

**UFRRJ**  
**INSTITUTO DE AGRONOMIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO**  
**AGRÍCOLA**

**DISSERTAÇÃO**

**REFLEXÕES SOBRE O ENSINO DE TOXICOLOGIA**  
**AMBIENTAL EM CURSOS DE GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS**  
**AGRÁRIAS: ESTUDO DE CASO NO INSTITUTO FEDERAL**  
**GOIANO – CAMPUS URUTAÍ**

**JOANA DARC DE SOUZA**

**2020**



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE AGRONOMIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO AGRÍCOLA**

**REFLEXÕES SOBRE O ENSINO DE TOXICOLOGIA AMBIENTAL EM  
CURSOS DE GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS: ESTUDO DE  
CASO NO INSTITUTO FEDERAL GOIANO – CAMPUS URUTAÍ**

**JOANA DARC DE SOUZA**

*Sob a Orientação do Professor*

**Dr. Argemiro Sanavria**

*e coorientação do Professor*

**Dr. Guilherme Malafaia**

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Educação**, no Programa de Pós-Graduação em Educação Agrícola, Área de Concentração em Educação Agrícola

**Seropédica, RJ  
Agosto de 2020**

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Biblioteca Central / Seção de Processamento Técnico

Ficha catalográfica elaborada  
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

S719r SOUZA, JOANA DARC DE , 1964-  
REFLEXÕES SOBRE O ENSINO DE TOXICOLOGIA AMBIENTAL  
EM CURSOS DE GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRARIAS: ESTUDO  
DE CASO NO INSTITUTO FEDERAL GOIANO - CAMPUS URUTAÍ /  
JOANA DARC DE SOUZA. - Seropédica, 2020.  
58 f.

Orientador: Argemiro Sanavria.  
Coorientador: GUILHERME MALAFAIA PINTO.  
Dissertação (Mestrado). -- Universidade Federal  
Rural do Rio de Janeiro, PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
EDUCAÇÃO AGRÍCOLA, 2020.

1. Ecotoxicologia. 2. defensivos agrícolas. 3.  
sustentabilidade. I. Sanavria, Argemiro , 1949-,  
orient. II. PINTO, GUILHERME MALAFAIA , 1985-,  
coorient. III Universidade Federal Rural do Rio de  
Janeiro. PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO  
AGRÍCOLA. IV. Título.

"O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001 "This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Finance Code 001"

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO**  
**INSTITUTO DE AGRONOMIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO AGRÍCOLA**

**JOANA DARC DE SOUZA**

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Educação**, no Programa de Pós-Graduação em Educação Agrícola, Área de Concentração em Educação Agrícola.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM: 13/08/2020

---

Argemiro Sanavria, Dr. UFRRJ

---

Sandra Maria Gomes Thome, Dra. UFRRJ

---

Joice Aparecida Rezende Vilela, Dra. EMATER-RJ

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus, porque sem sua permissão nada acontece.

Agradeço à UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO - UFRRJ e ao PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO AGRÍCOLA - PPGEA, que me possibilitaram realizar esta etapa tão importante em minha vida.

Agradeço ao IF Goiano - Campus Urutaí – na pessoa do professor Dr. Gilson Dourado da Silva, por todo empenho que resultou nessa parceria que deu certo.

Agradeço ao meu orientador, professor Dr. Argemiro Sanavria e digo que se eu conhecesse, previamente, todos os possíveis orientadores e tivesse opção de escolha, não teria escolhido outro, de coração, e ao meu coorientador, professor Dr. Guilherme Malafaia que, juntos, me ajudaram a trilhar este caminho e contribuíram de forma única para o alcance desse resultado traduzido pela dissertação.

Agradeço às senhoras componentes da banca, professoras Dra. Sandra Maria Gomes Thomé e Dra. Joice Aparecida Rezende Vilela que se fizeram presentes comigo desde a qualificação e muito contribuíram para a melhoria e conclusão deste estudo.

Agradeço aos participantes da pesquisa, que responderam aos questionários e forneceram estes valiosos dados.

Agradeço aos meus colegas que, através de inúmeros exemplos de superação, não me deixaram desistir.

E por fim, agradeço aos meus filhos: Ivana, Ramon e Renan Souza Pedroso, esses seres tão especiais que, embora nem saibam, foram grandes motivadores para eu chegar até aqui. Além da minha satisfação pessoal, por eles e pra eles, eu quis, eu precisava ser referência, exemplo para suas vidas acadêmicas.

A tudo e a todos: GRATIDÃO!

## RESUMO

SOUZA, Joana Darc de. **Reflexões sobre o ensino de toxicologia ambiental em cursos de graduação em ciências agrárias**: estudo de caso no Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí. 2020. 58f. Dissertação (Mestrado em Educação Agrícola). Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ. 2020.

A agricultura é um setor em constante crescimento, impulsionado pela crescente demanda por matéria prima, alimentos, dentre outros produtos agrícolas. Alinhada a este crescimento que anualmente quebra recordes, está a utilização de agrotóxicos e outros possíveis contaminantes que alcançam quantidades expressivas todos os anos. Dessa forma, a produção agrícola e o estudo da toxicologia ambiental, ligada aos insumos utilizados, devem caminhar lado a lado, de modo que seja obtida uma produção sustentável. Nesse sentido, o presente estudo teve por objetivo avaliar a inserção de temas ligados à toxicologia ambiental nos cursos superiores de bacharelado em Agronomia e Engenharia Agrícola do Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí, partindo do pressuposto de que a formação de profissionais que protagonizam a produção agrícola no país deve ser integrada aos conhecimentos dos possíveis impactos ambientais que a mesma pode ocasionar. Para isso, foi conduzida análise dos Projetos Pedagógicos de Cursos, currículos lattes dos docentes e a percepção de docentes e estudantes por meio de questionários virtuais, a fim de compreender como está proposto o ensino de temas da toxicologia ambiental, a formação e atuação dos docentes nessa área e a percepção dos participantes sobre a área e sua prática nos cursos. Os resultados demonstraram que não há previsão clara de ensino do tema nos PPCs e apenas 3 docentes atuam em pesquisas diretamente ligadas à toxicologia ambiental. Os participantes, em sua maioria, conhecem a área toxicologia ambiental; contudo, 46,15% dos estudantes e 58,82% dos docentes afirmam não ter interesse ou ter pouco interesse pela área. Também foi observado que a maioria acredita haver benefícios na integração entre a área e os cursos; porém, 72,22% dos docentes e 56,25% dos estudantes acreditam que o curso não oportunizou uma formação agrária integrada à área ou não souberam responder. Conclui-se que houve uma pequena inserção de temas da toxicologia ambiental nos cursos, apesar de estudantes e docentes reconhecerem sua importância e demonstrarem algum interesse. Assim, é evidenciada a necessidade de modificações nos cursos que promovam a inserção de temas da toxicologia ambiental de forma transversal, sendo previsto em seus PPCs e traduzido no ensino, na proporção devida em relação a outras áreas.

**Palavras-chave:** Ecotoxicologia, defensivos agrícolas, sustentabilidade.

## ABSTRACT

SOUZA, Joana Darc de. **Reflections on the teaching of environmental toxicology in undergraduate courses in agrarian sciences:** a case study at Instituto Federal Goiano - Campus Urutaí. 2020. 58p. Dissertação (Mestrado em Educação Agrícola). Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ. 2020.

Agriculture is a sector in constant growth, driven by the growing demand for raw materials, food, among other agricultural products. In line with this record-breaking growth annually, is the use of pesticides and other possible contaminants that reach significant amounts every year. In this way, agricultural production and the study of Environmental Toxicology linked to the inputs used must go hand-in-hand, so that sustainable production is obtained. In this sense, the present study aimed to evaluate the inclusion of themes related to Environmental Toxicology in higher education courses in Agronomy and Agricultural Engineering at Instituto Federal Goiano - Campus Urutaí, based on the assumption that the training of professionals who lead agricultural production in the country it must be integrated with the knowledge of the possible environmental impacts that it can cause. To this end, an analysis of the Pedagogical Course Projects, curricula of teachers' lattes and the perception of managers, teachers and students through virtual questionnaires was carried out, in order to understand how the teaching of Environmental Toxicology themes, training and performance is proposed. of teachers in this area and the participants' perception of the area and its practice in the courses. The results showed that there is no clear provision for teaching the topic in the PPCs and only 3 professors work in research directly linked to environmental toxicology. Most participants are familiar with the Environmental Toxicology area; however, 58.82% of the teachers and 46.15% of the students claim to have no interest or little interest in the area. It was also observed that the majority believes that there are benefits in the integration between the area and the courses; however, 56.25% of students and 72.22% of teachers believe that the course did not provide an agrarian training integrated into the area or did not know how to respond. It is concluded that there was a small insertion of themes of Environmental Toxicology in the courses, although professors and students recognize its importance and show some interest. Thus, it is evident that there is a need for modifications in courses that promote the inclusion of Environmental Toxicology themes in a transversal way, being foreseen in their PPCs and translated into teaching, in the proportion due to other areas.

**Key words:** Ecotoxicology, Pesticides, Sustainability.

## LISTAS DE FIGURAS

- Figura 1.** Estrutura geral do estudo com as etapas de execução e os objetivos de cada uma delas..... 14
- Figura 2.** Apresentação do local onde foi conduzido o estudo. Em A e B são apresentadas as portarias de acesso ao Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí e em C é apresentado um mapa, extraído do estudo de Estrela et al. (2015), indicando a localização da cidade de Urutaí, Goiás, por meio do triângulo em cor preta. .... 15
- Figura 3.** Áreas de formação e titulação de docentes que atuaram entre 2017 e 2019 nos cursos Bacharelado em Agronomia e Engenharia Agrícola do IF Goiano – Campus Urutaí. Em A são apresentadas as áreas de formação em nível de graduação segundo Tabela de Áreas do Conhecimento do CNPq. Em B e C são apresentadas as Áreas de Avaliação da CAPES dos programas de pós-graduação em nível de Mestrado e Doutorado, respectivamente. Dados são expressos em percentuais de professores formados em cada área de conhecimento/avaliação. .... 25
- Figura 4.** Grandes áreas de atuação cadastradas no currículo Lattes de docentes que atuaram entre 2017 e 2019 nos cursos Bacharelado em Agronomia e Engenharia Agrícola do IF Goiano – Campus Urutaí. Dados são expressos em percentuais de professores atuantes nas respectivas linhas..... 27
- Figura 5.** Número de artigos e resumos publicados ao longo de toda carreira e entre os anos de 2017 e 2019 de docentes que atuaram nos cursos de bacharelado em Agronomia e Engenharia Agrícola do IF Goiano – Campus Urutaí. Em A são apresentados os números do conjunto de professores e em B são apresentados nos subgrupos “docentes que atuam em ambos os cursos”, “Docentes que atuam na Agronomia” e “Docentes que atuam na Engenharia Agrícola”. As barras indicam a média + desvio padrão dos dados e as letras minúsculas indicam diferenças identificadas pelo teste Kruskal-Wallis seguido do pós-teste de Dunn, ambos com  $p < 0,05$  de significância. .... 28
- Figura 6.** Número de orientações em diferentes modalidades concluídas entre os anos de 2017 e 2019 por docentes que atuaram nos cursos de bacharelado em Agronomia e Engenharia Agrícola do IF Goiano – Campus Urutaí. Em A são apresentados os números de orientações do conjunto de professores e em B são apresentados nos subgrupos “docentes que atuam em ambos os cursos”, “Docentes que atuam na Agronomia (Agronomia)” e “Docentes que atuam na Engenharia Agrícola”. As barras indicam a média + desvio padrão dos dados e as letras minúsculas indicam diferenças identificadas pelo teste Kruskal-Wallis seguido do pós-teste de Dunn, ambos com  $p < 0,05$  de significância ..... 30

**Figura 7.** Categorias de argumentos utilizados pelos docentes para justificar os motivos de julgarem a área de toxicologia ambiental importante. Argumentos foram categorizados nas quatro linhas de pensamento, sendo que como haviam mais de um argumento por resposta, a mesma poderia acrescentar em categorias distintas. Mais de um argumento enquadrados na mesma categoria, em cada resposta, não foram contados mais de uma vez, acrescentando apenas uma resposta à categoria.....32

**Figura 8.** Percepção de docentes e estudantes sobre a correlação entre diferentes proposições ligadas à toxicologia ambiental e à formação e atuação de profissionais das Ciências Agrárias. As correlações apresentadas são: A - Toxicologia ambiental vs. Cursos de formação agrária; B - Produção e produtividade agrícola vs. Agrotóxicos; C - Saúde ambiental vs. Agrotóxicos; D - Toxicologia ambiental vs. Produção e produtividade agrícolas; E - Toxicologia ambiental vs. Saúde ambiental; F - Gerenciamento de riscos vs. Toxicologia ambiental; G - Toxicologia ambiental vs. Sustentabilidade; H - Toxicologia ambiental vs. Saúde ocupacional; I - Crescimento do setor agrícola e agroindustrial vs. Toxicologia ambiental; J - Toxicologia ambiental vs. Práticas agrícolas.....34

**Figura 9.** Percepções de estudantes e docentes sobre haver benefícios da integração da área de toxicologia ambiental às diversas áreas de formação técnico-científica de profissionais nas áreas agrárias (A), e se o curso em que estão ligados oportuniza uma formação agrária associada aos princípios da toxicologia ambiental (B).....36

## LISTA DE QUADROS

|  |    |
|--|----|
| <b>Quadro 1.</b> Lista de disciplinas obrigatórias e optativas nos cursos de Agronomia e Engenharia Agrícola, períodos em que são ofertadas e possibilidades de inserção de conteúdos ligados a toxicologia ambiental de forma transversal. .... | 22 |
|--|----|

## LISTA DE TABELAS

|   |    |
|---|----|
| <b>Tabela 1.</b> Percepções de docentes e estudantes a respeito de diferentes assertivas relacionadas à toxicologia ambiental. Dados são expressos em número de participantes que assinalaram determinada percepção para cada assertiva. .... | 35 |
|---|----|

## LISTA DE ABREVIACÕES

Ag – Agronomia

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária

CB – Carbamato

DDT – Diclorodifeniltricloroetano

EA – Engenharia Agrícola

EUA – Estados Unidos da América

FAO – Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura

FFA – *Future Farmers of America*

IRA – Infecção respiratória aguda

MS – Ministério da Saúde

NAAE - Associação Nacional de Educadores Agrícolas

NDD – Distúrbio do desenvolvimento neurológicos

NDE – Núcleo Docente Estruturante

OC – Organoclorados

OF – Organofosforados

OIE – Organização Mundial de Saúde Animal

OMS – Organização Mundial da Saúde

ONGs – Organizações não governamentais

POPs – Poluentes orgânicos persistentes

PPCs – Projetos Pedagógicos de Cursos

PT – Piretróides

SNA – Sociedade Nacional de Agricultura

SNPs – *Single nucleotide polymorphism*

TDAH – Transtorno de Déficit de Atenção e Hiperatividade

Vigiagua – Vigilância da qualidade da água para consumo humano

Vigiar – Vigilância em saúde de populações expostas a poluentes atmosféricos

Vigidesastres – Vigilância em saúde ambiental relacionada aos riscos decorrentes de desastres

Vigifis – Vigilância em saúde ambiental relacionada aos fatores físicos

Vigipeq – Vigilância em saúde de populações expostas a contaminantes químicos

VIGISOLO – Vigilância em Saúde de Populações Expostas a Áreas Contaminadas

VSA – Vigilância em Saúde Ambiental

## SUMÁRIO

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| <b>1</b> | <b>INTRODUÇÃO</b> .....   | <b>1</b>  |
| <b>2</b> | <b>OBJETIVOS</b> .....  | <b>2</b>  |
| 2.1      | Objetivo geral .....  | 2         |
| 2.2      | Objetivos específicos .....   | 2         |
| <b>3</b> | <b>REVISÃO DE LITERATURA</b> .....  | <b>3</b>  |
| 3.1      | Toxicologia.....  | 3         |
| 3.2      | Toxicologia Ambiental e Ecotoxicologia.....   | 4         |
| 3.3      | Impactos ambientais agrícolas e sistemas de vigilância.....   | 6         |
| 3.4      | Formação de profissionais agrícolas.....  | 10        |
| 3.5      | Toxicologia ambiental e a formação de profissionais agrícolas.....  | 11        |
| <b>4</b> | <b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....   | <b>14</b> |
| 4.1      | Escopo geral do estudo .....  | 14        |
| 4.2      | Local de realização do estudo.....  | 15        |
| 4.3      | Aspectos éticos e aprovação no Comitê de Ética em Pesquisa do IF Goiano .....   | 16        |
| 4.4      | Caracterização da amostra, período de estudo e abordagem dos participantes .....  | 16        |
| 4.5      | Análise da formação e atuação dos professores dos cursos.....   | 16        |
| 4.6      | Análise dos projetos pedagógicos dos cursos.....  | 17        |
| 4.7      | Análise dos dados .....   | 17        |
| <b>5</b> | <b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....   | <b>18</b> |
| 5.1      | Projetos Pedagógicos dos Cursos de bacharelado em Agronomia e Engenharia Agrícola do IF Goiano – Campus Urutaí.....   | 18        |
| 5.2      | Formação e atuação de docentes atuantes nos Cursos de bacharelado em Agronomia e Engenharia Agrícola do IF Goiano – Campus Urutaí.....  | 24        |
| 5.3      | Percepção dos docentes e estudantes sobre toxicologia ambiental e sua inserção nos cursos .....   | 30        |
| <b>6</b> | <b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....   | <b>38</b> |
| <b>7</b> | <b>REFERÊNCIAS</b> .....  | <b>39</b> |
| <b>8</b> | <b>APÊNDICES</b> .....  | <b>45</b> |
|          | <b>Apêndice I</b> – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE.....  | 46        |
|          | <b>Apêndice II</b> – Questionário direcionado Aos Coordenadores, vice coordenadores e docentes dos cursos de Bacharelado em Agronomia e Engenharia agrícola do IF Goiano - Campus Urutaí..... | 48        |
|          | <b>Apêndice III</b> – Questionário direcionado aos estudantes dos cursos de bacharelado em agronomia e engenharia agrícola do IF Goiano - Campus Urutaí.....                                  | 51        |
|          | <b>Apêndice IV</b> – Formulário de avaliação do Currículo Lattes dos professores atuantes nos cursos de Bacharelado em Agronomia e Engenharia Agrícola do IF Goiano - Campus Urutaí .....     | 54        |
|          | <b>Apêndice V</b> – Formulário de avaliação dos projetos pedagógicos dos cursos de Bacharelado em Agronomia e Engenharia Agrícola do IF Goiano - Campus Urutaí.....                           | 56        |

## 1 INTRODUÇÃO

O conhecimento atual sobre a utilização de pesticidas/agrotóxicos e os efeitos tóxicos dos mesmos tem aumentado a cada ano. Hoje se conhece uma ampla gama de efeitos agudos da exposição a estes compostos tóxicos de forma ocupacional, na alimentação, na água contaminada, dentre outros. Os pesticidas podem causar uma série de patologias nos humanos como as ligadas à reprodução, desenvolvimento desde embrionário até a fase adulta, envenenamentos que podem levar a óbito, distúrbios ligados à saúde mental, câncer, etc. Além destas patologias em humanos, a variedade de impactos ambientais causados é inimaginável, atingindo diversos organismos não alvo, podendo ocasionar a extinção local de espécies importantes para o equilíbrio ambiental e a manutenção dos serviços ecossistêmicos.

Frente a este cenário com muitos possíveis impactos negativos de sua utilização, o conhecimento dos profissionais que atuam diretamente na agricultura e orientam os produtores se torna um dos principais instrumentos para se obter uma utilização sem excessos e que impacte menos o meio ambiente. Os graduados em cursos superiores da área de Ciências Agrárias como Agrônomos e Engenheiros Agrícolas possuem atuação protagonista nesse seguimento e possuem grande responsabilidade na condução de aplicações de pesticidas e principalmente na orientação dos produtores de como deve ocorrer tal utilização, quando, pré-requisitos climáticos, dosagem correta, tipo de produto indicado para cada situação, dentre outros.

Deste modo, os cursos de graduação possuem o papel essencial de qualificar os estudantes para que atuem de forma correta, responsável e que previna os impactos à saúde humana e ao meio ambiente. Os conhecimentos de Toxicologia Ambiental devem ser trabalhados com destaque nestes cursos, de modo que os estudantes saibam como utilizar os pesticidas, e com a mesma importância, conheçam os impactos toxicológicos causados pelos mesmos à gama de seres vivos e processos ecológicos que são afetados pelos agentes tóxicos.

A importância desta correlação entre o ensino de Toxicologia Ambiental e cursos de graduação da área de Ciências Agrárias é o foco deste estudo, apesar da grande carência de estudos com este objetivo. Não foi encontrado nenhum estudo que avaliou se, e como, o ensino de toxicologia ambiental é abordado em cursos desta natureza. Dessa forma, a fim de contribuir com este tema e discutir sobre esta correlação foi realizado um estudo de caso, envolvendo os cursos de Agronomia e Engenharia Agrícola do Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí, sobre se, e como, o ensino de toxicologia ambiental tem sido abordado.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

O objetivo geral do presente estudo foi realizar um estudo de caso, sobre se o ensino de toxicologia ambiental tem sido abordado e de que forma é abordado, em dois cursos de graduação na área de conhecimento Ciências Agrárias do IF Goiano – Campus Urutaí.

### **2.2 Objetivos específicos**

Para execução do objetivo geral, foram seguidos os seguintes objetivos específicos:

- realizar análise dos Projetos Pedagógicos dos Cursos bacharelado em Agronomia e Engenharia Agrícola, a fim de compreender se, e como o ensino de toxicologia ambiental é abordado nos cursos, bem como a estrutura administrativa para proporcionar tal ensino;
- com base na análise anterior, propor alternativas que possam subsidiar uma formação mais multidisciplinar e transdisciplinar de profissionais das áreas agrárias, buscando romper com a visão de uma agricultura voltada apenas para o aumento da produção e produtividade agrícola;
- conhecer a percepção de estudantes, professores e gestores de cursos da área agrária (bacharelado em Agronomia e Engenharia Agrícola) sobre a toxicologia ambiental;
- relacionar as áreas de formação e atuação dos professores e gestores atuantes nesses cursos com as possíveis contribuições para a integração da toxicologia ambiental nas disciplinas sob suas responsabilidades;
- e por fim, propor modelos de como a integração entre as duas áreas pode ser feita em cursos de graduação, com base nos exemplos observados nos cursos avaliados e fontes bibliográficas.

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 Toxicologia

A toxicologia é uma ciência antiga que foi definida inicialmente como o estudo dos efeitos adversos dos xenobióticos, compostos químicos exógenos a um organismo ou sistema biológico (GALLO, 2008). Segundo Gallo (2008) e Eaton e Gilbert (2008), a toxicologia moderna estuda, em nível celular, bioquímico e molecular, os efeitos adversos de agentes químicos e físicos sobre organismos vivos, tanto na perspectiva de compostos exógenos quanto mecanismos de compostos endógenos gerados a partir de xenobióticos.

Na prática profissional ocorre uma divisão em três categorias principais: descritiva, mecanicista e regulatória, de modo que cada uma possua características específicas, mas que apenas somadas dão suporte para a análise de risco dos componentes químicos (EATON e GILBERT, 2008). Além destas principais, existem outras áreas especializadas de toxicologia, como toxicologia forense, clínica e ambiental.

Segundo os autores, na toxicologia descritiva a preocupação está diretamente ligada ao teste de toxicidade, que fornece informações importantes para a avaliação de segurança e a definição de requisitos regulatórios. A toxicologia mecanicista está centrada nos mecanismos pelos quais os produtos químicos exercem efeitos tóxicos nos organismos vivos, sendo eles celulares, bioquímicos ou moleculares (EATON e GILBERT, 2008). Por fim, os autores conceituam que a toxicologia regulatória tem a responsabilidade de decidir, com base nos dados fornecidos pelas duas áreas anteriores (toxicologia descritiva e mecanicista), se um medicamento ou outro produto químico apresenta nível de risco suficientemente baixo para ser comercializado, e se este está apto à exposição humana ou ambiental resultante de seu uso.

Devido à amplitude de xenobióticos, a toxicologia é uma ciência muito diversificada, sendo investigados os possíveis efeitos nocivos sob diversos aspectos como: reprodução em homens e mulheres (HUANG et al., 2011; KUMAR e SHARMA, 2019), roedores machos (DOSTAL et al., 1988) e fêmeas (MAHALINGAM, et al. 2017; RICHARDSON et al., 2018); efeitos mutagênicos (DOUGLAS; HUGENHOLTZ; BLAKEY, 1986); genotoxicidade (AL-SALEH et al. 2017); lesões hepáticas em ratos (SETH, 1982; ALDRIDGE, 2019); contaminação do sangue humano durante hemodiálise (FERNANDES et al., 2018); toxinas produzidas por cianobactérias aquáticas (BOEGEHOLD et al., 2019; ); venenos de diferentes grupos de animais (WHITE e MEIER, 2017); imunidade humana e de ratos (GUMY et al. 2008); água de abastecimento contaminada (MAYNARD *et al.*, 2019); dentre vários outros.

Além dos vários campos de estudo, são analisados diversos tipos de componentes como: ésteres de ftalato (SETH, 1982; DOUGLAS; HUGENHOLTZ; BLAKEY, 1986; DOSTAL et al., 1988; AL-SALEH et al. 2017; FERNANDES et al., 2018; RICHARDSON et al., 2018); organoestânicos (GUMY et al., 2008; ALDRIDGE, 2019); bisfenol A (MAHALINGAM, et al. 2017; MAYNARD et al., 2019); nanomateriais (IHRIE e BONNER, 2018); organofosforados (KARAMI-MOHAJERI e ABDOLLAHI, 2010; KUMAR; KAUSHIK; VILLARREAL-CHIU, 2016; HERNÁNDEZ et al., 2019); carbamatos (KARAMI-MOHAJERI e ABDOLLAHI, 2010); organoclorados (KARAMI-MOHAJERI e ABDOLLAHI, 2010); piretróides (ZHU et al. 2020); 2,4 diclorofenoxiacético – 2.4 D (GIDDINGS e HABIG, 2019); metais pesados (KUMAR e SHARMA, 2019; HONG et al. 2019), dentre outros.

