”.

É perceptível pelos relatos e pelos estudos analisados que o povo Xerente sofre constantemente com o avanço das atividades agropecuárias, o que coloca em risco o modo de vida desse povo, no entanto, é clara a consciência sócio-ambiental e a busca pela mitigação dos impactos por parte das lideranças Xerentes.

#### **4. Considerações finais**

A pressão territorial exercida sobre os povos indígenas no Brasil foi mudando a sua caracterização com o decorrer dos anos, perpassando, sem perder a continuidade, pela exploração de madeira, no início da colonização, pela expansão da pecuária, e mais recentemente pela expansão da agricultura. No entanto, os aspectos exploratórios do período colonial foram sendo mantidos, inclusive com a anuência do Estado que, em nome do desenvolvimento econômico do país beneficia tais empreendimentos em detrimento dos direitos dos povos indígenas.

O povo Xerente, que possui um histórico de lutas pela manutenção da sua cultura e do seu território, demonstrado por diversos pesquisadores, dentre os quais Schoroeder (2010) e Lima (2016), continua sofrendo com as pressões territoriais de forma direta ao se verem cercados por grandes empreendimentos, que vão da agricultura à produção de energia (hidrelétricas), e de forma indireta com a aplicação dos agrotóxicos nas monoculturas que chegam às terras indígenas por deriva, e tem interferido na manutenção da qualidade ambiental, visto seus efeitos sobre a vegetação nativa, os animais e principalmente sobre saúde da população. Esse povo está sendo altamente impactado por um modelo de ocupação e uso dos recursos naturais que não é o deles, reflexo da lógica da colonialidade do poder.

Há no Brasil um aparato legal de proteção aos povos indígenas dentre os quais destacamos a Lei nº 6.001, de 19 de dezembro de 1973, que dispõe sobre o Estatuto do

Índio, a Constituição Federal de 1988 e a Convenção 169 da Organização Internacional do Trabalho (OIT), adotada em Genebra, em 27 de junho de 2002, promulgada no Brasil através do Decreto nº 5.051, de 19 de abril de 2004. Diferentemente da Carta Magna e da Convenção 169 da OIT, as quais convergem nos aspectos protecionistas e buscam além do tratamento igualitário entre os indígenas e não indígenas, respeito e valorização das diferenças existentes, a fim de preservar aspectos culturais e comportamentais dos povos indígenas; e a Lei nº 6.001/1973 incentiva a integração dos povos indígenas na sociedade dita “civilizada”, refletindo a intenção do Estado em ter de volta para si as terras que por ventura tenham sido “abandonadas” pelos índios que foram totalmente integrados, pelos quais também o estado não teria mais o dever de tutela. Demonstra-se necessária a atualização da referida lei.

Ficou demonstrado que apesar da evolução no tratamento dos direitos dos povos originários na CF/88, há um processo de exclusão dos direitos dessas populações. O povo Xerente tem sofrido os efeitos deletérios dos grandes empreendimentos, em destaque neste artigo a expansão agrícola e conseqüente uso de agrotóxicos, e vivem hoje de forma não compatível com seus direitos constitucionais.

Diante da expansão agrícola acentuada nos dias atuais, e apesar dos impasses legais e preferência do Estado pelos grandes empreendimentos, o povo indígena Xerente tem tido o seu modo de vida alterado, principalmente em aspectos relacionados à alimentação (Rocha et al, 2015; Rocha et al, 2016; Lima,2016), visto que conforme o relatado pelos moradores, tem ocorrido a diminuição da caça, da oferta dos frutos costumeiramente coletados no cerrado, que podem ter relação com o uso de agrotóxicos. No entanto, ao demonstrar preocupação com os danos causados pelos agrotóxicos ao meio ambiente e à saúde dos moradores das aldeias localizadas na fronteira com as monoculturas, fica demonstrado que apesar da pressão, o Xerentes tem se mantido ativo na luta pela defesa do seu território e da sua cultura.

A exemplo disso, a manutenção do hábito da caça, mesmo que de forma reduzida e com armamento dos brancos, a continuidade da coleta dos frutos, e em aspectos linguísticos também. Os Xerentes só conversam em português com quem não pertence à comunidade, entre eles a comunicação é feita através da língua Akwen. Neste sentido, Lima (2016):

“Não há que se falar em processo de aculturação, suas entrevistas deixam claro que ao mesmo tempo em que sofrem a pressão do capital vão desenvolvendo estratégias de sobrevivência que negam a ordem capitalista instituída no

sentido da acumulação, atribuindo um valor diferente ao dinheiro, ao recriarem novas formas de sociabilidade ainda pautadas no bem comum, relações coletivas de contribuição com alimentação das famílias nas aldeias.”

Os recursos naturais disponíveis na Terra Indígena Xerente, já limitados pelo estreitamento da terra, e conseqüente confinamento dos indígenas no território atual, conforme Schoroeder (2010), sofrem também com alterações em sua composição química provocadas pela pulverização dos agrotóxicos, as quais necessitam de maior investigação científica através do monitoramento ambiental.

## 5. Referências

BRASIL. [Constituição (1988)]. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Brasília, DF: Presidência da República, [2019]. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Constituicao/Constituicao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm).

BRASIL. DECRETO Nº 5.051, DE 19 DE ABRIL DE 2004. CONVENÇÃO No 169 DA OIT SOBRE POVOS INDÍGENAS E TRIBAIS. Brasília, DF: Presidência da República, [2019]. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2004-2006/2004/decreto/d5051.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/decreto/d5051.htm)

BRASIL. DECRETO Nº 8.447, DE 6 DE MAIO DE 2015. Brasília, DF: Presidência da República, [2019]. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2015-2018/2015/decreto/d8447.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/decreto/d8447.htm)

BRASIL. IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Mapa de Biomas Do Brasil*. <http://mapas.ibge.gov.br/biomas2/viewer.htm>. 2012.

BRASIL. LEI Nº 6.001, DE 19 DE DEZEMBRO DE 1973. Brasília, DF: Presidência da República, [2019]. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/L6001.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L6001.htm)

BRASIL. PARECER Nº GMF-05(\*) - PARECER AGU DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO Órgão: Presidência da República/DESPACHOS DO PRESIDENTE DA REPÚBLICA. Publicado em: 20/07/2017 | Edição: 138 | Seção: 1 | Página: 7. Disponível em: [https://www.in.gov.br/materia/-/asset\\_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/19185923/do1-2017-07-20-parecer-n-gmf-05--19185807](https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/19185923/do1-2017-07-20-parecer-n-gmf-05--19185807)

CARDOSO-DA-SILVA, J. M.; BATES, J. M. *Biogeographic Patterns and Conservation in the South American Cerrado: A Tropical Savanna Hotspot*. *BioScience* 52 (3): 225. 2002

CARRASCO, AE. et al. Glyphosate-based herbicides produce teratogenic effects on vertebrates by impairing retinoic acid signaling. *Chemical Research in Toxicology*, vol. 23, n. 10, p. 1.586-95, 2010.

DE PAULA, Luís Roberto. Dinâmica faccional Xerente: esfera local e processos sociopolíticos nacionais e internacionais. 2000. Dissertação (Mestrado em Antropologia) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

LENZA, Pedro. Direito Constitucional Esquematizado. São Paulo: Editora Saraiva, 2018.

LIMA, Layanna Giordana Bernardo. Os Akwê-Xerente no Tocantins: território indígena e as questões socioambientais; orientador Ariovaldo Umbelino de Oliveira. – São Paulo, 2016. 320

MACHADO, R. B.; NETO, M. G. P.; CALDAS E. F.; GONÇALVES, D. A.; SANTOS N. A.; TABOR, K.; STEININGER, M. *Estimativas de Perda Da Área Do Cerrado Brasileiro*. International do Brasil, ..., 1–23. doi:10.1590/S0104-42302007000600013. 2004.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. Metodologia Científica. 8. Ed. São Paulo: Atlas GEN, 2017 [6. Ed. 2011]

MYERS, N.N, MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; FONSECA, G. A. B.; KENT, J. *Biodiversity Hotspots for Conservation Priorities*. Nature 403 (February): 853–58. doi:10.1038/35002501. 2000.

OLIVEIRA, A.P.A. de et al. Physiological and morphoanatomic responses of *Bowdichia virgilioides* Kunth. (Fabaceae) to glyphosate. Revista Árvore, v. 45, p.1-13, 2021. DOI:10.1590/1806-908820210000028

PIGNATI, W. A.; LIMA, F. A. N. S.; LARA, S. S.; CORREA, M. L. M.; BARBOSA, J. R.; LEÃO, L. H. C.; PIGNATI, M. G. 2017. *Distribuição espacial do uso de agrotóxicos no Brasil: uma ferramenta para a Vigilância em Saúde*. Ciência & Saúde Coletiva, 22(10):3281-3293, 2017.

QUIJANO, Anibal. Colonialidade do poder, eurocentrismo e América Latina. *En libro: A colonialidade do saber: eurocentrismo e ciências sociais. Perspectivas latino-americanas*. Edgardo Lander (org). Colección Sur Sur, CLACSO, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina. setembro 2005. pp.117-142. Disponible en la World Wide Web: <http://bibliotecavirtual.clacso.org.ar/ar/libros/lander/pt/Quijano.rtf>

ROCHA, T. E. da S.; SILVA, R. P.; NASCIMENTO, M. M. Mudanças dos hábitos alimentares entre os Akwen Xerente. Revista Escola de Enfermagem da USP, v50, n.esp, p. 096-100, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0080-623420160000300014>

RODRIGUES, W.; VASCONCELOS, S. J.; BARBIERO, A. K. Análise da efetividade socioeconômica do Prodecer III no município de Pedro Afonso, Tocantins. Pesq. Agropec. Trop., Goiânia, v. 39, n. 4, p. 301-306, out./dez. 2009.

SANTOS, V. R. S.; CRISPIM FILHO, A. J.; SANTANA, M. M.; COSTA, A. C.; SILVA, K. L. F.. Análises fisiológicas e morfoanatômicas de *Cenostigma macrophyllum* Tul. (Fabaceae) submetida a diferentes concentrações de glifosato. Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais, v.11, n.5, p. 159-173, 2020. DOI: 10.6008/CBPC2179-6858.2020.005.0017

SCHMIDT, R. Nossa cultura é pequi, frutinha do mato: um estudo sobre as práticas alimentares do povo Akwẽ. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Sociais, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2011.

SCHMIDT, R. *Nossa cultura é pequi, frutinha do mato: um estudo sobre as práticas alimentares do povo Akwẽ*. Dissertação (mestrado) Antropologia Social da Universidade Federal de Goiás - GO. 2011.

SCHROEDER, Ivo. Os Xerente: estrutura, história e política. *Sociedade e Cultura*, vol. 13, núm. 1, enero-junio, 2010, pp. 67-78. Universidade Federal de Goiás. Goiania, Brasil. Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=70315011007>

SÉRALINI, G-E et al. Republished study: long-term toxicity of a Roundup herbicide and a Roundup-tolerant genetically modified maize. *Environmental Sciences Europe*, 2014. Disponível em: <[www.enveurope.com/content/26/1/14](http://www.enveurope.com/content/26/1/14)>.

SILVA, R.P.; GRÁCIO, H.R.. O modelo de desenvolvimento do tocantins e o povo Akwẽ-Xerente: impactos socioambientais e desafios da interculturalidade. *PRACS: Revista Eletrônica de Humanidades do Curso de Ciências Sociais da UNIFAP*. Macapá, v. 13, n. 2, p. 131-144, jul./dez. 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.18468/pracs.2020v13n2.p131-144>

SOUZA FILHO, Carlos Frederico Marés de. Dos Índios. In: CANOTILHO, J. J. Gomes; SARLET, Ingo Wolfgang; STRECK, Lênio Luiz; MENDES, Gilmar Ferreira. *Comentários à Constituição do Brasil*. 2.ed. São Paulo: Saraiva Educação, 2018, p. 2252

SUPREMO TRIBUNAL FEDERAL. REPERCUSSÃO GERAL NO RECURSO EXTRAORDINÁRIO 1.017.365 SANTA CATARINA. Relator: MIN. EDSON FACHIN. Disponível em: <https://redir.stf.jus.br/paginadorpub/paginador.jsp?docTP=TP&docID=749577852>

### ARTIGO III

#### **ANÁLISE MORFOANATÔMICA EM PLANTAS DE *Cenostigma macrophyllum* Tul. (Fabaceae) LOCALIZADAS NA REGIÃO DE FRONTEIRA ENTRE MONOCULTURA E O TERRITÓRIO INDÍGENA AKWÊ-XERENTE**

Este artigo foi submetido para avaliação na Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais e foi aceito em 05 de março de 2022. Após solicitação, a revista autorizou que o referido artigo integrasse a presente tese de doutorado. A formatação está conforme as regras da revista.

**ANÁLISE MORFOANATÔMICA EM PLANTAS DE *Cenostigma macrophyllum*  
Tul. (Fabaceae) LOCALIZADAS NA REGIÃO DE FRONTEIRA ENTRE  
MONOCULTURA E O TERRITÓRIO INDÍGENA AKWĒ-XERENTE**

**RESUMO**

Com o aumento do uso de agrotóxicos tem aumentado a preocupação dos efeitos deletérios destas substâncias ao meio ambiente e à saúde humana. Comunidades que vivem próximas a monoculturas são as que tendem a sentir mais diretamente tais efeitos. Neste contexto, é relevante o estudo de plantas nativas, localizadas em vegetação adjacente a monoculturas, como ferramenta auxiliar no biomonitoramento da presença de agrotóxicos nestas áreas. Objetivou-se identificar os efeitos dos agrotóxicos em plantas de *Cenostigma macrophyllum* Tul. (Fabaceae), presentes em região de fronteira entre terras indígenas e monoculturas, no intuito de verificar se esta espécie seria aplicável para trabalhos de biomonitoramento da presença de agrotóxicos. Para tanto, a morfoanatomia de plantas presentes em campo foi comparada com plantas expostas a herbicida, em condições laboratoriais controladas. Verificou-se alterações morfoanatômicas nas folhas de plantas coletadas em campo, semelhantes às observadas em estudos sob condições controladas, o que pode indicar o uso de *C. macrophyllum* para o biomonitoramento da presença de agrotóxico, bem como indicar o uso de análises morfoanatômicas de plantas como ferramenta alternativa no biomonitoramento de agrotóxicos.

**Palavras-chave:** Agrotóxicos; biomonitoramento; comunidades tradicionais

**MORPHOANATOMICAL ANALYSIS IN PLANTS OF *Cenostigma*  
*macrophyllum* Tul. (Fabaceae) LOCATED IN THE BORDER REGION  
BETWEEN MONOCULTURE AND THE AKWĒ-XERENTE INDIGENOUS  
TERRITORY**

**ABSTRACT**

With the increase in the use of pesticides, concern about the deleterious effects of these substances on the environment and human health has increased. Communities that live close to monocultures tend to feel these effects most directly. In this context, the study of native plants, located in vegetation adjacent to monocultures, is relevant as an auxiliary tool in the biomonitoring of the presence of pesticides in these areas. The objective was to identify the effects of pesticides on *Cenostigma macrophyllum* Tul. plants (Fabaceae), present in the border region between indigenous lands and monocultures in order to verify whether this species would be applicable for biomonitoring of the presence of pesticides. Therefore, the morphoanatomy of plants present in the field was compared with plants exposed to herbicide, under controlled laboratory conditions. There were morphoanatomical changes in the leaves of plants collected in the field, similar to those observed in studies under controlled conditions, which may indicate the use of *C.*

*macrophyllum* for biomonitoring of the presence of pesticides, as well as indicating the use of morphoanatomical analyzes of plants as an alternative tool in pesticide biomonitoring.

**Keywords:** Pesticides; biomonitoring; traditional communities

## INTRODUÇÃO

A produção e exportação de grãos no Brasil é destaque no cenário internacional. Um estudo recente elaborado pela Secretaria de Inteligência e Relações Estratégicas (SIRE) da Embrapa sobre a produção e exportação do Brasil entre os anos 2000 e 2020 revelou que o Brasil é o quarto maior produtor de grãos do mundo e o segundo maior exportador (EMBRAPA, 2021). Ainda segundo o estudo, em se tratando da produção de soja, o país passou a ser, a partir do ano 2020, o maior produtor e exportador, respondendo por 50% do comércio mundial. As características climáticas, a extensão do seu território e a grande porção de áreas cultiváveis possibilitam a produção agrícola, capaz de abastecer o país e boa parte do mundo, no que tange essas características (MARTINELLI et al., 2010). No Estado do Tocantins, maior produtor de grãos da região Norte, a produção de grãos foi de 5,5 milhões de toneladas na safra 2020/21 (CONAB, 2021). A produção em larga escala põe em risco espécies nativas da região (INOUE e OLIVEIRA JR., 2011), pois nem sempre as técnicas de manejo são adequadas. Simons (2012) discute a eficácia da agricultura nos moldes atuais em contraposição da agricultura familiar, no combate a fome no mundo. Ele afirma que com a estrutura atual, não será possível alimentar os 9 milhões de pessoas previstos para 2050, por conta das alterações climáticas e ambientais provocadas por esse modelo, que inviabilizará a produção.

Os impactos da agricultura no Cerrado se dão das mais diversas maneiras, dentre elas, o uso de agrotóxicos. Estes podem ser subdivididos em diversas categorias conforme a finalidade do uso. Os mais utilizados são inseticidas, fungicidas, bactericidas, acaricidas, herbicidas, dentre outros. Por conta da eficácia e rapidez em controlar diversas espécies de planta daninha, os herbicidas são amplamente utilizados em todo o mundo (DE TOLEDO et al., 1996; YAMASHITA et al., 2009).

Os herbicidas possuem variadas formulações. Conforme a cultura a que serão destinados, podem durante a fotossíntese, inibir o fluxo de elétrons no fotossistema II durante a fotossíntese, bem como podem atuar na inibição de aminoácidos aromáticos, de aminoácidos de cadeia ramificada, da síntese de lipídeos, podendo também atuar na

degradação da membrana celular e na regulação do crescimento de plantas (VIDAL,1997). Devem ser usados com cautela a fim de maximizar suas vantagens e minimizar os riscos toxicológicos e ambientais (BLANCO E VELINI, 2005).

A devastação de grandes áreas para a agricultura e a utilização indiscriminada de agrotóxicos, interferem diretamente nos ecossistemas e podem provocar danos irreparáveis. A biodiversidade da flora e fauna brasileiras tem sofrido grandes alterações, o que compromete os inúmeros serviços ambientais ofertados pelos ecossistemas, que sustentam os sistemas agrícolas tão importantes para a economia brasileira (MARTINELLI E FILOSO, 2009; PIRES et al., 2018). Os agrotóxicos, são grandes responsáveis pela poluição agrícola e apresentam diferentes níveis de toxidez ao homem (PEIXOTO, 2010). Segundo Martinelli et al. (2010) e Oliveira et al. (2018), a poluição agrícola e a mudança do uso da terra, estão interferindo na saúde dos seres humanos e dos ecossistemas em todo o Brasil.

Dentre as populações humanas mais afetadas pelos efeitos nocivos dos agrotóxicos, estão aquelas que vivem nas proximidades de grandes monoculturas. Neste trabalho, destacaremos os riscos do uso de agrotóxicos em monoculturas adjacentes a Terras Indígenas, dando ênfase ao Território Indígena Akwẽ-Xerente, localizado no Estado do Tocantins.

Em um levantamento de estudos sobre os danos provocados pelo uso de agrotóxicos aos povos indígenas, Ribeiro e de Sá Neto (2019) apontam o uso de agrotóxicos no Brasil como uma forma de extermínio de populações indígenas. Ainda segundo os autores, o uso de agrotóxicos configura uma “violência velada e um atentado contra a dignidade da pessoa humana e da própria natureza, em prol do desenvolvimento econômico promovido pelo agronegócio”.