Como se observa, a toxicologia do século 21 é dinâmica e enfrenta um número bastante expressivo e crescente de produtos químicos que precisam passar por avaliações de segurança, e em contrapartida, vive-se uma era de recursos cada vez mais limitados para

testes (ANKLEY e EDWARDS, 2018). A título de exemplo, no ano de 2008 a agência europeia responsável por avaliar a liberação de produtos químicos (*European Chemical Agency*) estimou entre 68 e 101 mil novos químicos a serem testados, o que representa uma demanda de 54 milhões de animais vertebrados e 9,5 bilhões de Euros para os testes, se considerada a menor estimativa (ROVIDA e HARTUNG, 2009).

Este expressivo uso de animais e os custos dos testes têm evidenciado a necessidade de se buscar alternativas que utilizem o mínimo de animais, bem como otimize os custos dos testes. Existem alternativas como os testes *in vitro* com reações químicas, células isoladas e estruturas preditivas, estas últimas não demandam testes em seres vivos ou minimizam drasticamente, como a via de resultados adversos (ANKLEY e EDWARDS, 2018). Esta metodologia teórica permite que diferentes dados sejam agregados a modelos teóricos, que por sua vez objetivam entender os possíveis mecanismos de ação dos químicos e direcionam para prováveis efeitos dos mesmos, sem necessitar de alguns testes ou indicam mais objetivamente em quais pontos os testes devem focar para reduzir seu número (ANKLEY e EDWARDS, 2018).

Frente a tantas demandas de testes de novos compostos químicos, reanálise de antigos, compreensão da amplitude de impactos dos xenobióticos, importância da análise de risco para os seres vivos, humanos ou não, dentre outros, a toxicologia se especializou ao longo do tempo em subáreas, que desenvolveram suas próprias características e protagonismos. Neste estudo é focada a subárea toxicologia ambiental, uma das mais atuais e pulsantes, que vem ampliando a visão dos efeitos dos produtos tóxicos sobre o meio ambiente como um todo e trazendo importantes contribuições para o conhecimento científico e acadêmico.

### **3.2 Toxicologia Ambiental e Ecotoxicologia**

A toxicologia ambiental é a ciência que estuda os impactos de produtos químicos potencialmente perigosos sob organismos biológicos no meio ambiente (EATON e GILBERT, 2008; RAGAS, 2019). Se trata de um campo multidisciplinar, que absorve conhecimentos, conceitos e técnicas de outras disciplinas, como toxicologia, química analítica, bioquímica, genética, ecologia e patologia (RAGAS, 2019). Historicamente esta ciência surgiu após a segunda guerra mundial, em resposta à crescente conscientização de que os produtos químicos lançados no ambiente podem causar efeitos danosos nos organismos que ali vivem, incluindo os humanos (RAGAS, 2019).

Apesar da definição incluir os seres humanos como alvos dos poluentes ambientais, em muitos casos ocorre a condução de estudos sobre os impactos em organismos não-humanos, como peixes, pássaros, animais terrestres e plantas (EATON e GILBERT, 2008). Atualmente se utiliza o termo Ecotoxicologia, que é uma área especializada em toxicologia ambiental, focada mais especificamente nos impactos de substâncias tóxicas sob os diferentes níveis de um ecossistema (RAGAS, 2019). Segundo Newman e Unger (2003), Ecotoxicologia é a ciência que estuda os contaminantes da biosfera e seus efeitos sobre os seres vivos não-humanos. Contudo, como uma área é derivada da outra, o estudo sobre o transporte, destino e interações de produtos químicos no ambiente constituem temas convergentes entre a toxicologia ambiental e ecotoxicologia.

A diferença mais comum entre estas áreas é que a toxicologia ambiental avalia impactos de xenobióticos em escala ambiental, olhando para os diversos organismos vivos, incluindo o homem. Muitas vezes esta ciência é pautada no estudo de como os impactos causados por agentes tóxicos produzidos por humanos podem retornar em danos para os próprios humanos, por meio de mecanismos ambientais. De forma similar, a ecotoxicologia também se baseia em estudar impactos de xenobióticos no ambiente, uma vez que é uma

subárea da toxicologia ambiental, contudo, o olhar é diferente, sendo focado nos impactos sobre as estruturas e mecanismos ecológicos dos ecossistemas e em organismos não-humanos.

Após compreender esta importante diferenciação entre áreas, o foco deste estudo é a Toxicologia Ambiental, mais abrangente, que assim como na toxicologia geral estuda muitos tipos de componentes que podem causar danos aos seres vivos, retornando ou não para os seres humanos. Mesmo atualmente, compostos conhecidos há muitas décadas e altamente tóxicos como o sulfeto de hidrogênio permanecem sem ter seus mecanismos de ação descobertos e carecem de formas de tratamento eficazes para humanos (RUBRIGHT; PEARCE; PETERSON, 2017). Este composto é produzido principalmente na indústria de celulose, síntese de produtos químicos e refino de petróleo, apresentando grande dispersão ambiental por ser gasoso (RUBRIGHT; PEARCE; PETERSON, 2017). Nesse sentido, compreender os diversos danos que podem ser causados por este agente aos seres vivos não-humanos é muito mais complexo que nos humanos e demandará grandes esforços.

Embora almejar compreender os efeitos de xenobióticos em escala ambiental seja desafiador, ela fornece dados que demonstram a capacidade de compartilhamento de mecanismos por grandes grupos evolutivamente próximos, como os mamíferos, de modo que possam ser feitas extrapolações cuidadosas que possibilitam análises mais objetivas. É interessante compreender que existem janelas de tempo com maior sensibilidade para exposição a substâncias tóxicas no ambiente e risco de apresentar o distúrbio do desenvolvimento neurológicos (NDD) em mamíferos, sendo que a janela para a maioria dos tóxicos ocorre na fase pré-natal (HEYER e MEREDITH, 2017).

Em relação a este distúrbio os autores demonstram que tóxicos diferentes mediam efeitos comuns através de mecanismos neurobiológicos compartilhados. NDDs como Autismo, Transtorno de Déficit de Atenção e Hiperatividade (TDAH) ou Esquizofrenia tem sua origem mediada em geral por quatro mecanismos subjacentes: o estresse oxidativo; desregulação do sistema imunológico; alteração da neurotransmissão e; inibição do hormônio tireoidiano (HEYER e MEREDITH, 2017). Como estas janelas ocorrem no período pré-natal as opções de tratamento são limitadas, o que associado ao alto compartilhamento por milhares de espécies reforçam a necessidade de evitar a contaminação do ambiente, sendo a forma mais eficiente de prevenir estas e outras doenças causadas por contaminantes (HEYER e MEREDITH, 2017).

Ao analisar grupos evolutivamente menos próximos, os estudos em toxicologia ambiental se revelam complexos, uma vez que se analisa impactos sobre diferentes espécies, com tipos e níveis de exposição variados, ampla variação na suscetibilidade, dentre muitas outras variáveis, tornando uma área em expansão e com vários nichos de estudos. Atualmente, com o avanço dos estudos, novos dados pressionam a repensar padrões consolidados e enxergar que o fenômeno estudado é ainda mais amplo. Por exemplo, o declínio da abundância de insetos associada a inseticidas é relatado há muitos anos e foi reforçada por uma robusta meta-análise realizada por Klink et al. (2020) com dados de 166 amostragens de longo prazo em 1676 locais no planeta.

Contudo, o mesmo estudo demonstrou que este declínio ocorreu em espécies terrestres, mas em espécies de água doce houve incremento de abundância. Desse modo, é importante entender a complexidade da toxicologia ambiental, de modo a seguir buscando respostas para os efeitos danosos, vislumbrando os vários desdobramentos possíveis e compreendendo o máximo possível das complexas inter-relações ambientais. Por outro lado, analisando em nível ambiental é possível conhecer mecanismos comuns em diferentes espécies, tornando mais detalhado o conhecimento sobre os contaminantes, podendo obter tratamentos para uma espécie, como a humana, com base na resistência natural de outra espécie. Por fim, a toxicologia ambiental tem o potencial de elucidar as inter-relações dos

xenobióticos com a biota e promover um ganho em nível ambiental, que não seja antropocêntrico.

### 3.3 Impactos ambientais agrícolas e sistemas de vigilância

Atualmente, segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS) existem mais de 1000 pesticidas usados em todo o mundo, cada um com diferentes propriedades e efeitos toxicológicos (WHO<sup>a</sup>, 2018). Alguns pesticidas de menores custos como o diclorodifeniltricloroetano (DDT) e o Lindano podem permanecer por anos no solo e na água, sendo proibidos pelos países que assinaram a Convenção de Estocolmo de 2001 sobre poluentes orgânicos persistentes – POPs (WHO<sup>a</sup>, 2018). Contudo, a organização alerta que muitos países em desenvolvimento mantêm seu uso.

No Brasil, que assinou a referida convenção, o uso agrícola de alguns organoclorados incluindo o DDT e Lindano já havia sido encerrado, pela portaria nº 329/1985 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, mas o Lindano permaneceu sendo usado na preservação de madeiras até 2006, quando a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) proibiu seu uso em qualquer formulação pela resolução RDC nº 165/2006 (BRASIL<sup>a</sup>, 2006). Este banimento ocorreu pelos reconhecidos efeitos: sobre o sistema nervoso central; alta toxicidade; alteração da capacidade oxidativa hepática; persistência no ambiente e toxicidade a organismos aquáticos; provável carcinogenicidade para humano; além da tendência mundial de banimento, sendo que em 2006 apresentava importação proibida em 65 países e tinha sido banido ou sofreu restrição severa em 39 países (BRASIL<sup>b</sup>, 2007).

Os organofosforados surgiram como uma alternativa aos organoclorados, pois são menos persistentes e degradados em curto prazo na natureza (KUMAR *et al.*, 2016). Apesar da menor persistência, traços de seus resíduos foram encontrados no solo, água, vegetais e certos produtos alimentares, bem como nos humanos no sangue, urina e leite materno, demonstrando que bioacumulam e persistem por certo tempo (KUMAR *et al.*, 2016; LUSHCHAK *et al.*, 2018). Além disso, a toxicidade aguda dos organofosforados é elevada, gerando preocupação especial para com as pessoas e organismos que têm contato durante a aplicação e no período até sua degradação (KUMAR *et al.*, 2016).

A preocupação com trabalhadores expostos cotidianamente aos diferentes tipos de pesticidas é maior que a população em geral devido à alta exposição aos tóxicos. A OMS reafirma que a população em maior risco são as pessoas diretamente expostas a pesticidas, como trabalhadores agrícolas, e outras pessoas na área imediata durante e logo após a aplicação (WHO<sup>a</sup>, 2018). Nos humanos os principais danos observados são sobre a reprodução e efeitos mutagênicos e cancerígenos (WHO<sup>a</sup>, 2018).

Na relação entre pesticidas e reprodução humana, sabe-se que os danos aos filhos começam antes da fertilização e impactam também durante a gestação e lactação (COLBORN e CARROLL, 2007). Homens adultos expostos a diferentes pesticidas, conhecidos desreguladores endócrinos, apresentaram distúrbios reprodutivos, se tornando mais grave quando a mãe é exposta durante a gestação de um garoto, podendo afetar seus andrógenos e ocasionar feminilização (MNIF *et al.*, 2011; SVINGEN *et al.*, 2018). Em ratos Wistar submetidos a organoclorados foi observada diminuição da enzima acetilcolinesterase, testosterona e hormônio luteinizante que ocasionou diminuição da fertilidade (KUDAVIDANAGE *et al.*, 2020).

Em mulheres já foi observado atraso na concepção de gestações superior a seis meses em gestantes que trabalhavam em casas de vegetação e eram expostas a pesticidas (LAURIA *et al.*, 2006). Na China, foram registradas concentrações consideráveis de pesticidas

organoclorados no fluido folicular de mulheres que recorreram à reprodução assistida por terem dificuldades em engravidar, todas sem nenhuma exposição ocupacional aos pesticidas em questão (ZHU *et al.*, 2015). Segundo Bhardwaj *et al.* (2018) o estresse oxidativo induzido por pesticidas está associado a diversos distúrbios reprodutivos em mulheres e modelos experimentais, causando danos ao ciclo estral, foliculogênese comprometida, atresia folicular, defeitos de implantação, abortos espontâneos, endometriose, más formações e outras anormalidades congênitas, afetando diretamente a fertilidade e a fisiologia reprodutiva.

A relação entre pesticidas e danos mutagênicos e cancerígenos é documentada para humanos e animais, tanto em modelos experimentais como em espécies de vida livre. Silva *et al.* (2018) observaram entre 20 % e 30 % de alelos alterados do gene OGG1, utilizando diferentes SNPs (*single nucleotide polymorphism*), de trabalhadores rurais no estado de Goiás, Brasil, e destacaram que estes trabalhadores compõem um grupo de risco para o desenvolvimento de câncer no futuro. Além de trabalhadores rurais, já foi comprovada a genotoxicidade de pesticidas em Agentes Comunitários de Saúde em Goiás, expostos durante o trabalho de vigilância (FRANCO *et al.*, 2016), alertando que a exposição não é restrita aos trabalhadores rurais e pode afetar vigilantes, jardineiros e qualquer outra pessoa exposta com frequência aos pesticidas.

Os efeitos de pesticidas ao material genético de espécies nativas do Cerrado têm sido registrados em diferentes espécies e grupos taxonômicos. Em anfíbios anuros, reconhecidos bioindicadores de poluição aquática, recentemente quatro espécies nativas do Cerrado Brasileiro foram comparadas, *Dendropsophus minutus*, *Boana albopunctata*, *Scinax fuscovarius* e *Physalaemus cuvieri*, indicando efeitos genotóxicos e mutagênicos em todas as espécies, com diferentes níveis de sensibilidade (BORGES *et al.*, 2019; GONÇALVES *et al.*, 2019). Em peixes *Cnesterodon decemmaculatus* foi demonstrada a genotoxicidade do glifosato e 2,4 D em diferentes versões comerciais, bem como a associação entre os diferentes princípios ativos (CARVALHO *et al.*, 2020). Em aves, De-Faria *et al.* (2018) observaram danos citotóxicos de abamectina em eritrócitos de fêmeas de *Coturnix japonica* expostas a doses de 1% e 10% da Dose Letal 50.

Além de danos subletais como estes, os pesticidas estão entre as principais causas de morte por envenenamento, principalmente em países de baixa e média renda (WHO<sup>a</sup>, 2018). Como eles são intrinsecamente tóxicos e aplicados deliberadamente no ambiente, a produção, distribuição e uso de pesticidas demandam regulamentação e mecanismos de controle rigorosos, além do monitoramento regular de resíduos nos alimentos e no meio ambiente (WHO<sup>a</sup>, 2018).

Os mecanismos de ação dos pesticidas são variados, tornando ampla a gama de seus possíveis impactos sobre os seres vivos que originalmente não são alvo. Os inseticidas com compostos organofosforados (OF), organoclorados (OC), carbamato (CB) e Piretróides (PT) são amplamente utilizados em fins agrícolas e de jardinagem. Os OF e CB agem como inibidores da enzima acetilcolinesterase afetando muitos órgãos, como sistema nervoso periférico e central, músculos, fígado, pâncreas e cérebro, enquanto OC são neurotóxicos envolvidos na alteração de canais iônicos (KARAMI-MOHAJERI e ABDOLLAHI, 2010; KUDAVIDANAGE *et al.*, 2020).

Essas três classes de pesticidas estão relacionadas a distúrbios metabólicos como: hiperglicemia, diabetes e também estresse oxidativo em exposições agudas e crônicas, sendo que estas conclusões são suportadas por vários estudos *in vitro* e *in vivo*, mas existem poucos estudos clínicos sobre o mecanismo subjacente a esses efeitos (KARAMI-MOHAJERI e ABDOLLAHI, 2010). Segundo os autores os OC afetam principalmente o metabolismo lipídico nos tecidos adiposos e também alteram a via da glicose em outras células. Como mecanismo compartilhado entre as três classes ocorre a indução de estresse oxidativo celular,

afetando funções mitocondriais, podendo interromper o equilíbrio neuronal e hormonal do corpo (KARAMI-MOHAJERI e ABDOLLAHI, 2010).

Os piretróides constituem uma classe de inseticidas sintéticos com grande eficácia, de amplo espectro, e comparados a algumas outras classes é menos tóxica e mais biodegradável (ZHU *et al.*, 2020). No entanto, apesar da ampla aplicação de piretróides, existem muitos problemas, como a indução de resistência em organismos alvos e não alvos como microrganismos, além de apresentar toxicidade letal/subletal para mamíferos, organismos aquáticos ou outros organismos benéficos (ZHU *et al.*, 2020).

Além dos inseticidas, são comumente utilizados herbicidas e fungicidas em grandes quantidades e apesar dos organismos alvo serem fisiologicamente menos semelhantes aos humanos também são responsáveis por diferentes doenças (LUSHCHAK *et al.*, 2018). Os herbicidas atuam como: reguladores de crescimento; inibidores de crescimento de mudas; inibidores de fotossíntese; inibidores da biossíntese de aminoácidos e lipídios; desreguladores da membrana celular; e inibidores da biossíntese de pigmentos (LUSHCHAK *et al.*, 2018). Já os fungicidas incluem inibidores da biossíntese de ergosterol, biossíntese de proteínas e respiração mitocondrial (LUSHCHAK *et al.*, 2018).

Devido aos diversos impactos da utilização de pesticidas, como os aqui apresentados, e a importância de tal uso na produção agrícola em todo o mundo, a regulação destes compostos químicos é conduzida internacionalmente pela OMS em conjunto com a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura – FAO. Os dois órgãos avaliam os riscos de pesticidas para os seres humanos – tanto por exposição direta quanto por resíduos de alimentos – e recomendam as medidas de proteção adequadas (WHO<sup>a</sup>, 2018).

O principal instrumento regulatório produzido pela OMS e a FAO é o Código de Conduta Internacional sobre Gerenciamento de Pesticidas (FAO e WHO, 2015). O Código orienta os reguladores governamentais, o setor privado, a sociedade civil e outras partes interessadas sobre as melhores práticas na gestão de pesticidas, com orientações desde a produção até o descarte (FAO e WHO, 2015).

As duas organizações estabelecem limites para a ingestão segura, de modo que a quantidade de resíduos de pesticidas a que as pessoas são expostas ao consumir alimentos ao longo da vida não resulte em efeitos danosos à saúde (WHO<sup>a</sup>, 2018). A Comissão do *Codex Alimentarius* (o organismo intergovernamental para estabelecer padrões de alimentos), atua no estabelecimento de limites máximos de resíduos para pesticidas em alimentos, sendo que atualmente existem padrões do *Codex* para mais de 100 pesticidas diferentes (WHO<sup>a</sup>, 2018).

Historicamente foram observados três marcos regulatórios internacionalmente representativos para pesticidas, que avançaram no sentido de obter uma visão da regulação dos pesticidas menos focada na economia e mais em fatores sociais, ambientais e relacionados à saúde das populações expostas. Inicialmente os Estados Unidos da América (EUA) realizaram uma transferência do poder regulatório do Departamento de Agricultura dos EUA para a Agência de Proteção Ambiental no início da década de 1970 (PELAEZ; SILVA; ARAUJO, 2013).

O Brasil é o maior consumidor mundial de pesticidas, seguido pelos EUA em segundo lugar (PELAEZ; SILVA; ARAUJO, 2013). No início da década de 1990, o novo modelo regulatório do Brasil adotou uma troca de ministérios, da agricultura para a saúde e meio ambiente, com prevalência de interesses econômicos e socioambientais. O terceiro caso é o quadro regulamentar adotado em 2011 pela União Europeia, no qual ocorreram mudanças nos critérios de avaliação de riscos, tornando o passivo financeiro corporativo mais impactante, sendo observada prevalência de preocupações socioambientais (PELAEZ; SILVA; ARAUJO, 2013).

Fruto da união de organismos internacionais como OMS, FAO e a Organização Mundial de Saúde Animal (OIE), e o histórico de doenças relacionadas a problemas

ambientais e a relação com outras espécies foi proposta a abordagem de Saúde Única (*One health*) (WHO<sup>b</sup>, 2017). Esta abordagem enfatiza a necessidade de um olhar integrado para doenças causadas por contaminações ambientais que afetam muitos organismos e a transmissão de doenças entre humanos, animais domésticos e silvestres (ZINSSTAG *et al.*, 2011; WHO<sup>b</sup>, 2017). O conceito de saúde única é baseado no pensamento ecológico complexo, que vai além dos seres humanos e dos animais, considerando intrínsecas ligações entre ecossistemas e saúde, conhecidas como “saúde do ecossistema” (ZINSSTAG *et al.*, 2011).

Atualmente no Brasil, o Ministério da Saúde (MS) possui uma ampla estrutura organizacional de Vigilância em Saúde Ambiental (BRASIL<sup>c</sup>, 2017), composta por uma coordenação geral e subdivisões com focos específicos: Vigilância da qualidade da água para consumo humano (Vigiagua); Vigilância em saúde de populações expostas a poluentes atmosféricos (Vigiar); Vigilância em saúde de populações expostas a contaminantes químicos (Vigipeq); Vigilância em saúde ambiental relacionada aos riscos decorrentes de desastres (Vigidesastres) e Vigilância em saúde ambiental relacionada aos fatores físicos (Vigifis).

Segundo o MS a Vigilância em Saúde Ambiental (VSA) é composta por um “conjunto de ações que proporcionam o conhecimento e a detecção de mudanças nos fatores determinantes e condicionantes do meio ambiente que interferem na saúde humana”, e tem por finalidade sistematizar medidas de prevenção e controle dos fatores de risco ambientais que estejam ligadas às doenças ou a outros agravos à saúde (BRASIL<sup>c</sup>, 2017). É também atribuição da VSA monitorar como os contaminantes ambientais, especialmente os relacionados com a exposição a agrotóxicos, amianto, mercúrio, benzeno e chumbo, interferem na epidemiologia das doenças e agravos à saúde humana (BRASIL<sup>c</sup>, 2017).

Os sistemas agrícolas estão mais relacionados a três organismos de vigilância: VIGIAGUA, VIGIAR e VIGISOLO (componente do VIGIPEQ). Juntos, estes setores realizam a vigilância de como as atividades agrícolas, sobretudo o uso de pesticidas, podem impactar direta e indiretamente o solo, a água e a atmosfera. Contudo, por ser parte do Ministério da Saúde, a vigilância realizada é fundamentalmente focada nos impactos destas contaminações sobre a saúde humana, geralmente não avaliando os impactos aos demais seres vivos.

O VIGIPEQ tem um importante papel relacionado à toxicologia ambiental e clínica, monitorando os possíveis efeitos de produtos químicos no ambiente e o que estes podem ocasionar à saúde humana. Um de seus componentes é o VIGISOLO - Vigilância em Saúde de Populações Expostas a Áreas Contaminadas que realiza a vigilância de contaminantes do solo, principalmente ligados à industrialização e à agricultura (BRASIL<sup>d</sup>, 2020). Por meio de suas ações é possível identificar contaminações, avaliar a extensão da contaminação e riscos às pessoas expostas, bem como suas rotas de difusão no meio e emitir recomendações de como agir para conter os impactos e responsabilizar os causadores (BRASIL<sup>d</sup>, 2020).

A VIGIAR desenvolve ações visando a promoção da saúde da população exposta aos fatores ambientais relacionados aos poluentes atmosféricos. Seu campo de atuação prioriza as regiões que gerem poluição atmosférica, de modo a caracterizar um fator de risco para as populações expostas. Como sua atuação é mais centralizada, costuma atuar com base em quatro princípios: identificar municípios prioritários para atuação; conhecer a situação de saúde da população em relação a complicações respiratórias e cardiovasculares que possuam relação direta com a exposição à poluição do ar; implantação de Unidades Sentinela em localidades consideradas prioritárias e avaliação do risco a que estão submetidas populações expostas aos poluentes atmosféricos (BRASIL<sup>e,f</sup>, 2014, 2020).

As “Unidades Sentinela” são unidades físicas e grupos de trabalho criados para realizar avaliação epidemiológica, intensificando a vigilância na avaliação de possíveis impactos na saúde de crianças menores de 5 anos, que apresentem um ou mais dos seguintes

sintomas respiratórios: dispneia, sibilos, chiado no peito, falta de ar, cansaço e tosse, estando ou não associados a outros sintomas, e nos agravos de asma, bronquite e infecção respiratória aguda – IRA (BRASIL<sup>c</sup>, 2014).

Devido à importância única da utilização de água potável pela população humana, o VIGIAGUA consiste em um conjunto de ações adotadas continuamente pelas autoridades de saúde pública, com o intuito de garantir à população o acesso a água em quantidade suficiente e qualidade compatível com o padrão de potabilidade, que é estabelecido na legislação vigente (BRASIL<sup>g</sup>, 2020). A atuação da VIGIAGUA é parte integrante das ações de promoção da saúde e contribui com a prevenção de agravos e doenças transmitidos pela água ou suas contaminações (BRASIL<sup>g</sup>, 2020).

Finalmente, a integração entre estes três instrumentos da vigilância ambiental em saúde, juntamente com outros possíveis parceiros, promove a regulação da produção, distribuição e utilização de pesticidas no Brasil, bem como na política de logística reversa das embalagens utilizadas no comércio destes. Este esforço coletivo visa promover a utilização consciente de pesticidas para que haja uma produção compatível com os padrões demandados, aliada à segurança de todos os trabalhadores envolvidos no setor agrícola, bem como de todas as pessoas que direta ou indiretamente serão expostas aos resíduos da utilização de pesticidas.

Associado ao controle da utilização dos pesticidas no país, no presente ano de 2020 o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento lançou o Programa Nacional de Bioinsumos que promete estimular o desenvolvimento de pesquisas, a produção e o uso de produtos biológicos, como fertilizantes e defensivos agrícolas, para o desenvolvimento sustentável da agropecuária brasileira (BRASIL<sup>k</sup>, 2020). O programa parte da “*intenção de aproveitar o potencial da biodiversidade brasileira para reduzir a dependência dos produtores rurais em relação aos insumos importados e ampliar oferta de matéria-prima para o setor*” (BRASIL<sup>k</sup>, 2020). Desta forma, caso o programa consiga avançar de forma significativa, no futuro poderá ser obtida uma produção do agronegócio mais sustentável, que agrida menos o ambiente e as pessoas em contato, bem como se obter uma menor dependência de insumos importados.

### **3.4 Formação de profissionais agrícolas**

A educação agrícola é uma área em constante expansão no mundo, são demandados mais profissionais com competências e habilidades para atuar na produção agrícola que anualmente supera recordes de produção, impulsionada pela crescente demanda da população mundial. Nos EUA, país líder mundial em produção de tecnologias agrícolas, existe a Associação Nacional de Educadores Agrícolas (NAAE) que é uma instância federal que agrega associações estaduais de educadores agrícolas com mais de 7800 membros diretamente ligados à educação nos diferentes níveis (NAAE<sup>a</sup>, 2020). Segundo a NAAE, existem aproximadamente 12 mil educadores agrícolas nos EUA, mas a demanda é ainda maior (NAAE<sup>b</sup>, 2020).

Na visão da associação, a educação agrícola é fundamentada em três aspectos complementares: os ensinamentos obtidos em sala de aula e laboratórios; aprendizado experimental, que geralmente ocorre fora de sala de aula, supervisionado por educadores, e a educação de liderança, ministrada por organizações estudantis como a Organização Nacional da FFA (*Future Farmers of America*) (NAAE<sup>b</sup>, 2020). Atualmente, mais de 800.000 estudantes participam de programas educacionais formais de educação agrícola nos EUA, sendo formandos profissionais para atuar diretamente na produção ou como professores (NAAE<sup>b</sup>, 2020).

No Brasil, a educação agrícola é dividida entre vários cursos da grande área Ciências Agrárias e o Ministério da Educação estabelece Diretrizes Curriculares para cada um deles (BRASIL<sup>h</sup>, 2020). Similar aos EUA, existe uma organização brasileira conhecida como Sociedade Nacional de Agricultura (SNA) que foi fundada em 1897, e também desenvolve atividades de ensino; contudo, são de cunho privado e não possuem relação direta com a rede pública de ensino brasileira (SNA, 2020).

Na presente dissertação, são focados os cursos superiores em Agronomia e Engenharia Agrícola, protagonistas no setor agrícola brasileiro. Ambos tiveram suas diretrizes curriculares definidas pelas Resoluções CNE n° 1 e CNE n° 2 de 2 de fevereiro de 2006, as quais estabelecem que os profissionais devam ter sua conduta e atitudes pautados nos seguintes princípios, idênticos para os dois cursos:

- a) o respeito à fauna e à flora; b) a conservação e recuperação da qualidade do solo, do ar e da água; c) o uso tecnológico racional, integrado e sustentável do ambiente; d) o emprego de raciocínio reflexivo, crítico e criativo; e e) o atendimento às expectativas humanas e sociais no exercício das atividades profissionais (BRASIL<sup>ij</sup>, p. 2, 2006).

Com base nas resoluções, fica claro que mesmo há 14 anos, quando foram aprovadas, o Ministério da Educação já demonstrava a importância de a formação agrária estar alinhada à preservação da natureza e o uso racional de tecnologias como os pesticidas, ambos alinhados ao atendimento às necessidades humanas e sociais. Contudo, apesar de demonstrar esta preocupação, nas diretrizes de ambos os cursos não constam nenhuma alusão direta a possíveis efeitos tóxicos gerados pela atividade agrícola. Apenas é estabelecido que “*Manejo e Gestão Ambiental*” na Agronomia e “*Saneamento e Gestão Ambiental*” na Engenharia Agrícola, devem ser conteúdos profissionais abordados nos cursos, embora a generalidade destes tópicos não garanta o ensino de temas de toxicologia ambiental.

Dessa forma, observa-se que a falta de previsão nos documentos norteadores da criação destes cursos, de temas importantes da toxicologia ambiental, pode ocasionar o ensino com a ausência deste importante conhecimento para aqueles que propagam a prática do uso de pesticidas, e têm contato ocupacional com os mesmos, correndo riscos da exposição contínua. É de extrema importância que os cursos agrícolas capacitem os profissionais para compreender os impactos ambientais e sob a saúde humana de suas atividades, sobretudo das que apresentam grandes riscos de mortalidade e morbidade como a utilização de pesticidas. Por fim, destaca-se a importância de propagar a educação sobre pesticidas envolvendo diversos setores brasileiros como público e privado, agências governamentais, organizações não governamentais (ONGs) e fabricantes (KIM; KABIR; JAHAN, 2017).

### **3.5 Toxicologia ambiental e a formação de profissionais agrícolas**

As áreas toxicologia ambiental e Ecotoxicologia são vistas por alguns segmentos como áreas regulatórias/fiscalizatórias que em geral atuam de forma contrária aos esforços para o desenvolvimento de processos que aumentam a produtividade agrícola (BARCOWSKY *et al.*, 2012). Contrariamente, Barchowsky *et al.* (2012) ressaltam o importante papel que a toxicologia/ecotoxicologia pode desempenhar na formação de profissionais em áreas afins como as ciências agrárias, biológicas e da vida, desde que seja reconhecida como aquela que pode atuar como “guardiã” tanto da saúde ambiental, quanto humana.

Ao alavancar os conhecimentos de avaliação de risco de componentes tóxicos, a toxicologia ambiental pode desempenhar um papel mais proeminente na prevenção de

doenças e no desenvolvimento de políticas de saúde, fornecendo informações críticas qualitativas e quantitativas sobre a identificação e gerenciamento de riscos potenciais para a saúde e para os ecossistemas (LANDIS & YU, 2003). Dessa forma, estudos nestas áreas fornecem informações preciosas para subsidiar decisões e políticas que promovam o equilíbrio entre a regulação dos produtos e a promoção das empresas, do setor agrícola e industrial, contribuindo para um desenvolvimento econômico e social mais seguro, saudável e sustentável (BARCHOWSKY *et al.*, 2012; GUO *et al.*, 2015; MALTBY *et al.*, 2017).

A associação dos princípios da toxicologia ambiental aos processos tecnológicos voltados ao setor agrícola, pode ser importante no sentido em que a área permite ponderar os riscos e os benefícios da adoção de práticas que buscam apenas o aumento da produção e produtividade na agricultura. Entretanto, a difusão da toxicologia ambiental nas demandas mercadológicas e produtivas passa inevitavelmente pela necessidade de inseri-la em cursos de formação de profissionais que atuarão em setores como a agricultura.

Assim como a agroecologia, a toxicologia ambiental pode proporcionar ao futuro profissional um olhar mais holístico e interdisciplinar em que diferentes áreas do conhecimento (BARCHOWSKY *et al.*, 2012) – não apenas aquelas de cunho técnico específico – sejam entendidas e valorizadas na formação dos profissionais de diferentes níveis das Ciências Agrárias. Frente às mudanças, necessidades e realidade do espaço agrário posto na atualidade se faz necessária a inclusão de temas da toxicologia ambiental em todos os níveis de formação agrícola, como cursos de formação inicial de nível médio, cursos superiores e de pós-graduação *lato sensu* (especializações) e *stricto sensu* (mestrados e/ou doutorados).

Nota-se, portanto, que o reconhecimento acadêmico da importância da toxicologia ambiental, sobretudo em função dos crescentes episódios de contaminação ambiental, não tem sido suficiente para a concepção da necessidade da integração dessa área às diversas áreas de formação de profissionais nas áreas agrárias. O desafio de romper a visão negativa de área fiscalizadora e limitadora da produtividade precisa ser trabalhado nos diversos cursos ligados à área agrária para promover a união das áreas, somando-as para resultar em um produto mais saudável para os humanos e outros seres vivos impactados por sua produção.

Com exceção de algumas poucas iniciativas de Sociedades de Toxicologia [vide detalhes em BARCHOWSKY *et al.* (2012)], a falta de estudos mais robustos envolvendo o ensino da toxicologia ambiental e a educação agrícola, explica a ausência de modelos para romper esta visão. Nesse caso, estudos que visem integrar a toxicologia ambiental aos cursos de ciências agrárias podem ser muito úteis para romper a visão preconceituosa da toxicologia ambiental na área agrícola e contribuir para o desenvolvimento de alta produtividade associado à maior segurança e sustentabilidade.

Nesse sentido, antes de serem propostas quaisquer estratégias, é essencial e preponderante conhecer o contexto educativo (social e econômico) em que os cursos de formação têm sido ofertados. O conhecimento dos perfis desses cursos e como seus envolvidos (i.e.: estudantes, professores e gestores) percebem a toxicologia ambiental, constitui marco inicial para a resolução dessa dissociação. Além disso, uma análise de seus projetos pedagógicos e do contexto local e regional em que os cursos estão inseridos pode ser muito útil para compreender como os fundamentos da gestão acadêmica, pedagógica e administrativa dos cursos podem contribuir para a integração da toxicologia ambiental em seus currículos e processos formativos.

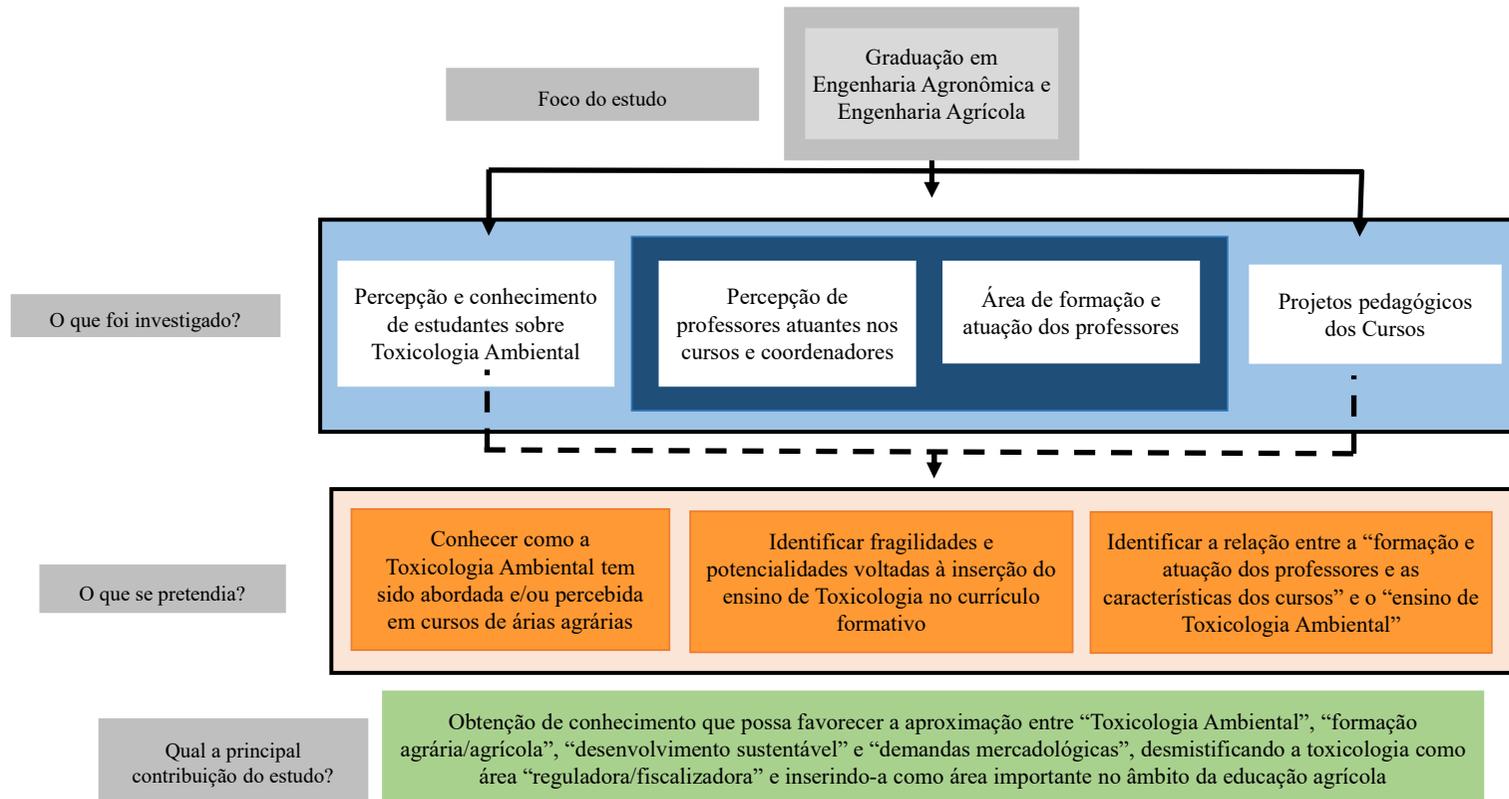
Finalmente, acredita-se que ao passo que estudos desse cunho, como o presente, sejam concluídos será possível compreender como essa dissociação é vista pelos envolvidos na formação agrária e assim será possível empregar estratégias eficientes para aproximar “toxicologia ambiental”, “formação agrária/agrícola”, “desenvolvimento sustentável” e

“demandas mercadológicas”, desmistificando a toxicologia como área reguladora/fiscalizadora e inserindo-a como área importante no âmbito da educação agrícola.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 Escopo geral do estudo

A fim de alcançar os objetivos deste estudo foi conduzida uma análise em quatro perspectivas complementares dos cursos Bacharelado em Agronomia e em Engenharia Agrícola. Ambos os cursos pertencem à grande área de ciências agrárias e atualmente possuem nota 4 pelo INEP/MEC. O escopo geral do estudo está apresentado na Figura 1. a seguir.

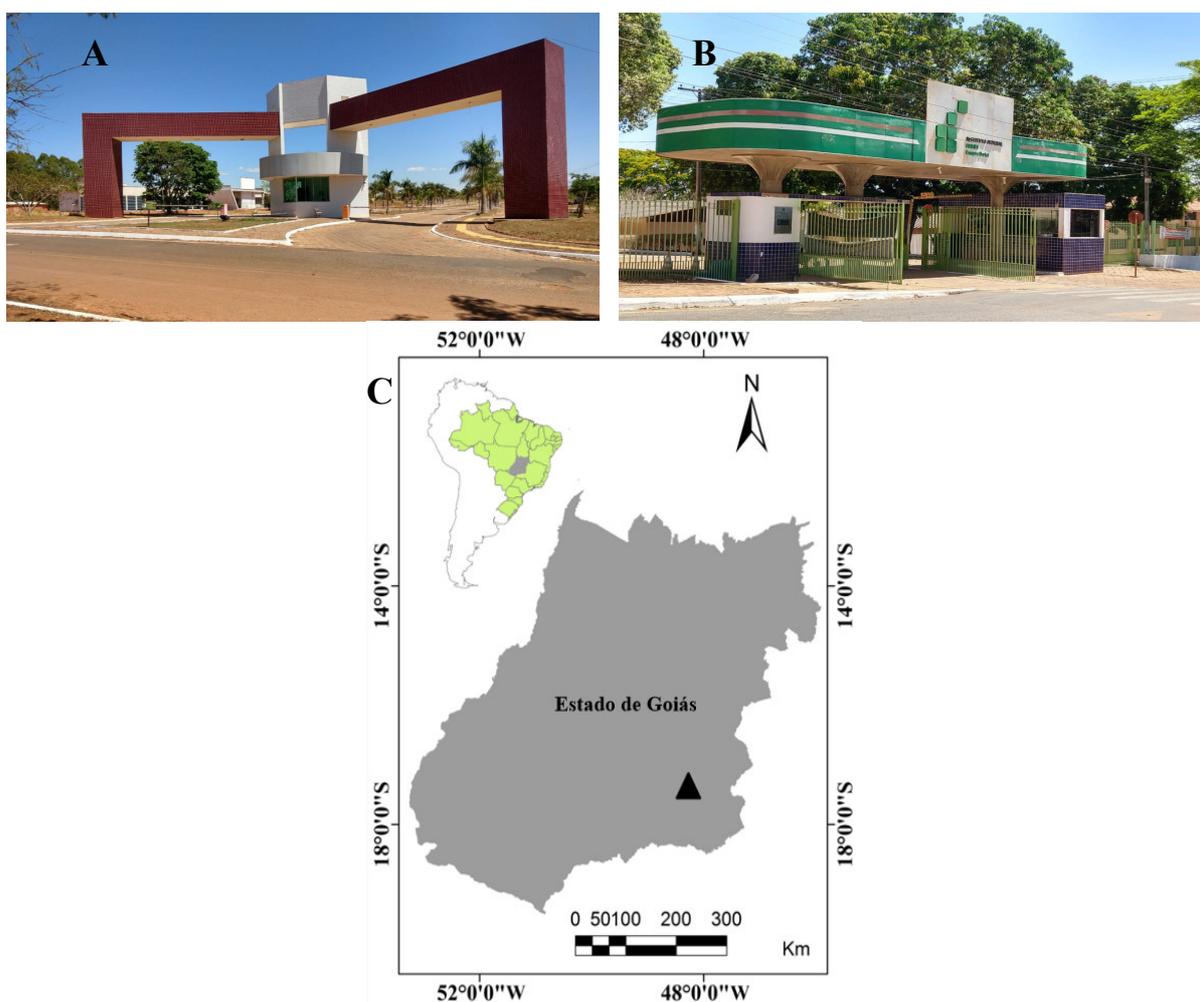


**Figura 1.** Estrutura geral do estudo com as etapas de execução e os objetivos de cada uma delas.

Os cursos foram analisados com base na proposta contida nos Projetos Pedagógicos dos Cursos como descrito na seção 3.6., a percepção de professores e estudantes (2º e 10º períodos) por meio de questionários (seção 3.4.), e a formação e atuação dos docentes por meio de uma análise nos currículos cadastrados na Plataforma Lattes (seção 3.5.). Os dados resultantes destas análises possibilitaram compreender como a toxicologia ambiental tem sido abordada nos cursos, identificar pontos frágeis e potencialidades e correlacionar a formação e atuação dos docentes com o ensino desta temática.

## 4.2 Local de realização do estudo

Este estudo foi conduzido nas dependências do Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí, sediado na Rodovia Geraldo Silva Nascimento, Km 2,5, zona rural, Urutaí, Goiás. O campus se encontra sob as coordenadas 17°29'11,34"S e 48°12'36,86"O e sua localização e visão de suas portarias de acesso podem ser observadas na Figura 2. A instituição oferta ensino em nível médio, técnico, superior (Tecnológicos, Bacharelados, Licenciaturas) e Mestrados Profissionais a estudantes de vários estados brasileiros, contando com alojamento próprio para acomodar estudantes de ambos os sexos, em qualquer nível de ensino.



**Figura 2.** Apresentação do local onde foi conduzido o estudo. Em A e B são apresentadas as portarias de acesso ao Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí e em C é apresentado um mapa, extraído do estudo de Estrela et al. (2015), indicando a localização da cidade de Urutaí, Goiás, por meio do triângulo em cor preta.

### **4.3 Aspectos éticos e aprovação no Comitê de Ética em Pesquisa do IF Goiano**

Este estudo e sua metodologia foram aprovados no Comitê de Ética em Pesquisa do IF Goiano sob o número CAAE 18305419.3.0000.0036 e parecer final de aprovação número 3.699.133. Antes de responder ao questionário, todos os participantes foram devidamente esclarecidos sobre os objetivos da pesquisa, o anonimato dos participantes, os possíveis benefícios e danos em participar, o caráter voluntário da participação, dentre outros.

Os participantes conheceram estas e outras informações por meio do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE – APÊNDICE I) e após todas as dúvidas terem sido esclarecidas os questionários (Apêndices II e III) foram respondidos, sendo informado no início se o participante consentia com todos os termos do TCLE e estava devidamente esclarecido. O anonimato foi obtido por meio da utilização de formulários eletrônicos, sem identificação dos participantes, de modo que não ocorreu nenhum contato direto ou que pudesse identificar isoladamente um participante.

### **4.4 Caracterização da amostra, período de estudo e abordagem dos participantes**

A amostra deste estudo consistiu em gestores, docentes e estudantes ligados aos cursos de Bacharelado em Agronomia e em Engenharia Agrícola do IF Goiano – Campus Urutaí durante o período de estudo. Tal período compreendeu os anos de 2017 a 2019, sendo convidados a participar do estudo os 74 docentes que atuam ou atuaram em um ou ambos os cursos durante este período. Com o objetivo de obter a percepção de ingressantes e formandos dos cursos, foram convidados 160 estudantes que cursavam o 2º e 10º períodos no segundo semestre do ano de 2019, em ambos os cursos.

A partir de registros nos sistemas eletrônicos de docentes e estudantes foram obtidos os endereços eletrônicos de todos os possíveis participantes, como descrito acima. Os possíveis participantes receberam via e-mail o endereço para responder a um formulário eletrônico do Google *Forms* com perguntas objetivas e discursivas (Apêndices II e III), específico para cada grupo de participantes. Desta forma, foram contatados todos os possíveis participantes e a amostragem foi do tipo por conveniência, partindo do interesse de parte dos docentes e estudantes em participar, sem qualquer critério de inclusão ou exclusão.

Os coordenadores, vice coordenadores e docentes dos cursos foram convidados a responder o formulário, de modo que fossem apresentadas as percepções de docentes gestores e não gestores. Contudo, os gestores optaram por responder na figura de docente e não como gestores ou não responderam ao formulário, de modo que devido ao anonimato não é possível saber. Dessa forma, apesar de se ter o objetivo inicial de obter a percepção dos gestores, isso não foi possível e os resultados apresentados são as percepções de docentes, não contendo necessariamente os gestores.

### **4.5 Análise da formação e atuação dos professores dos cursos**

A análise da formação e atuação dos professores dos cursos foi realizada a partir das informações das trajetórias acadêmicas registradas em seus currículos cadastrados na Plataforma Lattes. A identificação da formação acadêmica e a titulação dos professores foi utilizada para compreender se os docentes tiveram formação ligada à área da toxicologia ambiental, implicando diretamente na forma como os mesmos atuam em suas respectivas disciplinas.

Após a identificação dos docentes atuantes em cada curso alvo deste estudo, foram excluídos da análise dos critérios ligados à produção, orientações e participação em eventos os currículos atualizados antes de 2018. Para o cumprimento da etapa de identificação dos docentes, foi elaborada uma planilha específica para a coleta das informações dos currículos (Apêndice IV), sendo avaliadas: a formação dos professores (titulação e formação complementar); suas áreas de atuação; projetos de pesquisa; participação em eventos; orientações; cursos em que atuam; e produção bibliográfica.

#### **4.6 Análise dos projetos pedagógicos dos cursos**

Nesta etapa foi conduzida uma análise qualitativa nos Projetos Pedagógicos de Cursos (PPCs), documentos nos quais estão dados importantes do planejamento, concepção e estruturação dos cursos. Por meio desta análise foi conhecido se a toxicologia ambiental está inserida na concepção de cada curso, bem como em quais disciplinas deve ser abordada. Para tal análise foi utilizado um formulário com diversos itens a serem avaliados nos respectivos PPCs (Apêndice V).

Em linhas gerais, foi avaliado: se os membros do Núcleo Docente Estruturante (NDE) atuam na área de toxicologia ambiental; como ocorre a abordagem de temas de Ciências Ambientais e Biológicas; modo como a Educação Ambiental é trabalhada e se atende a transversalidade prevista em lei; habilitação dos estudantes para atuar na área de Ciências Ambientais e toxicologia ambiental; bibliografias ligadas aos temas alvo e; se as disciplinas possuem previsão de abordar temas de toxicologia ambiental.

#### **4.7 Análise dos dados**

Os resultados obtidos foram submetidos a análise de pressupostos por meio do teste de normalidade de Shapiro-Wilk e homogeneidade de Levene, seguidos por análise de variância (ANOVA *one way*) e teste Tukey com 5% de probabilidade. Nos casos em que os dados não atenderam aos pressupostos de normalidade e homogeneidade foram submetidos ao teste não paramétrico de Kruskal Wallis, seguido de teste de Dunn com 5% de probabilidade. Dados de variáveis categóricas foram submetidos ao teste de Qui-quadrado com 5% de probabilidade. Todas as análises foram conduzidas utilizando o *software* Graphpad Prism, versão 7.0.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Projetos Pedagógicos dos Cursos de bacharelado em Agronomia e Engenharia Agrícola do IF Goiano – Campus Urutaí

Os Projetos Pedagógicos dos Cursos de bacharelado em Agronomia e Engenharia Agrícola foram atualizados pela última vez no ano de 2015, segundo data constante nos mesmos. Os cursos possuíam na época seus Núcleos Docentes Estruturantes constituídos por sete professores na Agronomia e seis professores na Engenharia Agrícola. Foi analisada a atuação destes docentes relacionada as áreas de Ciências Ambientais e toxicologia ambiental, que resultou na classificação dos docentes em escores que variaram de 0 a 3 pontos, seguindo um crescente envolvimento com as áreas ciências ambientais e toxicologia ambiental (conforme consta no Apêndice V).

No curso de Agronomia o escore médio sobre atuação nas áreas analisadas foi de 0,57, sendo que todos os que atuaram foram em área correlacionada às Ciências Ambientais. No curso de Engenharia Agrícola o escore médio foi de 0,16, sendo que apenas um docente atuou em área correlacionada. Em ambos os cursos nenhum docente do NDE obteve os escores 2 e 3, os quais expressam maior proximidade com as Ciências Ambientais e toxicologia ambiental. Além disso, nenhum docente se descreve como atuante nestas áreas na seção específica de atuações no currículo Lattes. Em função disso, o escore 1 obtido por alguns docentes é fruto de análise aprofundada de suas orientações e produções, sendo que algumas possuíam ligação, mesmo que periférica, com as Ciências Ambientais.

Além da atuação dos docentes do NDE foram contabilizadas quantas disciplinas da matriz curricular de cada curso possuíam ligação com as Ciências Biológicas e Ciências Ambientais, ambas grandes áreas que abrangem temas ambientais e de toxicologia ambiental. Nos PPCs constam, relacionadas às Ciências Ambientais e Biológicas, respectivamente, 37 e 21 disciplinas na Agronomia e 18 e 6 disciplinas na Engenharia Agrícola.