Neste contexto, faz-se necessária a avaliação dos impactos causados pelos agrotóxicos que chegam por deriva às Terras Indígenas, adjacentes às plantações. Uma das formas de avaliar os efeitos dos herbicidas no ambiente é através do biomonitoramento. Segundo Matthews et al. (1982), biomonitoramento é o uso sistemático das respostas de organismos vivos para avaliar as mudanças ocorridas no ambiente, geralmente causadas por ações antrópicas. O estudo da morfoanatomia de plantas expostas a poluentes tem contribuído com informações sobre a qualidade do ambiente (DE TEMMERMAN et al., 2004). Para tanto, é necessário estabelecer um padrão de respostas morfoanatômicas e fisiológicas de variadas espécies, que servem de

parâmetros para estudos comparativos entre análises laboratoriais e de campo. Os efeitos dos herbicidas, assim como de outros poluentes, podem ser aparentes ou não. As plantas podem oferecer respostas a nível celular, que indicam a ação do herbicida, como também danos visíveis como clorose, necrose e senescência em diferentes órgãos. As folhas são órgãos bastante sensíveis onde as respostas costumam ocorrer, sendo, portanto, de fácil averiguação.

Diversos estudos têm demonstrado a importância da avaliação morfoanatômica de plantas expostas a poluentes, tais como poluição industrial (MARTINS et al., 2008), sensibilidade ao ozônio (BULBOVAS et al., 2008; GRAVANO et al., 2004; PEDROSO E ALVES, 2015), exposição ao arsênio (SILVA, 2008), exposição a chuva ácida e deposição de pó de minério de ferro (NEVES et al., 2009), efeitos do fluoreto em plantas de *Hypericum perforatum* (FORNASIERO, 2003), gramíneas bioindicadoras da presença de flúor em regiões tropicais (OLIVA et al., 2005) e efeitos deletérios dos agrotóxicos (SILVA et al., 2014; SILVA et al., 2016; OLIVEIRA et al., 2021).

Objetivou-se no presente estudo verificar se plantas de *Cenostigma macrophyllum* Tul. (Fabaceae), presentes em região de fronteira entre terras indígenas e monoculturas, apresentam sintomas de efeitos de exposição a agrotóxicos, no intuito de verificar se esta espécie seria aplicável para trabalhos de biomonitoramento.

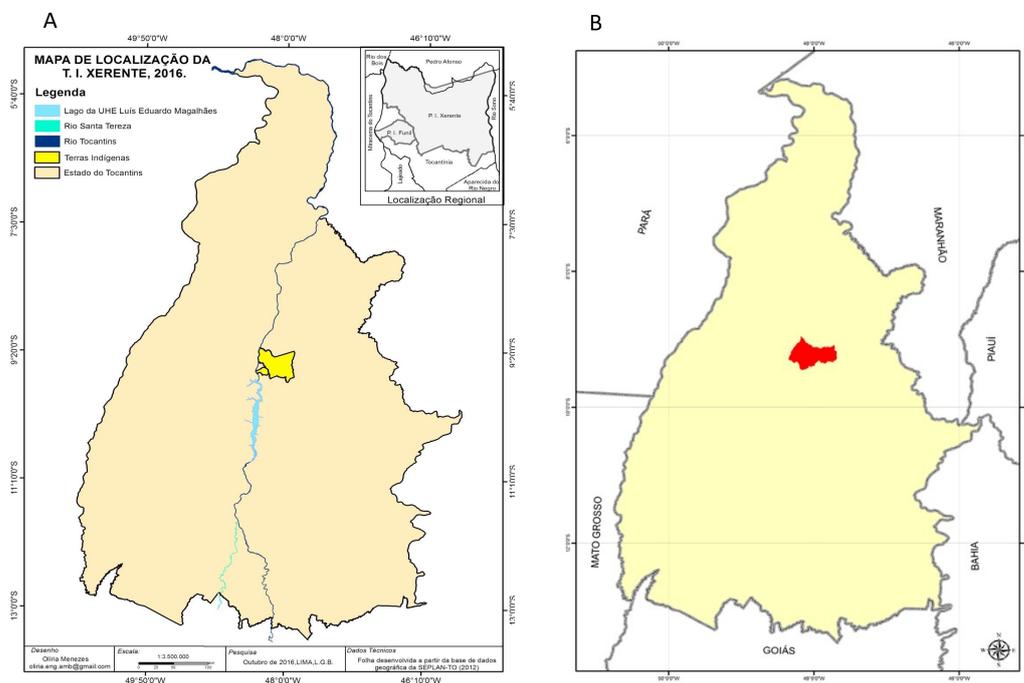
## MATERIAL E MÉTODOS

### Área de Estudo

As coletas foram realizadas em um trecho da fronteira entre o Território Indígena Akwẽ-Xerentee o município de Pedro Afonso, Tocantins, Brasil. Parte da área estudada estava cultivada com soja e outra parte com cana-de-açúcar.

O Território Indígena Akwẽ-Xerente está localizado a leste do Rio Tocantins, e é subdividido em duas Terras Indígenas, a Terra indígena Xerente denominada “Área Grande”, com superfície total de 167.542.1058 ha, que foi identificada oficialmente pela Funai como área ocupada pelos Akwẽ-Xerente em 1972; e, a Terra Funil, com superfície de 15.703.7974 ha, identificada como oficialmente ocupada em 1982, à margem direita do rio Tocantins(Lima, 2016). O Território indígena dos Akwẽ-Xerente faz divisa com as cidades de Pedro Afonso, Rio Sono, Tocantínia e Aparecida do Rio Negro (Mapa1).

O município de Pedro Afonso está localizado na Zona Norte do Estado, na confluência dos rios Tocantins e Rio Sono, limitando com os municípios de Tocantínia, Tupirama, Lizarda e Itacajá (IBGE, 2017), com superfície total de 2.010,902 km<sup>2</sup> (SEPLAN-TO, 2017). O solo é composto por cambissolos, neossolos, latossolos, plintossolos, argissolos, nitossolos, luvisossolos, planossolos e gleissolos (SEPLAN, 2017).



Mapa I - A- Localização da Terra Indígena Akwê-Xerente (Lima, 2016). Mapa 1-B - Em destaque vermelho está a localização do município de Pedro Afonso - SISTEMA DE REFERÊNCIA: SAD-69 | PROJEÇÃO POLICÔNICA. Meridiano Referência: 54° W. Gr. | Paralelo de Referência: 0°. Fonte: Diretoria de Pesquisa e Informações Estatísticas. Base de Dados Geográficos do Tocantins - atualização 2012. Palmas, SEPLAN/DPIE, janeiro/2012. CD-ROM. (Atualização de arquivos em escala 1:1.000.000 da Base de Dados Geográficos do Tocantins). Organizado por Rodrigo Sabino Teixeira Borges e Paulo Augusto Barros de Sousa. (SEPLAN-TO, 2017).

O período chuvoso em Pedro Afonso dura entre 180 e 190 dias, abrangendo os meses de novembro a abril, quando são observadas a ocorrência de até 7 veranicos por ano, em média. Entre os meses de janeiro e março podem ocorrer até 16 dias de precipitação superior a 1mm (BATISTA et al., 2020).

## Material avaliado

### Material vegetal de campo

Em um transecto de 4.800 metros, foram marcados e georreferenciados 05 (cinco) exemplares da espécie *Cenostigma macrophyllum* Tul. (Fabaceae), conhecida popularmente como cega facão ou caneleiro. Segundo Gaem (2020), a espécie apresenta

folhas pecioladas, alternas espiraladas, sem nectários extraflorais, pinadas ou bipinadas; pinas 1–11 pares por folha, adicionadas de uma pina terminal ou está ausente ou reduzida a uma pequena extensão da raque, opostas ou alternas ao longo da raque; foliólulos 1–31 por pina, quando mais de um, então geralmente alternos ao longo da ráquila, elípticos, ovais, oblongos ou rômnicos.

Foram realizadas duas coletas, uma no final do período seco, em 30/09/2019, e outra no início do período chuvoso, em 29/11/2019. Foi coletada uma folha da região mediana do arbusto de cada exemplar. As folhas foram acomodadas em sacos plásticos e transportadas, em uma caixa de isopor, até o laboratório de Anatomia Vegetal da Universidade Federal do Tocantins. De cada folha coletada foi selecionado um folíolo da região mediana, onde foram realizados os cortes na borda e nervura da região mediana do folíolo para análise morfoanatômica, a fim de comparar as plantas presentes no campo, com plantas expostas a herbicida em condições laboratoriais controladas.

#### Material vegetal cultivado em casa de vegetação

Plantas de *Cenostigma macrophyllum* Tul. foram submetidas à situação controlada de simulação de deriva do herbicida glifosato por Santos et al. (2020). As características observadas em resposta da presença do herbicida na referida espécie foram utilizadas como parâmetro de comparação neste trabalho.

#### **Análise morfoanatômica**

As folhas foram analisadas quanto ao aspecto geral da morfologia e coloração. Para análises anatômicas em microscopia de luz, amostras de folhas foram fixadas em solução formaldeído, ácido acético, etanol 50%, 1:1:18 (v/v) - FAA 50% (JOHANSEN, 1940, p. 41) durante 24 horas sob vácuo. Após esse período foi realizada desidratação em série etílica crescente até o álcool 70%, no qual foi possível armazenar e conservar o material. Ao fim desta etapa, as amostras foram desidratadas em um intervalo de tempo de 1 hora para cada troca, em série etílica e butílica (80, 90 e 100%, etílico butílico (3:1), etílico butílico (1:1), etílico butílico (1:3) e butílico puro) permanecendo “over night” em álcool butílico + parafina (1:1), e posteriormente submetidas a duas trocas de parafina por 1 hora cada. Após infiltração, as amostras foram emblocadas (parafina + cera de abelha

8%), seguindo orientação do plano de corte (transversal). Após o resfriamento, foram confeccionados dois blocos para cada indivíduo, sendo um com um corte da borda do folíolo e outro com um corte da nervura principal, ambos localizada na região mediana do folíolo.

Na sequência foram feitos cortes transversais em micrótomo rotativo semi-motorizado (RM2245-Leica), a 12µm de espessura e aderidos à lâmina com adesivo de Haupt (HAUPT, 1930). Para cada amostra foram confeccionadas cinco lâminas, com aproximadamente 06 cortes. Posteriormente, os cortes foram desparafinizados em série xilólica, hidratados em série etílica e corados em safranina 1% e azul de toluidinapor 20 min (GERLACH, 1984). Em seguida, as lâminas foram lavadas em água destilada e desidratadas em série etílica (30%, 50%,70%, 85%, 95% e 100%), e posteriormente submetidas à série xilólica e montadas com bálsamo do Canadá, entre lâmina e lamínula. Em cada lâmina foram selecionados aleatoriamente três cortes. As imagens foram capturadas pelo microscópio óptico Leica DM 500, com câmera Leica ICC50 HD acoplada.

## RESULTADOS

De um modo geral, as plantas de *Cenostigma macrophyllum* Tul. (Fabaceae), presentes na área estudada apresentavam alterações morfológicas nas folhas, principalmente nas folhas jovens que possuíam aspecto retorcido (Figura 1). Foram observadas cloroses no limbo foliar e necroses marginais nas folhas de plantas de *C. macrophyllum* presentes no campo (Figura 1A).

As plantas de *C. macrophyllum* localizadas na área de cerrado, fronteira a um plantio de soja, apresentavam como principal característica, indicativos de possíveis danos por exposição a agrotóxicos, curvaturas nas porções apicais da planta, indicando sintomas de epinastia (Figura 1B). Essas características não foram observadas nos indivíduos, localizados nas proximidades de plantação de cana-de-açúcar.

Quanto aos aspectos da anatomia foliar, os tecidos avaliados, tanto na região da borda do folíolo, quanto na região da nervura principal, apresentaram sintomas de fitotoxicidade. Não foram observadas diferenças anatômicas nos mesmos indivíduos, em datas de coletas diferentes.

Na região da borda do folíolo, observou-se uma interferência no padrão da divisão das células constituintes do tecido epiderme. Em algumas regiões nas folhas analisadas, a epiderme apresentou um padrão atípico de divisão celular com divisões no plano periclinal das células, tornando-a uma epiderme bisseriada. Estas divisões atípicas não foram observadas ao longo de todo o tecido, alternando áreas com epiderme unisseriada e outras com epiderme bisseriada (Figura 2-A). Observou-se ainda que, células na face abaxial da epiderme apresentam um espessamento na parede periclinal e anticlinal, que se corou de vermelho (asterisco na Figura 2-A).

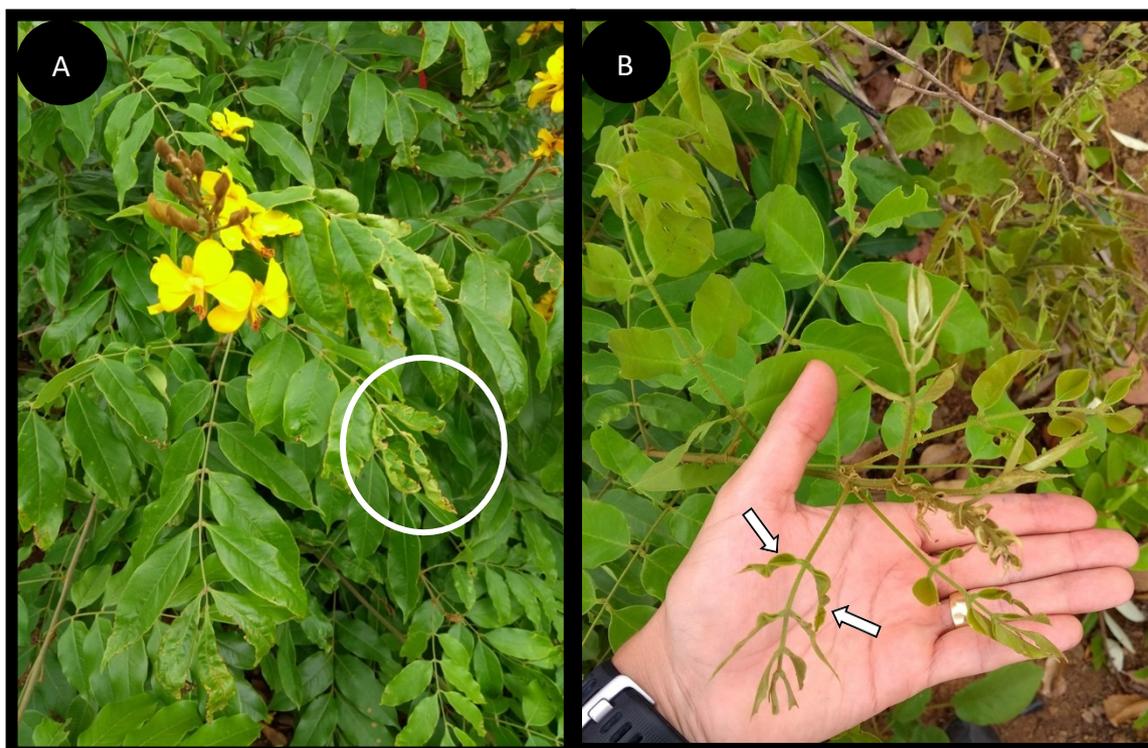


Figura 1– Aspectos morfológicos de plantas de *Cenostigma macrophyllum* Tul. (Fabaceae), presentes em região de fronteira entre as Terras Indígenas Xerente e monoculturas no município de Pedro Afonso/TO. A- Folhas com cloroses e necroses marginais. B- Folhas jovens com aspecto retorcido.

Na região do mesofilo observou-se bastante espaço intercelular, inclusive no parênquima paliçádico, além de deformidades na parede celular e má formação das fibras em torno do feixe vascular (Figura 2-B). Quanto ao conteúdo presente no canal secretor, foi possível perceber alteração tanto na coloração quanto na textura, que não estava homogêneo, bem como um acúmulo de compostos fenólicos nas células do epitélio do canal secretor (Figuras 2-C e 2-D).

Na análise da região próxima à nervura principal, foi possível observar, na epiderme, um atípico padrão de diferenciação das células, e o acúmulo de substâncias, possivelmente compostos fenólicos, que culminam no aparecimento de estruturas semelhantes a uma lenticela (Figura 2-E).

Na Figura 2-F observa-se uma região de borda contendo uma área de necrose. Nesta região observa-se células de epiderme e de parênquima com aspectos retorcidos e com acúmulos de compostos fenólicos.

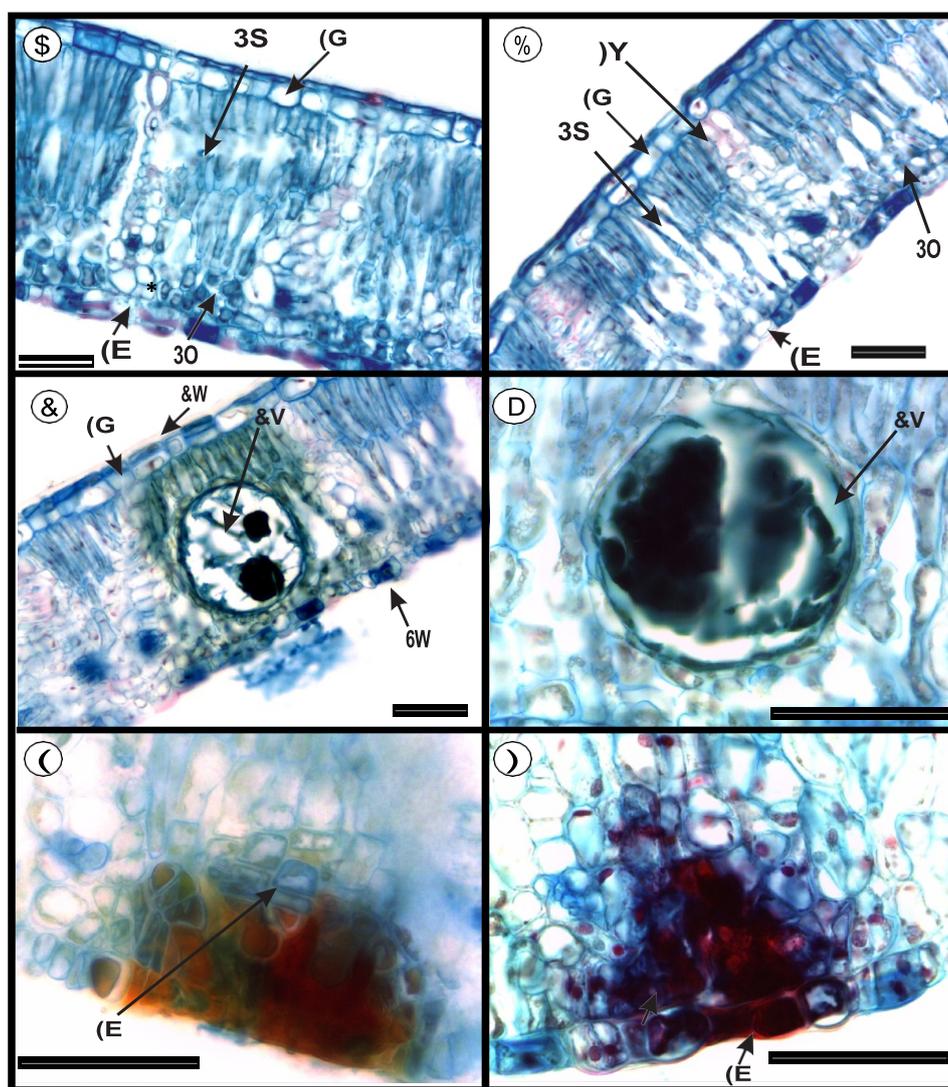


Figura 2 – Estrutura da lâmina foliar de *Cenostigma macrophyllum* Tul. (Fabaceae), em secção transversal (microscopia de luz) presentes em região de fronteira entre as Terras Indígenas Xerente e monoculturas no município de Pedro Afonso/TO. A, B, C, D, F – Borda foliar. E – Região da nervura principal. A- Epiderme bisseriada, espessamento da parede celular na face abaxial da epiderme (\*). B- Espaço entre as células do mesófilo. C-D – Canal secretor. E – Acúmulo de compostos fenólicos e formação de estrutura semelhante a lenticela. F – Necrose. Pp – Parênquima paliçádico. Pl – Parênquima lacunoso. Ed – Epiderme adaxial. Eb – Epiderme abaxial. Fv – Feixe vascular. Ct – Cutícula. Cs – Canal secretor. St – Estômato. Barra = 50µm.

## DISCUSSÃO

Pignati e Bombardi têm publicado diversos estudos que evidenciam a exposição humana constante a doses de agrotóxicos (BOMBARDI, 2016, 2017), bem como demonstram casos de intoxicação sofrida por populações expostas (PIGNATI, 2014, 2007). Ainda neste sentido, Lima et al. (2019), em estudo que objetivou verificar resíduos de agrotóxicos na água e discutir a dinâmica de inserção da agropecuária na região da Terra Indígena Marãiwatsédé, Mato Grosso, concluíram que “a presença de lavouras em atividade nos limites da TI são fontes constantes de emissão de agrotóxicos, possibilitando novas poluições de “fora para dentro” da TI”, e sugeriram “monitoramento ambiental permanente no interior e entorno da TI Marãiwatsédé, para queimadas, desmatamento e exposição aos agrotóxicos”. Desta maneira estudos que possam auxiliar e potencializar o monitoramento da presença de agrotóxicos no ambiente são necessários, principalmente nestas áreas de fronteira agrícola.

A análise morfológica e anatômica, em folhas de plantas de *C. macrophyllum* coletadas na área de estudo, demonstraram respostas indicativas da exposição das plantas estudadas à agrotóxicos. Em comparações histológicas com estudos realizados na mesma espécie, em casa de vegetação por Santos et al. (2020), verificou-se que as alterações observadas nas plantas coletadas em campo foram semelhantes às respostas analisadas em plantas da mesma espécie, após exposição ao herbicida glifosato, sob condições controladas. Porém, foram observadas alterações histológicas adicionais, que não foram vistas no material vegetal do laboratório. Estas alterações podem ter sido provocadas por conta da exposição a outros agrotóxicos, provocando efeitos sinérgicos de vários agrotóxicos ou por conta da exposição contínua aos agrotóxicos, incluindo o glifosato. Estes resultados reforçam a necessidade de alternativas de monitoramento de áreas de grande uso de agrotóxicos, principalmente em regiões de fronteira com terra indígena, tendo em vista que algumas aldeias que compõem as Terras Indígenas Xerente estão localizadas a menos de 400m metros da área de estudo. O fato das plantas presentes nesta região apresentarem respostas de exposição a agrotóxico é um possível indicativo que essa população indígena, também esteja recebendo constantemente doses destas substâncias aplicadas nas monoculturas adjacentes à suas terras, incluindo o glifosato, que já foi classificado pela Agência Internacional de Pesquisa do Câncer (IARC), órgão da Organização Mundial de Saúde (OMS), como provavelmente carcinogênicos, com

suficiente evidência de carcinogenicidade em animais e limitada evidência de carcinogenicidade em humanos (GUYTON et al., 2015).

Os sintomas de epinastia, como enrugamento nas regiões meristemáticas, que foram observados nas folhas das plantas do presente estudo, também foi observado por Santos et al. (2020) ao avaliar, em condições controladas, os efeitos do herbicida glifosato em *C. macrophyllum* Tul., nas plantas que receberam uma dose de 800g ha<sup>-1</sup>.i.a. O enrolamento das folhas jovens também foi identificado por Silva et al. (2016) em plantas de *Caryocar brasiliense* Cambess., submetidas a “altas doses” do herbicida glifosato, em deriva simulada. Yamada e Castro (2007) citam como sintomas comuns observados após a aplicação do glifosato, clorose foliar seguida de necrose, podendo ocorrer enrugamento e malformações, especialmente nas áreas de rebrotamento. Ressaltamos que a dose 800g ha<sup>-1</sup>.i.a. do Roudup Transorb R, utilizada por Santos et al. (2020), não é tida como subdose, e está dentro do espectro de doses comerciais utilizadas nas lavouras que varia entre 480g ha<sup>-1</sup>.i.a e 2160g ha<sup>-1</sup>.i.a, o que pode indicar que, o que chega por deriva não são subdoses e sim doses indicadas para o extermínio de plantas tidas como daninhas.

Dentre os tecidos que sofreram alterações, destaca-se a epiderme. Conforme Cutter (1986), a epiderme pode apresentar modificações estruturais como resposta aos fatores ambientais, o que faz com que análise deste tecido seja relevante em estudos de biomonitoramento. A divisão atípica encontrada em algumas células da epiderme pode ter ocorrido pelo fato deste tecido estar em contato direto com o ambiente e ser a primeira via de exposição destas substâncias. Assim, pode ter ocorrido uma desdiferenciação celular que provocou uma alteração no desenvolvimento deste tecido. Este fenômeno foi observado na epiderme de plantas de *C. macrophyllum* que estavam próximas a plantação de soja e apresentaram folhas jovens retorcidas, efeito provocado pelo herbicida glifosato (SANTOS et al., 2020). É possível que o herbicida tenha alterado o padrão de divisão celular, indicando uma resposta da planta à exposição de componentes tóxicos. Faz-se necessário realizar um estudo da ontogenia destas plantas para confirmar esta proposição. Silva et al. (2018), analisaram a anatomia da folha de *C. macrophyllum* em duas áreas ecologicamente distintas, transição cerrado/caatinga e mata semidecídua. A epiderme, de todos os espécimes analisados, era unisseriada em ambas as faces. Tendo em vista que uma área de transição cerrado/caatinga passa por períodos mais longos de estiagem do que uma área de cerrado *stricto senso*, pode-se dizer que a possibilidade de problemas na divisão da epiderme, por conta de déficit hídrico, seja mínima. Assim, a presença de

epiderme bisseriada nas folhas das plantas analisadas pode ser resposta de defesa destas plantas constantemente expostas a agrotóxicos.

Além da epiderme bisseriada, verificou-se um processo de lignificação da parede celular da epiderme, pois suas células apresentaram aspecto e coloração de parede secundária, que não é previsto nas células deste tecido. Para confirmar a composição da substância, faz-se necessário um teste histoquímico. A epiderme bisseriada e ainda com reforço de parede secundária, formam uma barreira de proteção ainda maior, caracterizando-se como um mecanismo de defesa. Efeito contrário foi observado em casa de vegetação, tanto nos estudos realizados com esta espécie, quanto nos estudos realizados por Oliveira et al. (2021) e Silva et al. (2014), quando tanto a face adaxial quanto a abaxial da epiderme, apresentaram redução na espessura, desde a menor dose simulada. Tais efeitos antagônicos podem ser justificados pelo tempo de exposição ao herbicida, tendo em vista que em casa de vegetação, nos estudos citados, houve uma única exposição, diferente das condições de campo, em que a planta é constantemente exposta a agrotóxicos e outros fatores ambientais.

Além de alterações nas células epidérmicas, observou-se uma desorganização do mesofilo, onde também foi possível perceber a presença de espaço intercelular, inclusive no parênquima paliçádico. Estes efeitos estão relacionados ao acúmulo de CO<sub>2</sub>, o que pode indicar problemas nas trocas gasosas. Fernandes et al. (2015) e Peeva e Cornic (2009) sugerem que a elevação da concentração interna de CO<sub>2</sub> pode ser justificada pela baixa condutância difusiva de CO<sub>2</sub> do mesofilo e conseqüente baixa assimilação do CO<sub>2</sub> no Ciclo de Calvin durante a fotossíntese. Além disso, danos no aparato fotossintético também levam à menor absorção de CO<sub>2</sub> para realização da fotossíntese e, conseqüente acúmulo deste no mesofilo. Esta é uma característica de herbicidas que atuam nos fotossistemas, como o paraquate. É importante salientar que o paraquate teve seu uso proibido no Brasil conforme Resolução da Diretoria Colegiada N° 177, de 21/09/2017. Nos termos da resolução, o uso do paraquate não poderia mais ser feito a partir de setembro de 2020, no entanto, o uso foi prolongado para o manejo dos cultivos na safra agrícola de 2020/2021, conforme RDC n° 436, de 05/11/2020 e é provável que tenha sido aplicado nas monoculturas adjacente à Terra Indígena Xerente, o que explicaria os sintomas observados.

Foi possível perceber problemas na formação da parede celular das células da epiderme e dos parênquimas paliçádico e lacunoso. A formação da parede celular está

diretamente relacionada à rota do ácido chiquímico, visto que a parede celular secundária presente nas fibras é rica em lignina. O glifosato atua diretamente na interrupção da rota do ácido chiquímico, e tem como principal via de ação a inibição específica da enzima 5-enolpiruvil-chiquimato-3-fosfato-sintase (EPSPS), que participa da produção de três aminoácidos essenciais (triptofano, fenilalanina e tirosina) (JAWORSKI, 1972; ZABLOTOWICZ e REDDY, 2004). A ligação do glifosato à enzima EPSPS e sua consequente inibição, forma o complexo glifosato-pEPSPS-S3P (KRUSE et al., 2000), que provoca redução na eficiência fotossintética e menor produção de aminoácidos aromáticos, (OLIVEIRA JUNIOR e CONSTANTIN, 2001) alterando a produção de lignina, essencial na formação da parede celular secundária. Ele é o único herbicida a atuar na via do chiquimato, impedindo a produção de aminoácidos essenciais (fenilalanina, tirosina e triptofano). Nas plantas observadas no presente estudo, a parede celular das células da epiderme e dos parênquimas paliçádico e lacunoso, além de apresentar aspecto retorcido e problemas na formação, está pouco corada de vermelho, o que indica problemas na deposição de lignina. Porém, testes histoquímicos específicos seriam adequados para confirmar estes resultados.

O conteúdo presente no canal secretor de *C. macrophyllum* foi descrito por Silva et al. (2018), em análise histoquímica, como de coloração “mostarda”, que não reagiu para compostos lipídicos, fenólicos, pécnicos e proteicos, no entanto, Sousa et al. (2007) e Alves et al. (2012) demonstraram a presença de compostos fenólicos em *C. macrophyllum*, através de estudos bioquímicos. Tais compostos estão relacionados à proteção das plantas de patógenos. A alteração no conteúdo presente no canal secretor, tanto na coloração quanto no aspecto, corrobora com o que foi observado por Santos et al. (2020) em casa de vegetação. Os autores observaram mudança de coloração e textura do composto presente nos canais de *C. macrophyllum*, desde a menor dose estudada (25 g i.a ha<sup>-1</sup>), indicando interferência na produção de compostos fenólicos, associada ao herbicida glifosato. Ressalta-se que no estudo realizado em casa de vegetação, 25 g i.a ha<sup>-1</sup> é tida como subdose, e provocou efeitos deletérios em *C. macrophyllum*. Neste sentido, é possível afirmar que em situação de campo o glifosato afetou plantas não alvo através de deriva, fazendo-se necessária a quantificação para determinar a dose exata.

O acúmulo de substâncias, possivelmente compostos fenólicos, na região próxima à nervura principal, atrelado a uma divisão desordenada das células, que culminaram no aparecimento de estruturas semelhantes a uma lenticela, também é um indicativo da

interferência na produção de compostos fenólicos, associada ao glifosato. Silva (2016) apontou como efeitos do glifosato em plantas de *Caryocar brasiliense*, dentre outras alterações anatômicas foliares, tecidos necróticos e acúmulo de compostos fenólicos, corroborando com as alterações observadas neste trabalho.

Diante do observado em campo, ao comparar os efeitos morfológicos e histológicos ocorridos em plantas de *C. macrophyllum*, as alterações que convergem com as observadas em casa de vegetação, podem constituir evidências de que ao menos o herbicida glifosato tem chegado em espécies nativas, como *C. macrophyllum*, localizados na borda da vegetação.

No presente estudo, demonstra-se que a análise morfoanatômica de espécies localizadas em áreas adjacentes a monoculturas, pode ser uma alternativa de biomonitoramento de agrotóxicos, sendo necessário o investimento em estudos de mais espécies nativas em condições controladas, a fim de identificar marcadores específicos de resposta aos agrotóxicos, bem como possíveis características comuns às espécies. Sugere-se ainda diversificar os agrotóxicos estudados, no entanto, continuar os experimentos com o herbicida glifosato, visto sua ampla utilização. Ressalta-se a importância de outras técnicas, como histoquímica e quantificação de agrotóxicos.

## CONCLUSÃO

Plantas de *Cenostigma macrophyllum* Tul. (Fabaceae), podem ser utilizadas no biomonitoramento de áreas com exposição a agrotóxicos, principalmente herbicidas do tipo glifosato, pois os efeitos na morfoanatomia de folhas encontrados em plantas submetidas em deriva simulada de glifosato são semelhantes e potencializados em plantas presentes e expostas a agrotóxicos no campo. Destaca-se a análise morfoanatômica como alternativa para monitoramento das áreas indígenas e seu entorno.

## REFERÊNCIAS

- ALVES, C. Q.; DAVID, J. M.; DAVID, J. P.; VILLAREAL, C. F.; SOARES, M. B. P.; QUEIROZ, L. P. Flavonoids and other bioactive phenolics isolated from *Cenostigma macrophyllum* (Leguminosae). **Quim. Nova**, v. 6, n. 35, p.1137-1140, 2012.
- BATISTA, M. H.; DE NARDIN, D.; SIMÕES, D. S.; CRUZ, P. P. N.; CARVALHO, J. C.. Secretaria da Fazenda e Planejamento (SEFAZ). Subsecretaria do Planejamento e Orçamento. Superintendência de Planejamento Governamental. Diretoria de Gestão de Informações Territoriais e Socioeconômicas. Gerência de Zoneamento Territorial (GZT). Projeto de Desenvolvimento Regional Integrado e Sustentável. **Elaboração das Cartas Climáticas do Estado do Tocantins**. Palmas: SEFAZ/GZT, 2020.
- BLANCO, F.M.G.; VELINI, E.D..Persistência do herbicida sulfentrazone em solo cultivado com soja e seu efeito em culturas sucedâneas. **Planta Daninha**, v.23, p.693–700, 2005. DOI:10.1590/S0100-83582005000400018
- BOMBARDI, L. M. **Geografia do Uso de Agrotóxicos no Brasil e Conexões com a União Europeia**. São Paulo: FFLCH - USP, 2017.
- BOMBARDI, L. M. **Pequeno Ensaio Cartográfico Sobre o Uso de Agrotóxicos no Brasil**. São Paulo: Laboratório de Geografia Agrária - USP. Blurb, 2016.
- BRASIL, Anvisa. **Resolução da Diretoria Colegiada nº 177, de 21 de setembro de 2017**. Dispõe sobre a reavaliação toxicológica do ingrediente ativo Paraquate.
- BRASIL, Anvisa. **Resolução da Diretoria Colegiada nº436, de 05 de novembro de 2020**. Altera a Resolução de Diretoria Colegiada - RDC no 177, de 21 de setembro de 2017, e a Resolução de Diretoria Colegiada - RDC no 428, de 7 de outubro de 2020, para tratar da inclusão da possibilidade de utilização dos estoques em posse dos agricultores brasileiros de produtos à base do ingrediente ativo Paraquate para o manejo do cultivo de soja nas Regiões Norte e Nordeste na safra agrícola de 2020/2021.
- BULBOVAS, P.; MARIA, S.; SANT, R.; MORAES, R.M.; DE, LIMA, E.D.S.; PINA, J.M.; ESPOSITO, M.P.; FERREIRA, M.L.; SPIELMANN, A.A.; SOLLITO, C.M.; RINNERT, C.H.; PERALTA, D.F.; CARDOSO, S.; CARMINITTI, L.; CANÊZ, S.; MARCELO, M.; REIS, S. Benatti, M.N. Avaliação da sensibilidade de plantas jovens de quiabo (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench. - Malvaceae) ao ozônio. **Hoehnea**, v.35, n.3, p.359–366. 2008.
- CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira: grãos safra 2021/22**. Brasília: CONAB, 2021.
- CUTTER, E. R..**Anatomia vegetal: órgãos experimentais e interpretação**. São Paulo: Rocha, 1986.
- DE TEMMERMAN, L.; BELL, N. B.; GARREC, J. P.; KLUMPP, A.; KRAUSE, G. H. M.; TONNEIJCK, A. E. G., (. Biomonitoring of air pollutants with plants - Considerations for the future. In A. Klumpp, W. Ansel, & G. Klumpp (Eds.), **Urban Air Pollution, bioindication and Environmental Awareness**, p. 337-373, 2004.

DE TOLEDO, R. E. B.; ALVES, P. L. D. C. A.; DO VALLE, C.; ALVARENGA, S. F.. Comparação dos custos de quatro métodos de manejo de *Brachiariadecumbens* Stapf em área de implantação de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden1. **Revista Árvore**, v. 20, n. 3, p. 319, 1996.

EMBRAPA. **O agro no Brasil e no mundo: uma síntese do período de 2000 a 2020**. Brasília: SIRE, 2021.

FERNANDES, E.T., CAIRO, P.A.R., NOVAES, A.B. DE..Physiological responses of eucalyptus clones grown in a greenhouse under water deficit. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.45, n.1, p29–34, 2015. DOI: <http://doi.org/10.1590/0103-8478cr20120152>

FORNASIERO, R.B. Fluorides effects on *Hypericum perforatum* plants: first field observations. **Plant Sci.**, v.165, p.507–513, 2003.

GAEM, P.H..*Cenostigma* in Flora do Brasil 2020. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 2020.

GERLACH, D..**Botanische Mikrotechnik**: Eine Einführung. 3 ed. Stuttgart: Thieme, 1984.

GRAVANO, E.; BUSSOTTI, F.; STRASSER, R.J.; SCHAUB, M.; NOVAK, K.; SKELLY, J.; TANI, C. Ozone symptoms in leaves of woody plants in open-top chambers: ultrastructural and physiological characteristics. **Physiol. Plant.**, v.121, p.620–633, 2004. DOI: [10.1111/j.1399-3054.2004.00363.x](https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.2004.00363.x).

GUYTON, K.Z.; LOOMIS, D.; GROSSE, Y.; El GHISSASSI, F.; BENBRAHIM-TALLAA, L.; GUHA, N.; SCOCCIANI, C.; MATTOCK, H.; STRAIF, K.. Carcinogenicity of tetrachlorvinphos, parathion, malathion, diazinon, and glyphosate. **TheLancet Oncol.** V.16, n.5, p.490-491, 2015. DOI:[10.1016/S1470-2045\(15\)70134-8](https://doi.org/10.1016/S1470-2045(15)70134-8)

HAUPT, A.W.. A gelatin fixative for paraffin sections. **Stain Technology**, Los Angeles, v.5, n.3, p.97–98, 1930. DOI: <http://doi.org/10.3109/10520293009115555>

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Brasil/Tocantins/Pedro Afonso**. Rio de Janeiro: IBGE, 2017.

INOUE, M. H.; OLIVEIRA JUNIOR, R. S.. Resistência de Plantas Daninhas a Herbicidas. In: OLIVEIRA JUNIOR, R. S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M. H..**Biologia e manejo de plantas daninhas**. Curitiba: OMNIPAX, 2011. p.193-213.

JAWORSKI, E.. Mode of action of N-phosphonomethylglycine. Inhibition of aromatic amino acid biosynthesis. *J. Agricultural and Food Chemistry*, St Louis, v.20, n.6, p.1195–1198, 1972. DOI: <http://doi.org/10.1021/jf60184a057>

JOHANSEN, D.A..**Plant microtechnique**. New York: McGraw-Hill Book; 1940.

LIMA, F. A. N. S.; PIGNATI, W. A.; PIGNATTI, M. G.. A extensão do ‘agro’ e do tóxico: saúde e ambiente na terra indígenaMarãiwatsédé, Mato Grosso. **Cad Saúde Colet**, V.28, n.1, p.1-11, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/1414-462X202000280442>

LIMA, G.B.L. **Os Akwẽ-Xerenteno Tocantins: território indígena e as questões socioambientais** (Doutorado em Geografia Humana) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.

MARTINELLI, L. A., NAYLOR, R.; VITOUSEK, P. M.; MOUTINHO, P. Agriculture in Brazil: Impacts, Costs, and Opportunities for a Sustainable Future. **Current Opinion in Environmental Sustainability**, v.2, n.5–6, p.431–38, 2010. DOI:10.1016/j.cosust.2010.09.008. 2010

MARTINELLI, L. A.; FILOSO, S. Balance between Food Production, Biodiversity and Ecosystem Services in Brazil: A Challenge and an Opportunity. **Biota Neotropica**, v.9, n.4, p.21–25, 2009. DOI:10.1590/S1676-06032009000400001.

Martins, M.S.D.A., Isabel, M., Lemos, A.. Líquens como bioindicadores da qualidade do ar numa área de termoeletrica , Rio Grande do Sul , Brasil. **Hoehnea**, v.35, p.425–433, 2008.