Sobre o tema transversal Educação Ambiental, que possui amparo legal como tema essencial nos cursos superiores analisados, foi avaliado como está previsto seu desenvolvimento no âmbito dos cursos. No curso de Agronomia o PPC elenca a disciplina no núcleo de disciplinas essenciais para a formação dos graduandos. Também é afirmado que:

a questão da educação ambiental é um componente essencial e presente no desenvolvimento curricular do Curso de Agronomia, desenvolvido de forma articulada e contínua, procurando desenvolver nos sujeitos envolvidos nesse curso o incentivo à participação coletiva, permanente e responsável, na preservação do equilíbrio do meio ambiente, entendendo-se a defesa da qualidade ambiental como um valor inseparável do exercício da cidadania, conforme sugere a Lei nº. 9.795/1999 e Decreto nº. 4.281/2002 que dispõe sobre a Educação Ambiental. (PPC do curso de Agronomia, p. 21, 2015).

Com esta previsão no núcleo essencial e defesa de um ensino transversal do tema, o PPC do curso inicialmente demonstra depender grande importância ao tema. Contudo, ao se analisar os demais componentes do PPC observa-se que o tema Educação Ambiental não é claramente elencado em nenhuma disciplina obrigatória, sendo que apenas a disciplina “Sistemas de Gestão Ambiental” trata claramente da temática ambiental. O curso prevê outras cinco disciplinas ligadas ao tema, “Avaliação de Impactos Ambientais” “Educação Ambiental”, “Tratamentos e Reuso de Resíduos Agroindustriais”, “Agricultura Orgânica” e “Recuperação de Áreas Degradadas”. Porém todas são de caráter optativo, em um rol de 30

disciplinas, das quais o estudante precisa cumprir uma carga horária de 120 h, o que equivale a 2 ou 3 disciplinas conforme a escolha.

Dessa forma, o tema será necessariamente abordado, mesmo que com um viés de gestão ambiental, apenas em uma disciplina e caso o estudante opte por mais alguma será complementada. Esta configuração das unidades curriculares parece contraditória com as afirmações de ser parte do núcleo essencial e a importância relatada acima. Mesmo afirmando o ensino transversal, as demais disciplinas não contêm em sua ementa nenhuma menção clara que será abordado o tema, logo não se pode esperar que necessariamente o seja.

Este panorama é semelhante ao se analisar do ponto da toxicologia ambiental, foco central deste estudo, o tema é abordado em uma disciplina obrigatória intitulada “Proteção de Plantas e Receituário Agrônomo”. Nesta disciplina os estudantes conhecem as formas de prescrição e utilização de pesticidas e também possíveis impactos toxicológicos de sua utilização. Não há nenhuma outra menção em outras disciplinas, contudo, o ensino conjunto da prescrição e impactos dos pesticidas é um importante passo, desde que seja concretizado em sala de aula, para se alcançar um uso mais racional e sustentável destes xenobióticos.

No curso de Engenharia Agrícola a previsão no PPC é muito semelhante, e em alguns trechos idêntica à da Agronomia, sendo prevista como formação essencial e que deve ser conduzida em diversas disciplinas, como se pode observar:

Em diversas unidades curriculares do curso é abrangida a questão da Educação Ambiental, além de ser oferecida como disciplina optativa sendo um componente essencial para formação do Engenheiro Agrícola. O tema é trabalhado de forma articulada e contínua, procurando desenvolver nos sujeitos envolvidos o incentivo à participação coletiva, permanente e responsável, na preservação do equilíbrio do meio ambiente, entendendo que a defesa da qualidade ambiental constitui valor inseparável do exercício da cidadania, conforme sugere a Lei nº. 9.795/1999 e Decreto nº 4.281/2002 que dispõe sobre a Educação Ambiental.

Ao longo do curso são observadas menções à Educação Ambiental nas disciplinas obrigatórias “Avaliação de Impactos Ambientais”, “Gestão dos Recursos Hídricos” e “Manejo da Irrigação”, além da já citada disciplina optativa “Educação Ambiental”. Contudo, diferente do curso de Agronomia, a carga horária prevista para disciplinas optativas de 612 h e o menor número de opções (13) impõem a necessidade de cursar todas as optativas disponíveis, incluindo Educação Ambiental.

Em relação a toxicologia ambiental, não há qualquer menção ao tema no PPC, mesmo nestas disciplinas de cunho ambiental. Apenas na disciplina “Quimigação”, na qual é abordada a aplicação de pesticidas via sistema de irrigação, é mencionado o ensino de “*problemas relacionados à contaminação ambiental*” (PPC, p. 70, 2015). Neste caso, o presente estudo parte da interpretação de ser ensino de toxicologia ambiental, mesmo que não utilize esta nomenclatura.

Dessa forma, ao comparar dados de ambos os cursos, uma diferença curiosa se torna perceptível. O curso de Agronomia possui maior número de disciplinas ligadas às Ciências Ambientais e Biológicas, contudo a concretização do ensino de temas relacionados à Educação Ambiental parece menor, sendo reduzida a uma disciplina obrigatória e algumas optativas que não necessariamente serão escolhidas pelos estudantes, haja vista o grande volume de opções e a baixa carga horária de optativas.

Por outro lado, o curso de Engenharia Agrícola possui menor número de disciplinas ligadas às duas grandes áreas, mas possui três disciplinas obrigatórias ligadas à Educação Ambiental e uma optativa que possui grandes chances de ser escolhida devido ao pequeno volume de ofertas frente à carga horária muito maior para optativas. Assim, a transversalidade

afirmada em ambos os cursos, com base no exposto nos PPCs não parece ocorrer, contudo, no curso de Engenharia Agrícola está mais próximo de ocorrer.

Sobre os profissionais formados, o PPC do curso de Engenharia Agrícola estabelece o seguinte perfil profissional do egresso, que segundo os autores contempla o estabelecido na Resolução nº 02, de 2 de fevereiro de 2006 que instituiu as Diretrizes Curriculares Nacionais para o curso:

sólida formação científica e profissional geral que possibilite absorver e desenvolver tecnologia, capacidade crítica e criativa na identificação e resolução de problemas, considerando seus aspectos políticos, econômicos, sociais, ambientais e culturais, com visão ética e humanística, em atendimento às demandas da sociedade, compreensão e tradução das necessidades de indivíduos, grupos sociais e comunidade, com relação aos problemas tecnológicos, socioeconômicos, gerenciais e organizativos, bem como utilização racional dos recursos disponíveis, além da conservação do equilíbrio do ambiente e capacidade de adaptação, de modo flexível, crítico e criativo, às novas situações. (PPC curso Engenharia Agrícola, p. 12, 2015).

No curso de Agronomia, apesar de uma formatação diferente o texto é idêntico ao apresentado no PPC da Engenharia Agrícola, sendo ambos cópia das respectivas resoluções que estabelecem as Diretrizes Curriculares Nacionais para cada curso, e que nelas este trecho também é idêntico em ambas, como apresentado na seção 1.6. Em ambos os casos é evidente a preocupação com a educação ambiental e os possíveis impactos das atividades agrícolas no ambiente.

Como pode ser observado no perfil do egresso, os profissionais formados nos dois cursos devem estar aptos para atuar preconizando uma utilização racional dos recursos disponíveis, além da conservação do equilíbrio do ambiente. Assim é observado que o curso prevê uma atuação que se preocupe com os impactos ambientais que podem causar em sua atuação profissional, condição compatível com atuação nas Ciências Ambientais, apesar de ser bastante genérica a proposição de utilização racional de recursos e conservação ambiental. Sobre atuação na toxicologia ambiental, o perfil do egresso presente nos PPCs não prevê qualquer atuação claramente ligada à mesma.

O PPC do curso de Agronomia prevê três habilidades e competências que os egressos deverão ter que estão ligadas às Ciências Ambientais:

- e) Promover e estimular o desenvolvimento de ações que visam à preservação ambiental, por meio do monitoramento das explorações agrícolas com enfoque na sustentabilidade.
- j) Realizar vistorias, perícias, avaliações, arbitramentos, laudos e pareceres técnicos, com responsabilidade técnica e social, respeitando a fauna, a flora e promovendo a conservação e/ou recuperação da qualidade do solo, ar, água e do ambiente, a fim de também, despertar a comunidade acadêmica para as questões ambientais.
- p) Atuar no desenvolvimento de comunidades rurais, promovendo a agricultura ecológica e desenvolvendo tecnologias adaptadas ao produtor, promovendo, também, a sensibilização ambiental dos agricultores. (PPC curso Agronomia, p. 16, 2015).

No curso de Engenharia Agrícola as mesmas habilidades e competências são almejadas, apesar de pequenas diferenças na redação destas. De forma similar ao perfil do egresso, as habilidades e competências são praticamente idênticas em ambos os cursos e fruto das diretrizes curriculares nacionais dos mesmos. Também é observada a previsão de atuação na área de ciências ambientais de forma genérica e não é prevista a atuação na área de toxicologia ambiental.

Também foi avaliada a disponibilidade de referências bibliográficas sobre toxicologia ambiental nos PPCs e a atualização das mesmas. No curso de Engenharia Agrícola nenhuma referência sobre a área é apresentada. Já no curso de Agronomia, uma referência é apresentada na ementa da única disciplina que aborda a toxicologia ligada aos pesticidas, porém, é uma referência do século passado (LARINI, L. Toxicologia dos praguicidas. Ribeirão Preto: Manole, 1999).

Como o foco deste estudo é a inserção da toxicologia ambiental nos cursos, nota-se que esta inserção não está prevista nos PPCs dos cursos, sendo que o tema é apresentado em uma única disciplina do curso de Agronomia, mas não faz parte do perfil ou habilidades e competências esperados dos egressos. O ensino de toxicologia ambiental é essencialmente transversal, não podendo ser contemplado em uma disciplina (no caso da Agronomia) ou sem qualquer menção ao mesmo (no caso da Engenharia Agrícola).

Objetivando apresentar formas de inserção do tema nos cursos em questão foram analisadas as disciplinas que apresentam potencial para inserção do assunto, de modo a adaptar os cursos a esta importante necessidade. Foram reconhecidas 65 disciplinas na Agronomia e 26 na Engenharia Agrícola, nas quais são propostos assuntos ligados à toxicologia ambiental. Estas sugestões de ensino transversal do assunto, demonstram que não seria necessária qualquer mudança na composição de disciplinas nos cursos, apenas a inserção de tópicos específicos em cada uma delas. As disciplinas em questão e as sugestões de tópicos a serem inseridos em cada uma foram sumarizados no Quadro 1.

**Quadro 1.** Lista de disciplinas obrigatórias e optativas nos cursos de Agronomia e Engenharia Agrícola, períodos em que são ofertadas e possibilidades de inserção de conteúdos ligados a toxicologia ambiental de forma transversal.

| <b>Disciplina</b>  | <b>Curso</b> | <b>Período</b>                           | <b>Forma de inserção</b>   |
|--|--------------|--|--|
| <b>Biologia Celular;</b> Bioquímica; Biotecnologia; Biologia Molecular*  | Ag<br>EA     | 1°, 3°, 7°<br>2°                         | Mecanismos de ação e toxicidade a nível celular e sistêmico, diferentes classes de pesticidas, rotas metabólicas envolvidas e obtenção de maior ou menor seletividade de acordo com a fórmula selecionada  |
| Ecologia; <b>Agroecologia</b>  | Ag<br>EA     | 1° e 7°<br>3°                            | Mecanismos ecossistêmicos de contaminação por agentes tóxicos, descarte adequado de resíduos e contaminação do ecossistema, bioacumulação e magnificação trófica, extinção de espécies e diminuição da competitividade da espécie em função de aptidão prejudicada por agentes tóxicos subletais |
| Introdução a Agronomia; <u>Introdução à Engenharia Agrícola</u>  | Ag e EA      | 1°                                       | Uso de pesticidas, Lei de logística reversa, responsabilidade ao prescrever agentes potencialmente tóxicos   |
| Anatomia Vegetal; <b>Organografia e Sistemática Vegetal**;</b> <b>Fisiologia Vegetal**;</b> Plantas Daninhas; <b>Produção e tecnologia de sementes**;</b> <b>Propagação de Plantas**;</b> Plantas Medicinais e Aromáticas*; Plantas Nativas do Cerrado*; Floricultura*   | Ag<br>EA     | 2°, 3°,<br>4°, 6°                        | Toxicidade de herbicidas em espécies alvo e seus efeitos em espécies não alvo, mecanismos de ação dos herbicidas e seletividade  |
| <u>Agricultura Geral</u>   | EA           | 3°                                       | Toxicidade e mecanismos de ação de pesticidas em espécies alvo, seus efeitos em espécies não alvo e seletividade   |
| <b>Gênese e Morfologia do Solo;</b> Física e Classificação de Solo; <b>Fertilidade do Solo;</b> Manejo e Conservação do Solo e da Água; Nutrição Mineral de Plantas; <u>Física e Conservação do Solo;</u> <u>Relação Água Solo e Planta;</u> <u>Hidrologia;</u> <u>Estrutura de Canais e Barragens de Terra;</u> <u>Gestão dos Recursos Hídricos;</u> <u>Tratamento de Efluentes;</u> Hidroponia e Ambiente Protegido*; Adubos e Adubação* | Ag<br>EA     | 2°, 3°, 4° e 5°<br>3°, 4°, 5°, 6°,<br>8° | Contaminação da água e do solo com pesticidas e uso indiscriminado de adubação mineral   |
| Microbiologia; Microbiologia Agrícola; Fitopatologia I e II  | Ag           | 2°, 3°, 5° e 6°                          | Toxicidade de fungicidas em espécies alvo e seus efeitos em espécies não alvo, mecanismos de ação dos fungicidas e seletividade  |

|  |                |                                   |   |
|--|----------------|-----------------------------------|---|
| Zoologia; Entomologia Geral; Entomologia Agrícola; Anatomia e Fisiologia Animal; Zootecnia Geral; Aves e Suínos; Bovinos; <u>Manejo de Animais de Pequeno, Médio e Grande Porte</u> ; Apicultura*; Aquicultura*; Ovinos e Caprinos*; Nematologia Agrícola* | Ag<br><br>EA   | 2°, 4°, 5°, 6°, 7° e 8°<br><br>7° | Toxicidade de inseticidas, acaricidas, nematocidas e rodenticidas em espécies alvo e seus efeitos em espécies não alvo, mecanismos de ação dos inseticidas, acaricidas, nematocidas e rodenticidas e seletividade |
| <b>Química Geral</b> ; Química Orgânica; Química Analítica   | Ag e<br><br>EA | 1°; 2°; 3°<br><br>1°              | Natureza química dos pesticidas e suas possibilidades em relação à seletividade   |
| Genética; Melhoramento de Plantas  | Ag             | 4° e 5°                           | Danos genéticos e seus desdobramentos causados por pesticidas em espécies alvo e não alvo   |
| <b>Culturas** I, II e III</b> ; Forragicultura; Olericultura; Silvicultura; <b>Fruticultura I** e II*</b> ; Fisiologia e Manejo Pós-colheita; Proteção de Plantas e Receituário Agrônomo; <b>Quimigação*</b> ; Agricultura Orgânica*                       | Ag<br><br>EA   | 6°, 7°, 8° e 9°<br><br>9°         | Uso sustentável de pesticidas nas diferentes culturas, colheita e armazenamento e os impactos deste uso do ponto de vista ambiental e toxicológico  |
| <b>Ética Profissional**</b> ; Elaboração e Gestão de Projetos; Avaliação e Perícia Rural; Controle de Qualidade de Produtos Agropecuários*   | Ag             | 9°                                | Planejamento na utilização de pesticidas, avaliação e perícia desta utilização e a obrigação ética e responsabilidade de se buscar o uso sustentável e coibir o uso indiscriminado de agente tóxicos              |
| Sistema de Gestão Ambiental; <b>Avaliação de Impactos Ambientais*</b> ; Recuperação de Áreas Degradadas*; Sistemas Agroflorestais*; Tratamentos e Reuso de Resíduos Agroindustriais*   | Ag<br><br>EA   | 8°<br><br>7°                      | Importância de reconhecer, avaliar e mitigar contaminações ambientais por meio de sistemas eficientes de gestão e avaliação de impactos de agentes tóxicos no ambiente  |
| <b>Educação Ambiental* **</b>  | Ag e<br>EA     | --                                | Compreender a importância de preservar o meio ambiente, reconhecer o que são impactos ambientais, otimização de recursos naturais, esgotamento de recursos, contaminantes tóxicos e seus impactos, etc.           |

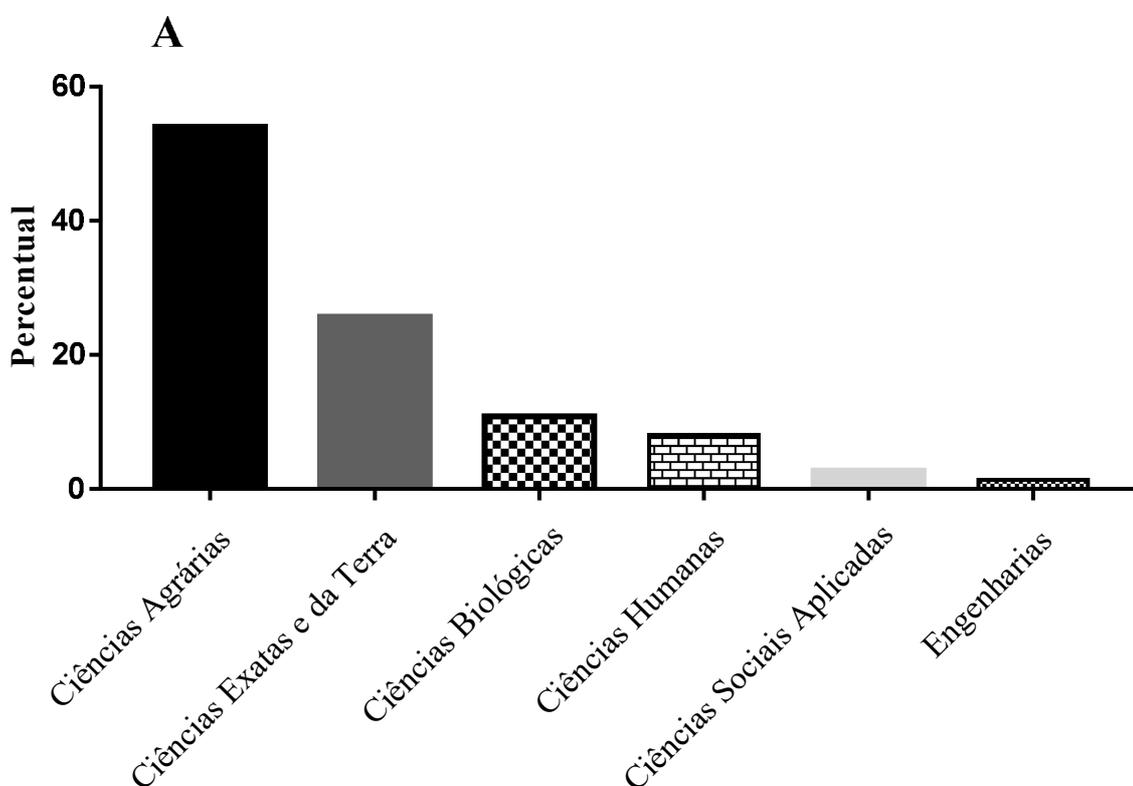
**Legenda:** Ag – Bacharelado em Agronomia; EA – Bacharelado em Engenharia Agrícola; Disciplinas não sublinhadas são exclusivas do curso Ag e as sublinhadas do curso EA; Disciplinas em negrito são comuns aos dois cursos; \* disciplina optativa no curso Ag; \*\*Disciplina optativa no curso EA.

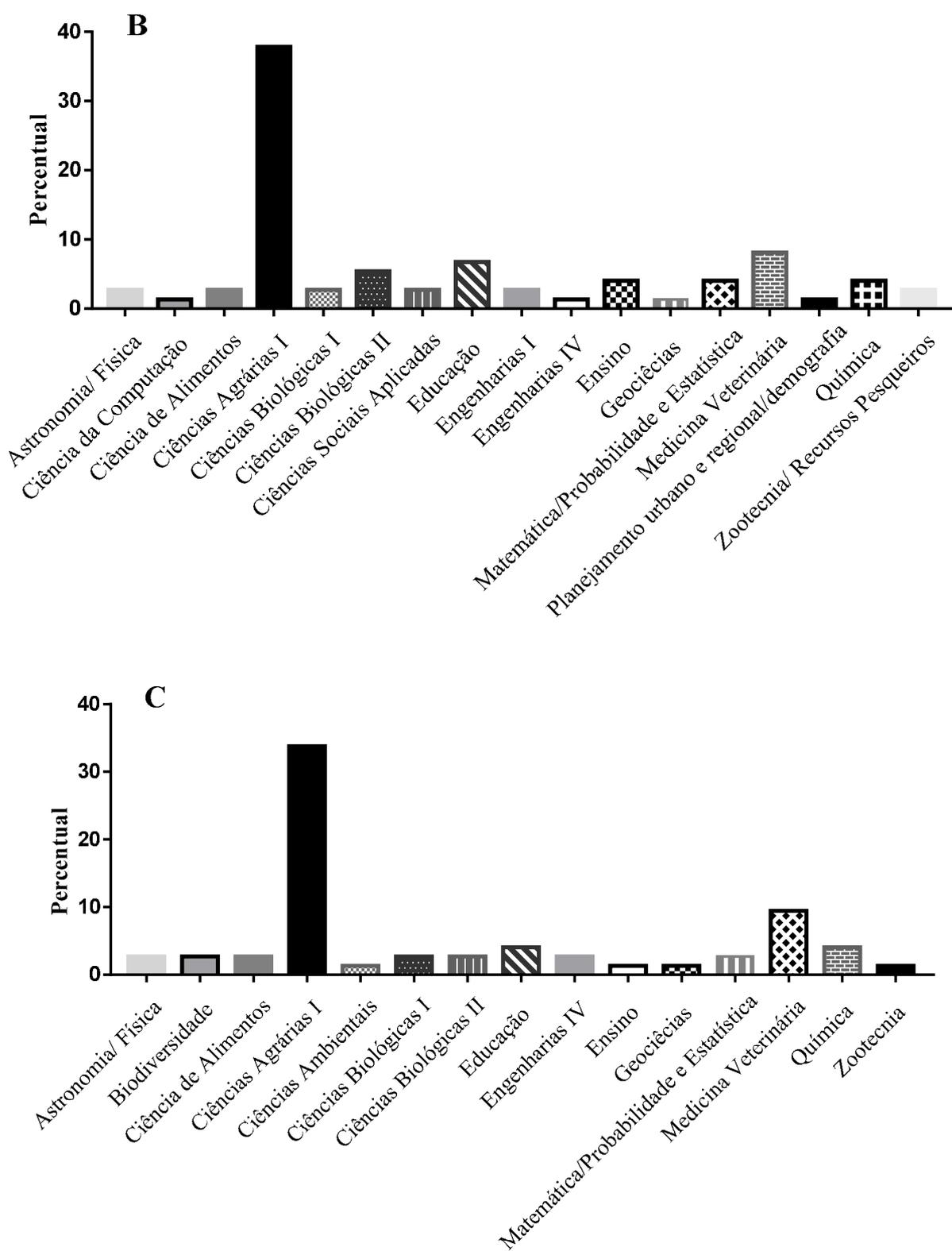
## 5.2 Formação e atuação de docentes atuantes nos Cursos de bacharelado em Agronomia e Engenharia Agrícola do IF Goiano – Campus Urutaí

Entre os anos de 2017 e 2019, 74 docentes atuaram em um ou ambos os cursos, dos quais 13, 51% foram substitutos e os demais efetivos de diferentes áreas. Sete currículos foram atualizados pela última vez antes de 2018 e foram excluídos da análise de alguns critérios como produção, orientações e participação em eventos. A distribuição de docentes entre os cursos revelou que 33,78% atuam ou atuaram em ambos os cursos, 47,29% apenas na Agronomia e 18,91% apenas na Engenharia Agrícola durante o período estudado.

De modo geral, foi observada atuação diversificada e verticalizada em diferentes cursos, com docentes ministrando disciplinas nos cursos Técnicos Integrados, Subsequentes, Tecnológicos, Bacharelados e Licenciaturas. Em média, os docentes atuam em 2,63 ( $\pm 1,22$ ) cursos, contudo, em muitos currículos este dado estava ausente, resultando em média possivelmente subestimada. Nesta média também não está contabilizada a atuação na Pós-Graduação, pois esta será discutida separadamente na sequência.

Sobre a formação e titulação, os docentes possuem graduação em diversas áreas (Figura 3. A), sendo provenientes de 27 instituições de ensino superior diferentes, das quais 22,22% são privadas e as demais públicas. Em relação à Pós-Graduação, 91,89% possuem Mestrado em diferentes áreas (Figura 3. B), 75,67% Doutorado (Figura 3. C) e 18,91% Pós-Doutorado.





**Figura 3.** Áreas de formação e titulação de docentes que atuaram entre 2017 e 2019 nos cursos Bacharelado em Agronomia e Engenharia Agrícola do IF Goiano – Campus Urutaí. Em A são apresentadas as áreas de formação em nível de graduação segundo Tabela de Áreas do Conhecimento do CNPq. Em B e C são apresentadas as Áreas de Avaliação da CAPES dos

programas de pós-graduação em nível de Mestrado e Doutorado, respectivamente. Dados são expressos em percentuais de professores formados em cada área de conhecimento/avaliação.

Dessa forma, pode-se observar um elevado grau de qualificação dos docentes que atuaram nos cursos, no período de estudo, sendo que a maior parcela é de profissionais das Ciências Agrárias acrescidos de uma diversidade de profissionais de outras áreas. É interessante observar que na pós-graduação a desproporção entre Ciências Agrárias e outras áreas é maior, indicando que docentes de diferentes áreas buscaram pós-graduações na área dos cursos em que atuam. Contudo, a formação em Ciências Ambientais e Biológicas II, principais áreas ligadas à toxicologia ambiental é pouco representada no corpo docente.