MATTHEWS, R.A.; BUIKEMA JR., A.L.; CAIRNS JR., J.; RODGERS JR., J.H..Biological monitoring: Part IIA—receiving system functional methods, relationships and indices. **Water Res**, v.16, p.129–139, 1982. DOI:10.1016/0043-1354(82)90102-6

NEVES, N.R., OLIVA, M.A., DA CRUZ CENTENO, D., COSTA, A.C., RIBAS, R.F., PEREIRA, E.G. Photosynthesis and oxidative stress in the restinga plant species *Eugenia uniflora* L. exposed to simulated acid rain and iron ore dust deposition: Potential use in environmental risk assessment. **Sci. Total Environ.**, v.407, p.3740–3745, 2009. DOI:10.1016/j.scitotenv.2009.02.035.

Oliva, M.A., Figueiredo, G.D.E., Nees, S., Stapf, N.. Gramíneas bioindicadoras da presença de flúor em regiões tropicais. **Pesqui. Agropecuária Bras**. v.1, p.389–397, 2005. DOI:10.1590/S0100-84042005000200017

OLIVEIRA JUNIOR, R. S.; CONSTANTIN, J. **Plantas daninhas e seu manejo**. Guaíba: Agropecuária, 2001.

OLIVEIRA, A.P.A. de et al. Physiological and morphoanatomic responses of *Bowdichia virgilioides* Kunth. (Fabaceae) to glyphosate. **Revista Árvore**, v. 45, p.1-13, 2021. DOI:10.1590/1806-908820210000028

OLIVEIRA, L. K.; PIGNATI, W.; PIGNATTI, M. G.; BESERRA, L.; LEÃO, L. H. C.. Processo sócio-sanitário-ambiental da poluição por agrotóxicos na bacia dos rios Juruena, Tapajós e Amazonas em Mato Grosso, Brasil. **Saúde Soc.São Paulo**, v.27, n.2, p.573–587, 2018. DOI: 10.1590/S0104-12902018170904

PEDROSO, A.N.V., ALVES, E.S..Temporal dynamics of the cellular events in tobacco leaves exposed in São Paulo, Brazil, indicate oxidative stress by ozone. **Environmental Science Pollution Research**, São Paulo, v.22, n.9, p.6535–6545, 2015. DOI: <http://doi.org/10.1007/s11356-014-4025-y>

PEEVA, V., CORNIC, G.. Leaf photosynthesis of *Haberlea rhodopensis* before and during drought. *Environmental Experimental Botany*, Orsay Cedex, v.65, n.(2-3),p.310–318, 2009. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2008.09.009>

PEIXOTO, S.C. **Validação e aplicação de método empregando QuEChERS modificado e GC-ECD para determinação de resíduos de pesticidas em grão e casca de arroz.** Tese (Doutorado em Química) - Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2010.

PIGNATI, WA; MACHADO, JMH; CABRAL, JF. Acidente rural ampliado: o caso das ‘chuvas’ de agrotóxicos sobre a cidade de Lucas do Rio Verde. **Ciência & Saúde Coletiva**, v.12, n.1, p.105-14, 2007.

PignatiW, OliveiraNP, daSilvaAMC. Vigilância aos agrotóxicos: quantificação do uso e previsão de impactos na saúde-trabalho-ambiente para os municípios brasileiros. **Cien Saude Colet.**; v.19, n.12, p.69-78, 2014. DOI: [http:// dx.doi.org/10.1590/1413-812320141912.12762014](http://dx.doi.org/10.1590/1413-812320141912.12762014). PMID:25388175.

PIRES, A.P.F; SRIVASTAVA, D.S.; FARJALLA, V. F. Is Biodiversity Able to Buffer Ecosystems from Climate Change? What We Know and What We Don't, **BioScience**, v.68, n.4, p. 273–280, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1093/biosci/biy013>

RIBEIRO, H. M.; DE SÁ NETO, C. E.. Meios de extermínio na sociedade de risco: a pulverização de agrotóxicos em terras indígenas brasileiras. **Revista Jurídica Luso Brasileira**, n. 3, p.727-751, 2019.

SANTOS, V. R. S.; CRISPIM FILHO, A. J.; SANTANA, M. M.; COSTA, A. C.; SILVA, K. L. F.. Análises fisiológicas e morfoanatômicas de *Cenostigma macrophyllum* Tul. (Fabaceae) submetida a diferentes concentrações de glifosato. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v.11, n.5, p. 159-173, 2020. DOI: 10.6008/CBPC2179-6858.2020.005.0017

SILVA, D. F. M; PIRES, M. F. O.; SANTOS FILHO, F. S.. Caracterização anatômica comparada da folha de *Cenostigma macrophyllum* Tul. (Fabaceae, Caesalpinioideae) em áreas ecologicamente distintas. **Revista Educação Ambiental em Ação**, v. XVI, n. 62, 2018.

SILVA, F.B., COSTA, A.C., RODRIGO, R., ALVES, P.. Chlorophyll fluorescence as an indicator of cellular damage by glyphosate herbicide in *Raphanus sativus* L . **American Journal of Plants Sciences**, Rio Verde, v.5, n.16, p.2509–2519, 2014. DOI: <http://doi.org/10.4236/ajps.2014.516265>

SILVA, K.L.F. **Avaliações de biomarcadores anatômicos e fisiológicos em plantas expostas ao arsênio** (Doutorado em Botânica) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2008.

SILVA, L. Q.; JAKELAITIS, A.; VASCONCELOS FILHO, S. C.; COSTA, A.C.; ARAÚJO, A. C. F.. Morpho-anatomical changes of pequi leaves (*Caryocar brasiliense* Cambess.) exposed to simulated drift of glyphosate. **Revista Árvore**, Viçosa, v.40, n.4, p.669-677, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1590/0100-67622016000400010>

SIMONS, P.. How should agriculture produce enough food for the world?. **Koers – Bulletin for Christian Scholarship** v.77, n.2, p.1-8, 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.4102/koers.v77i2.431>

SOUSA, C. M. M.; SILVA, H. R.; VIEIRA-JR, G. M.; AYRES, M. C. C.; COSTA, C. L. S.; ARAÚJO, D. S.; CAVALCANTE, L. C. D.; BARROS, E. D. S.; ARAÚJO, P. B. M.; BRANDÃO, M. S.; CHAVES, M. H. Fenóis totais e atividade antioxidante de cinco plantas medicinais. **Quim. Nova**, v.30, n.2, p.351-355, 2007.

TOCANTINS. **Perfil socioeconômico dos municípios**. Palmas: SEPLAN-TO, 2017.

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

YAMADA, T.; CASTRO, P.R.C. Efeitos do glyphosate nas plantas: Implicações fisiológicas e agrônomicas. Encarte técnico – International Plant Nutrition Institute (IPNI), Piracicaba, 2007.

YAMASHITA, O.M., BETONI, J.R., GUIMARÃES, S.C., ESPINOSA, M.M., 2009. Influence of glyphosate and 2, 4-D in initial development of forest. **Ipef.Br**, Piracicaba, v.37, n.84, p.359-366, 2009.

ZABLOTOWICZ, R.M., REDDY, K.N.. Impact of Glyphosate on the Bradyrhizobium japonicum Symbiosis with Glyphosate-Resistant Transgenic Soybean: A Minireview. **Journal of Environment Soybean**, Madson, v.33, n.3, p.825–831, 2004. DOI: <http://doi.org/10.2134/jeq2004.0825>

## CONCLUSÕES

O Sistema socioecológico integrado pelo povo Xerente reflete a situação enfrentada por povos tradicionais que sofrem com a expansão agrícola e uso demasiado de agrotóxicos no Brasil.

O povo Xerente encontra-se exposto aos efeitos deletérios dos agrotóxicos utilizados nas monoculturas que cercam a Terra Indígena, e chegam através da deriva, o que tem colocado em risco o seu modo de vida. No entanto, é evidente a consciência sócio-ambiental e a busca pela mitigação dos impactos por parte desse povo.

O atual modelo de produção agrícola, atrelado à tendência permissiva e de flexibilização das normas de proteção ao meio ambiente e à saúde humana, tanto por parte do poder legislativo, quanto por parte do poder executivo, têm provocado danos às comunidades tradicionais.

Diante da crescente exposição aos agrotóxicos, políticas públicas específicas devem ser realizadas, e destinadas principalmente a comunidades tradicionais a fim de mitigar os danos provocados pelos agrotóxicos;

A exposição do povo Xerente aos agrotóxicos deve ser monitorada, e a análise anatômica de folhas de plantas localizadas na Terra Indígena pode ser uma alternativa, não excluindo outros métodos como a quantificação de agrotóxicos.

## ANEXO I

Normativas dos órgãos reguladores dos agrotóxicos no Brasil (Ministério da Saúde; Ministério do Meio Ambiente; Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento).

Após um longo período de levantamento das normativas (relacionadas abaixo), verificou-se que elas estão distribuídas em diversos sítios, o que pode dificultar a consulta. Por isso, pretende-se publicar um livro e/ou e-book com um compilado das referidas normas, para facilitar a pesquisa aos interessados pelo tema.

**LEI Nº 7.802, DE 11 DE JULHO DE 1989** - Dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências.

**DECRETO Nº 4.074, DE 4 DE JANEIRO DE 2002** - Regulamenta a Lei no 7.802, de 11 de julho de 1989, que dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências.

### **NORMATIVAS DO MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA)**

- Ato nº 07, de 12 de março de 2010 - Orientações para registro de agrotóxicos.
- Ato nº 29, de 07 de julho de 2011 - Orientação para registro de agentes biológicos de controle.
- Ato nº 47, de 28 de setembro de 2011 - Autoriza as importações a serem realizadas por filias da empresa registrante, mesmo que em Unidade da Federação diferente de sua matriz e/ ou titular do registro.
- Ato nº 09, de 10 de abril de 2012 - Estabelece que os certificados de análise requeridos pelo art. 3º da INC 02/2008 devem ser provenientes de laboratórios credenciados no MAPA ou detentores da certificação ISO 17025, no Brasil ou no exterior.
- Ato nº 70, de 11 de setembro de 2013 - Aprovações de inclusões, alterações de formulações, endereços, modos de uso, composição, inclusão de fabricantes, entre outros.

- Instrução Normativa Conjunta nº 2, de 12 de julho de 2013 - Estabelece as especificações de referência de produtos fitossanitários com uso aprovado para a agricultura orgânica, na forma do Anexo à presente Instrução Normativa Conjunta.
- Ato nº 06, de 23 de janeiro de 2014 - Orientação para registro de agente microbiológico de controle.
- Instrução Normativa Conjunta SDA/SDC nº 01, de 06 de fevereiro de 2015 - Acrescentar o Anexo II à Instrução Normativa Conjunta SDA/SDC no 2, de 12 de julho de 2013, e renumerar o seu Anexo para Anexo I.
- Instrução Normativa Conjunta SDA/SPRC nº 01, de 06 de novembro de 2015 - Altera o item 9 do Anexo I e o item 20 do Anexo II, ambos da Instrução Normativa Conjunta SDA/SDC no 2, de 12 de julho de 2013 Acrescenta os itens 21, 22, 23, 24, 25, 26 e 27 no Anexo II da Instrução Normativa Conjunta SDA/SDC no 2, de 12 de julho de 2013.
- Ato nº 01, de 22 de janeiro de 2016 - Definir os critérios adotados para seleção, bem como os produtos priorizados para atendimento as pragas de maior importância econômica no Brasil descritas na Portaria DSV nº 5 de 21 de agosto de 2015.
- Ato nº 23, de 11 de maio de 2016 - Ficam revalidados todos os Registros Especiais Temporários – RETs constantes de pleitos de renovação do prazo de validade encaminhados ou a serem encaminhados antes do seu vencimento e não tiverem quaisquer objeções pelos órgãos avaliadores e registrante.
- Portaria nº 23, de 06 de abril de 2016 - Institui o Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários - AGROFIT, como sistema oficial de cadastro dos agrotóxicos, produtos técnicos e afins registrados no âmbito do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, e o núcleo gestor do AGROFIT, subordinado à Secretaria de Defesa Agropecuária - SDA, que exercerá a gestão operacional e manutenção técnica do AGROFIT no âmbito do MAPA.
- Portaria nº 24, de 06 de abril de 2016 - Relacionada às Portarias nº 41, de 16/05/2016 e nº 85, de 06/07/2017 Regulamenta o registro especial temporário automático para pesquisa e experimentação de agrotóxicos, seus componentes e afins.
- Portaria nº 41, de 16 de maio de 2016 - Relacionada às Portarias nº 24, de 06/04/2016 e nº 85, de 06/07/2017 Para fins da avaliação quanto aos estudos de resíduos de agrotóxicos e afins, serão consideradas similares as formulações do tipo concentrado emulsionável (CE ou EC), pó molhável (PM ou WP), granulado dispersível (WG), suspensão concentrada (SC) e líquido solúvel (SL).
- Ato nº 45, de 09 de junho de 2017 - Estabelecer a simbologia oriunda do Sistema de Classificação Internacional Unificado.
- Ato nº 104, de 20 de novembro de 2017 - Cancela, exclui e suspende o registro, classe de uso e recomendações de produtos exclusivamente adjuvantes.
- Ato nº 108, de 28 de novembro de 2017 - Cancela e exclui a classe de uso e recomendação de produtos registrados exclusivamente como espalhantes adesivos.
- Portaria nº 85, de 06 de julho de 2017 - Relacionada às Portarias nº 24, de 06/04/2016 e nº 41, de 16/05/2016 Dispõe sobre fracionamento, rotulagem e embalagem de

agrotóxicos e afins registrados para a realização de pesquisa e experimentação, conduzida exclusivamente por entidade credenciada.

- Portaria nº 165, de 05 de dezembro de 2018 - Estabelece a aprovação tácita quanto aos pleitos de pós-registro para a inclusão de embalagens em registros de agrotóxicos, seus componentes e afins, de uso agrícola, bem como para os pleitos de registro de agrotóxicos, seus componentes e afins, de uso não-agrícola, e para os pleitos de Registro Especial Temporário (RET) para produtos agrotóxicos, seus componentes e afins, de uso não agrícola.

## **NORMATIVAS DO MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA)**

- Portaria Normativa nº 84, de 15 de outubro de 1996 - Estabelece procedimentos a serem adotados junto ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA, para efeito de registro e avaliação do potencial de periculosidade ambiental - (ppa) de agrotóxicos, seus componentes e afins, e Institui o Sistema Permanente da Avaliação e Controle dos Agrotóxicos, seus componentes e afins.
- Portaria Normativa nº 06, de 11 de fevereiro de 2000 - Revoga o artigo 29 da Portaria Normativa nº 84, de 15 de outubro de 1.996.
- Instrução Normativa nº 42, de 05 de julho de 2002 - Adotar, para efeito de atualização das bulas de agrotóxicos e afins com finalidade fitossanitária, os nomes vulgares e científicos atualizados, constantes do Anexo desta Instrução Normativa.
- Instrução Normativa nº 36, de 24 de novembro de 2009 - Estabelecer as diretrizes e exigências para a realização de pesquisa e experimentação, para credenciamento de entidades que as realizam e para submissão de pleitos de registro e alteração, no que concerne à condução e emissão de laudos de eficiência e praticabilidade agrônômica, de fitotoxicidade e ensaios de campo para fins de estudo de resíduos de agrotóxicos e afins. (Redação dada pela IN 42, de 2011).
- Instrução Normativa nº 17, de 01 de maio de 2009 - Institui os procedimentos administrativos para a reavaliação ambiental dos agrotóxicos, seus componentes e afins no âmbito do IBAMA, conforme fluxo de trabalho constante do Anexo I.
- Portaria Conjunta nº 01, de 29 de março de 2010 IBAMA + INMETRO - Estabelece que os estudos físico-químicos, toxicológicos, ecotoxicológicos, ou quaisquer outros que subsidiarem a avaliação de produtos agrotóxicos pelo IBAMA deverão ser realizados em instalações de teste reconhecidas e monitoradas de acordo com os Princípios das Boas Práticas de Laboratórios – BPL.
- Instrução Normativa nº 46, de 06 de outubro de 2011 - Estabelece o Regulamento Técnico para os Sistemas Orgânicos de Produção, bem como as listas de substâncias e práticas permitidas para uso nos Sistemas Orgânicos de Produção, na forma desta Instrução Normativa e de seus Anexos I a VIII. (Redação dada pela Instrução Normativa 17/2014/MAPA ).
- Instrução Normativa nº 05, de 02 de abril de 2012 - Estabelecer critérios para autorização de uso de agrotóxico em tratamento de sementes e mudas de cultura diversa

às recomendadas em rótulo e bula, destinados exclusivamente à exportação, em atendimento a requisitos fitossanitários do país importador.

- Instrução Normativa nº 14, de 26 de julho de 2012 - Estabelecer que as bulas dos agrotóxicos deverão conter faixa toxicológica colorida, conforme aprovação dos órgãos federais a ser disponibilizada ao final da primeira página da bula.
- Instrução Normativa nº 05, de 09 de maio de 2012 - Dispõe sobre o procedimento transitório de autorização ambiental para o exercício da atividade de transporte marítimo e interestadual, terrestre e fluvial, de produtos perigosos.
- Instrução Normativa nº 06, de 15 de março de 2013 - Regulamenta o Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras e Utilizadoras de Recursos Ambientais - CTF/APP, nos termos desta Instrução Normativa.
- Instrução Normativa nº 14, de 17 de junho de 2014 - Art 1º Alterar o § 1o do art. 14 da Instrução Normativa no 19, de 8 de julho de 2013. (IN REVOGADA PELA IN Nº 49, DE 26/09/2018).
- Instrução Normativa nº 18, de 10 de setembro de 2015 - Alterações de natureza técnica de agrotóxicos e afins registrados pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA.
- Portaria Interministerial nº 812, de 29 de setembro de 2015 - Atualiza monetariamente os preços dos serviços e produtos e a Taxa de Controle e Fiscalização Ambiental - TCFA do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - Ibama relacionados no Anexo e no Anexo IX da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981.
- Instrução Normativa nº 09, de 10 de maio de 2016 - Estabelece diretrizes sobre a atuação do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, como órgão federal registrante, nos processos de registro de alteração de marca comercial de agrotóxicos, seus componentes e afins, a que se refere o § 1o do art. 22 do Decreto no 4.074, de 4 de janeiro de 2002.
- Instrução Normativa nº 16, de 18 de maio de 2017 - Estabelecer, no âmbito das competências conferidas pelo Decreto nº 4.074, de 4 de janeiro de 2002 ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, especificações para a elaboração de rótulos e bulas de agrotóxicos e afins pelas empresas titulares de registro, bem como as diretrizes para a inserção de dados e documentos no Sistema de Produtos Fitossanitários – Sistema Agrofit.
- Instrução Normativa nº 26, de 20 de julho de 2017 - Estabelecer os procedimentos técnico-administrativos para licenciamento de importação de agrotóxicos, produtos técnicos e afins.
- Instrução Normativa nº 02, de 09 de fevereiro de 2017 - Estabelece diretrizes, requisitos e procedimentos para a avaliação dos riscos de ingrediente(s) ativo(s) de agrotóxico(s) para insetos polinizadores, utilizando-se as abelhas como organismos indicadores.
- Instrução Normativa nº 27, de 27 de dezembro de 2018 - Dispõe sobre critérios e definições a serem adotados pelo Ibama na avaliação da ação tóxica de produtos

agrotóxicos e afins sobre o meio ambiente e estabelece o dever de adequação de rótulo e bula de produtos já registrados.

- Instrução Normativa nº 13, de 27 de março do 2019 - Prorroga o prazo estabelecido no parágrafo 2º do art. 8º da Instrução Normativa no 27, de 27 de dezembro de 2018, que dispõe sobre critérios e definições a serem adotados pelo Ibama na avaliação da ação tóxica de produtos agrotóxicos e afins.

### **INSTRUÇÕES NORMATIVAS CONJUNTAS DO MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA) e MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA)**

- Instrução Normativa Conjunta nº 01, de 28 de junho de 2017 - Aprova Regulamento Técnico que dispõe sobre critérios para o reconhecimento de limites máximos de resíduos de agrotóxicos em produtos vegetais in natura (Revogação da Resolução GMC Nº 14/95) e incorpora ao ordenamento jurídico nacional a Resolução GMC MERCOSUL n. 15/16, de 15 de junho de 2016.
- Instrução Normativa Conjunta nº 01, de 15 de abril de 2019 - Altera o anexo III da Instrução Normativa Conjunta INC nº 2, de 7 de fevereiro de 2018.

### **INSTRUÇÕES NORMATIVAS CONJUNTAS DO MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA), MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA) e MINISTÉRIO DA SAÚDE (MS)**

- Instrução Normativa Conjunta nº 25, de 14 de setembro de 2005 - Estabelecer os procedimentos a serem adotados junto ao MAPA, ANVISA e IBAMA, para efeito das avaliações preliminares e de obtenção do Registro Especial Temporário - RET, para produtos técnicos, pré-misturas, agrotóxicos e afins, destinados à pesquisa e experimentação.
- Instrução Normativa Conjunta nº 32, de 26 de outubro de 2005 - Estabelecer procedimentos a serem adotados para efeito de registro de produtos bioquímicos que se caracterizem como produtos técnicos, agrotóxicos e afins, segundo definições estabelecidas no Decreto nº 4.074, de 4 de janeiro de 2002, art. 1º, incisos IV e XXXVII.
- Instrução Normativa Conjunta nº 02, de 23 de janeiro de 2006 - Estabelece procedimentos a serem adotados para efeito de registro de Agentes Biológicos de Controle.
- Instrução Normativa Conjunta nº 01, de 27 de setembro de 2006 - Estabelece procedimentos a serem adotados para registro de produtos técnicos, pré-misturas, agrotóxicos e afins destinados exclusivamente à exportação, e o que consta do Processo nº 21000.000828/2004-25.
- Instrução Normativa Conjunta nº 01, de 23 de janeiro de 2006 - Estabelecer procedimentos a serem adotados para efeito de registro de produtos semioquímicos que

se caracterizem como produtos técnicos, agrotóxicos ou afins, segundo definições estabelecidas no Decreto nº 4.074, de 4 de janeiro de 2002, art. 1º, incisos IV e XXXVII.

- Instrução Normativa Conjunta nº 03, de 10 de março de 2006 - Estabelecer procedimentos a serem adotados para efeito de registro de agentes microbiológicos, empregados no controle de uma população ou de atividades biológicas de um outro organismo vivo considerado nocivo.
- Instrução Normativa Conjunta nº 02, de 27 de setembro de 2006 - Estabelece procedimentos para fins de reavaliação agrônômica ou toxicológica ou ambiental dos agrotóxicos, seus componentes e afins.
- Instrução Normativa Conjunta nº 02, de 20 de junho de 2008 - Estabelecer as impurezas toxicológica e ambientalmente relevantes a serem pesquisadas nos estudos de cinco bateladas dos produtos técnicos a base dos ingredientes ativos relacionados no Anexo I desta Instrução Normativa.
- Instrução Normativa Conjunta nº 01, de 24 de maio de 2011 - Estabelecer os procedimentos para o registro de PRODUTOS FITOSSANITÁRIOS COM USO APROVADO PARA A AGRICULTURA ORGÂNICA, na forma dos Anexos I e II à presente Instrução Normativa.
- Instrução Normativa Conjunta nº 01, de 18 de abril de 2013 - Estabelece critérios e procedimentos para a alteração de formulação de agrotóxicos e afins registrados.
- Instrução Normativa Conjunta nº 01, de 16 de junho de 2014 - Estabelece as diretrizes e exigências para o registro dos agrotóxicos, seus componentes e afins para culturas com suporte fitossanitário insuficiente, bem como o limite máximo de resíduos permitido.
- Instrução Normativa Conjunta nº 11, de 30 de junho de 2015 - Estabelece critérios e procedimentos para registro de agrotóxicos, seus componentes e afins para uso em emergências sanitárias ou ambientais.

#### **NORMATIVAS DO MINISTÉRIO DA SAÚDE (MS) - AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA – ANVISA**

- Portaria Interministerial nº 292, de 28 de abril de 1989 - Cria uma sistemática integrada para disciplinamento de atividades relacionadas à preservação de madeiras.
- Portaria Conjunta nº 01, de 25 de outubro de 2001 (ANVISA + IBAMA) - Avaliação toxicológica e ambiental dos produtos técnicos e formulados a base de benomil e carbendazim.
- Resolução – RDC nº 244, de 12 de setembro de 2003 Alterar o item 1.6-Monografia Técnica das “Diretrizes e exigências referentes à autorização de registro, renovação de registro e extensão de uso de produtos agrotóxicos e afins – nº 1 de 09/12/91, D.O.U. de 13/12/91”, ratificada pela Portaria SNVS nº 3 de 16/01/92.
- Resolução da Diretoria Colegiada – RDC nº 119, de 19 de maio de 2003.

- Resolução da Diretoria Colegiada – RDC nº 17, de 23 de janeiro de 2003.
- Resolução – RE nº 165, de 29 de agosto de 2003.
- Resolução da Diretoria Colegiada – RDC nº 19, de 03 de fevereiro de 2005.
- Resolução da Diretoria Colegiada – RDC nº 164, de 18 de agosto de 2006 - Proíbe todos os usos do Ingrediente Ativo Pentaclorofenol (PCF) e seus sais no Brasil.
- Resolução da Diretoria Colegiada – RDC nº 165, de 18 de agosto de 2006 - Proíbe todos os usos do Ingrediente Ativo Lindano.
- Resolução da Diretoria Colegiada – RDC nº 215, de 14 de dezembro de 2006 - Cancela a monografia do ingrediente ativo Monocrotofós.
- Resolução da Diretoria Colegiada – RDC nº 19, de 16 de março de 2007           Dispõe sobre o registro de “produtos técnicos” por equivalência.
- Resolução da Diretoria Colegiada – RDC nº 10, de 22 de fevereiro de 2008.
- Resolução da Diretoria Colegiada – RDC nº 34, de 10 de junho de 2009 - Proposta de regulamento técnico para o ingrediente ativo Cihexatina em decorrência da reavaliação toxicológica.
- Resolução da Diretoria Colegiada – RDC nº 28, de 09 de agosto de 2010 - Regulamento Técnico para o Ingrediente Ativo Endossulfam em decorrência da Reavaliação Toxicológica.
- Resolução da Diretoria Colegiada – RDC nº 37, de 16 de agosto de 2010 - Regulamento técnico para o ingrediente ativo Triclorfom em decorrência da reavaliação toxicológica.
- Resolução da Diretoria Colegiada – RDC nº 01, de 14 de janeiro de 2011 - Regulamento técnico para o ingrediente ativo Metamidofós em decorrência da reavaliação toxicológica.
- Resolução da Diretoria Colegiada – RDC nº 04, de 18 de janeiro de 2012 - Dispõe sobre os critérios para a realização de estudos de resíduos de agrotóxicos para fins de registro de agrotóxicos no Brasil.
- Resolução da Diretoria Colegiada – RDC nº 36, de 16 de agosto de 2010 - Regulamento Técnico para o Ingrediente Ativo Fosmete em decorrência da Reavaliação Toxicológica.
- Resolução da Diretoria Colegiada – RDC nº 45, de 02 de outubro de 2013 - Regulamento técnico para o ingrediente ativo acefato em decorrência de sua reavaliação toxicológica.
- Resolução da Diretoria Colegiada – RDC nº 12, de 24 de março de 2014 - Dispõe sobre procedimento para a notificação à Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA, de alterações de natureza técnica no registro de agrotóxicos, seus componentes e afins e dá outras providências.
- Resolução da Diretoria Colegiada – RDC nº 12, de 13 de março de 2015 - Dispõe sobre regulamento técnico para o ingrediente ativo forato em decorrência da reavaliação toxicológica.

- Resolução da Diretoria Colegiada – RDC nº 56, de 11 de dezembro de 2015 - Dispõe sobre regulamento técnico para o ingrediente ativo Parationa metílica em decorrência da reavaliação toxicológica.
- Instrução Normativa Conjunta nº 02, de 14 de dezembro de 2015.
- Resolução da Diretoria Colegiada – RDC nº 60, de 03 de fevereiro de 2016 - Dispõe sobre a proibição da utilização do ingrediente ativo Procloraz em produtos agrotóxicos, em decorrência da sua reavaliação toxicológica, e dá outras providências.
- Resolução da Diretoria Colegiada – RDC nº 92, de 07 de julho de 2016 Dispõe sobre a manutenção do ingrediente ativo Lactofem em produtos agrotóxicos, em decorrência de sua reavaliação toxicológica.
- Resolução – RDC nº 184, de 17 de outubro de 2017 - Dispõe sobre o procedimento simplificado para a avaliação toxicológica para o registro e alterações pós-registro de produtos técnicos, pré-misturas, agrotóxicos, afins e preservativos de madeira, e dá outras providências.
- Resolução da Diretoria Colegiada – RDC nº 177, de 21 de setembro de 2017 - Dispõe sobre a proibição do ingrediente ativo Paraquate em produtos agrotóxicos no país e sobre as medidas transitórias de mitigação de riscos.
- Resolução da Diretoria Colegiada – RDC nº 185, de 18 de outubro de 2017 - Dispõe sobre a proibição do ingrediente ativo Carbofurano em produtos agrotóxicos no país e sobre as medidas transitórias de descontinuação de seu uso nas culturas de banana, café e cana-de-açúcar.
- Resolução da Diretoria Colegiada – RDC nº 221, de 28 de março de 2018 - Dispõe sobre os critérios e os procedimentos para o processo de reavaliação toxicológica de ingredientes ativos de agrotóxicos no âmbito da Anvisa.
- Instrução Normativa Conjunta – INC nº 02, de 07 de fevereiro de 2018.
- Resolução da Diretoria Colegiada – RDC nº 294, de 29 de julho de 2019 - Dispõe sobre os critérios para avaliação e classificação toxicológica, priorização da análise e comparação da ação toxicológica de agrotóxicos, componentes, afins e preservativos de madeira.
- Instrução Normativa nº 34, de 29 de julho de 2019 - Estabelece e dá publicidade à lista de componentes não autorizados para uso em agrotóxicos e afins.
- Resolução da Diretoria Colegiada – RDC nº 295, de 29 de julho de 2019 - Dispõe sobre os critérios para avaliação do risco dietético decorrente da exposição humana a resíduos de agrotóxicos, no âmbito da Anvisa, e dá outras providências.
- Resolução da Diretoria Colegiada – RDC nº 284, de 21 de maio de 2019 - Dispõe sobre a manutenção do ingrediente ativo ácido 2,4-diclorofenoxiacético (2,4-D) em produtos agrotóxicos, no País.
- Resolução da Diretoria Colegiada – RDC nº 320, de 28 de novembro de 2019 - Dispõe sobre a manutenção do ingrediente ativo Tiram em produtos agrotóxicos no País, bem

como determina medidas de mitigação de riscos à saúde e alterações no registro decorrentes da sua reavaliação toxicológica.

- Resolução da Diretoria Colegiada – RDC nº 296, de 29 de julho de 2019.
- Resolução da Diretoria Colegiada – RDC nº 441, de 02 de dezembro de 2020 - Dispõe sobre a manutenção do ingrediente ativo Glifosato em produtos agrotóxicos no País, determina medidas de mitigação de riscos à saúde e alterações no registro decorrentes da sua reavaliação toxicológica.
- Resolução da Diretoria Colegiada – RDC nº 442, de 02 de dezembro de 2020 - Dispõe sobre a manutenção do ingrediente ativo Abamectina em produtos agrotóxicos no País, determina medidas de mitigação de riscos à saúde e alterações no registro decorrentes da sua reavaliação toxicológica.
- Instrução Normativa – IN nº 73, de 01 de setembro de 2020.

## ANEXO II

Artigo “**Análises fisiológicas e morfoanatômicas de *Cenostigma macrophyllum* Tul. (Fabaceae) submetida a diferentes concentrações de glifosato**”, publicado pela autora da presente tese e colaboradores, onde foram apresentados e discutidos resultados da análise dos efeitos causados pelo glifosato em *C. macrophyllum*, submetida a diferentes doses do herbicida, em condições controladas.

## Análises fisiológicas e morfoanatômicas de *Cenostigma macrophyllum* Tul. (Fabaceae) submetida a diferentes concentrações de glifosato

Objetivou-se identificar os efeitos do glifosato em *Cenostigma macrophyllum*, a fim de indicar possíveis características bioindicadoras da presença do herbicida em plantas. O estudo foi realizado em casa de vegetação. O experimento consistiu em 7 tratamentos, com 4 repetição cada, incluindo 6 diferentes doses do herbicida: 25, 50, 100, 200, 400, 800g i.a. ha<sup>-1</sup> e o controle. As avaliações foram realizadas no folíolo da extremidade da folha da região mediana de cada planta. Foram determinados os valores de fotossíntese (A), trocas gasosas (E), transpiração (gs) e relação entre a concentração interna (Ci) e externa (Ca) de CO<sub>2</sub> (Ci/Ca). A mesma área foi utilizada para avaliação de fluorescência da clorofila *a*. Foi determinada a fluorescência inicial (F0), fluorescência máxima (Fm), rendimento quântico potencial (Fv/Fm), rendimento quântico efetivo ( $\Delta F/Fm'$ ), dissipação não fotoquímica (NPQ) e taxa aparente de transporte de elétrons (ETR). As folhas avaliadas foram coletadas para avaliação da concentração de pigmentos cloroplastídicos, avaliação da permeabilidade de membranas e análises morfoanatômicas. Houve redução nos valores de A, gs e E e aumento de Ci/Ca, indicando acúmulo de CO<sub>2</sub> na cavidade subestomática. O glifosato não provocou danos significativos nos parâmetros de fluorescência da clorofila *a*, na degradação da membrana, bem como no conteúdo de pigmentos cloroplastídicos. Análises anatômicas indicaram alterações na intensidade de emissão de autofluorescência da clorofila *a*. Houve redução na espessura da epiderme adaxial, nos parênquimas paliádico e esponjoso e redução na epiderme abaxial, diferindo significativamente do controle já na primeira dose observada. Os folíolos apresentaram clorose e necrose, além do brotamento de folhas retorcidas na maior dose. A redução de gs e consequente redução de E e A, podem indicar ação do herbicida nas células guarda, provocando o fechamento dos estômatos, no entanto o aumento na relação Ci/Ca indicam que esses danos não ocorreram somente nos estômatos, provavelmente houve uma diminuição da difusão de CO<sub>2</sub> no mesófilo ou até mesmo danos ou diminuição da quantidade da enzima Rubisco, responsável pela fixação do CO<sub>2</sub> no Ciclo de Calvin. A redução dos tecidos foliares pode ter contribuído com a deficiência de difusão de CO<sub>2</sub> no mesófilo. As respostas morfoanatômicas evidenciaram danos à clorofila, podendo ser utilizado como um alerta inicial de possíveis danos futuros. Os parâmetros avaliados em que foi possível perceber o efeito do herbicida, indicados em caso de biomonitoramento com a espécie estudada, foram: trocas gasosas, emissão de autofluorescência da clorofila e análises morfoanatômicas.

**Palavras-chave:** Agrotóxicos; Cerrado; Herbicidas; Caneleiro; Fotossíntese.

## Physiological and morphoanatomic analysis of *Cenostigma macrophyllum* Tul. (Fabaceae) submitted to different concentrations of glyphosate

The aim was to identify the effects of glyphosate on *Cenostigma macrophyllum* in order to indicate possible bioindicating characteristics of the presence of the herbicide in plants. The study was conducted in a green house. The experiment consisted of 7 treatments, with 4 repetitions each, including 6 different doses of the herbicide: 25, 50, 100, 200, 400, 800g i.a. ha<sup>-1</sup> and the control. The evaluations were performed on the leaf tip foliar of the median region of each plant. The values of photosynthesis (A), gas exchange (E), perspiration (gs) and the relation between internal (Ci) and external (Ca) concentration of CO<sub>2</sub> (Ci/Ca) were determined. The same area was used to evaluate the fluorescence of chlorophyll *a*. The initial fluorescence (F0), maximum fluorescence (Fm), potential quantum yield (Fv/Fm), effective quantum yield ( $\Delta F/Fm'$ ), non-photochemical dissipation (NPQ) and apparent electron transport rate (ETR) were determined. The sheets evaluated were collected to evaluate the concentration of chloroplastidic pigments, membrane permeability evaluation and morph anatomical analysis. There was a reduction in A, gs and E values and an increase in Ci/Ca, indicating CO<sub>2</sub> accumulation in the sub stomatic cavity. Glyphosate did not cause significant damage to the chlorophyll *a* fluorescence parameters, membrane degradation, as well as chloroplastid pigment content. Anatomical analysis indicated changes in the autofluorescence emission intensity of chlorophyll *a*. There was a reduction in the thickness of the adaxial epidermis, in the palisadic and spongy parenchymes and a reduction in the abaxial epidermis, differing significantly from the control in the first dose observed. The leaflets presented chlorosis and necrosis, besides the sprouting of twisted leaves in the highest dose. The reduction of gs and consequent reduction of E and A, may indicate the action of the herbicide in the guard cells, causing the closure of the stomas, however the increase in the Ci/Ca ratio indicates that these damages did not occur only in the stomas, probably there was a decrease in the diffusion of CO<sub>2</sub> in the mesophilus or even damage or decrease in the amount of the enzyme Rubisco, responsible for the fixation of CO<sub>2</sub> in the Calvin Cycle. The reduction of foliar tissues may have contributed to the deficiency of CO<sub>2</sub> diffusion in mesophyll. Morphoanatomic responses have shown damage to chlorophyll and can be used as an early warning of possible future damage. The parameters evaluated in which it was possible to perceive the effect of the herbicide, indicated in case of biomonitoring with the studied species, were: gas exchange, chlorophyll autofluorescence emission and morphoanatomic analyses.

**Keywords:** Pesticides; Cerrado; Herbicides; Caneleiro; Photosynthesis.

Topic: **Botânica Agrícola**

Received: **04/08/2020**

Approved: **19/09/2020**

Reviewed anonymously in the process of blind peer.

Vanessa Ribeiro de Sousa Santos   
Universidade Federal do Tocantins, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/4288015295406608>  
<http://orcid.org/0000-0002-0469-7939>  
[vanessarss@mail.uft.edu.br](mailto:vanessarss@mail.uft.edu.br)

Ailton José Crispim Filho   
Universidade Federal de Goiás, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/9735629084160640>  
<http://orcid.org/0000-0003-4813-3016>  
[ailtonjcf@gmail.com](mailto:ailtonjcf@gmail.com)

Marinna Maciel Santana  
Universidade Federal do Tocantins, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/3029295568848119>  
[marinnasm@gmail.com](mailto:marinnasm@gmail.com)

Alan Carlos Costa   
Instituto Federal Goiano, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/2154584522625285>  
<http://orcid.org/0000-0001-9339-9257>  
[alcarcos@gmail.com](mailto:alcarcos@gmail.com)

Kellen Lagares Ferreira Silva   
Universidade Federal do Tocantins, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/9200174067176129>  
<http://orcid.org/0000-0002-1810-4540>  
[kellenlagares@mail.uft.edu.br](mailto:kellenlagares@mail.uft.edu.br)



DOI: 10.6008/CBPC2179-6858.2020.005.0017

### Referencing this:

SANTOS, V. R. S.; CRISPIM FILHO, A. J.; SANTANA, M. M.; COSTA, A. C.; SILVA, K. L. F.. Análises fisiológicas e morfoanatômicas de *Cenostigma macrophyllum* Tul. (Fabaceae) submetida a diferentes concentrações de glifosato. *Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais*, v.11, n.5, p.159-173, 2020. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2020.005.0017>

## INTRODUÇÃO

O glifosato é o herbicida de maior participação no mercado mundial de herbicidas, e é o mais utilizado no Brasil, caracterizando-se pelo amplo espectro de ação e por não ser seletivo à cultura da soja. Existem mais de 90 marcas comerciais com esse ingrediente ativo no mundo. Apesar do glifosato ser citado como pouco tóxico, há evidências de efeitos deletérios no ambiente, principalmente devido à resistência adquirida por algumas espécies de ervas, após o uso prolongado do herbicida. Em diversos tipos de cultivo, o glifosato costuma ser pulverizado, sendo absorvido pela planta através de suas folhas e dos caulículos novos. A pulverização pode atingir plantas não-alvo por conta da deriva do herbicida.