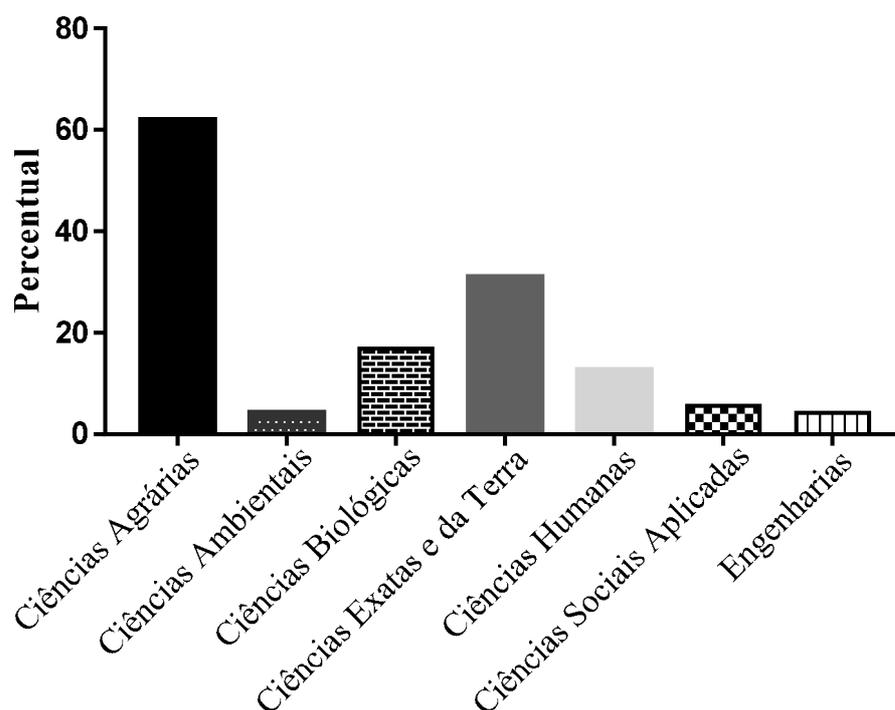
Ao longo da análise, alguns critérios utilizados objetivaram relacionar a atuação, produção científica e orientações dos docentes com as áreas Toxicologia Ambiental e Meio Ambiente. Foi avaliado se os docentes já atuaram em órgãos ambientais, sendo que apenas 8,61% já atuou e 5,4% permaneceram por mais de um ano no órgão. Dentre estes seis participantes, um continuou vinculado a órgãos ambientais após o ingresso como servidor no IF Goiano, os demais encerraram os respectivos vínculos.

Buscou-se conhecer as linhas de pesquisa em que os docentes atuam e avaliar qual o percentual destas que possuía relação com a toxicologia ambiental ou meio ambiente. Foi observado que 60,81% não cadastraram nenhuma linha de pesquisa na Plataforma Lattes, contrastando com o percentual de 24,32% que de fato não possuía nenhum projeto cadastrado. Os demais apesar de possuírem projetos cadastrados não apresentaram linhas de pesquisa descritas.

Dentre as linhas de pesquisa descritas, 8,61% possuíam alguma linha ligada às áreas investigadas. Em média estes seis docentes indicaram 2,66 ( $\pm 0,99$ ) linhas nas áreas alvo. Apesar de os números serem iguais entre quem atuou em órgãos ambientais e desenvolveu pesquisa nas referidas linhas, houve pouca sobreposição entre estes dois critérios, 33,33% dos participantes apresentaram tal sobreposição. O número de projetos de pesquisa cadastrado por docente foi de 11,78 ( $\pm 9,87$ ) em média, sendo que do total de projetos 20% pertenciam às linhas toxicologia ambiental e meio ambiente e foram conduzidos por 25,67% dos professores.

Como observado, os docentes tiveram pouco envolvimento com órgãos ambientais e a maioria não declara linhas de pesquisa nas áreas de toxicologia ambiental e meio ambiente. Em relação ao número de projetos, o percentual de 20 % inicialmente indica uma ligação dos docentes às áreas, contudo, 84,5 % destes projetos não possuíam qualquer ligação com a temática toxicologia, sendo ligados a outras subáreas de meio ambiente. Além disso, os projetos ligados a toxicologia se concentram em três docentes, os 71 demais não apresentaram nenhuma pesquisa ligada à toxicologia ambiental.

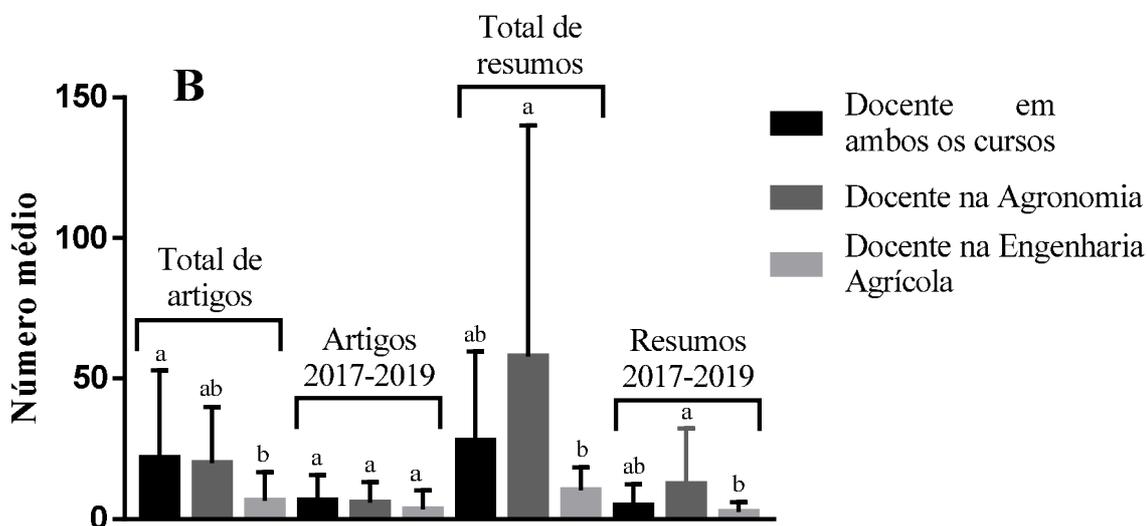
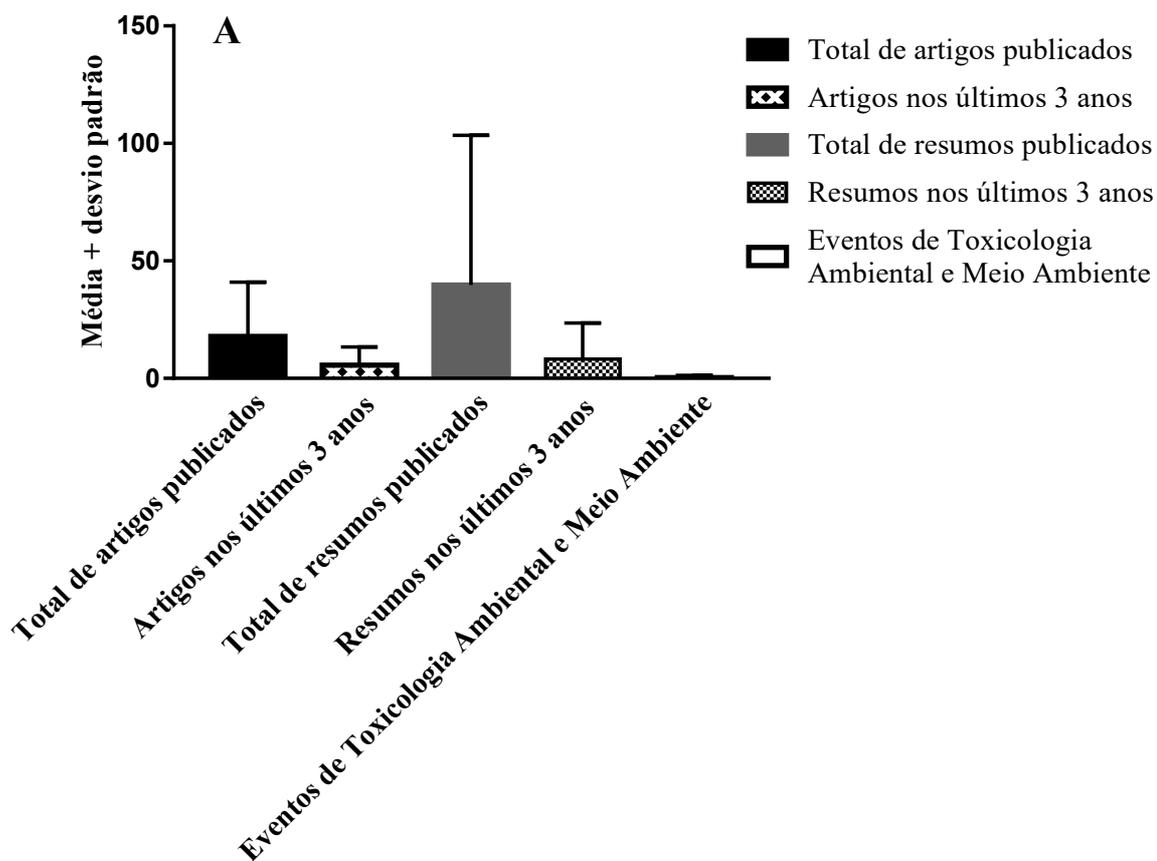
A atuação dos participantes como editores e revisores de periódicos científicos, bem como as grandes áreas de atuação cadastradas foi avaliada a fim de conhecer o perfil dos mesmos. Cerca de 24,32% foram editores de em média 1,5 periódicos ( $\pm 0,72$ ) e 44,59% atuaram com revisores de em média 7 ( $\pm 7,15$ ) periódicos. Em relação às grandes áreas de atuação descritas, três dos 74 docentes não apresentaram nenhuma área e os 71 restantes apresentaram 100 áreas de atuação. As áreas apresentadas são Ciências Agrárias, Ambientais, Biológicas, Engenharias, Exatas e da Terra, Humanas e Sociais Aplicadas e os respectivos percentuais de professores atuantes são observados na Figura 4.



**Figura 4.** Grandes áreas de atuação cadastradas no currículo Lattes de docentes que atuaram entre 2017 e 2019 nos cursos Bacharelado em Agronomia e Engenharia Agrícola do IF Goiano – Campus Urutaí. Dados são expressos em percentuais de professores atuantes nas respectivas linhas

Sobre a produção científica dos docentes foi avaliado o número de artigos publicados em periódicos e resumos (simples e expandidos) publicados em anais de eventos, ao longo de toda a carreira e nos últimos três anos (2017-2019). Dos resumos nos últimos três anos foi avaliado se os eventos de publicação eram ligados aos temas toxicologia ambiental e meio ambiente. De todos os 74 docentes 13,43% nunca publicaram nenhum artigo em periódico e 13,43% jamais publicaram resumos em anais de eventos científicos. A sobreposição entre os dois critérios foi de 44,44% de docentes que nunca publicaram resumos ou artigos. Em relação ao tema dos eventos, apenas 10,44% publicaram resumos em eventos sobre toxicologia ambiental e meio ambiente (Figura 5. A).

Quanto a participação geral em eventos, ao longo de toda a carreira participaram em média de 23,32 ( $\pm 13,44$ ) eventos científicos. Já nos últimos três anos (2017-2019) a média é de 3,5 ( $\pm 7,06$ ) eventos, sendo que 37,3 % não participaram de nenhum evento neste período. Entre os 67 professores analisados observou-se que 7,46% participaram de um evento ligado a toxicologia ambiental e meio ambiente e 1,49% em dois eventos nos últimos três anos (2017-2019).

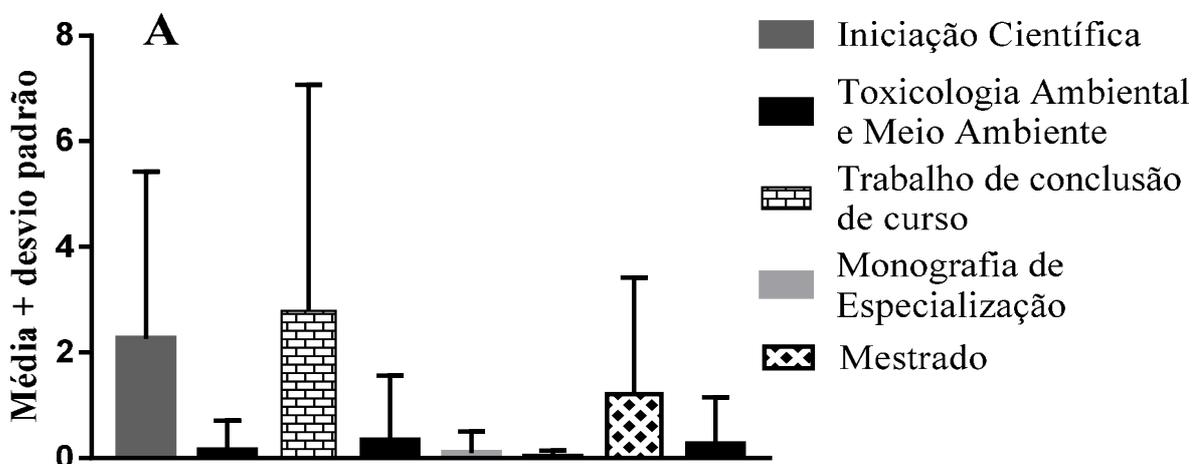


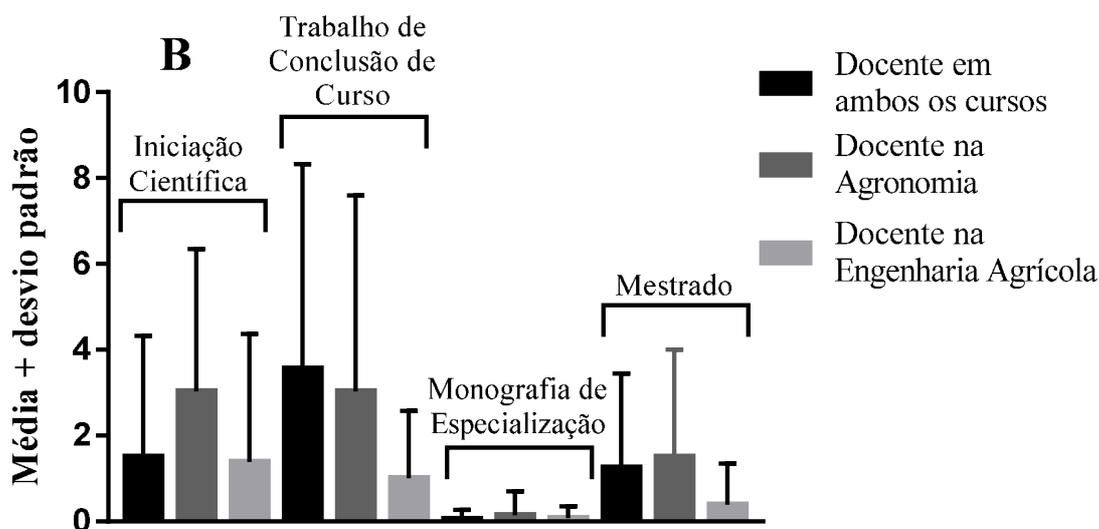
**Figura 5.** Número de artigos e resumos publicados ao longo de toda carreira e entre os anos de 2017 e 2019 de docentes que atuaram nos cursos de bacharelado em Agronomia e Engenharia Agrícola do IF Goiano – Campus Urutaí. Em A são apresentados os números do conjunto de professores e em B são apresentados nos subgrupos “docentes que atuam em ambos os cursos”, “Docentes que atuam na Agronomia” e “Docentes que atuam na Engenharia Agrícola”. As barras indicam a média + desvio padrão dos dados e as letras minúsculas indicam diferenças identificadas pelo teste Kruskal-Wallis seguido do pós-teste de Dunn, ambos com  $p < 0,05$  de significância.

No Campus Urutaí além dos cursos aqui analisados existem três programas de Pós-Graduação *stricto sensu* na modalidade profissional e um *lato sensu*. Entre os docentes atuantes nos cursos de bacharelado em Agronomia e Engenharia Agrícola 35,82% também orientam em algum dos programas citados e/ou em outras instituições. Destes docentes 23 orientam no próprio IF Goiano, mesmo que em outros Campi e cinco orientam em outras universidades (Universidade Estadual de Goiás (3), Universidade Federal de Goiás (1) e Universidade Federal de Catalão (1)).

Em média os orientadores atuam em 1,5 ( $\pm 0,83$ ) programas de pós-graduação, sendo que todos os 24 são permanentes em pelo menos um programa e quatro são colaboradores em outro programa em que também orientam. As áreas de avaliação dos programas em que atuam são: Ciências Agrárias I; Ciências Ambientais; Ciências Humanas; Ensino; Ciências Biológicas; Interdisciplinar; Medicina Veterinária. Analisando por subgrupos como na Figura 5. B, 29,16% dos orientadores atuam em ambos os cursos de graduação, 54,16% apenas no curso de Agronomia e 16,66% apenas na Engenharia Agrícola.

Por fim, foram analisados os números de orientações em diferentes modalidades (Iniciação Científica, Trabalho de Conclusão de Curso, Monografia de Especialização, Mestrado e Doutorado) ao longo dos três últimos anos (2017-2019) e quantas seriam ligadas à toxicologia ambiental e meio ambiente. Entre os 67 professores, 31,34% não concluíram nenhuma orientação em qualquer das modalidades amostradas. Não houve nenhuma orientação nas modalidades Doutorado (não foi considerada coorientação) e Monografia de Especialização nas áreas de estudo. Os dados dos demais tipos de orientações estão ilustrados na Figura 6.





**Figura 6.** Número de orientações em diferentes modalidades concluídas entre os anos de 2017 e 2019 por docentes que atuaram nos cursos de bacharelado em Agronomia e Engenharia Agrícola do IF Goiano – Campus Urutaí. Em A são apresentados os números de orientações do conjunto de professores e em B são apresentados nos subgrupos “docentes que atuam em ambos os cursos”, “Docentes que atuam na Agronomia (Agronomia)” e “Docentes que atuam na Engenharia Agrícola”. As barras indicam a média + desvio padrão dos dados e as letras minúsculas indicam diferenças identificadas pelo teste Kruskal-Wallis seguido do pós-teste de Dunn, ambos com  $p < 0,05$  de significância

Os dados de produção, participação em eventos e orientações seguem o mesmo perfil dos discutidos anteriormente, poucos dos docentes tiveram envolvimento com a área meio ambiente e uma parcela pequena destes estiveram ligados à toxicologia ambiental. O perfil geral da formação e atuação docente aqui observado conflita com o perfil transdisciplinar inerente à toxicologia ambiental e proposto nas Diretrizes Nacionais para os cursos, visto que poucos atuam na área e os demais podem não abordar o tema em suas disciplinas. Muitos estudos têm reforçado a importância do ensino de toxicologia ambiental na formação de profissionais que atuam em áreas potencialmente poluidoras como as Ciências Agrárias (LEVY *et al.*, 1987; DUFFUS & WORTH, 2009; PENÃ-FERNÁNDEZ *et al.*, 2015; GONZÁLEZ-MUÑOZ *et al.*, 2016).

O ensino transversal do tema, uma vez que sua própria natureza é transversal, é necessário e tem grande impacto na futura atuação profissional do estudante. Além disso, é consenso que os professores geralmente propagam os conhecimentos que obtiveram ao longo da sua formação e atuação, sendo preocupante que haja tão pouco envolvimento dos docentes com a toxicologia ambiental, visto que tendem a propagar uma formação também desarticulada com o tema, em uma área de formação que atua intensivamente com pesticidas tóxicos e em larga escala no país (ALMEIDA-FILHO & COUTINHO, 2011; GOMES & TAVARES, 2017).

### 5.3 Percepção dos docentes e estudantes sobre toxicologia ambiental e sua inserção nos cursos

Ao longo deste estudo a percepção dos docentes e estudantes sobre toxicologia ambiental e sua inserção nos cursos de bacharelado em Agronomia e Engenharia Agrícola foi obtida por meio de questionários, destinados aos diferentes grupos de participantes. Ao fim do

período de coleta de dados, que teve duração de quatro meses, foram obtidas respostas de 48% dos 74 docentes que atuaram em algum momento do período avaliado (2017-2019) em um ou ambos os cursos.

Por outro lado, não foi possível obter contato com 22,97% dos docentes, em função de não terem mais vínculo com a instituição e não terem sido obtidos e-mails ativos ligados a estes docentes. Dessa forma, o índice de retorno, ajustado pelo número de professores efetivamente contatados, foi de 63,15%. Dos professores que responderam ao formulário: 33,33% atuaram em ambos os cursos, mas atualmente não atuam mais; 33,33% atuam em ambos os cursos; 11,12 % atuaram em ambos, mas atualmente só atuam em um dos cursos, 5,56% em cada; e 22,22% atuam apenas na Agronomia.

Em relação aos estudantes, foram enviados convites a 160 possíveis participantes que se enquadravam no objetivo do estudo. Deste total, apenas 30% responderam ao formulário, mesmo após considerável insistência no envio de convites por e-mail e presencialmente durante as aulas. Apesar de que o objetivo inicial deste estudo foi comparar as percepções de estudantes ingressantes (2º período) e concluintes (10º período), bem como de cursos distintos, não foi observada diferença nas percepções na maioria dos parâmetros. Em função disso, os dados de estudantes são apresentados conjuntamente e apenas nos casos em que houve diferença entre cursos ou períodos será destacado no corpo do texto tal diferença.

Os respondentes possuíam idade média de 21,75 ( $\pm 2,90$ ) anos e apresentavam desproporção sexual com 76,47% do sexo masculino e 23,53% do feminino. Entre os cursos a distribuição foi ligeiramente maior para o curso de Engenharia Agrícola com 58,83% dos participantes e 41,17% da Agronomia. Sobre o período em que se encontram matriculados, 53,33% estavam no 10º período ou seguintes e 46,77% no 2º período.

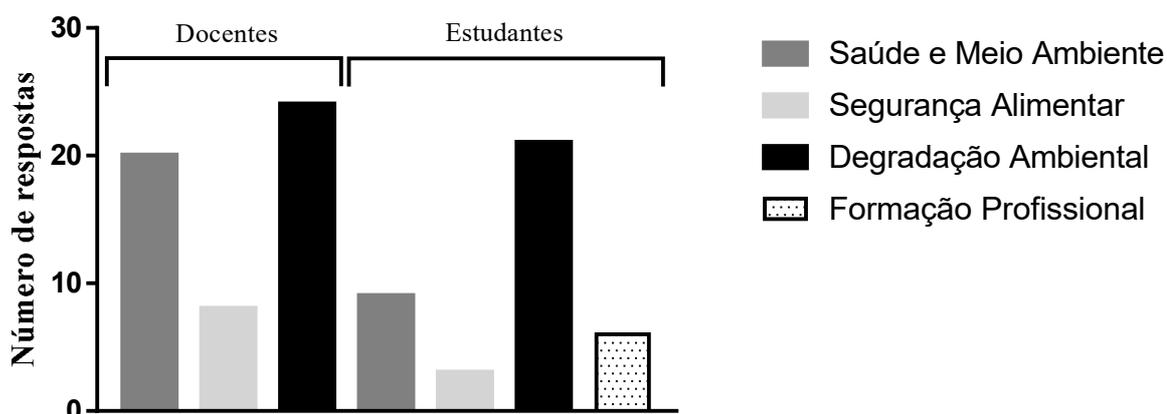
Os participantes foram questionados sobre seu conhecimento sobre a área Toxicologia Ambiental. Comparativamente, dois docentes (5,56%) e nove estudantes (18,75%) afirmam nunca ter ouvido falar da área. Entre os estudantes, houve diferença estatística ( $p < 0,05$ ) demonstrando menor conhecimento nos estudantes do 2º período, em comparação aos do 10º período e seguintes. Não foi observada diferença entre os cursos.

Em relação aos que já ouviram falar da área, foi perguntado sobre seu interesse pela mesma, tida como área transversal. Entre os professores, 58,82% afirmam não ter interesse ou ter pouco interesse pela área, enquanto 17,64% afirmam ter muito interesse pela área. Já entre os estudantes 46,15% afirmam não ter interesse ou ter pouco interesse pela área, enquanto 30,76% afirmam ter muito interesse pela área.

Também foi solicitado aos participantes, que afirmaram já ter ouvido falar da área, que indicassem, em poucas palavras, o que é estudado pela toxicologia ambiental. Dos participantes que responderam à questão, 76,92 % estudantes e 94,44 % docentes indicaram corretamente temas estudados pela área. Contudo, alguns participantes apresentaram temas não estudados pela área, 30,07 % estudantes e 11,11 % docentes indicaram o estudo de componentes endógenos dos seres vivos ou do ambiente natural como foco da toxicologia ambiental, sendo todos estudantes do curso de bacharelado em Engenharia Agrícola e significativamente ( $p < 0,05$ ) maior em estudantes do 2º Período (75%). A soma dos percentuais pode ser diferente de 100 % devido à mesma resposta conter mais de um tema e estes serem classificados em diferentes categorias.

Os participantes foram questionados se consideram a área toxicologia ambiental importante, considerando uma análise abrangente, sob diferentes óticas. Todos os docentes (100%) e 87,5% dos estudantes afirmam que sim. Em seguida, foi solicitado que apresentassem pelo menos três breves argumentos que justificassem a atribuição de importância dada pelos mesmos. Os resultados são apresentados na Figura 7 comparando os dois grupos de participantes.

Os argumentos apresentados nas respostas foram categorizadas em 4 categorias: “Saúde e Meio Ambiente”, abrangendo as respostas que vinculavam a importância do tema a alterações antrópicas, principalmente da agricultura, a desequilíbrios ambientais e aos problemas de saúde que retornam aos humanos em consequência; “Segurança Alimentar”, na qual foram expressas as preocupações de se obter uma alimentação mais saudável, limitando à utilização de pesticidas a limites comprovadamente saudáveis às pessoas; “Degradação Ambiental”, categoria com preocupações acerca da poluição, quebra do equilíbrio ambiental e saúde de animais não-humanos, sem mencionar claramente possíveis retornos aos humanos; e “Formação Profissional”, que apresenta a necessidade de conhecimentos sobre toxicologia ambiental para a formação dos profissionais das ciências agrárias.