Conforme Yamada et al. (2007), o herbicida é transportado por toda a planta, agindo nos vários sistemas enzimáticos, inibindo o metabolismo de aminoácidos. O glifosato é o único herbicida que atua diretamente sobre a enzima 5-enolpiruvil-chiquimato-3-fosfato-sintase (EPSPS), inibindo-a. Essa interação suprime a síntese dos aminoácidos aromáticos essenciais como a fenilalanina, tirosina e triptofano, os quais são precursores de outros produtos, como lignina, alcaloides, flavonoides e ácidos benzoicos. As plantas tratadas com glifosato morrem lentamente, em poucos dias ou semanas e, devido ao transporte por todo o sistema, nenhuma parte da planta sobrevive.

O biomonitoramento é uma das formas de avaliar os efeitos dos herbicidas no ambiente. Conforme um autor, biomonitoramento é o uso sistemático das respostas de organismos vivos para avaliar as mudanças ocorridas no ambiente, geralmente causadas por ações antropogênicas. O estudo da anatomia e fisiologia de plantas expostas a poluentes têm contribuído com informações sobre a qualidade do seu ambiente ou parte dele.

Mesmo atuando diretamente na inibição da enzima EPSPS, o glifosato pode acarretar outros sintomas nas plantas. No presente estudo, foram avaliadas respostas fisiológicas e morfoanatômicas de plântulas de *Cenostigma macrophyllum*, quando expostas a diferentes doses de glifosato, em condições controladas em casa de vegetação. O propósito desse trabalho foi identificar possíveis padrões de respostas da espécie estudada, a fim de indicar avaliações adequadas e características bioindicadoras da presença do glifosato em áreas atingidas por deriva.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### Caracterização da espécie estudada

*Cenostigma macrophyllum*, conhecida popularmente como canela-de-velho, caneleira e cega facão (SILVA, 2004), é uma planta pioneira, de porte arbóreo arbustivo, pertencente à subfamília *Caesalpinioideae* (WARWICK et al., 2009), e quando adulta pode atingir até 20m de altura. Pode ser encontrada em abundância na região do Cerrado e Caatinga (QUEIROZ, 2002; 1998) e é bastante utilizada na alimentação de animais e aproveitamento da madeira. Estudos farmacológicos do caule e folha indicam ação antiulcerogênica, anti-inflamatória e antinociceptiva de *C. macrophyllum* (SILVA, 2004; SILVA et al., 2007), além de propriedades antioxidantes das substâncias fenólicas, que estão relacionadas à redução de doenças causadas por radicais

livres (MOKBEL et al., 2006). A abundância dessa espécie é um fator importante a ser levado em consideração para sua utilização como bioindicadora da presença de glifosato em áreas próximas a monoculturas, que utilizam frequentemente esse herbicida e que possam ter sido afetadas em consequência da deriva.

### Condições de cultivo e delineamento experimental

O estudo foi realizado em casa de vegetação do Laboratório de Ecofisiologia e Produtividade Vegetal do Instituto Federal Goiano, *Campus* Rio Verde, Goiás, Brasil, com temperatura e umidade controladas. A temperatura mínima registrada foi 23.9°C e a máxima 29°C. A umidade relativa do ar variou entre 60.2% e 80.9%.

As sementes da espécie *Cenostigma macrophyllum* foram obtidas nas proximidades da TO 050, que liga o município de Porto Nacional a Palmas, ambos no estado do Tocantins, Brasil, em locais adjacentes a plantações de soja. Foram coletadas aproximadamente 200 sementes de diferentes matrizes, em torno de quinze. Inicialmente, as sementes foram plantadas em bandejas de plástico contendo areia, após germinadas foram transferidas para vasos de polietileno com 3Kg de substrato constituído de uma parte de areia e duas partes de solo de Cerrado. Para prevenir possíveis deficiências nutricionais que pudessem interferir nas respostas dos tratamentos, foi aplicada solução nutritiva de Hoagland et al. (1950), 60 dias após a germinação.

O experimento consistiu em 7 tratamentos, com 4 repetições cada, incluindo 6 diferentes doses do herbicida *Glifosato* (Roundup Transorb®, N-(phosphonomethyl) glycine, Sal de Potássio de Glifosato 588 g/L (480 g/L equivalente ácido), importado pela Monsanto do Brasil Ltda.: 25, 50, 100, 200, 400, 800 g i.a. ha<sup>-1</sup> e o controle (0). As doses do herbicida foram aplicadas 4 meses após a germinação. Para aplicar o herbicida foi utilizado um pulverizador costal, com pressão constante mantida por CO<sub>2</sub> comprimido munido de barra, com quatro pontas de pulverização. A pressão de serviço utilizada foi de kgf cm<sup>-2</sup>, proporcionando um volume de calda de 200 L ha<sup>-1</sup>. O herbicida foi pulverizado fora da casa de vegetação, uma só vez, nas quatro repetições de cada dose, ao mesmo tempo. Após aproximadamente 01:30h, os vasos foram transportados para a casa de vegetação e acondicionados aleatoriamente.

### Trocas gasosas

Para avaliação das trocas gasosas foram realizadas cinco medições, 24, 72, 216, 288 e 360 horas após a pulverização do herbicida. Estas avaliações foram realizadas no folíolo da extremidade da folha da região mediana de cada planta. Além das trocas gasosas a mesma área foi utilizada para avaliação de fluorescência da clorofila *a*.

As taxas fotossintéticas (*A*, μmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>) e transpiratória (*E*, mmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>), a condutância estomática (*g<sub>s</sub>*, mol H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>) e a relação entre a concentração interna (*C<sub>i</sub>*) e externa (*C<sub>a</sub>*) de CO<sub>2</sub> (*C<sub>i</sub>/C<sub>a</sub>*), foram obtidas por meio de um sistema de medição de trocas gasosas portátil LI-6400XTR (Licor/Nebraska). As mensurações foram feitas sob concentração de CO<sub>2</sub>, temperatura e vapor de H<sub>2</sub>O do ambiente do local de estudo, controlados, sendo o ar de referência homogeneizado em um galão de 20L antes de alcançar a câmara foliar.

Após o coeficiente que combina as variações de gás carbônico ( $\Delta\text{CO}_2$ ), água ( $\Delta\text{H}_2\text{O}$ ) e fluxo de ar ( $\Delta\mu_e$ ) ter ficado abaixo de 1%, foram realizados 10 registros por folha, um a cada 12 segundos, cuja média foi considerada uma medida.

### Fluorescência da clorofila *a*

Para avaliação de fluorescência da clorofila *a* foram realizadas seis medições, 24, 72, 144, 216, 288 e 360 horas após a pulverização do herbicida.

A fluorescência da clorofila *a* foi avaliada utilizando um fluorômetro portátil modulado, modelo MINIPAM (Walz, Effeltrich, Germany), equipado com pinça especial para suporte da folha, modelo 2030-B (BILGER et al., 1995; RASCHER et al., 2000). Foi determinada a fluorescência inicial (**F<sub>0</sub>**), fluorescência máxima (**F<sub>m</sub>**), rendimento quântico potencial (**F<sub>v</sub>/F<sub>m</sub>** = Fluorescência variável/Fluorescência máxima), rendimento quântico efetivo ( **$\Delta\text{F}/\text{F}'_m$** ), dissipação não fotoquímica (**NPQ**) e taxa aparente de transporte de elétrons (**ETR**). O rendimento quântico potencial do fotossistema II (VAN KOOTEN et al., 1990) foi calculado após 30 minutos de adaptação ao escuro utilizando a equação  $\text{F}_v/\text{F}_m = (\text{F}_m - \text{F}_0) / \text{F}_m$ ; em que  $\text{F}_0$  é o rendimento da fluorescência mínima, excitado pela luz vermelha modulada de baixa intensidade (0,03  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), e  $\text{F}_m$  é a fluorescência máxima obtida pela aplicação do pulso de 0,8s de luz actínica saturante (>6000  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ). O rendimento quântico efetivo do fotossistema II (GENTY et al., 1989) foi determinado por meio da sobreposição do pulso de saturação em folhas previamente adaptadas à luz ambiente, sendo calculado como  $\Delta\text{F}/\text{F}'_m = (\text{F}'_m - \text{F}) / \text{F}'_m$ ; em que  $\text{F}$  é o rendimento da fluorescência máxima durante o pulso de saturação. O  $\Delta\text{F}/\text{F}'_m$  foi utilizado para estimar a taxa aparente de transporte de elétrons (ETR), de acordo com (BILGER et al., 1995), mediante o uso da equação  $\text{ETR} = \Delta\text{F}/\text{F}'_m \times \text{DFF} \times 0,5 \times 0,84$ , em que DFF é a densidade de fluxo de fótons ( $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) incidente sobre a folha; 0,5 é o valor correspondente à fração da energia de excitação distribuída para o FSII (LAISK et al., 1996) e 0,84 é o valor correspondente à fração de luz incidente que é absorvida pelas folhas (EHLERINGER, 1981). O coeficiente de extinção não fotoquímica de Stern-Volmer foi calculado como  $\text{NPQ} = (\text{F}_m - \text{F}'_m) / \text{F}'_m$  (BILGER et al., 1990).

### Concentração de pigmentos cloroplastídicos

O conteúdo de pigmentos cloroplastídicos foi determinado ao final, após 360 horas, por meio da extração com dimetilsulfóxido (DMSO), mediante ajustes da metodologia descrita por Kuki et al. (2005). Foram coletados, de cada repetição, três discos foliares utilizando um furador de metal de 5 mm de diâmetro, evitando-se a nervura central. Os discos foram incubados em frascos de vidro protegidos da luz por papel alumínio, contendo 5 mL de DMSO saturado com  $\text{CaCO}_3$ . As amostras foram levadas ao banho-maria à temperatura de 65 °C por 24 horas. Em seguida foram realizadas as leituras em espectrofotômetro UV-VIS, modelo Evolution 60S (Thermo Fisher Scientific, Madison - USA). Os comprimentos de onda, as equações e os cálculos para a determinação do conteúdo de clorofilas *a* (480 nm), *b* (649 nm) e carotenoides (665 nm) foram conforme metodologia de (WELLBURN, 1994). A degradação da clorofila foi avaliada por espectrofotometria, adotando o índice de feofitinação (IF =  $A_{435}/A_{415}$ ), segundo Ronen et al. (1984).

## Avaliação da permeabilidade de membranas

A permeabilidade de membrana foi determinada após 360 horas, por meio da taxa de liberação de eletrólitos (TLE) segundo adaptação da metodologia descrita por Vasquez-Tello et al. (1989) e Pimentel et al. (2002). Foram coletados 15 discos foliares, de cinco mm de diâmetro, em cada repetição, da folha avaliada, preservando o folíolo avaliado para os cortes de anatomia. Os discos foram lavados previamente com água e então submersos em 30 mL de água deionizada, em frascos âmbar, por um período de 24 horas à temperatura ambiente. Após este período, foi mensurado a condutividade livre (CL,  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), utilizando um condutivímetro portátil CD-850. Posteriormente, os mesmos frascos foram colocados em estufa por uma hora sob temperatura de 100 °C e, após o resfriamento em temperatura ambiente, foi medida a condutividade total (CT,  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ). Para evitar o erro nos resultados, o sensor foi lavado entre cada leitura com água deionizada. A taxa de liberação de eletrólitos foi obtida utilizando a fórmula  $\text{TLE} (\%) = \text{CL}/\text{CT} \times 100$ .

## Análises anatômicas

As observações por microscopia de fluorescência foram realizadas no Laboratório de Anatomia Vegetal do Instituto Federal Goiano, *Campus* Rio Verde, Goiás, Brasil, com um microscópio Olympus BX61 ICAL, por meio de excitação azul (450-490nm), em seções frescas, cortadas com um micrótomo de mesa e imediatamente fotografadas para evitar a degradação da clorofila.

As amostras foram coletadas 360 horas após a aplicação do herbicida. Foram coletados os folíolos completamente expandidos utilizados nas avaliações de trocas gasosas e fluorescência da clorofila  $\alpha$ , e selecionados cortes da região mediana, mais próximos da borda, evitando a nervura. A região da folha adjacente à coletada para análise de fluorescência, contendo a nervura principal, foi coletada para microscopia de luz.

As amostras para microscopia de luz foram fixadas em solução Glutaraldeído 1% em tampão fosfato 0,2M, pH 7,2 (KARNOVSKY, 1965) modificado (KRAUS et al., 1997) durante 24 horas. Após esse período foram efetuadas três lavagens de 15 minutos em tampão fosfato 0,2M, pH 7,2 e realizada desidratação em série etílica crescente até o álcool 70%, no qual foi possível armazenar e conservar o material. Ao fim desta etapa, as amostras foram levadas para o laboratório de anatomia vegetal da Universidade Federal do Tocantins, *Campus* de Porto Nacional, Tocantins, onde foram desidratadas em um intervalo de tempo de 1 hora para cada troca, em série etílica e butílica (80, 90 e 100%, etílico butílico (3:1), etílico butílico (1:1), etílico butílico (1:3) e butílico puro) permanecendo 'over night' em álcool butílico + parafina (1:1), e posteriormente submetidas a duas trocas de parafina por 1 hora cada. Após infiltração, as amostras foram emblocadas (parafina + cera de abelha 8%), seguindo orientação do plano de corte (transversal). Após o resfriamento, os blocos foram colocados em suporte de madeira, onde foram confeccionados quatro blocos para cada tratamento totalizando 28 blocos.

Para a caracterização anatômica foram feitos cortes transversais em micrótomo rotativo semi-motorizado (RM2245-Leica), a 12 $\mu\text{m}$  de espessura e aderidos à lâmina com adesivo de Haupt (1930). Foram

confeccionadas cinco lâminas, com aproximadamente 10 cortes para cada bloco. Posteriormente, os cortes foram desparafinizados em série xilólica, hidratados em série etílica e corados em safranina 1% e azul de astra, por 20 min (GERLACH, 1984). Em seguida, as lâminas foram lavadas em água destilada e desidratadas em série etílica (30%, 50%, 70%, 85%, 95% e 100%), para posteriormente serem submetidas a série xilólica e montadas com bálsamo do Canadá, entre lâmina e lamínula. Em cada lâmina foram selecionados aleatoriamente três cortes. As imagens foram capturadas pelo microscópio óptico Leica DM 500, com câmera Leica ICC50 HD acoplada. A morfometria foliar foi feita com auxílio do software de análise de imagens ANATI QUANTI, versão 2.0 para Windows® (AGUIAR et al., 2007).

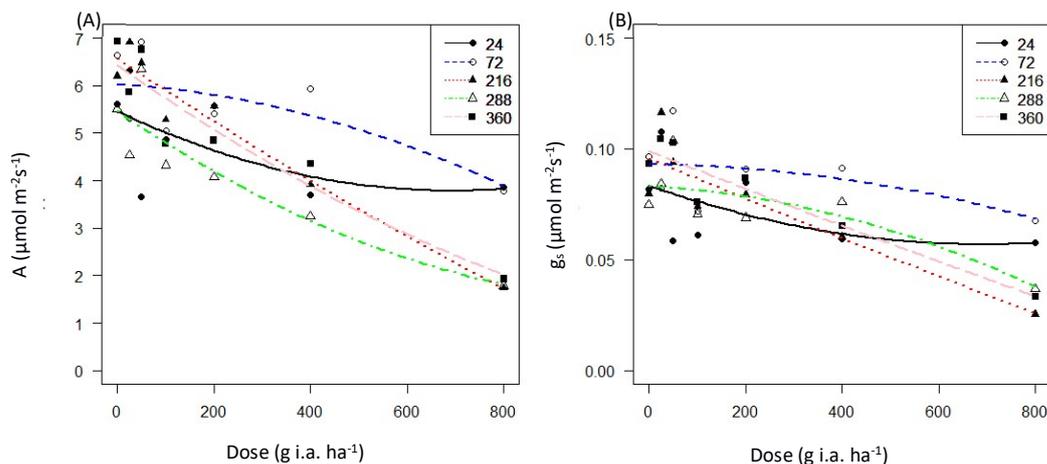
## Estatística

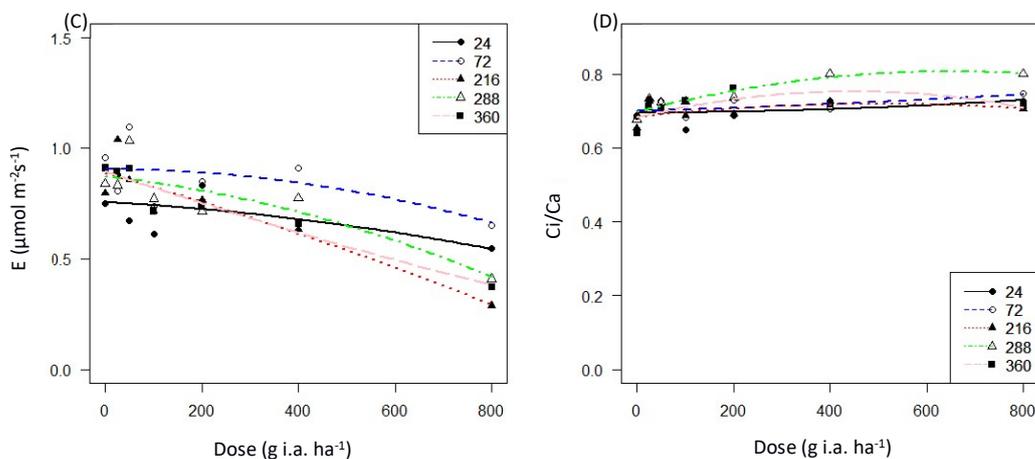
Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ) e quando necessários, modelos de regressão foram ajustados. As análises estatísticas foram realizadas no software R (R CORE TEAM, 2015).

## RESULTADOS

### Efeito do glifosato sobre as trocas gasosas

As análises de trocas gasosas em *Cenostigma macrophyllum* apresentaram um efeito negativo e progressivo em relação ao aumento das doses e das horas após a exposição das plantas ao glifosato (Figura 1). Diferenças significativas na fotossíntese (A), condutância estomática ( $g_s$ ) e taxa transpiratória (E) foram observadas entre 216 e 360 horas, após a aplicação do herbicida (Tabela 1). Ao compararmos as leituras destes parâmetros, na dose 800 g i.a. ha<sup>-1</sup>, 360 horas após a aplicação, a fotossíntese (A) (Figura 1-A) ficou reduzida em aproximadamente 72% e a condutância estomática ( $g_s$ ) e taxa transpiratória (E) (Figuras 1-B e 1-C) foram reduzidas em 64% e 59% respectivamente, em relação ao controle. A relação Ci/Ca oscilou levemente nas diferentes doses, apresentando uma tendência de aumento 288 horas após a aplicação (Figura 1-D).





**Figura 1:** A: Taxa fotossintética - (A); B: condutância estomática - ( $g_s$ ); C: taxa transpiratória - (E); D: relação entre a concentração interna (Ci) e externa (Ca) de CO<sub>2</sub> no mesofilo - (Ci/Ca); em plantas de *C. macrophyllum* submetidas a diferentes concentrações de glifosato, diferentes horas após a aplicação.

**Tabela 1:** Equações de ajuste de regressão para Taxa fotossintética - A, condutância estomática -  $g_s$ , taxa transpiratória - E e relação entre a concentração interna e externa de CO<sub>2</sub> no mesofilo - Ci/Ca, em plantas de *Cenostigma macrophyllum* submetidas a diferentes concentrações de glifosato, em diferentes horas após a aplicação. Referente à Figura 1.