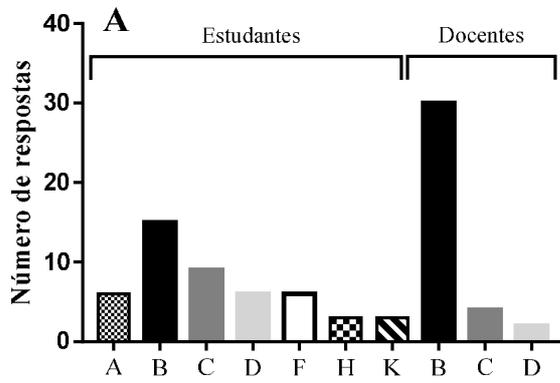


**Figura 7.** Categorias de argumentos utilizados pelos docentes para justificar os motivos de julgarem a área de toxicologia ambiental importante. Argumentos foram categorizados nas quatro linhas de pensamento, sendo que como haviam mais de um argumento por resposta, a mesma poderia acrescentar em categorias distintas. Mais de um argumento enquadrados na mesma categoria, em cada resposta, não foram contados mais de uma vez, acrescentando apenas uma resposta à categoria.

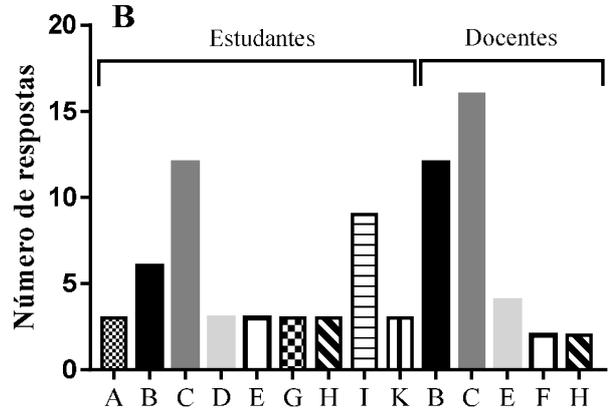
O reconhecimento da importância do ensino de toxicologia ambiental apresentado pelos estudantes vai ao encontro da premissa que este ensino é fundamental para profissionais que atuam em áreas potencialmente poluidoras como é o caso, sendo que o agronegócio é um dos maiores utilizadores de agentes tóxicos ao meio ambiente no mundo (LEVY *et al.*, 1987; DUFFUS & WORTH, 2009; PENÃ-FERNÁNDEZ *et al.*, 2015; GONZÁLEZ-MUÑOZ *et al.*, 2016). Profissionais das Ciências Agrárias precisam ter uma robusta formação sobre a relação fonte-caminho-receptor para poderem utilizar pesticidas com parcimônia e buscar a sustentabilidades por meio de estratégias adaptadas para proteger a saúde humana e as gerações futuras (PENÃ-FERNÁNDEZ *et al.*, 2015), bem como os impactos aos demais seres vivos que serão expostos a estes produtos tóxicos (BORGES *et al.*, 2019; GONÇALVES *et al.*, 2019; CARVALHO *et al.*, 2020).

Após expressarem percepções sobre conhecer a área e sua importância, os participantes apresentaram percepções acerca de correlações entre a toxicologia ambiental e diversos temas ligados às Ciências Agrárias, como: produção, tecnologias, saúde humana e ambiental, sustentabilidade, dentre outros. Os resultados comparando as percepções de docentes e estudantes estão apresentados na Figura 8 e na Tabela 1.

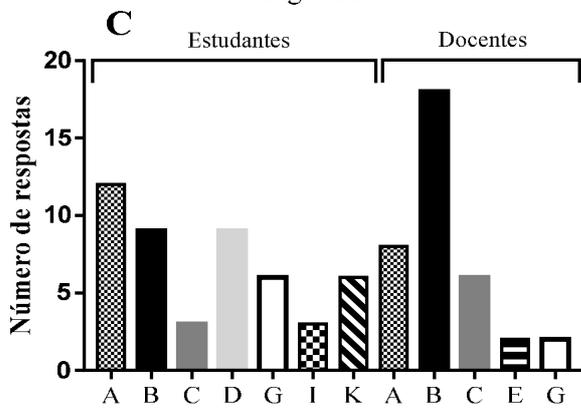
Toxicologia Ambiental  
vs. cursos de formação agrária



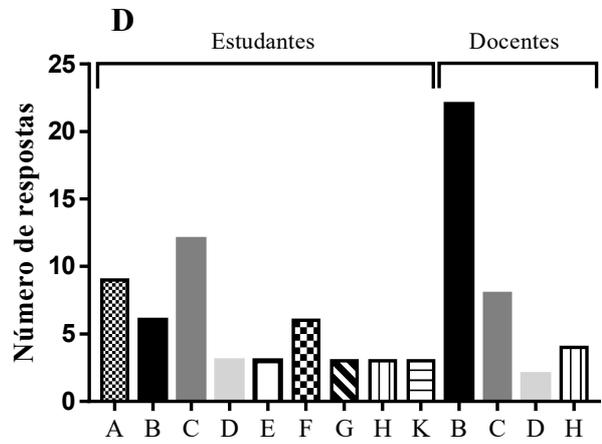
Produção e produtividade agrícola  
vs. Agrotóxicos



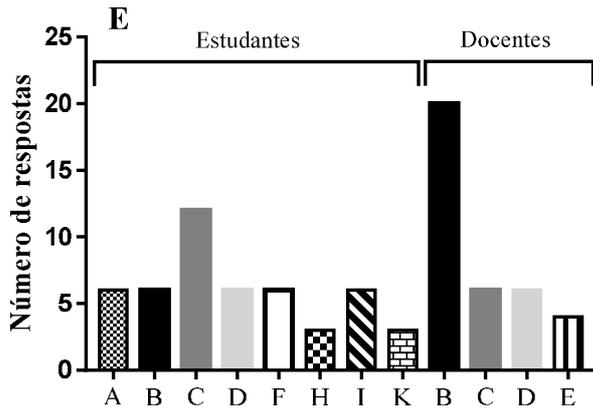
Saúde Ambiental  
vs. Agrotóxicos



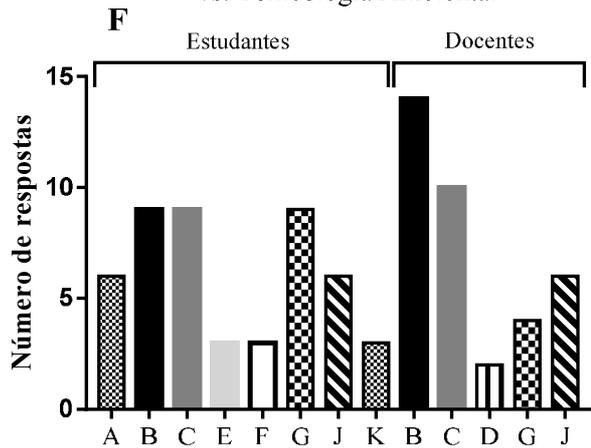
Toxicologia Ambiental  
vs. produção e produtividade agrícola

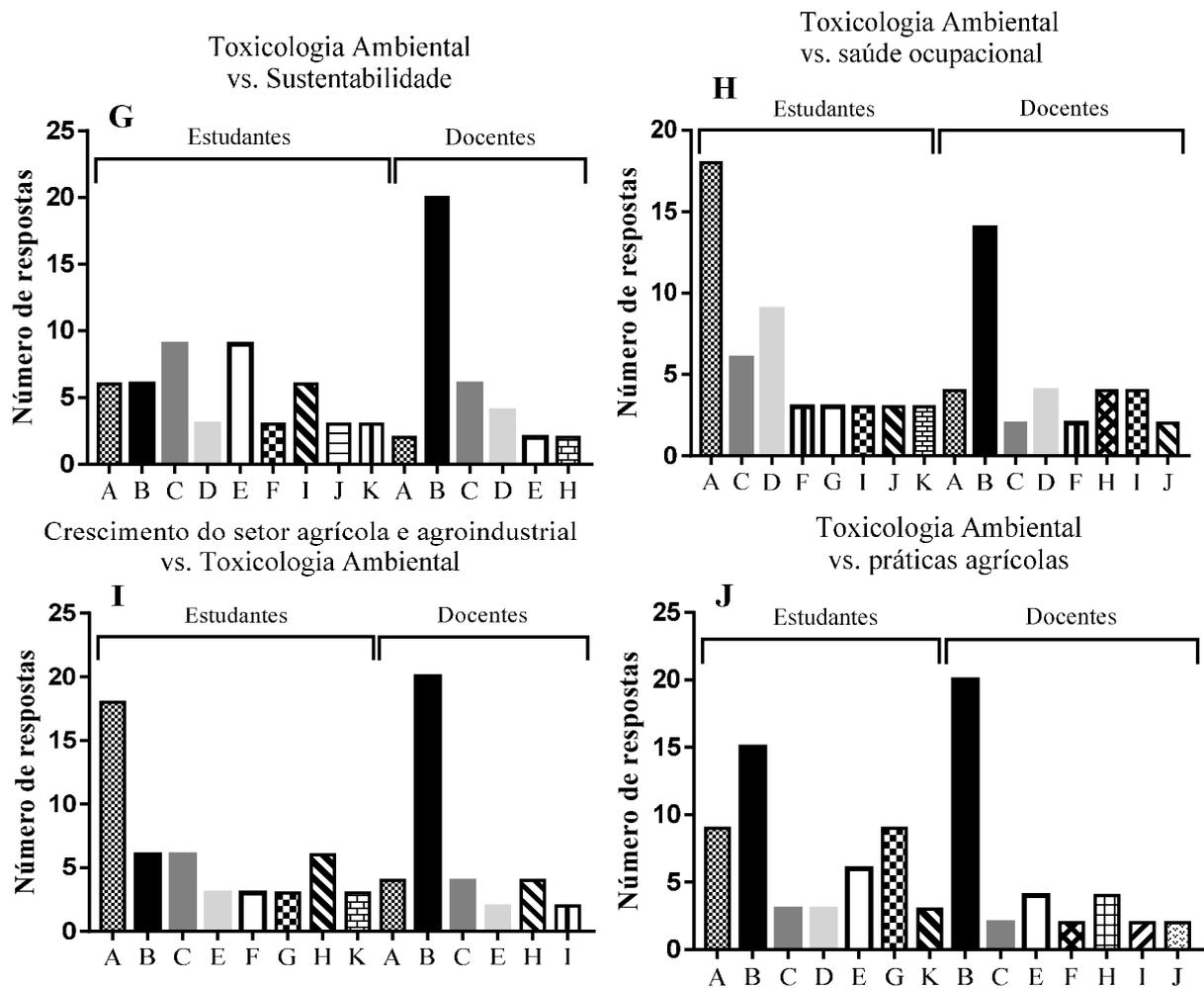


Toxicologia Ambiental  
vs. saúde ambiental



Gerenciamento de riscos  
vs. Toxicologia Ambiental





**Figura 8.** Percepção de docentes e estudantes sobre a correlação entre diferentes proposições ligadas à toxicologia ambiental e à formação e atuação de profissionais das Ciências Agrárias. As correlações apresentadas são: A - Toxicologia ambiental vs. Cursos de formação agrária; B - Produção e produtividade agrícola vs. Agrotóxicos; C - Saúde ambiental vs. Agrotóxicos; D - Toxicologia ambiental vs. Produção e produtividade agrícolas; E - Toxicologia ambiental vs. Saúde ambiental; F - Gerenciamento de riscos vs. Toxicologia ambiental; G - Toxicologia ambiental vs. Sustentabilidade; H - Toxicologia ambiental vs. Saúde ocupacional; I - Crescimento do setor agrícola e agroindustrial vs. Toxicologia ambiental; J - Toxicologia ambiental vs. Práticas agrícolas.

**Legenda:** A) Áreas ou temas discrepantes, de direções opostas; B) Áreas ou temas que merecem ser trabalhados de forma associativa; C) Áreas ou temas correlacionados; D) Áreas ou temas voltadas à preservação ambiental e da saúde humana; E) Áreas ou temas complementares; F) Áreas ou temas não passíveis de serem trabalhados de forma associativa; G) Áreas ou temas de cunho fiscalizador; H) Áreas ou temas dependentes um do outro; I) Áreas ou temas consequentes um do outro; J) Áreas ou temas de cunho fiscalizador ou regulatório; K) Outros.

**Tabela 1.** Percepções de docentes e estudantes a respeito de diferentes assertivas relacionadas à toxicologia ambiental. Dados são expressos em número de participantes que assinalaram determinada percepção para cada assertiva.

| Assertiva  | Grupo de participantes | Percepções |    |    |    |   |   |   |   |   |    |   |
|--|------------------------|------------|----|----|----|---|---|---|---|---|----|---|
|  |                        | A          | B  | C  | D  | E | F | G | H | I | J  | K |
| Toxicologia ambiental vs. Produtores rurais                      | Docentes               | -          | 20 | 6  | 8  | 2 | - | - | - | - | -  | - |
|  | Estudantes             | 15         | 9  | 6  | 6  | 3 | - | 7 | - | - | -  | 2 |
| Toxicologia ambiental vs. Decisões políticas e regulatórias      | Docentes               | -          | 16 | -  | -  | 4 | - | 4 | 2 | - | 10 | - |
|  | Estudantes             | 9          | 9  | 3  | 4  | 3 | 3 | 6 | - | - | 9  | - |
| Toxicologia ambiental vs. Agroecologia                           | Docentes               | 6          | 16 | 6  | 2  | 4 | 2 | - | - | - | -  | - |
|  | Estudantes             | 9          | 6  | 9  | 12 | 3 | 3 | - | - | - | -  | 5 |
| Desenvolvimento econômico e social vs. Toxicologia ambiental     | Docentes               | -          | 20 | 8  | -  | 2 | - | - | 4 | 2 | -  | - |
|  | Estudantes             | 18         | 9  | 3  | 6  | 3 | 2 | - | - | 3 | -  | 1 |
| Processos tecnológicos vs. Toxicologia ambiental                 | Docentes               | 4          | 16 | 6  | -  | 2 | 2 | - | 6 | - | -  | - |
|  | Estudantes             | 12         | 16 | 9  | 3  | - | - | 3 | 3 | - | -  | 1 |
| Ecossistemas vs. Toxicologia ambiental                           | Docentes               | 4          | 14 | 2  | 4  | 6 | - | - | 4 | - | 2  | - |
|  | Estudantes             | 3          | 11 | 13 | 9  | 3 | 3 | - | - | - | -  | 5 |
| Toxicologia ambiental vs. Educação agrícola                      | Docentes               | 4          | 16 | 4  | 2  | 4 | 2 | - | - | 4 | -  | - |
|  | Estudantes             | 3          | 18 | 6  | 9  | 3 | 3 | 3 | - | - | -  | 3 |
| Desenvolvimento agrícola mais seguro vs. Toxicologia ambiental   | Docentes               | -          | 16 | 4  | 4  | 4 | - | 2 | - | 6 | -  | - |
|  | Estudantes             | 6          | 9  | 15 | 3  | 9 | - | 3 | - | - | -  | 2 |
| Segurança no campo vs. Toxicologia ambiental                     | Docentes               | 2          | 12 | 6  | 6  | 2 | - | 2 | - | 4 | 2  | - |
|  | Estudantes             | 6          | 12 | 12 | 6  | - | 3 | 3 | 3 | - | -  | 1 |
| Atividades agrícolas e/ou agropecuária vs. Toxicologia ambiental | Docentes               | -          | 20 | 8  | -  | 4 | - | 2 | - | - | 2  | - |
|  | Estudantes             | 9          | 18 | 6  | 1  | 1 | - | 3 | - | - | -  | 2 |

**Legenda:** A) Áreas ou temas discrepantes, de direções opostas; B) Áreas ou temas que merecem ser trabalhados de forma associativa; C) Áreas ou temas correlacionados; D) Áreas ou temas voltadas à preservação ambiental e da saúde humana; E) Áreas ou temas complementares; F) Áreas ou temas não passíveis de serem trabalhados de forma associativa; G) Áreas ou temas de cunho fiscalizador; H) Áreas ou temas dependentes um do outro; I) Áreas ou temas consequentes um do outro; J) Áreas ou temas de cunho fiscalizador ou regulatório; K) Outros.

De modo geral, os docentes apresentaram maiores percentuais das corretas correlações que os estudantes, contudo, foram observadas respostas de que proposições que deveriam ser intimamente relacionadas são vistas como desarticuladas por docentes e estudantes. Grande parte das proposições apresentam correlações entre partes da formação agrária e da atuação profissional na área.

Em respeito à atuação profissional, a visão dissociada entre temas de toxicologia e o dia a dia de agrônomos e engenheiros agrícolas é especialmente preocupante, uma vez que estes fazem parte do grupo exposto aos agentes tóxicos ocupacionalmente, e portanto, são os mais impactados pelos seus efeitos (PENÃ-FERNÁNDEZ et al., 2015; WHO<sup>a</sup>, 2018). Nos humanos, como mencionado anteriormente, os principais danos são observados sobre a reprodução e efeitos mutagênicos e carcinogênicos (WHO<sup>a</sup>, 2018). Além disso, podem ter uma menor percepção dos riscos aos demais seres vivos que serão expostos a estes produtos tóxicos (BORGES et al., 2019; GONÇALVES et al., 2019; CARVALHO et al., 2020).

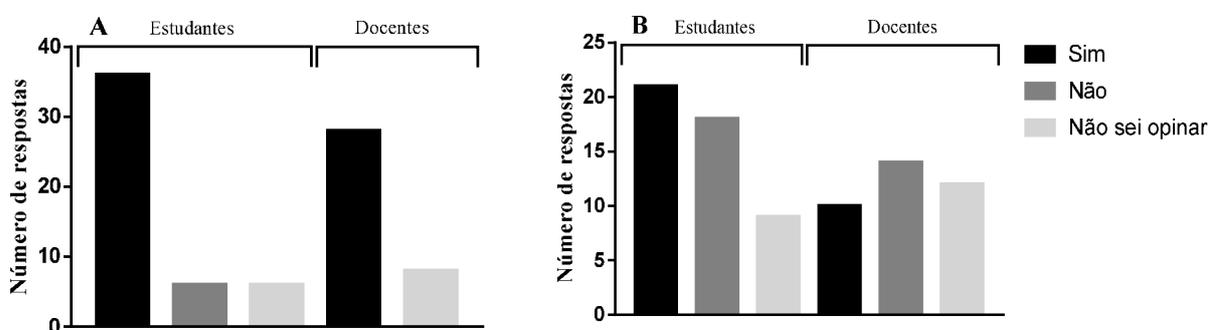
Os estudos relacionados à reprodução humana exposta a pesticidas mostraram que os danos aos filhos começam antes da fertilização e impactam também durante a gestação e lactação (COLBORN e CARROLL, 2007). Em homens adultos e modelos experimentais expostos a diferentes pesticidas, foram observados diversos distúrbios reprodutivos como feminilização, diminuição da enzima acetilcolinesterase, testosterona e hormônio luteinizante que ocasionou diminuição da fertilidade (MNIF et al., 2011; SVINGEN et al., 2018; KUDAVIDANAGE et al., 2020).

Os efeitos de pesticidas sobre a reprodução em mulheres também são amplos, sendo conhecido: atraso na concepção de gestações; presença de concentrações consideráveis de pesticidas organoclorados no fluido folicular; estresse oxidativo; danos ao ciclo estral; foliculogênese comprometida; atresia folicular; defeitos de implantação; abortos espontâneos; endometriose; más formações e outras anormalidades congênitas (LAURIA et al., 2006; ZHU et al., 2015; BHARDWAJ et al., 2018)

A presença de danos subletais, como os relatados, é cada dia mais frequente, contudo, além deles os pesticidas estão entre as principais causas de morte por envenenamento, principalmente em países de baixa e média renda (WHO<sup>a</sup>, 2018). Sua forma deliberada de aplicação no ambiente, associada a sua natureza tóxica, demandam controle rigoroso da produção, distribuição e uso de pesticidas subsidiado por regulamentação e monitoramento regular de resíduos nos alimentos e no meio ambiente, além de uma busca por profissionais que atuem no agronegócio com formação sobre a toxicidade destes produtos, de modo que auxiliem a mitigar os riscos da utilização incorreta (WHO<sup>a</sup>, 2018).

Em acréscimo às correlações entre as proposições anteriormente discutidas, os participantes foram questionados se consideravam haver benefícios na integração entre toxicologia ambiental e a formação técnico-científica nos cursos de Ciências Agrárias (Figura 9. A), citar alguns destes benefícios e sugerir formas de integração entre as áreas. Também foi solicitado que os participantes informassem se julgavam que o curso ao qual estavam relacionados oportunizou uma formação agrária associada com os princípios da Toxicologia ambiental (Figura 9. B).

Todos os estudantes e docentes que responderam (36 estudantes e 32 docentes) afirmaram ser importante a inserção de temas da toxicologia ambiental nos cursos de Ciências Agrárias, complementando a formação de profissionais que lidarão diretamente com produtos potencialmente tóxicos e que precisam compreender os impactos que suas atividades podem causar ao ambiente e seres vivos, incluindo os humanos. Entre os docentes, 11,53 % afirmaram que esta inserção já deveria ter ocorrido há muitos anos, preferencialmente desde o início dos cursos.



**Figura 9.** Percepções de estudantes e docentes sobre haver benefícios da integração da área de toxicologia ambiental às diversas áreas de formação técnico-científica de profissionais nas áreas agrárias (A), e se o curso em que estão ligados oportuniza uma formação agrária associada aos princípios da toxicologia ambiental (B).

As respostas de estudantes e docentes, em sua maioria (75 % dos estudantes e 77 % dos docentes), demonstram o reconhecimento da importância da integração entre as áreas. Contudo, 56,25 % dos estudantes e 72,22 % dos docentes acreditam que o curso não oportunizou uma formação agrária integrada com os princípios da toxicologia ambiental ou não souberam responder (Figura 9. B). Não houve diferença estatística entre os cursos e entre os diferentes períodos (2° e 10°), demonstrando o mesmo padrão para ambos.

Os participantes apresentaram argumentos de porque consideram a integração entre as áreas importantes, sendo estes categorizados em: i) Conservação da natureza – argumentos que focam na preservação do meio ambiente; ii) Aprimoramento da atuação profissional – argumentos que indicam que um profissional com este conhecimento integrado teria formação e atuação melhores e mais consciente, podendo gerar uma cascata de mudanças na utilização de produtos tóxicos e modelo produtivo; iii) Segurança no consumo dos produtos – categoria com que sustenta que a integração possibilitaria um uso mais racional de insumos tóxicos e consequentemente a obtenção de produtos mais seguros aos consumidores.

Dentre estudantes (33) e os docentes (26) que responderam a esta questão, respectivamente: 9 e 12 participantes apresentaram argumentos ligados à conservação da natureza; 15 e 16 argumentaram no sentido de aprimoramento da atuação profissional; e 9 e 6 defenderam a segurança no consumo dos produtos. Sobre as sugestões de como poderiam ser integradas as áreas nos cursos em análise, os participantes indicaram: a criação de disciplina própria de Toxicologia Ambiental (3 estudantes e 6 professores); integração às já existentes no currículo do curso, sobretudo ligadas às disciplinas em que são ensinados os usos dos pesticidas (15 estudantes e 12 professores); criação de cursos e projetos a parte das disciplinas que abordasse o conteúdo (6 professores).

Estes dados revelam a percepção dos participantes de que é importante integrar as áreas de toxicologia ambiental e ciências agrárias a fim de se ter profissionais mais qualificados, que se preocupem com a conservação da natureza e contribuam para a obtenção de produtos mais seguros aos consumidores. Estes preceitos são chave para uma educação em toxicologia ambiental, pautada na premissa de que os profissionais que utilizam produtos tóxicos têm que ter uma ampla formação sobre os impactos dos mesmos, para assim se buscar o equilíbrio entre utilização e sustentabilidade (LEVY *et al.*, 1987; DUFFUS & WORTH, 2009; PENÃ-FERNÁNDEZ *et al.*, 2015; GONZÁLEZ-MUÑOZ *et al.*, 2016).

Os participantes também apresentaram propostas de integração bastante coerentes com as defendidas pela toxicologia ambiental. Esta área é por natureza transversal, sendo compatível com o ensino distribuído em diferentes disciplinas já existentes, categoria com maior número de participantes. A criação de uma disciplina específica também seria interessante, contudo, isso não poderia retirar a importância de se abordar o tema em outras disciplinas, sobretudo as que ensinam o que são e como utilizar os pesticidas, momento crucial para entender a dinâmica fonte-caminho-receptor, os possíveis impactos ambientais e estratégias para proteger a saúde humana e as gerações futuras (PENÃ-FERNÁNDEZ *et al.*, 2015).

Por fim, as estratégias de cursos e projetos, além das aulas, também podem ser utilizados de forma promissora, mas devido ao caráter de participação opcional destas modalidades elas devem ser usadas em complemento às anteriores e não unicamente. A utilização de apenas estas opções poderia gerar a formação desigual de profissionais que optaram ou não por participar destas modalidades formativas. Sendo assim, a opção prioritária seria a integração às disciplinas já existentes e de forma transversal (como proposto no Quadro 1.) e opcionalmente a criação de disciplina própria e projetos e cursos além das disciplinas.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos dados obtidos nesse estudo, nas perspectivas da composição dos projetos pedagógicos dos cursos, formação e atuação docente e percepção de docentes e estudantes é possível concluir que existe pouca integração entre temas da toxicologia ambiental e os cursos de Ciências Agrárias estudados. Foi evidenciado que os PPCs apresentam que os egressos devem ter formação ampla e transversal sobre a preservação da natureza e utilização sustentável de recursos naturais, contudo, a composição das disciplinas dos mesmos e a própria percepção dos estudantes, que em maioria reconhecem que o curso não os proporcionou tal formação, não suportam esta formação ampla e transversal.

Também é importante destacar que tanto docentes como estudantes afirmam a importância de integração entre as duas áreas, fato que apesar de não estar sendo traduzido na estruturação dos cursos e formação em si (com base na percepção dos estudantes) suportam a necessidade de alterações nos cursos com a finalidade de suprir esta demanda. Os participantes e os autores apresentam neste estudo possibilidades de integração de temas da toxicologia ambiental que podem subsidiar mudanças nestes e outros cursos de Ciências Agrárias.

Por fim, este estudo demonstra a necessidade de avaliações de como têm ocorrido a formação de profissionais de áreas que naturalmente atuam com substâncias tóxicas, sobretudo em larga escala como nas Ciências Agrárias. Tais estudos contribuem para compreender se a formação concretiza a visão de que estas áreas devem caminhar de mãos dadas e estes profissionais devem possuir um amplo e transversal conhecimento de toxicologia ambiental, a fim de orientar adequadamente os produtores rurais no uso de agrotóxicos e descarte de sobras e embalagens, se protegerem, atuarem de forma sustentável e minimizar ao máximo impactos sobre a saúde humana, alimentar e de todos os demais seres vivos que possam ser impactados pelas ações do agronegócio.

## 7 REFERÊNCIAS

- ALDRIDGE, W. W. N. **The Toxicology and Biological Properties of Organotin Compounds.** In: CARDARELLI, N.cF. **Tin as a Vital Nutrient: Implications in Cancer Prophylaxis and other Physiological Processes.** Boca Raton, 2019, 329 p. DOI 10.1201/9780429280511
- ALMEIDA-FILHO, N.; COUTINHO, D.. Nova arquitetura curricular na universidade Brasileira. **Cienc Cult**, São Paulo, v. 63, n.1, jan. 2011.
- AL-SALEH, I.; AL-RAJUDI, T.; AL-QUDAIHI, G.; MANOGARAN, P. Evaluating the potential genotoxicity of phthalates esters (PAEs) in perfumes using in vitro assays. **Environ Sci and Poll Res**, v. 24, n. 30, 23903-23914, out. 2017. DOI 10.1007/s11356-017-9978 -1
- ANKLEY, G. T.; EDWARDS, S.W. The adverse outcome pathway: A multifaceted framework supporting 21st century toxicology. **Curr Opin in Toxic**, v. 9, p. 1-7, jun. 2018. DOI 10.1016/j.cotox.2018.03.004
- BARCOWSKY, A. BUCKLEY, L. A.; CARLSON, G. P.; FITSANAKIS, V. A.; FORD, S. M.; GENTER, M. B.; GERMOLEC, D. R.; LEAVENS, T. L.; LEHMAN-MCKEEMAN, L. D.; SAFE, S. H.; SULENTIC, C. E.; EIDEMILLER, B. J. The Toxicology Education Summit: Building the Future of Toxicology Through Education. **Toxic Sci**, [s.l.], v. 127, n. 2, p. 331-338, 2012. DOI 10.1093/toxsci/kfs111.
- BHARDWAJ, J. K.; MITTAL, M.; SARAF, P.; KUMARI, P. Pesticides induced oxidative stress and female infertility: a review. **Toxin Reviews**, p. 1–13, maio 2018. DOI 10.1080/15569543.2018.1474926
- BOEGEHOLD, A. G.; ALAME, K.; JOHNSON, N. S.; KASHIAN, D. R. Cyanobacteria Reduce Motility of Quagga Mussel (*Dreissena rostriformis bugensis*) Sperm. **Environ Toxic and Chem**, v. 38, n. 2, p. 368–374, 2019. DOI 10.1002/etc.4305
- BORGES, R. E.; SANTOS, L. R. D.; BENVINDO-SOUZA, M.; MODESTO, R. S.; ASSIS, R. A.; OLIVEIRA, C. Genotoxic Evaluation in Tadpoles Associated with Agriculture in the Central Cerrado, Brazil. **Arch of Environ Contam and Toxic**, v. 77, p. 22–28, abr. 2019. DOI 10.1007/s00244-019-00623-y
- BRASIL<sup>a</sup>. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC n° 165, de 18 de agosto de 2006. **Diário Oficial da União: Seção I**, Brasília, DF, p. 72, 21 ago. 2006.
- BRASIL<sup>b</sup>. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Nota técnica sobre a reavaliação toxicológica do ingrediente ativo Lindano.** Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/111215/117797/lindano.pdf>. Acesso em: 25 abr. 2020
- BRASIL<sup>c</sup>. Ministério da Saúde. **Vigilância Ambiental.** 2017. Disponível em: <https://www.saude.gov.br/vigilancia-em-saude/vigilancia-ambiental>. Acesso em: 25 abr. 2020
- BRASIL<sup>d</sup>. Ministério da Saúde. **Vigisolo.** Disponível em: <https://www.saude.gov.br/vigilancia-em-saude/vigilancia-ambiental/vigipeq/vigisolo>. Acesso em: 25 abr. 2020
- BRASIL<sup>e</sup>. Ministério da Saúde. Vigilância de Populações Expostas a Contaminantes Químicos – VIGIPEQ. **Manual de instruções – Unidade Sentinela.** 2014. Disponível em: <https://www.saude.gov.br/images/pdf/2014/julho/21/Apêndice2-Manual-US-2014.pdf>. Acesso em: 25 abr. 2020
- BRASIL<sup>f</sup>. Ministério da Saúde. **Vigiar.** Disponível em: <https://www.saude.gov.br/vigilancia-em-saude/vigilancia-ambiental/vigiar>. Acesso em: 25 abr. 2020
- BRASIL<sup>g</sup>. Ministério da Saúde. **Vigiagua.** Disponível em: <https://www.saude.gov.br/vigilancia-em-saude/vigilancia-ambiental/vigiagua>. Acesso em: 25 abr. 2020

BRASIL<sup>h</sup>. Ministério da Educação. **Diretrizes Curriculares - Cursos de Graduação**. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/escola-de-gestores-da-educacao-basica/323-secretarias-112877938/orgaos-vinculados-82187207/12991-diretrizes-curriculares-cursos-de-graduacao>. Acesso em: 25 abr. 2020

BRASIL<sup>i</sup>. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Resolução nº 1, de 2 de fevereiro de 2006. **Diário Oficial da União**: Brasília, DF, Seção I, p. 31-32, 03 fev. 2006.

BRASIL<sup>j</sup>. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Resolução nº 2, de 2 de fevereiro de 2006. **Diário Oficial da União**: Seção I, Brasília, DF, p. 32-33, 03 fev. 2006.

BRASIL<sup>k</sup>. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Programa Nacional de Bioinsumos incentiva desenvolvimento sustentável na agropecuária**. Disponível em: <https://www.gov.br/pt-br/noticias/agricultura-e-pecuaria/2020/05/programa-nacional-de-bioinsumos-incentiva-desenvolvimento-sustentavel-na-agropecuaria>. Acesso em: 28 ago. 2020.

CARVALHO, W. F.; ARCAUTE, C. R.; TORRES, L.; SILVA, D. M.; SOLONESKI, S.; LARRAMENDY, M. L. Genotoxicity of mixtures of glyphosate with 2,4-dichlorophenoxyacetic acid chemical forms towards *Cnesterodon decemmaculatus* (Pisces, Poeciliidae). **Environ Sci and Poll Res**, v. 27, p. 6515-6525, 2020. DOI 10.1007/s11356-019-07379-x

COLBORN, T.; CARROLL, L. E. Pesticides, Sexual Development, Reproduction, and Fertility: Current Perspective and Future Direction. **Hum and Eco Risk Assess: An Intern J**, v. 13, n. 5, p. 1078-1110, set. 2007. DOI 10.1080/10807030701506405

CRIST, E.; MORA, C.; ENGELMAN, R. The interaction of human population, food production, and biodiversity protection. **Science**, v. 356, n. 6335, p. 260-264, 2017.

CYCON, M.; MROZIK, A.; PIOTROWSKA-SEGET, Z. Bioaugmentation as a strategy for the remediation of pesticide-polluted soil: A review. **Chemosphere**, v. 172, p. 52-71, 2017.

DAVIS, K. F.; GEPHART, J. A.; EMERY, K. A.; LEACH, A. M.; GALLOWAY, J. N.; D'ODORICO P. Meeting future food demand with current agricultural resources. *Glob Environm Chan*, v. 39, p. 125-132, 2016.

DE-FARIA, D. B. G.; MONTALVÃO, M. F.; DE-SOUZA, J. M.; MENDES, B. O.; MALAFAIA, G.; RODRIGUES, A. S. L. Analysis of various effects of abamectin on erythrocyte morphology in Japanese quails (*Coturnix japonica*). **Environ Sci and Poll Res**, v. 25, p. 2450-2456, 2018.

DOSTAL, L. A.; CHAPIN, R. E.; STEFANSKI, S. A.; HARRIS, M. A.; SCHWETZ, B. A. Testicular toxicity and reduced sertoli cell numbers in neonatal rats by di(2-ethylhexyl) phthalate and the recovery of fertility as adults. **Toxic and Appl Pharm**, v. 95, n. 1, p. 104-121, ago. 1988. DOI 10.1016/S0041-008X(88)80012-7

DOUGLAS, G. R.; HUGENHOLTZ, A. P.; BLAKEY, D. H. Genetic Toxicology of Phthalate Esters: Mutagenic and Other Genotoxic Effects. **Environ Heal Persp**, v. 65, p. 255-262, 1986. DOI 10.1289/ehp.8665255

DUFFUS, J. H.; WORTH, H. G. J. Toxicology and the environment: An IUPAC teaching program for chemists. **Pure and App Chem**, v. 78, n. 11, p. 2043-2050, 2006. DOI 10.1351/pac200678112043

EATON, D. L.; GILBERT, S. G. Principles of toxicology. *In*: KLAASSEN, C. D. **Toxicology: The Basic Science of Poisons**. MC Graw Hill, 7nt ed., 1331 p., 2008. DOI 10.1036/0071470514

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations and WHO – World Health Organization. **International Code of Conduct on Pesticide Management: Guidelines on Pesticide Legislation**. 2015. Disponível em: <http://www.fao.org/3/a-i5008e.pdf>. Acesso em: 24 abr. 2020

FERNANDES, B. L.; MARIA, F.; NAKAO, L. S.; INGBERMAN, M.; CUBAS, M. R. Determination of Di(2-ethylhexyl phthalate) released in the blood from PVC line during the hemodialysis procedure. **Rev Mat**, Rio de Janeiro, v. 23, n. 1, e-11946, mar. 2018. DOI 10.1590/s1517-707620170001.0282.

FRANCO, F. C.; ALVES, A. A.; GODOY, F. R.; AVELAR, J. B.; RODRIGUES, D. D.; PEDROSO, T. M. A.; DA-CRUZ, A. D.; NOMURA, F.; SILVA, D. M. Evaluating genotoxic risks in Brazilian public health agents occupationally exposed to pesticides: a multi-biomarker approach. **Environ Sci and Poll Res**, v. 23, p. 19723–19734, jul. 2016. DOI 10.1007/s11356-016-7179-y

GALLO, M. A. History and scope of Toxicology. *In*: KLAASSEN, C.D. **Toxicology: The Basic Science of Poisons**. MC Graw Hill, 7nt ed., 1331 p., 2008. DOI 10.1036/0071470514

GIDDINGS, J.; HABIG, C. Subchronic Toxicity of 2,4-Dichlorophenoxyacetic Acid (2,4-D) to Early Life Stages of Fish. **Environ Toxic and Chem**, v. 38, p. 1380–1381, jun. 2019. DOI 10.1002/etc.4425

GOMES, S. R.; TAVARES, M. Formação continuada de professores da educação superior. **Rev Lus de Edu**, v. 36, p. 25-39, ago. 2017. DOI 10.24140/issn.1645-7250.rle36.02

GONÇALVES, M. W.; DE-CAMPOS, C. B. M.; GODOY, F. R.; GAMBALE, P. G.; NUNES, H. F.; NOMURA, F.; BASTOS, R. P.; DA-CRUZ, A. D.; SILVA, D. M. Assessing Genotoxicity and Mutagenicity of Three Common Amphibian Species Inhabiting Agroecosystem Environment. **Archiv of Environ Contam and Toxic**, v. 77, p. 409–420, jun. 2019. DOI 10.1007/s00244-019-00647-4

GONZÁLEZ-MUÑOZ, M. J.; LOBO-BEDMAR, M. C.; TORRADO, G.; PENA, M. A.; PENA-FERNANDEZ, A. Evaluating the importance of teaching environmental toxicology to postgraduate pharmacists. **Toxic Let** 258S: S298, 2016. DOI 10.1016/j.toxlet.2016.06.2035

GUMY, C.; CHANDSAWANGBHUWANA, C.; DZYAKANCHUK, A. A.; KRATSCHMAR, D. V.; BAKER, M. E.; ODERMATT, A. Dibutyltin Disrupts Glucocorticoid Receptor Function and Impairs Glucocorticoid-Induced Suppression of Cytokine Production. **PLoS ONE**, v. 3, n. 10, e3545, p. 1-11, out. 2008. DOI 10.1371/journal.pone.0003545

GUO, H. R.; HASHIM, Z.; SU, S. B.; BUNDSCHUH, J. Environmental Toxicology in Addressing Public Health Challenges in East Asia. **Biom Res Intern**, 2015: 920548, 2015.

HERNÁNDEZ, A. F.; LOZANO-PANIAGUA, D.; GONZÁLEZ-ALZAGA, B.; KAVVALAKIS, M. P.; TZATZARAKIS, M. N.; LÓPEZ-FLORES, I.; AGUILAR-GARDUÑO, C.; CAPARRÓS-GONZÁLEZ, R. A.; TSATSAKIS, A.; LACASAÑA, M. Biomonitoring of common organophosphate metabolites in hair and urine of children from an agricultural community. **Environ intern**, v. 131, 104997, jul. 2019. DOI 10.1016/j.envint.2019.104997

HEYER, D. B.; MEREDITH, R. M. Environmental toxicology: Sensitive periods of development and neurodevelopmental disorders. **NeuroToxicology**, v. 58, p. 23-41, jan. 2017. DOI 10.1016/j.neuro.2016.10.017

HONG, M. H.; HANAWA, T.; SONG, S. H.; MIN, B. K.; KWON, T. Y. Enhanced biocompatibility of a Ni–Cr alloy prepared by selective laser melting: a preliminary in vitro study. **J of Mat Res and Techn**, v. 8, n. 1, p. 1587-1592, jan.–mar. 2019. DOI 10.1016/j.jmrt.2018.08.004

HUANG, L. P.; LEE, C. C.; HSU, P. C.; SHIH, T. S. The association between semen quality in workers and the concentration of di(2-ethylhexyl) phthalate in polyvinyl chloride pellet plant air. **Fertil and Steril**, v. 96, n. 1, p. 90-94, 2011. DOI 10.1016/j.fertnstert.2011.04.093

IHRIE, M. D.; BONNER, J. C. The Toxicology of Engineered Nanomaterials in Asthma. **Curr Environ Heal Rep**, v. 5, p. 100–109, fev. 2018. DOI 10.1007/s40572-018-0181-4

KARAMI-MOHAJERI, S.; ABDOLLAHI, A. Toxic influence of organophosphate, carbamate, and organochlorine pesticides on cellular metabolism of lipids, proteins, and carbohydrates: A systematic review. **Hum and Exper Toxic**, v. 30, n. 9, p. 1119–1140, fev. 2010. DOI 10.1177/0960327110388959

KIM, K. H.; KABIR, E.; JAHAN, S. A. Exposure to pesticides and the associated human health effects. **Sci of the Tot Environ**, v. 575, p. 525-535, 2017.

KLINK, R. V.; BOWLER, D. E.; GONGALSKY, K. B.; SWENGEL, A. B.; GENTILE, A.; CHASE, J. M. Meta-analysis reveals declines in terrestrial but increases in freshwater insect abundances. **Science**, v. 368, n. 6489, p. 417-420, abr. 2020. DOI 10.1126/science.aax9931

KUDAVIDANAGE, E. P.; DISSANAYAKE, D. M. I.; KEERTHIRATHNA, W. L. R.; NISHSHANKE, N. L. W.; PEIRIS, L. D. C. Commercial Formulation of Chlorpyrifos Alters Neurological Behaviors and Fertility. **Biology**, v. 9, n. 3, 49, mar. 2020. DOI 10.3390/biology9030049

KUMAR, S.; KAUSHIK, G.; VILLARREAL-CHIU, J.F. Scenario of organophosphate pollution and toxicity in India: A review. **Environ Sci and Poll Res**, v. 23, p. 9480–9491, fev. 2016. DOI 10.1007/s11356-016-6294-0

KUMAR, S.; SHARMA, A. Cadmium toxicity: effects on human reproduction and fertility. **Rev on Environ Heal**, v. 34, n. 4, maio 2019. DOI 10.1515/reveh-2019-0016

LANDIS, W. G.; YU, M. H. **Introduction to environmental toxicology**. New York: A CRC Press Company, 2003.

LAURIA, L.; SETTIMI, L.; SPINELLI, A.; FIGÀ-TALAMANCA, I. Exposure to pesticides and time to pregnancy among female greenhouse workers. **Reprod Toxic**, v. 22, n. 3, p. 425-430, out. 2006. DOI 10.1016/j.reprotox.2005.12.011

LEVY, D. B.; BARONE, J. A.; RAIA, J. J.; YORK, J. M.; VOGEL, D. P. Pharmacist participation in the management of incidents involving hazardous materials. *Am J of Hosp Pharm*, v. 44, n. 3, p. 549–556, mar. 1987. DOI 10.1093/ajhp/44.3.549

LUSHCHAK, V. I.; MATVIISHYN, T. M.; HUSAK, V. V.; STOREY, J. M.; STOREY, K. B. Pesticide toxicity: a mechanistic approach. **EXCLI J**, n. 17, p. 1101-1136 nov. 2018. DOI 10.17179/excli2018-1710 T

MAHALINGAM, S.; THER, L.; GAO, L.; WANG, W.; ZIV-GAL, A.; FLAWS, J. A. The effects of in utero bisphenol A exposure on ovarian follicle numbers and steroidogenesis in the F1 and F2 generations of mice. **Reprod Toxic**, v. 74, 150–157, dez. 2017. DOI 10.1016/j.reprotox.2017.09.013

MALTBY, L.; DUKE, C.; WENSEM, J.V. Ecosystem services, environmental stressors, and decision making: How far have we got? **Integ Environ Assess and Manag**, v. 13, p. 28-40, 2017. DOI 10.1002/ieam.1796

MAYNARD, I. F. N.; CAVALCANTI, E. B.; SILVA, L. L.; MARTINS, E. A. J.; PIRES, M. A. F.; BARROS, M. L.; CARDOSO, E.; MARQUES, M. N. Assessing the presence of endocrine disruptors and markers of anthropogenic activity in a water supply system in northeastern Brazil. **J of Environ Sci and Heal**, v. 54, n. 9, p. 891-898, 2019. DOI 10.1080/10934529.2019.1606574

MNIF, W.; HASSINE, A. I. H.; BOUAZIZ, A.; BARTEGI, A.; THOMAS, O.; ROIG, B. Effect of Endocrine Disruptor Pesticides: A Review. **Intern J of Environ Res and Pub Heal**, v. 8, p. 2265-2303, 2011. DOI 10.3390/ijerph8062265

NAAE<sup>a</sup> - National Association of Agricultural Educators. **Who We Are**. Disponível em: <<https://www.naae.org/whoweare/index.cfm>>. Acesso em: 27 abr. 2020.

NAAE<sup>b</sup> - National Association of Agricultural Educators. **What is Agricultural Education?** Disponível em: <https://www.naae.org/whatisaged/index.cfm>. Acesso em: 27 abr. 2020.

NEWMAN, M. C.; UNGER, M. A. **Fundamentals of Ecotoxicology**, 2 ed. Boca Raton: Lewis/CRC Publishers, p. 435, 2003.

PELAEZ, V.; SILVA, L. R.; ARAUJO, E. B. Regulation of pesticides: A comparative analysis. **Sci and Pub Pol**, v. 40, p. 644–656, abr. 2013. DOI 10.1093/scipol/sct020

PEÑA-FERNÁNDEZ, A.; GONZÁLEZ-MUÑOZ, M. J.; PEÑA, M. A. Designing training for teaching environmental toxicology to specialized pharmacists. *Cur in Pharm Teach and Learn*, v. 7, n. 6, p. 864-868, nov.-dez. 2015. DOI 10.1016/j.cptl.2015.08.015

PEÑA-FERNÁNDEZ, A.; PEÑA, M. A.; LOBO-BEDMAR, M. C.; EVANS, M. D. NEW CHALLENGES FOR ENVIRONMENTAL TOXICOLOGY EDUCATION IN THE EUROPEAN UNION, **ICERI2016 Proceedings**, p. 4357-4364, 2016. DOI 10.21125/iceri.2016.2032

RAGAS, A. M. J. Environmental toxicology. *In*: VAN-GESTEL, C. A. M.; VAN-BELLEGHEM, F. G. A. J.; VAN-DEN-BRINK, N. W.; DROGE, S. T. J.; HAMERS, T.; HERMENS, J. L. M.; KRAAK, M. H. S.; LOHR, A. J.; PARSONS, J. R.; RAGAS, A. M. J.; VAN-STRAALEN, N. M.; VIJVER, M. G. **Environmental toxicology, an open online textbook**. Universidade de Amsterdã. 2019. Disponível em: [https://maken.wikiwijs.nl/147644/Environmental\\_Toxicology\\_\\_an\\_open\\_online\\_textbook](https://maken.wikiwijs.nl/147644/Environmental_Toxicology__an_open_online_textbook). Acesso em: 20 abr. 2020.

RICHARDSON, K. A.; HANNON, P. R.; JOHNSON-WALKER, Y. J.; MYINT, M. S.; FLAWS, J. A.; NOWAK, R. A. Di (2-ethylhexyl) phthalate (DEHP) alters proliferation and uterine gland numbers in the uteri of adult exposed mice. **Reprod Toxic**, v. 77, p. 70–79, 2018. DOI 10.1016/j.reprotox.2018.01.006

ROVIDA, C.; HARTUNG, T. “Re-evaluation of animal numbers and costs for in vivo tests to accomplish REACH legislation requirements for chemicals - a report by the Transatlantic Think Tank for Toxicology (t4)”, **ALTEX**, v. 26, n. 3, p. 187-208, 2009. DOI 10.14573/altex.2009.3.187.

RUBRIGHT, S. L. M.; PEARCE, L. L.; PETERSON, J. Environmental toxicology of hydrogen sulfide. **Nitric Oxide**, v. 71, p. 1-13, dez. 2017.

SETH, P. K. Hepatic Effects of Phthalate Esters. **Environ Heal Persp**, v. 45, p. 27-34, 1982.

SILVA, D. M.; ALVES, A. A.; NUNES, H. F.; RAMOS, J. S. A.; FRANCO, F. C.; SOARES, T. N. Evaluating the OGG1 rs1052133 and rs293795 polymorphisms in a sample of rural workers from Central Brazil population: a comparative approach with the 1000 Genomes Project. **Environ Sci and Poll Res**, v. 25, p. 25612-25617, jul. 2018. DOI 10.1007/s11356-018-2766-8

SILVA, J. M. *et al.* Agrotóxicos e Trabalho: Uma Combinação Perigosa Para a Saúde do Trabalhador Rural. **Ciência & Saúde**, São Paulo, v. 10, n.4, Abr. 2005.

SNA – Sociedade Nacional de Agricultura. **Sobre a SNA**. Disponível em: <https://www.sna.agr.br/institucional/>. Acesso em: 25 abr. 2020

SVINGEN, T.; Christiansen, S.; Taxvig, C.; Vinggaard, A.M. **Pesticides**. *In*: SKINNER, M. K. *Encyclopedia of Reproduction*. Elsevier, 2nd ed., v. 1, p. 624-628, 2018. DOI 10.1016/B978-0-12-801238-3.64383-0

WHITE, J.; MEIER, J. **Handbook of Clinical Toxicology of Animal Venoms and Poisons**. Boca Raton, p. 768, 2017. DOI 10.1201/9780203719442

WHO<sup>a</sup> – World Health Organization. **Pesticide residues in food**. 2018. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/pesticide-residues-in-food>. Acesso em: 25 abr. 2020.

WHO<sup>b</sup> – World Health Organization. **One Health**. 2017. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/q-a-detail/one-health>. Acesso em: 25 abr. 2020.

ZHU, Q.; YANG, Y.; ZHONG, Y.; LAO, Z. O'NEILL, P.; HONG, D.; ZHANG, K.; ZHAO, S. Synthesis, insecticidal activity, resistance, photodegradation and toxicity of pyrethroids (A review). **Chemosphere**, 126779, abr. 2020. DOI 10.1016/j.chemosphere.2020.126779

ZHU, Y.; HUANG, B.; LI, Q.X.; WANG, J. Organochlorine pesticides in follicular fluid of women undergoing assisted reproductive technologies from central China. **Environ Poll**, v. 207, p. 266-272, 2015. DOI 10.1016/j.envpol.2015.09.030

ZINSSTAG, J.; SCHELLING, E.; WALTNER-TOEWS, W.; TANNER, M. From “one medicine” to “one health” and systemic approaches to health and well-being. **Prev Vet Med**, v. 101, p. 148-156, 2011. DOI 10.1016/j.prevetmed.2010.07.003

## **8 APÊNDICES**

### Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Você está sendo convidado(a) como voluntário(a) a participar da pesquisa intitulada "**Um estudo de caso sobre como a Toxicologia Ambiental pode ser inserida em cursos de formação agrícola**: contribuições para o desenvolvimento agrícola sustentável ", sendo esta parte integrante de uma dissertação de mestrado do Programa de Pós-Graduação em Educação Agrícola da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Sua participação não é obrigatória. Após receber os esclarecimentos e as informações a seguir, no caso de aceitar fazer parte do estudo, você deverá clicar em "Aceito" no formulário encaminhado juntamente com este termo. Este documento estará sob guarda e confidencialidade da pesquisadora responsável. Em caso de recusa, você não será penalizado(a) de forma alguma e deverá clicar em "Não aceito".