Características	Unidade	Equações Ajustadas	R <sup>2</sup>
A	24 horas após aplicação	$\tilde{Y} = 5.461e+00 - 4.827e-03x + 3.474e-06x^2$	0.03215 <sup>ns</sup>
A	72 horas após aplicação	$\tilde{Y} = 6.030e+00 - 6.169e-04x - 2.577e-06x^2$	0.3194 <sup>ns</sup>
A	216 horas após aplicação	$\tilde{Y} = 6.573e+00 - 6.835e-03x + 9.696e-07x^2$	0.9265*
A	288 horas após aplicação	$\tilde{Y} = 5.466e+00 - 6.984e-03x + 3.009e-06x^2$	0.7343*
A	360 horas após aplicação	$\tilde{Y} = 6.436e+00 - 7.231e-03x + 2.138e-06x^2$	0.8249*
$g_s$	24 horas após aplicação	$\tilde{Y} = 8.354e-02 - 7.688e-05x + 5.549e-08x^2$	-0.07829 <sup>ns</sup>
$g_s$	72 horas após aplicação	$\tilde{Y} = 9.304e-02 - 2.724e-06x - 3.503e-08x^2$	-0.06223 <sup>ns</sup>
$g_s$	216 horas após aplicação	$\tilde{Y} = 9.568e-02 - 9.211e-05x + 5.543e-09x^2$	0.7032*
$g_s$	288 horas após aplicação	$\tilde{Y} = 8.307e-02 - 1.129e-05x - 5.676e-08x^2$	0.5147 <sup>ns</sup>
$g_s$	360 horas após aplicação	$\tilde{Y} = 9.914e-02 - 8.709e-05x + 6.359e-09x^2$	0.8464*
E	24 horas após aplicação	$\tilde{Y} = 7.558e-01 - 1.237e-04x - 1.768e-07x^2$	0.1086 <sup>ns</sup>
E	72 horas após aplicação	$\tilde{Y} = 9.042e-01 - 3.522e-06x - 3.750e-07x^2$	0.05377 <sup>ns</sup>
E	216 horas após aplicação	$\tilde{Y} = 8.843e-01 - 6.136e-04x - 1.586e-07x^2$	0.7744*
E	288 horas após aplicação	$\tilde{Y} = 8.703e-01 - 2.332e-04x - 4.143e-07x^2$	0.6413*
E	360 horas após aplicação	$\tilde{Y} = 8.943e-01 - 7.411e-04x + 1.239e-07x^2$	0.8895*
Ci/Ca	24 horas após aplicação	$\tilde{Y} = 6.960e-01 + 6.020e-07x + 5.211e-08x^2$	-0.2447 <sup>ns</sup>
Ci/Ca	72 horas após aplicação	$\tilde{Y} = 6.999e-01 + 3.798e-05x + 2.310e-08x^2$	0.2026 <sup>ns</sup>
Ci/Ca	216 horas após aplicação	$\tilde{Y} = 6.843e-01 + 1.377e-04x - 1.369e-07x^2$	-0.1521 <sup>ns</sup>
Ci/Ca	288 horas após aplicação	$\tilde{Y} = 6.989e-01 + 3.328e-04x - 2.558e-07x^2$	0.7887*
Ci/Ca	360 horas após aplicação	$\tilde{Y} = 6.825e-01 + 3.147e-04x - 3.521e-07x^2$	0.1608 <sup>ns</sup>

(\*) Significativo e (<sup>ns</sup>) não significativo, p<0,05

### Efeito do glifosato sobre a fluorescência da clorofila *a* conteúdo de pigmentos cloroplastídicos e sobre permeabilidade de membranas

O glifosato não afetou significativamente os parâmetros de fluorescência da clorofila *a*, o conteúdo de pigmentos cloroplastídicos, nem a permeabilidade de membranas. Observando-se os efeitos da fluorescência nas plantas expostas às doses 400 e 800 g i.a. ha<sup>-1</sup> notou-se uma leve tendência de diminuição do rendimento quântico efetivo do fotossistema II e na taxa aparente de transporte de elétrons. Em contrapartida, foi observado um leve aumento no coeficiente de extinção não fotoquímica.

Não houve diminuição significativa de clorofila *a*, *b* e carotenoides em decorrência do aumento do tempo ou dose do glifosato, nem alteração significativa na taxa de liberação de eletrólitos capaz de evidenciar danos sobre as membranas.

## Efeitos do glifosato sobre a estrutura anatômica

Na Figura 2 estão apresentados os resultados de fluorescência da clorofila obtidos na anatomia das plantas de *Cenostigma macrophyllum*. É possível observar um dano progressivo neste parâmetro, sendo esse mais evidente na dosagem de 800 g i.a. ha<sup>-1</sup>. Esta resposta pode ser visualizada com maior detalhe na Figura 2-J, pois ao compararmos com a figura 2-A (com trole) ficou visível os danos causados pelo herbicida. No controle, observa-se nas células do parênquima, tanto paliçádico quanto esponjoso, uma coloração vermelha típica de plantas saudáveis da autofluorescência de clorofila, enquanto que em 2-J, é possível observar a mudança na coloração da emissão da fluorescência pela clorofila *a*, o que expressa que há um dano na clorofila.

Na figura 3 estão apresentados os resultados oriundos das análises anatômicas em microscopia de luz em plantas sadias e expostas a diferentes dosagens do glifosato. A estrutura da lâmina foliar de um exemplar controle de *C. macrophyllum* (Figura 3-A) apresenta epiderme unisseriada, com cutícula espessa, estômatos apenas na face abaxial, que a caracteriza como uma folha hipoestomática, apresenta mesofilo dorsiventral, com uma camada de parênquima paliçádico e duas a três camadas de parênquima esponjoso. Apresenta também canais secretores na região mediana do folíolo.

Os danos anatômicos visíveis foram observados na dosagem de 800 g i.a. ha<sup>-1</sup> (Figuras 3-G e 3-H), entretanto já na dosagem 25 g i.a. ha<sup>-1</sup> (Figura 3-B), observou-se uma alteração na coloração da secreção presente nas cavidades secretoras, essa alteração permaneceu até a dosagem 800 g i.a. ha<sup>-1</sup>. No controle a coloração na cavidade secretora apresenta-se mais translúcida (Figura 3-A), mudando totalmente a cor a partir da dose 25 g i.a. ha<sup>-1</sup> (Figuras 3-B a 3-G).

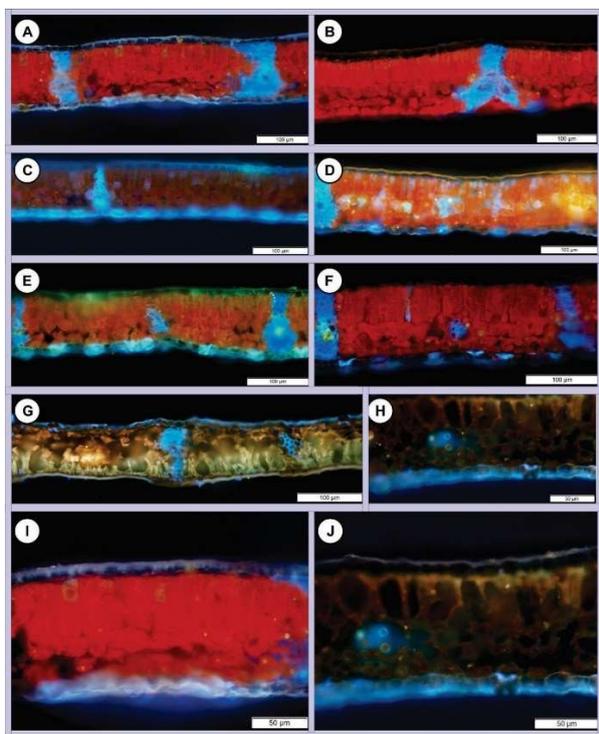
Alterações em formatos celulares foram visíveis na dose 800 g i.a. ha<sup>-1</sup> (Figuras 3-G e 3-H), onde as células aparecem totalmente colapsadas, distorcidas, com a coloração alterada, típica de tecido necrosado.

A análise estatística indicou que, quando comparada ao controle, a dose de 800 g i.a. ha<sup>-1</sup> ocasionou uma diferença significativa entre as médias das epidermes adaxial (EAD) e abaxial (EAB) e dos parênquimas paliçádico (PP) e esponjoso (PE) em relação às plantas expostas à maior dose de glifosato (Tabela 2). Nessa dosagem a redução foi de aproximadamente 7% em EAD, 17,4% em PP, 11,4% em PE e 11,7%, em EAB, quando comparados aos tecidos dos controles. Alterações em EAB foram significativas a partir da dosagem 25 g i.a. ha<sup>-1</sup> (Tabela 2).

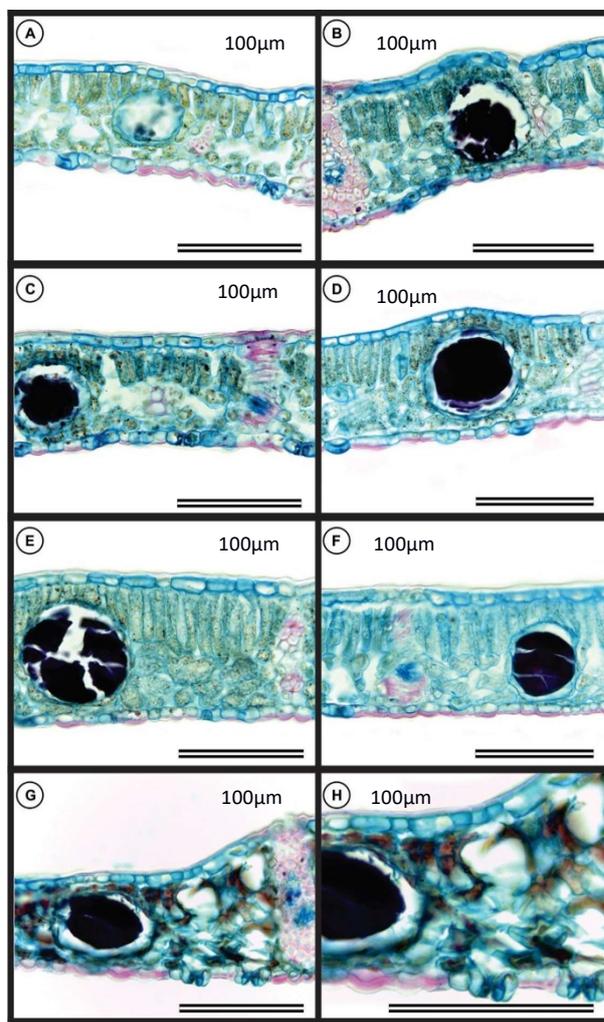
**Tabela 2:** Morfometria de lâmina foliar de *Cenostigma macrophyllum* após exposição a diferentes concentrações de glifosato.

Glifosato	EAD (µm)*	PP (µm)*	PE (µm)*	EAB (µm)*
0	15.94a	44.85ab	47.66ab	15.56a
25	15.77ab	42.51ab	50.36a	14.73b
50	16.11a	42.51ab	47.03abc	14.62b
100	14.06c	41.85b	45.78abc	14.33bc
200	15.85ab	45.57a	46.21abc	14.7b
400	15.33abc	44.91ab	43.73bc	13.37c
800	14.82bc	37.05c	42.23c	13.74c
CV(%)	12.15	14.50	19.51	10.37

(\*) Significativo a 5% pelo teste de F. Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. **EAD:** Epiderme adaxial; **PP:** Parênquima paliçádico; **PE:** Parênquima esponjoso; **EAB:** Epiderme abaxial.



**Figura 2:** Autofluorescência da clorofila (450-490nm). Cloroplastos dos parênquimas paliádico e esponjoso emitem fluorescência vermelha típica. A e I: (0 g i.a ha<sup>-1</sup>); B: (25 g i.a ha<sup>-1</sup>); C: (50 g i.a ha<sup>-1</sup>); D: (100 g i.a ha<sup>-1</sup>); E: (200 g i.a ha<sup>-1</sup>); F: (400 g i.a ha<sup>-1</sup>); G, H e J: (800 g i.a ha<sup>-1</sup>). As áreas amarelas representam degradação da clorofila.



**Figura 3:** Estrutura da lâmina foliar de *Cenostigma macrophyllum* em secção transversal (microscopia de luz) no tratamento controle e submetidas à ação do glifosato A-H. A (0 g i.a ha<sup>-1</sup>); B (25 g i.a ha<sup>-1</sup>); C (50 g i.a ha<sup>-1</sup>); D (100 g i.a ha<sup>-1</sup>); E (200 g i.a ha<sup>-1</sup>); F (400 g i.a ha<sup>-1</sup>); G e H (800 g i.a ha<sup>-1</sup>). H Detalhe dos danos em G.

### Efeitos do glifosato sobre a morfologia foliar

Os efeitos do glifosato começaram a ser visíveis a partir da dose 100 g i.a ha<sup>-1</sup>, onde foi possível perceber a presença de pontos e manchas amareladas, indicando clorose foliar. Na dose 800 g i.a ha<sup>-1</sup>, o efeito foi mais intenso, com a presença de manchas marrons indicando necrose foliar. Ainda na dose 800 g i.a ha<sup>-1</sup>, o glifosato afetou os folíolos que brotaram após a aplicação do herbicida, onde foi possível perceber o formato retorcido dos folíolos jovens.

### DISCUSSÃO

Observou-se uma relação entre o aumento do tempo de exposição ao herbicida com o aumento das doses, que influenciaram na redução nos valores da fotossíntese (A), trocas gasosas (g<sub>s</sub>) e transpiração (E). Entretanto, o fato de que os prejuízos causados à fotossíntese de plantas de *C. macrophyllum* tenham sido verificados, apenas 216 horas após a aplicação do herbicida, corrobora com Sprankle et al. (1975) indicando que a fotossíntese não é o modo primário de ação do glifosato, ou que o herbicida atua lentamente nos

processo fotossintéticos.

Uma das possíveis explicações acerca da diminuição dos valores de **A**, **g<sub>s</sub>** e **E**, é a ação do glifosato na célula estomática. É possível que o glifosato tenha efeito direto sobre as células guarda, provocando o fechamento dos estômatos (YANNICCARI et al., 2012). Yamada et al. (2007) sugerem que as células guarda integram um dos sistemas mais sensíveis ao efeito do glifosato na interrupção do metabolismo celular, pois esse herbicida atua diretamente sobre elas, provocando o fechamento dos estômatos. Isso porque, a camada de cutícula sobre as células guarda é mais fina e, como o glifosato penetra na planta através da epiderme das folhas, provavelmente, os estômatos sejam os primeiros a serem afetados pela ação do herbicida. No presente trabalho, isso pode ter ocorrido, pois a cutícula sobre as células guarda de *C. macrophyllum* é mais fina, o que pode estar relacionado à queda nos valores de trocas gasosas e transpiração que afetou a fotossíntese como um todo.

Com a diminuição da condutância estomática, o mais provável seria a redução na relação **Ci/Ca**, visto que o fechamento dos estômatos limita a entrada de CO<sub>2</sub>, fazendo com que naturalmente haja um consumo do CO<sub>2</sub> presente no mesofilo (Ci), diminuindo assim a relação **Ci/Ca**. Porém, verificou-se, 288 horas após a aplicação, aumento na relação **Ci/Ca**, indicando que houve acúmulo de CO<sub>2</sub> na cavidade subestomática, fato que evidencia que o efeito não foi apenas estomático. Alguns autores têm sugerido que a elevação de Ci pode ser justificada pela baixa condutância difusiva de CO<sub>2</sub> do mesofilo (FERNANDES et al., 2015; PEEVA et al., 2009).

Os parâmetros de fluorescência da clorofila *a* não são bons indicadores de danos em *C. macrophyllum*, pois o glifosato não afetou o FSII. Ralph (2000), ao avaliar a toxicidade de herbicidas em *Halophila ovalis* por meio da fluorescência da clorofila *a*, sugeriu que o glifosato não afeta diretamente o transporte de elétrons do FSII e, portanto, a fluorescência da clorofila *a* pode ser menos sensível aos efeitos primários deste herbicida. Entretanto, Silva et al. (2014) afirmam que avaliações de fluorescência da clorofila *a* são bons indicadores de danos causados pelo glifosato em nabo forrageiro. É possível que no presente estudo os primeiros efeitos do glifosato não tenham ocorrido nas reações fotoquímicas primárias reguladas pelo FSII, mas sim no Ciclo de Calvin.

O ciclo de Calvin consiste de três fases: carboxilação, redução e regeneração. A proteína Rubisco (ribulose-1,5-bifosfato carboxilase-oxigenase) está diretamente ligada à primeira fase, ela tem atividade carboxilásica e oxigenásica, embora a afinidade pela carboxilação assegure a ocorrência de fotossíntese mesmo que a concentração de CO<sub>2</sub> seja muito menor que a de O<sub>2</sub>, como ocorre normalmente na natureza. Após a carboxilação, a redução de CO<sub>2</sub> a carboidratos está diretamente ligada ao consumo de NADPH e ATP, sintetizados pelas reações luminosas das membranas dos tilacoides. Como não houve danos nos fotossistemas, revelados através das análises de fluorescência da clorofila *a* em *C. macrophyllum*, a produção de NADPH e ATP não foi comprometida, entretanto, a concentração de CO<sub>2</sub> no mesofilo permaneceu alta, indicando que ele foi pouco assimilado no ciclo de Calvin. A capacidade do tecido foliar para assimilação fotossintética de CO<sub>2</sub>, depende, em grande parte, do conteúdo de Rubisco, sob concentrações de CO<sub>2</sub> baixas a intermediárias, a fotossíntese é limitada pela capacidade de carboxilação da Rubisco.

É possível que neste estudo tenha ocorrido uma diminuição na atividade da enzima Rubisco, ou mesmo uma diminuição na concentração de Rubisco nas folhas de *C. macrophyllum*. Chaves (2002), não descarta a possibilidade de efeitos metabólicos como danos à Rubisco, interferirem na fotossíntese, no entanto, ele propõe que o principal fator de redução da fotossíntese seja a menor difusão do CO<sub>2</sub>, causada tanto pela resistência do mesófilo, como pelo déficit da concentração de CO<sub>2</sub> pelo fechamento dos estômatos. Portanto, em *C. macrophyllum*, as duas possibilidades podem ser consideradas, tanto a diminuição na atividade ou concentração da Rubisco, como o fechamento dos estômatos.

Os dados de rendimento quântico potencial (**Fv/Fm**) e rendimento quântico efetivo do fotossistema II (**ΔF/Fm'**), bem como a taxa aparente de transporte de elétrons (**ETR**) e o coeficiente de extinção não fotoquímica (**NPQ**), também não indicaram danos ao FSII, o que teria certamente comprometido a produção de NADPH e ATP para a redução de CO<sub>2</sub> na etapa bioquímica da fotossíntese. Essa observação permite pressupor que, caso os danos observados na fotossíntese estejam relacionados à Rubisco. O problema pode ter ocorrido na primeira fase do Ciclo de Calvin, onde a Rubisco, por efeito do glifosato, não conseguiu realizar a carboxilação. Efeito negativo do glifosato na Rubisco, foi descrito na literatura por Olesen et al. (2010), Servaites et al. (1987) e Yannicari et al. (2012).

Em *C. macrophyllum* não foram observados danos em relação à permeabilidade de membranas e ao conteúdo de pigmentos cloroplastídicos, corroborando com Cole (1985), que considerou que o glifosato tem efeito negligível sobre as membranas em determinadas espécies. Portanto, quanto à degradação de membranas, *C. macrophyllum* pode ser considerada uma planta resistente. Dados contrários foram observados por Silva et al. (2014) e Oliveira (2014) que verificaram efeitos negativos, nesses parâmetros, em plantas de *Raphanus sativus* e *Bowdichia virgilioides*, respectivamente. Os danos foram a partir das menores doses do herbicida e progressivos com o aumento das mesmas, após terem sido expostas ao glifosato.

No presente trabalho, foram observadas alterações anatômicas foliares, em plantas expostas ao glifosato, mesmo quando não foram observadas alterações macroscópicas. Tais resultados reforçam a importância dos estudos anatômicos para diagnóstico precoce de injúrias (SOIKKELI, 1981).

Diversos autores, dentre eles Catalá et al. (2013) e Moura et al. (2014) utilizaram observações da emissão de autofluorescência da clorofila, em líquens, no caso dos primeiros autores, e em folhas de árvores nativas, no caso dos segundos, a fim de avaliar respostas após exposição a poluentes. Guidi et al. (1997) afirmam que mudanças na intensidade da emissão de autofluorescência da clorofila podem indicar danos precoces provocados por ozônio. No presente estudo, foi possível perceber alterações na intensidade de emissão de autofluorescência da clorofila *a*, principalmente na maior dose aplicada.

Vários estudos mostram que características como variações na espessura dos tecidos que constituem o mesófilo são importantes na determinação da sensibilidade da planta aos poluentes (BUSSOTTI et al., 2005; EVANS et al., 1996; GEROSA et al., 2003; MACHADO et al., 2013; OLIVEIRA, 2014; PEDROSO et al., 2015; SILVA, 2008). Assim como análises anatômicas de autofluorescência da clorofila, análises dos tecidos foliares, indicaram efeitos deletérios do glifosato, o que mostra a possível utilização dessas avaliações na identificação dos efeitos do glifosato em outras plantas. Fica demonstrada a importância em associar às análises

fisiológicas, as análises morfoanatômicas, para obtenção de dados mais concisos.

Além da redução dos tecidos, na maior dose, eles ficaram colapsados, com parênquimas paliádico e esponjoso desorganizados e com coloração típica de necrose. Esse tipo de resposta também foi observada por Machado et al. (2013) ao estudarem os efeitos do glifosato em plantas de *Solanum lycocarpum*, *Kilmeyra lathophyton* e *Bowdichia virgilioides*. Esses autores indicaram que o glifosato pode ser o responsável pela redução nos tecidos foliares, uma vez que a aplicação do herbicida resulta na paralização do crescimento e redução importante dos níveis de aminoácidos aromáticos (fenilalanina, tirosina e triptofano), os mesmos verificaram que a epiderme adaxial foi a que apresentou maior redução na espessura. Esse mesmo padrão foi encontrado por Oliveira (2014) em plantas de *B. virgilioides* sob efeito do glifosato, coincidindo em parte com o presente estudo, com a diferença de que, neste, a epiderme abaxial foi a que apresentou maior sensibilidade ao glifosato, com redução a partir da primeira dose, o que provavelmente contribuiu com danos aos estômatos. Cole et al. (1983) acreditam que essa desregularização resulta na perda de carbonos disponíveis para outras reações celulares da planta.

A folha de *C. macrophyllum* é hipoestomática. Tendo em vista a redução da espessura da **EAB** em função do glifosato, pode-se deduzir que os estômatos foram afetados e sofreram efeitos do herbicida, o que corrobora com informações já discutidas sobre o efeito do glifosato nas células guarda, provocando o fechamento dos estômatos. Os dados de condutância estomática e transpiração, confirmam tal observação.

O glifosato tem como principal via de ação a inibição específica da enzima 5-enolpiruvil-chiquimato-3-fosfato-sintase (EPSPS), que participa da produção de três aminoácidos essenciais (triptofano, fenilalanina e tirosina) (JAWORSKI, 1972; ZABLOTOWICZ et al., 2004). Desde a primeira dose, observou-se uma mudança na coloração do composto presente na cavidade secretora localizada na porção mediana do mesofilo, que passou de translúcida (controle) a um tom bem escuro em todas as demais doses avaliadas. É possível que interferências do glifosato na rota do ácido chiquímico sejam responsáveis pela mudança na produção dos compostos presentes em *C. macrophyllum*. Faz-se necessário um estudo específico da ação do glifosato na produção de tais compostos.

Nos folíolos de *C. macrophyllum*, foi possível observar clorose a partir da dose 100 g i.a. ha<sup>-1</sup> e necrose na dose 800 g i.a. ha<sup>-1</sup>. Além da necrose, plantas expostas à maior dose, apresentaram folhas jovens com aspecto retorcido, Yamada et al. (2007) citam como sintomas comuns observados após a aplicação do glifosato, clorose foliar seguida de necrose, podendo também ocorrer enrugamento ou malformações, especialmente nas áreas de rebrotamento.

## CONCLUSÕES

Neste trabalho, sugere-se que para que uma planta seja considerada resistente, faz-se necessário utilizar um conjunto ampliado de metodologias, uma vez que tradicionalmente, danos causados por glifosato tenham sido estudados utilizando basicamente os parâmetros de trocas gasosas, dados de fluorescência, diminuição do conteúdo de pigmentos cloroplastídicos, degradação de membranas e análises anatômicas em microscopia de luz. A análise da emissão de autofluorescência da clorofila é indicada para que sejam

observados danos precoces em *C. macrophyllum*.

Os parâmetros avaliados que indicaram danos em *C. macrophyllum* foram fotossíntese, trocas gasosas, transpiração, relação entre a concentração interna e externa de CO<sub>2</sub>, emissão da autofluorescência da clorofila e análises morfoanatômicas. Esses parâmetros podem ser usados como bioindicadores dos efeitos do herbicida utilizando a espécie avaliada, não sendo indicada a avaliação de fluorescência da clorofila *a*.

## REFERÊNCIAS

- AGUIAR, T. V.; SANT'ANNA-SANTOS, B. F.; AZEVEDO, A. A.; FERREIRA, R. S.. Anati Quanti: software de análises quantitativas para estudos em anatomia vegetal. **Planta Daninha**, Viçosa, v.25, n.4, p.649-659, 2007. DOI: <http://doi.org/10.1590/S0100-83582007000400001>
- BILGER, W.; BJÖRKMANN, O.. Role of the xanthophyll cycle in photoprotection elucidated by measurements of light-induced absorbance changes, fluorescence and photosynthesis in leaves of *Hedera canariensis*. **Photosynthesis Research**, Stanford, v.25, n.3, p.173-185, 1990. DOI: <http://doi.org/10.1007/BF00033159>
- BILGER, W.; SCHREIBER, U.; BOCK, M.. Determination of the quantum efficiency of photosystem II and of non-photochemical quenching of chlorophyll fluorescence in the field. **Oecologia**, Würzburg, v.102, n.4, p.425-432, 1995. DOI: <http://doi.org/10.1007/BF00341354>
- BUSSOTTI, F.; AGATI, G.; DESOTGIU, R.; MATTEINI, P.; TANI, C.. Ozone foliar symptoms in woody plant species assessed with ultrastructural and fluorescence analysis. **New Phytologist**, Firenze, v.166, n.3, p.941-55, 2005. DOI: <http://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2005.01385.x>
- CATALÁ, M.; GASULLA, F.; DEL REAL, A. E. P.; GARCÍA-BREIJO, F.; REIG-ARMIÑANA, J.; BARRENO, E.. The organic air pollutant cumene hydroperoxide interferes with NO antioxidant role in rehydrating lichen. **Environmental Pollution**, Madrid, v.179, p.277-284, 2013. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.envpol.2013.04.015>
- CHAVES, M. M.. How plants cope with water stress in the field? Photosynthesis and Growth. **Annals of Botany**, Lisboa, v.89, n.7, p.907-916, 2002. DOI: <http://doi.org/10.1093/aob/mcf105>
- COLE, D. J.. Mode of action of glyphosate—a literature analysis. In: GROSSBARD, E.; ATKINSON, D.. **The herbicide glyphosate**. London: Butterworths Publishers, 1985. p.48-74.
- COLE, D. J.; CASELEY, J. C.; DODGE, A. D.. Influence of glyphosate on selected plant process. **Weed Research**, Oxford, v.23, n.3, p.173-183, 1983. DOI: <http://doi.org/10.1111/j.1365-3180.1983.tb00535.x>
- EHLERINGER, J.. Leaf absorptances of mohave and sonoran desert plants. **Oecologia**, Salt Lake City, v.49, n.3, p.366-370, 1981. DOI: <http://doi.org/10.1007/BF00347600>
- EVANS, L. S.; ADAMSKI, J. H. I.; RENFRO, J. R.. Relationships between cellular injury, visible injury of leaves, and ozone exposure levels for several dicotyledonous plant species at Great Smoky Mountains National Park. **Environmental Experimental Botany**, New York, v.36, n.2, p.229-237, 1996. DOI: [http://doi.org/10.1016/0098-8472\(96\)01002-7](http://doi.org/10.1016/0098-8472(96)01002-7)
- FERNANDES, E. T.; CAIRO, P. A. R.; NOVAES, A. B.. Physiological responses of eucalyptus clones grown in a greenhouse under water deficit. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.45, n.1, p.29-34, 2015. DOI: <http://doi.org/10.1590/0103-8478cr20120152>
- GENTY, B.; BRIANTAIS, J.-M.; BAKER, N. R.. The relationship between the quantum yield of photosynthetic electron transport and quenching of chlorophyll fluorescence. **Biochimica et Biophysica Acta - Gen. Subj**, Colchester, v.990, n.1, p.87-92, 1989. DOI: [http://doi.org/10.1016/S0304-4165\(89\)80016-9](http://doi.org/10.1016/S0304-4165(89)80016-9)
- GERLACH, D.. **Botanische Mikrotechnik: Eine Einführung**. 3 ed. Stuttgart: Thieme, 1984.
- GEROSA, G.; MARZUOLI, R.; BUSSOTTI, F.; PANCAZI, M.; BALLARIN-DENTI, A.. Ozone sensitivity of *Fagus sylvatica* and *Fraxinus excelsior* young trees in relation to leaf structure and foliar ozone uptake. **Environmental Pollution**, Milan, v.125, n.1, p.91-98, 2003. DOI: [http://doi.org/10.1016/S0269-7491\(03\)00094-0](http://doi.org/10.1016/S0269-7491(03)00094-0)
- GUIDI, L.; NALI, C.; CIOMPI, S.; LORENZINI, G.; SOLDATINI, G. F.. The use of chlorophyll fluorescence and leaf gas exchange as methods for studying the different responses to ozone of two bean cultivars. **Journal of Experimental Botany**, Pisa, v.48, n.308, p.173-179, 1997. DOI: <http://doi.org/10.1093/jxb/48.1.173>
- HAUPT, A. W.. A gelatin fixative for paraffin sections. **Stain Technology**, Los Angeles, v.5, n.3, p.97-98, 1930. DOI: <http://doi.org/10.3109/10520293009115555>
- HOAGLAND, D. R.; ARNON, D. I.. The water-culture method for growing plants without soil. **California Agricultural Experiment Station**, Berkeley, Circular 347, p.1-32, 1950.
- JAWORSKI, E.. Mode of action of N-phosphonomethylglycine. Inhibition of aromatic amino acid biosynthesis. **J. Agricultural and Food Chemistry**, St Louis, v.20, n.6, p.1195-1198, 1972. DOI: <http://doi.org/10.1021/jf60184a057>
- KARNOVSKY, M. J.. A formaldehyde glutaraldehyde fixative of high osmolality for use in electron microscopy. **The Journal of Cell Biology**, Boston, v.27, n.137, p.137-139, 1965.
- KRAUS, J. E.; ARDUIN, M.. **Manual básico de método em**

**morfologia vegetal.** Seropedica: Edur, 1997.

KUKI, K. N.; OLIVA, M. A.; GOMES, F. P.; COSTA, A. C.. Avaliação da eficiência do dimetilsulfóxido na extração de pigmentos foliares de *Schinus terebenthifolius* e *Cocos nucifera*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FISILOGIA VEGETAL, 10; CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE FISILOGIA VEGETAL, 12. **Anais**. Recife: SBFV, 2005.

LAISK, A, LORETO, F.. Determining Photosynthetic Parameters from Leaf CO<sub>2</sub> Exchange and Chlorophyll Fluorescence. **Plant Physiol.**, Estonia, v.110, n.3, p.903-912, 1996. DOI: <http://doi.org/10.1104/pp.110.3.903>

MACHADO, V. M.; SANTOS, J. B.; PEREIRA, I. M.; LARA, R. O.; CABRAL, C. M.; AMARAL, C. S.. Sensitivity of native forest species seedlings to glyphosate. **Bioscience Journal**, Diamantina, v.29, n.6, p.1941-1951, 2013.

MOKBEL, M. S.; HASHINAGA, F.. Evaluation of the antioxidant activity of extracts from buntan (*Citrus grandis* Osbeck) fruit tissues. **Food Chemistry**, Korimoto, v.94, n.4, p.529-534, 2006. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.11.042>

MOURA, B. B.; SOUZA, S. R.; ALVES, E. S.. Response of Brazilian native trees to acute ozone dose. **Environmental Science and Pollution Research**, São Paulo, v.21, n.6, p.4220-4227, 2014. DOI: <http://doi.org/10.1007/s11356-013-2326-1>

OLESEN, C. F.; CEDERGREEN, N.. Glyphosate uncouples gas exchange and chlorophyll fluorescence. **Pest Management Science**, v.66, n.5, p.536-542, 2010. DOI: <http://doi.org/10.1002/ps.1904>

OLIVEIRA, A. P. A.. **Respostas Fisiológicas e morfoanatômicas de *Bowdichia virgilioides* Kunth. (Fabacea) exposta a herbicidas.** Dissertação (Mestrado em Ecologia de Ecótonos) - Universidade Federal do Tocantins, Porto Nacional, 2014.

SPRANKLE, P.; MEGGITT, W. F. D. P.. Absorption, Action, and Translocation of Glyphosate. **Weed Science**, Michigan, v.23, n.6882, p.235-240, 1975. DOI: <http://doi.org/https://doi.org/10.1017/S0043174500052930>

PEDROSO, A. N. V.; ALVES, E. S.. Temporal dynamics of the cellular events in tobacco leaves exposed in São Paulo, Brazil, indicate oxidative stress by ozone. **Environmental Science Pollution Research**, São Paulo, v.22, n.9, p.6535-6545, 2015. DOI: <http://doi.org/10.1007/s11356-014-4025-y>

PEEVA, V.; CORNIC, G.. Leaf photosynthesis of *Haberlea rhodopensis* before and during drought. **Environmental Experimental Botany**, Orsay Cedex, v.65, n.2-3, p.310-318, 2009. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2008.09.009>

PIMENTEL, C.; SARR, B.; DIOUF, O.; ABOUD, A. C. D. S.; ROY-MACAULEY, H.. Tolerância protoplasmática foliar à seca, em dois genótipos de caupi cultivados em campo. **Revista da Universidade Rural**, Rio de Janeiro, v.22, n.1, p.7-14, 2002.

QUEIROZ, L. P.. Distribuição das espécies de leguminosae na caatinga. In: ASSOCIAÇÃO PLANTAS DO NORDESTE-APNE/CENTRO NORDESTINO DE INFORMAÇÕES SOBRE PLANTAS-CNP. **Anais**. Recife: Vegetação e Flora da Caatinga, 2002.

QUEIROZ, L. P.. **Leguminosas de Caatinga: espécies com potencial forrageiro.** Programa Plantas do Nordeste, Universidade Estadual de Feira de Santana, Royal Botanic Gardens Kew, Associação Plantas do Nordeste, CNPq, Weston Foundation, 1998.

R CORE TEAM. **R: A Language and Environment for Statistical Computing.** R CORE TEAM, 2015.

RALPH, P. J.. Herbicide toxicity of *Halophila ovalis* assessed by chlorophyll *a* fluorescence. **Aquatic Botany**, Sidney, v.66, n.2, p.141-152, 2000. DOI: [http://doi.org/10.1016/S0304-3770\(99\)00024-8](http://doi.org/10.1016/S0304-3770(99)00024-8)

RASCHER, U.; LIEBIG, M.; LÜTTGE, U.. Evaluation of instant light-response curves of chlorophyll fluorescence parameters obtained with a portable chlorophyll fluorometer on site in the field. **Plant, Cell and Environmental**, Darmstadt, v.23, n.12, p.1397-1405, 2000. DOI: <http://doi.org/10.1046/j.1365-3040.2000.00650.x>

RONEN, R.; GALUN, M.. Pigment extraction from lichens with dimethyl sulfoxide (DMSO) and estimation of chlorophyll degradation. **Environmental Experimental Botany**, Tel Aviv, v.24, n.3, p.239-245, 1984. DOI: [http://doi.org/10.1016/0098-8472\(84\)90004-2](http://doi.org/10.1016/0098-8472(84)90004-2)

SERVAITES, J. C.; TUCCI, M. A.; GEIGER, D. R.. Glyphosate effects on carbon assimilation, ribulose biphosphate carboxylase activity, and metabolite levels in sugar beet leaves. **Plant Physiology**, Dayton, v.85, n.2, p.370-4, 1987. DOI: <http://doi.org/10.1104/pp.85.2.370>

SILVA, M. F.; SOUZA, L. A. G.; CARREIRA, L.; M. M.. **Nomes populares das Leguminosas do Brasil.** Manaus: EDUA, 2004.

SILVA, F. B.; COSTA, A. C.; RODRIGO, R.; ALVES, P.. Chlorophyll fluorescence as an indicator of cellular damage by glyphosate herbicide in *Raphanus sativus* L. **American Journal of Plants Sciences**, Rio Verde, v.5, n.16, p.2509-2519, 2014. DOI: <http://doi.org/10.4236/ajps.2014.516265>

SILVA, H. R.; SILVA, C. C. M.; NETO, L. B. C.; LOPES, J. A. D.; CITÓ, A. M. D. G. L.; CHAVES, M. H.. Constituintes químicos das cascas do caule de *Cenostigma macrophyllum*: Ocorrência de colesterol. **Química Nova, Teresina**, v.30, n.8, p.1877-1881, 2007. DOI: <http://doi.org/10.1590/S0100-40422007000800015>

SILVA, K. L. F.. **Avaliações de biomarcadores anatômicos e fisiológicos em plantas expostas ao arsênio.** Tese (Doutorado em Botânica) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2008.

SOIKKELI, S.. Comparison of cytological injuries in conifer needles from several polluted industrial environments in Finland. **Annales Botanic FenniciFinnish Zoological and Botanical Publishing Board**, Kuopio, v.18, n.1, p.47-61, 1981.

VAN KOOTEN, O.; SNEL, J. F. H.. The use of chlorophyll fluorescence nomenclature in plant stress physiology. **Photosynthesis Research**, Wageningen, v.25, n.3, p.147-150, 1990. DOI: <http://doi.org/10.1007/BF00033156>

VASQUEZ-TELLO, A.; ZUILY-FODIL, Y.; THI, A. T. P.; SILVA, J. B. V.. DAElectrolyte and Pi leakages and soluble sugar content

as physiological tests for screening resistance to water stress in phaseolus and vigna species. **Journal Experimental Botany**, Paris, v.41, n.228, p.827-832, 1989. DOI: <http://doi.org/10.1093/jxb/41.7.827>

WARWICK, M. C.; LEWIS, G. P.. A revision of *Cenostigma* (Leguminosae - Caesalpinioideae - Caesalpinieae), a genus endemic to Brazil. **Kew Bulletin**, Kew, v.64, n.1, p.135-146, 2009. DOI: <http://doi.org/10.1007/s12225-008-9091-1>

WELLBURN, A. R.. The spectral determination of chlorophyll a and chlorophyll b, as well as total carotenoids, using various solvents with spectrophotometers of different resolution. **Journal of Plant Physiology**, Lancaster, v.144, n.3, p.307-313, 1994. DOI: [http://doi.org/10.1016/S0176-1617\(11\)81192-2](http://doi.org/10.1016/S0176-1617(11)81192-2)

YAMADA, T.; CASTRO, P. R. C.. **Efeitos do glyphosate nas plantas: Implicações fisiológicas e agrônômicas**. Piracicaba: IPNI, 2007.

YANNICARI, M.; TAMBUSSI, E.; ISTILART, C.; CASTRO, A. M.. Glyphosate effects on gas exchange and chlorophyll fluorescence responses of two *Lolium perenne* L. biotypes with differential herbicide sensitivity. **Plant Physiology and Biochemistry**, La Plata, v.57, p.210-217, 2012. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.plaphy.2012.05.027>

ZABLOTOWICZ, R. M.; REDDY, K. N.. Impact of Glyphosate on the Brady rhizobium japonicum Symbiosis with Glyphosate-Resistant Transgenic Soybean: A Minireview. **Journal of Environment Souybean**, Madson, v.33, n.3, p.825-831, 2004. DOI: <http://doi.org/10.2134/jeq2004.0825>

A CBPC - Companhia Brasileira de Produção Científica (CNPJ: 11.221.422/0001-03) detém os direitos materiais desta publicação. Os direitos referem-se à publicação do trabalho em qualquer parte do mundo, incluindo os direitos às renovações, expansões e disseminações da contribuição, bem como outros direitos subsidiários. Todos os trabalhos publicados eletronicamente poderão posteriormente ser publicados em coletâneas impressas sob coordenação da Sustenere Publishing, da Companhia Brasileira de Produção Científica e seus parceiros autorizados. Os (as) autores (as) preservam os direitos autorais, mas não têm permissão para a publicação da contribuição em outro meio, impresso ou digital, em português ou em tradução.