Em caso de dúvidas sobre a pesquisa, você poderá entrar em contato com a pesquisadora responsável, Joana Darc de Souza através do telefone (64) 99249-7292 ou através do e-mail: joana.mestradoufrjrj@gmail.com. Em caso de dúvida sobre a ética aplicada a pesquisa, você poderá entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto Federal Goiano (situado na Rua 88, nº 310, Setor Sul, CEP 74085-010, Goiânia, Goiás - Caixa Postal 50) e pelo telefone (62) 99226-3661, ou pelo e-mail: cep@ifgoiano.edu.br.

**Justificativa e objetivos:** Esta pesquisa se justifica devido a quantidade reduzida de estudos que analisaram a inserção de temas da área de Toxicologia Ambiental em cursos superiores de Ciências Agrárias. O potencial tóxico de pesticidas e outras substâncias utilizadas na agricultura é preocupante e motivo de constantes avaliações. Desse modo, se faz essencial que os profissionais das ciências agrárias, os quais prescrevem e orientam a utilização dos mesmos, possuam conhecimentos e formação suficiente em toxicologia ambiental, de modo que se buscará a utilização sustentável destes produtos.

O presente estudo tem por objetivo avaliar a inserção de temas ligados à Toxicologia Ambiental nos cursos superiores Bacharelado em Agronomia e Engenharia Agrícola no IF Goiano – Campus Urutaí, inseridos em uma importante região produtora no estado de Goiás. Este objetivo parte do pressuposto que a formação de profissionais que protagonizam a produção agrícola no país deve ser integrada aos conhecimentos dos possíveis impactos ambientais que a mesma pode ocasionar, especialmente os toxicológicos que podem colocar em risco a saúde humana e de outros seres vivos.

**Procedimentos metodológicos:** Sua participação nesta pesquisa consistirá em responder um questionário eletrônico (Google *Forms*), que será enviado por e-mail ou WhatsApp, contendo perguntas que abordam o tema mencionado. Junto ao mesmo será enviado uma nota explicando a natureza da pesquisa e a importância de sua participação, no sentido de que o participante preencha e devolva o documento dentro de um prazo hábil para a condução da pesquisa.

**Desconfortos e riscos:** Os riscos inerentes a você, participante, serão mínimos, como cansaço, desconforto, constrangimento, estresse, receio de quebra de anonimato, incômodo ao responder alguma pergunta e ainda o tempo gasto com a leitura e as respostas. Porém você terá total liberdade para não responder as questões e assegurado o direito a ressarcimento ou indenização no caso de quaisquer danos eventualmente produzidos pela pesquisa.

**Benefícios:** Esta pesquisa não traz benefício imediato para o participante, mas com sua divulgação no meio científico, por meio de artigos, palestras, os dados obtidos poderão ser

de grande utilidade, não só para conhecimento do trabalho realizado, mas também para apresentar sugestões que visam aperfeiçoamento da formação em cursos de Ciências Agrárias no IF Goiano - Campus Urutaí.

**Acompanhamento e assistência:** Você terá acesso aos profissionais responsáveis pela pesquisa para esclarecimentos de eventuais dúvidas, e terá assistência integral em qualquer etapa do estudo, inclusive para atender danos imateriais decorrentes, direta ou indiretamente, da pesquisa. Caso você apresente algum problema será encaminhado(a) para tratamento em local e profissionais adequados e devidamente acompanhado pelo pesquisador.

**Sigilo e privacidade:** Você será esclarecido(a) sobre a pesquisa em qualquer tempo e aspecto que desejar. Você é livre para recusar-se a participar, retirar seu consentimento ou interromper a participação a qualquer momento, sendo sua participação voluntária e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade. Devido à ausência de identificação nos formulários não será possível qualquer identificação do participante por parte dos pesquisadores. Você não será identificado(a) em nenhuma publicação que possa resultar deste estudo. Os dados coletados serão armazenados durante 5 anos sob guarda da pesquisadora, ao fim do qual serão incinerados.

**Ressarcimento e indenização:** Para participar deste estudo você não terá nenhum custo nem receberá qualquer vantagem financeira. Caso você, participante, sofra algum dano decorrente de sua participação na pesquisa, os pesquisadores garantem indenizá-lo por todo e qualquer gasto ou prejuízo.

Ciente e de acordo com o que foi anteriormente exposto, eu estou de acordo em participar da pesquisa intitulada “Um estudo de caso sobre como a Toxicologia Ambiental pode ser inserida em cursos de formação agrícola: contribuições para o desenvolvimento agrícola sustentável”, de forma livre e espontânea, podendo retirar meu consentimento a qualquer momento.

De acordo como o exposto no Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, responda no formulário se você aceita participar dessa pesquisa? ( ) Aceito ( ) Não aceito

**Apêndice II** – Questionário direcionado Aos Coordenadores, vice coordenadores e docentes dos cursos de Bacharelado em Agronomia e Engenharia agrícola do IF Goiano - Campus Urutaí

|  |  |
|--|--|
| <p>Prezado Professor(a),</p> <p>O(a) senhor(a) está sendo convidado(a) a participar de uma pesquisa, na qual objetivamos conhecer um pouco das percepções dos senhores a respeito da inserção de temas da Toxicologia Ambiental nos cursos Bacharelado em Agronomia e Bacharelado em Engenharia Agrícola (IF Goiano - Campus Urutaí). Esta pesquisa é parte do Mestrado em Educação Agrícola (UFRRJ) da servidora Joana de Souza, Departamento de Ensino. Salientamos que o formulário levará pouco tempo para ser respondido e gerará dados muito importantes para esta pesquisa. Os resultados irão contribuir com a construção de uma forma mais adequada e eficiente de inserção desta temática tão importante para o aprendizado dos discentes destes cursos e outros que possam se basear nos resultados desta pesquisa.</p> <p>Desde já agradecemos imensamente pelo valioso tempo concedido para contribuir com nossa pesquisa. Muito obrigada!</p> <p>Joana</p> |  |
| <p>De acordo como o exposto no <b>Termo de Consentimento Livre e Esclarecido</b>, você aceita participar dessa pesquisa?    <input type="checkbox"/> Aceito    <input type="checkbox"/> Não Aceito</p>   |  |
| <p>O(a) senhor(a) atua em quais dos cursos alvo deste estudo?</p> <p><input type="checkbox"/> Atuo em ambos os cursos (Agronomia e Engenharia Agrícola)</p> <p><input type="checkbox"/> Atuei em ambos, mas atualmente não atuo em nenhum</p> <p><input type="checkbox"/> Atuo na Agronomia, mas não atuo na Engenharia Agrícola</p> <p><input type="checkbox"/> Atuo na Engenharia Agrícola, mas não atuo na Agronomia</p> <p><input type="checkbox"/> Atuei em ambos, mas hoje só atuo na Agronomia</p> <p><input type="checkbox"/> Atuei em ambos, mas hoje só atuo na Engenharia Agrícola</p>  |  |
| <p><b>1.</b> Você já ouviu falar da área de “Toxicologia Ambiental”?</p> <p><input type="checkbox"/> Sim    <input type="checkbox"/> Não</p>   | <p><b>1.1.</b> Se sim, você tem interesse nessa área?</p> <p><input type="checkbox"/> sim, mas pouco</p> <p><input type="checkbox"/> sim, medianamente</p> <p><input type="checkbox"/> sim, muito</p> <p><input type="checkbox"/> não me interessa</p> |
| <p><b>2.</b> Em poucas palavras, você saberia me dizer o que a área de Toxicologia Ambiental estuda?</p>   |  |
| <p><b>3.</b> Considerando uma análise abrangente, sob diferentes óticas, você considera essa área importante?</p> <p><input type="checkbox"/> Sim    <input type="checkbox"/> Não</p>  |  |
| <p><b>3.1.</b> Se sim, você poderia apresentar pelo menos três breves argumentos que justificam sua resposta anterior?</p> <p>a)</p> <p>b)</p> <p>c)</p>   |  |
| <p><b>4.</b> Para cada assertiva, indique na frente uma das opções de respostas apresentadas a seguir.</p> <p>A) Áreas ou temas discrepantes, de direções    B) Áreas ou temas que merecem ser trabalhados de forma associativa opostas</p>  |  |

- C) Áreas ou temas correlacionados
- E) Áreas ou temas complementares
- G) Áreas ou temas de cunho fiscalizador
- I) Áreas ou temas consequentes um do outro
- K) Outros. Fique a vontade para acrescentar alguma assertiva que mais se adeque à sua percepção das relações estabelecidas a seguir. Nesse caso, por favor, utilize o verso dessa página.
- D) Áreas ou temas voltados à preservação ambiental e da saúde humana
- F) Áreas ou temas não passíveis de serem trabalhados de forma associativa
- H) Áreas ou temas dependentes um do outro
- J) Áreas ou temas de cunho fiscalizador ou regulatório

| Assertivas   | Opção | Assertivas   | Opção |
|--|-------|--|-------|
| Toxicologia Ambiental vs. cursos de formação agrária         |       | Produção e produtividade agrícola vs. agrotóxicos                        |       |
| Saúde Ambiental vs. Agrotóxicos                              |       | Toxicologia Ambiental vs. produção e produtividade agrícola              |       |
| Toxicologia Ambiental vs. produtores rurais                  |       | Toxicologia Ambiental vs. saúde ambiental                                |       |
| Gerenciamento de riscos vs. Toxicologia Ambiental            |       | Toxicologia Ambiental vs. decisões políticas e regulatórias              |       |
| Toxicologia Ambiental vs. sustentabilidade                   |       | Toxicologia Ambiental vs. agroecologia                                   |       |
| Toxicologia Ambiental vs. saúde ocupacional                  |       | Crescimento do setor agrícola e agroindustrial vs. Toxicologia Ambiental |       |
| Desenvolvimento econômico e social vs. Toxicologia Ambiental |       | Processos tecnológicos vs. Toxicologia Ambiental                         |       |
| Ecosistemas vs. Toxicologia Ambiental                        |       | Toxicologia Ambiental vs. práticas agrícolas                             |       |
| Toxicologia Ambiental vs. Educação Agrícola                  |       | Desenvolvimento agrícola mais seguro vs. Toxicologia Ambiental           |       |
| Segurança no campo vs. Toxicologia Ambiental                 |       | Atividades agrícolas e/ou agropecuária vs. Toxicologia Ambiental         |       |

**4.1.** Caso tenha assinalado a opção "K) Outros" utilize este campo para descrever a assertiva que considere mais adequada.

**5.** Em poucas palavras, qual é a sua opinião a respeito da inserção de temas relacionados à Toxicologia Ambiental nos currículos formativos da área agrária (nível médio, graduação e pós-graduação)?

6. Você acredita haver benefícios da integração da área de Toxicologia Ambiental às diversas áreas de formação técnico-científica (isto é, de cunho específico) de profissionais nas áreas agrárias?

Sim    Não    Não sei opinar.

Se sim, você poderia destacar abaixo pelo menos dois desses benefícios?

**a)**

**b)**

6.1. Caso sua resposta anterior tenha sido “sim”, qual é sua sugestão para integrar eficientemente a Toxicologia Ambiental às áreas de formação técnico-específicas? Em outras palavras, como podemos agregar essas áreas?

7. Você acredita que o(s) curso(s) que você atuou/atua oportuniza uma formação agrária, associada com os princípios da Toxicologia Ambiental?

Sim    Não    Não sei opinar.

**Apêndice III – Questionário direcionado aos estudantes dos cursos de bacharelado em agronomia e engenharia agrícola do IF Goiano - Campus Urutaí**

|   |  |
|---|--|
| <p>Prezado Estudante,</p> <p>Você está sendo convidado(a) a participar de uma pesquisa, na qual objetivamos conhecer um pouco das percepções dos graduandos a respeito da inserção de temas da Toxicologia Ambiental nos cursos Bacharelado em Agronomia e Bacharelado em Engenharia Agrícola (IF Goiano - Campus Urutaí). Esta pesquisa é parte do Mestrado em Educação Agrícola (UFRRJ) da servidora Joana de Souza, Departamento de Ensino. Salientamos que o formulário levará pouco tempo para ser respondido e gerará dados muito importantes para esta pesquisa. Os resultados irão contribuir com a construção de uma forma mais adequada e eficiente de inserção desta temática tão importante para o aprendizado dos discentes destes cursos e outros que possam se basear nos resultados desta pesquisa.</p> <p>Desde já agradecemos imensamente pelo valioso tempo concedido para contribuir com nossa pesquisa. Muito obrigada!</p> <p>Joana</p> |  |
| <p>De acordo como o exposto no <b>Termo de Consentimento Livre e Esclarecido</b>, você aceita participar dessa pesquisa?    <input type="checkbox"/> Aceito      <input type="checkbox"/> Não Aceito</p>  |  |
| <p>Dados do(a) estudante:<br/>         Idade: _____ anos<br/>         Sexo: <input type="checkbox"/> Masculino      <input type="checkbox"/> Feminino<br/>         Cidade de origem: _____<br/>         De qual curso você é discente?    <input type="checkbox"/> Agronomia    <input type="checkbox"/> Engenharia Agrícola<br/>         Em qual período está matriculado? <input type="checkbox"/> 2º período    <input type="checkbox"/> 10º período</p>   |  |
| <p><b>1.</b> Você já ouviu falar da área de “Toxicologia Ambiental”?<br/> <input type="checkbox"/> Sim      <input type="checkbox"/> Não</p>  | <p><b>1.1.</b> Se sim, você tem interesse nessa área?<br/> <input type="checkbox"/> sim, mas pouco<br/> <input type="checkbox"/> sim, medianamente<br/> <input type="checkbox"/> sim, muito<br/> <input type="checkbox"/> não me interessa</p> |
| <p><b>2.</b> Em poucas palavras, você saberia me dizer o que a área de Toxicologia Ambiental estuda?</p>  |  |
| <p><b>3.</b> Considerando uma análise abrangente, sob diferentes óticas, você considera essa área importante?<br/> <input type="checkbox"/> Sim      <input type="checkbox"/> Não</p>   |  |
| <p><b>3.1.</b> Se sim, você poderia apresentar pelo menos três breves argumentos que justificam sua resposta anterior?</p>  |  |
| <p><b>a)</b></p>  |  |
| <p><b>b)</b></p>  |  |
| <p><b>c)</b></p>  |  |
| <p><b>4.</b> Para cada assertiva, indique na frente uma das opções de respostas apresentadas a seguir.</p>  |  |
| <p><b>A)</b> Áreas ou temas discrepantes, de</p>  | <p><b>B)</b> Áreas ou temas que merecem ser</p>  |

|  |  |  |              |
|--|--|--|--------------|
| direções opostas   | trabalhados de forma associativa   |  |              |
| <b>C)</b> Áreas ou temas correlacionados   | <b>D)</b> Áreas ou temas voltados à preservação ambiental e da saúde humana      |  |              |
| <b>E)</b> Áreas ou temas complementares  | <b>F)</b> Áreas ou temas não passíveis de serem trabalhados de forma associativa |  |              |
| <b>G)</b> Áreas ou temas de cunho fiscalizador   | <b>H)</b> Áreas ou temas dependentes um do outro                                 |  |              |
| <b>I)</b> Áreas ou temas consequentes um do outro  | <b>J)</b> Áreas ou temas de cunho fiscalizador ou regulatório                    |  |              |
| <b>K)</b> Outros. Fique à vontade para acrescentar alguma assertiva que mais se adeque à sua percepção das relações estabelecidas a seguir. Nesse caso, por favor, utilize o verso dessa página                    |  |  |              |
| <b>Assertivas</b>  | <b>Opção</b>   | <b>Assertivas</b>  | <b>Opção</b> |
| Toxicologia Ambiental vs. cursos de formação agrária   |  | Produção e produtividade agrícola vs. agrotóxicos                        |              |
| Saúde Ambiental vs. Agrotóxicos  |  | Toxicologia Ambiental vs. produção e produtividade agrícola              |              |
| Toxicologia Ambiental vs. produtores rurais  |  | Toxicologia Ambiental vs. saúde ambiental                                |              |
| Gerenciamento de riscos vs. Toxicologia Ambiental  |  | Toxicologia Ambiental vs. decisões políticas e regulatórias              |              |
| Toxicologia Ambiental vs. sustentabilidade   |  | Toxicologia Ambiental vs. agroecologia                                   |              |
| Toxicologia Ambiental vs. saúde ocupacional  |  | Crescimento do setor agrícola e agroindustrial vs. Toxicologia Ambiental |              |
| Desenvolvimento econômico e social vs. Toxicologia Ambiental   |  | Processos tecnológicos vs. Toxicologia Ambiental                         |              |
| Ecosistemas vs. Toxicologia Ambiental  |  | Toxicologia Ambiental vs. práticas agrícolas                             |              |
| Toxicologia Ambiental vs. Educação Agrícola  |  | Desenvolvimento agrícola mais seguro vs. Toxicologia Ambiental           |              |
| Segurança no campo vs. Toxicologia Ambiental   |  | Atividades agrícolas e/ou agropecuária vs. Toxicologia Ambiental         |              |
| <p><b>4.1.</b> Caso tenha assinalado a opção "K) Outros" utilize este campo para descrever a assertiva que considere mais adequada.</p>  |  |  |              |
| <p><b>5.</b> Em poucas palavras, qual é a sua opinião a respeito da inserção de temas relacionados à Toxicologia Ambiental nos currículos formativos da área agrária (nível médio, graduação e pós-graduação)?</p> |  |  |              |

6. Você acredita haver benefícios da integração da área de Toxicologia Ambiental às diversas áreas de formação técnico-científica (isto é, de cunho específico) de profissionais nas áreas agrárias?

Sim  Não  Não sei opinar.

Se sim, você poderia destacar abaixo pelo menos dois desses benefícios?

a)

b)

6.1. Caso sua resposta anterior tenha sido “sim”, qual é sua sugestão para integrar eficientemente a Toxicologia Ambiental às áreas de formação técnico-específicas? Em outras palavras, como podemos agregar essas áreas?

7. Você acredita que o curso que você cursa/concluiu oportuniza/oportunizou uma formação agrária, associada com os princípios da Toxicologia Ambiental?

Sim  Não  Não sei opinar.

**Apêndice IV** – Formulário de avaliação do Currículo Lattes dos professores atuantes nos cursos de Bacharelado em Agronomia e Engenharia Agrícola do IF Goiano - Campus Urutaí

|   |                             |
|---|-----------------------------|
| Curso:  | Data de acesso ao Lattes:   |
| Nome do docente:  | Data de atualização Lattes: |
| O(A) docente é bolsista de algum órgão de fomento? (ex.: CAPES, CNPq, FAPEG, etc.)? Se sim, qual?                         |                             |
| Cursos em que atua:   |                             |
| Curso de Graduação:   | Instituição:                |
| Área conhecimento CNPq:   |                             |
| Curso de Mestrado:  | Instituição:                |
| Área avaliação CAPES:   |                             |
| Curso de Doutorado:   | Instituição:                |
| Área avaliação CAPES:   |                             |
| Pós-Doutoramento:   | Instituição:                |
| Área avaliação CAPES:   |                             |
| O(A) docente atua em quantas linhas de pesquisa?  |                             |
| Quantas linhas de pesquisa estão relacionadas à toxicologia ou ao meio ambiente:  |                             |
| Número de projetos de pesquisa registrado no Lattes:  |                             |
| Número de projetos de pesquisa relacionados diretamente à toxicologia ou ao meio ambiente:                                |                             |
| O(A) docente é editor de algum periódico? Se sim, quantos?  |                             |
| O(A) docente é revisor de algum periódico? Se sim, quantos?   |                             |
| Grande(s) área(s) de atuação:   |                             |
| Número total de artigos científicos publicados em periódicos:   |                             |
| Número de artigos publicados nos últimos 3 anos (2017, 2018 e 2019):  |                             |
| Número total de resumos (simples + expandidos) científicos publicados em eventos acadêmico-científicos:                   |                             |
| Número de resumos (simples + expandidos) científicos publicados em eventos acadêmico-científicos nos últimos 3 anos:      |                             |
| Número de eventos acadêmico-científicos onde os resumos foram publicados da área ambiental e/ou da toxicologia ambiental: |                             |
| Docente atua em curso de pós-graduação?   | Se sim, quantos?            |
| Instituição(ões):   |                             |
| ( ) docente permanente ( ) docente colaborador ( ) docente convidado  |                             |
| Quais as áreas de avaliação do PPG na CAPES?  |                             |
| Docente orientou estudantes de Iniciação Científica nos últimos 3 anos? Se sim, quantos?                                  |                             |
| Dos projetos orientados, quantos eram relacionados diretamente com o meio ambiente ou com a toxicologia ambiental?        |                             |
| Docente orientou estudantes de Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) nos últimos 3 anos? Se sim, quantos?                  |                             |
| Desses TCC's, quantos eram relacionados diretamente com o meio ambiente ou com a toxicologia ambiental?                   |                             |
| Docente orientou estudantes de Monografia de Especialização nos últimos 3 anos? Se sim, quantos?                          |                             |
| Dessas monografias orientadas, quantas eram relacionadas diretamente com o meio ambiente ou com a toxicologia ambiental?  |                             |

|   |
|---|
| Docente orientou estudantes de Mestrado nos últimos 3 anos? Se sim, quantos?  |
| Das dissertações orientadas, quantas eram relacionadas diretamente com o meio ambiente ou com a toxicologia ambiental?                                  |
| Docente orientou estudantes de Doutorado nos últimos 3 anos? Se sim, quantos?   |
| Das teses orientadas, quantas eram relacionadas diretamente com o meio ambiente ou com a toxicologia ambiental?   |
| Número total de eventos acadêmico-científicos que o(a) docente participou:  |
| Número de eventos acadêmico-científicos que o(a) docente participou nos últimos 3 anos:   |
| Número de eventos acadêmico-científicos que o(a) docente participou nos últimos 3 anos relacionados com o meio ambiente ou com a toxicologia ambiental: |
| O(A) docente já trabalhou em algum órgão ambiental? Se sim, qual(is)? Liste-os, seguidos do período de atuação.   |

**Apêndice V – Formulário de avaliação dos projetos pedagógicos dos cursos de Bacharelado em Agronomia e Engenharia Agrícola do IF Goiano - Campus Urutaí**

|   |  |                         |
|---|--|-------------------------|
| Curso:  |  | Ano última atualização: |
| Membros do NDE na data da última atualização do PPC:  |  |                         |
| Docentes  | Atua na área ambiental ou de toxicologia? (Sim ou não) | Escore*                 |
| 1.  |  |                         |
| 2.  |  |                         |
| 3.  |  |                         |
| 4.  |  |                         |
| 5.  |  |                         |
| 6.  |  |                         |
| 7.  |  |                         |
| 8.  |  |                         |
| <p><b>*Escore 3:</b> atribuído ao docente que atua apenas na área de toxicologia ambiental. <b>Escore 2:</b> atribuído ao docente que atua em áreas diretamente relacionadas com as Ciências Ambientais. <b>Escore 1:</b> atribuído ao docente que atua em pelo menos uma área correlacionada com as Ciências Ambientais. <b>Escore 0:</b> atribuído ao docente que não atua em qualquer área correlacionada com as Ciências Ambientais ou com Toxicologia Ambiental.</p> |  |                         |
| Quantas disciplinas da matriz curricular está(ão) relacionada(s) diretamente com as <b>Ciências Ambientais</b> ?  |  |                         |
| Quais são elas?   |  |                         |
| Quantas disciplinas da matriz curricular está(ão) relacionada(s) diretamente com as <b>Ciências Biológicas</b> ?  |  |                         |
| Quais são elas?   |  |                         |
| <p>O PPC descreve de forma clara e objetiva, em capítulo ou item específico, como é desenvolvida a educação ambiental no âmbito do curso e sua articulação com os demais cursos e como ocorre a congruência do PPC com as diretrizes e políticas do Projeto Pedagógico Institucional (PPI) e as ações e metas do Plano de Desenvolvimento Institucional (PDI)?</p> <p>( ) Sim                      ( ) Não</p>  |  |                         |
| <p>O PPC evidencia se existia a integração da educação ambiental às disciplinas do curso de modo transversal, contínuo e permanente?</p> <p>( ) Sim                      ( ) Não</p>  |  |                         |
| Se sim, como isso se dá?  |  |                         |

| Os objetivos do curso preveem a <b>formação ambiental</b> dos estudantes, isto é, capazes de atuar em áreas correlatas às Ciências Ambientais? ( ) Sim ( ) Não   |   |
|--|---|
| O perfil do egresso traçado no PPC do curso prevê a atuação dos egressos em áreas correlacionadas às Ciências Ambientais ou à Toxicologia Ambiental?<br>( ) Sim ( ) Não  |   |
| Quantas e quais competências e/ou habilidades previstas no PPC estão relacionadas com as Ciências Ambientais ou à Toxicologia Ambiental?<br>Quantas: _____<br>Quais: _____   |   |
| Os programas das unidades curriculares sugerem alguma bibliografia (básica ou complementar) da área de Toxicologia Ambiental ou Ecotoxicologia? Se sim, quantas e quais:   |   |
| Se sim, essas bibliografias são atualizadas (2017, 2018, 2019)?<br>Quantas "SIM": _____ Quantas "NÃO": _____   |   |
| Quantas e quais unidades curriculares do curso apresentam potencial para trabalharem a toxicologia ambiental em seus conteúdos programáticos?<br>Quantas: _____<br>Liste as unidades curriculares e sugira como a toxicologia ambiental poderia ser abordada/trabalhada em seus conteúdos programáticos? |   |
| Disciplinas/unidades curriculares  | Como a toxicologia ambiental poderia ser abordada/trabalhada em seus conteúdos programáticos? |
| 1.   |   |
| 2.   |   |
| 3.   |   |
| 4.   |   |
| 5.   |   |
| 6.   |   |
| 7.   |   |
| 8.   |   |
| 9.   |   |
| 10.  |   |
| 11.  |   |
| 12.  |   |
| 13.  |   |
| 14.  |   |
| 15.  |   |
| 16.  |   |
| 17.  |   |
| 18.  |   |
| 19.  |   |
| 20.  |   |
| 21.  |   |
| 22.  |   |

|     |  |
|-----|--|
| 23. |  |
| 24. |  |
| 25. |  |
| 26. |  |
| 27. |  |
| 28. |  |
| 29. |  |
| 30. |  |