

Ana Paula da Silva Amaral Soares
Andreia Guerra Pimentel
Neuza Rejane Wille Lima
Suzete Araujo Oliveira Gomes

BIOINSETICIDAS BOTÂNICOS OU AGROTÓXICOS ?

PROMOVENDO JÚRIS SIMULADOS ENTRE UNIVERSITÁRIOS

Ana Paula da Silva Amaral Soares
Andreia Guerra Pimentel
Neuza Rejane Wille Lima
Suzete Araujo Oliveira Gomes

Bioinseticidas Botânicos ou Agrotóxicos? Promovendo Júris Simulados entre Universitários

1ª ed.

Piracanjuba-GO
Editora Conhecimento Livre
Piracanjuba-GO

1ª ed.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Soares, Ana Paula da Silva Amaral
S112B Bioinseticidas Botânicos ou Agrotóxicos? Promovendo Júris Simulados entre
Universitários
/ Ana Paula da Silva Amaral Soares. Andreia Guerra Pimentel. Neuza Rejane Wille Lima. Suzete
Araujo Oliveira Gomes. – Piracanjuba-GO
Editora Conhecimento Livre, 2022
64 f.: il
DOI: 10.37423/2022.edcl571
ISBN: 978-65-5367-160-7
Modo de acesso: World Wide Web
Incluir Bibliografia
1. pragas-agrícolas 2. leis 3. -métodos-alternativos I. Soares, Ana Paula da Silva Amaral II.
Pimentel, Andreia Guerra III. Lima, Neuza Rejane Wille IV. Gomes, Suzete Araujo Oliveira V.
Título

CDU: 577

<https://doi.org/10.37423/2022.edcl571>

O conteúdo dos artigos e sua correção ortográfica são de responsabilidade exclusiva dos seus respectivos autores.

EDITORA CONHECIMENTO LIVRE

Corpo Editorial

Dr. João Luís Ribeiro Ulhôa

Dra. Eyde Cristianne Saraiva-Bonatto

MSc. Frederico Celestino Barbosa

MSc. Carlos Eduardo de Oliveira Gontijo

MSc. Plínio Ferreira Pires

Editora Conhecimento Livre

Piracanjuba-GO

2022



10.37423/2022.edcl571



PERFIL DAS AUTORAS

Ana Paula Da Silva Amaral Soares

Bióloga formada pela Universidade Federal Fluminense (UFF) com bacharel em Meio Ambiente e Licenciatura, tem experiência na área de Biologia Geral e desenvolve pesquisas sobre o efeito de óleos essenciais de plantas no desenvolvimento de hemípteros como *Oncopeltus fasciatus*, no Laboratório de Biologia de Insetos (LABI), do Departamento de Biologia Geral da UFF. Atualmente cursa Mestrado no Programa de Pós graduação em Ciências e Biotecnologia (PPBI) na UFF. Retirado do CV Lattes em 06 ago. 2022.

CV: <http://lattes.cnpq.br/3958643268529921>

Andreia Guerra Pimentel

Graduada em Ciências Biológicas pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ) - 2009. Mestre em Diversidade e Inclusão (UFF/RJ) - 2017. Doutoranda em Ciências e Biotecnologia (PPBI-UFF/RJ, Início: 2018). Especialista em Educação Tecnológica pelo Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (CEFET/RJ) - 2012. Especialista em Planejamento, Implementação e Gestão da EaD (UFF/RJ) - 2015. Especialista em Gestão Ambiental Universidade Norte do Paraná (UNOPAR) - 2015. (Texto informado pelo autor). Retirado do CV Lattes em 06 ago. 2022.

CV: <http://lattes.cnpq.br/0017690811421882>

Neuza Rejane Wille Lima

Graduada em Ciências Biológicas (Biologia Marinha) pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (1983), Mestre em Biofísica pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (1987), Doutora em Ecologia e Recursos Naturais pela Universidade Federal de São Carlos/Center for Theoretical and Applied Genetics, Rutgers University (Programa Sanduiche CNPq / USA) (1993). Foi Professora Associada da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF) (1994 -2000), onde orientou pós-graduando em Ciência e Biotecnologia (1995-2001). Foi professora substituta na UFF em 2001. Ingressou como Professora Adjunta na UFF em 2002. Foi Presidente da Associação Brasileira em Diversidade e Inclusão (ABDI) 2015-2019). Foi Líder do Grupo de Pesquisa NDVIS (Núcleo de Pesquisa e Desenvolvimento de Processos, Produtos e Inovação Tecnológica para o Ensino de Pessoas com Deficiência Visual CNPq/UFF, 2015-2019). Foi Vice coordenadora e Coordenadora do Curso de Mestrado Profissional em Diversidade e Inclusão (CMPDI/UFF) (2015-2018). Foi Tutora do ProPET

Biofronteiras do Instituto de Biologia da UFF (2013- 2019). Foi Chefe do Departamento de Biologia Geral do Instituto de Biologia da UFF (2018-2020). Atualmente, é Professora Titular da Universidade Federal Fluminense, desde 06/12/2018. Orienta nos Curso de Mestrado Profissional em Diversidade e Inclusão (CMPDI). Coordenadora Pró tempore do Curso de Mestrado Profissional em Diversidade e Inclusão (CMPDI/UFF - maio a julho de 2022). Tem experiência na área de Ecologia, com ênfase em Ecologia Aplicada e Teórica, atuando principalmente nos seguintes temas: ecologia evolutiva, ecologia de populações, evolução do sexo e divulgação científica. Desde 2014, vem atuando também na área de ensino inclusivo, especialmente em questões e produção de materiais e descrição epistemológica dos processos de construção de conhecimento para atender as demandas nas áreas de deficiência visual, principalmente, e surdocegueira, discalculia e nanismo. Retirado do CV Lattes em 06 ago. 2022.

CV: <http://lattes.cnpq.br/5261670227615321>

Suzete Araujo Oliveira Gomes

Professora Associada da Universidade Federal Fluminense. Possui Graduação em Ciências Biológicas pela Universidade Gama Filho (1985), Mestrado em Biologia Parasitária pela Fundação Oswaldo Cruz (1998), fez Doutorado em Biologia Parasitária pela Fundação Oswaldo Cruz (2003) e Pós- Doutorado em Bioquímica Celular pela Universidade Federal do Rio de Janeiro-UFRJ (2005). Tem experiência na área de Parasitologia, com ênfase em Protozoologia Parasitária Animal, Bioquímica de Microorganismos, Bioquímica de Insetos e Interação Parasito- Vetor, atuando principalmente nos seguintes temas: *Trypanosoma rangeli*, *Trypanosoma cruzi*, *Rhodnius prolixus* e outros Triatomíneos, Sistema profenoloxidase de insetos, Proteases de insetos e parasitos, Isolamento e caracterização de moléculas de parasitos como Glicoinositolfosfolipídeos (GIPLs), GPI-mucinas, Ecto-enzimas: ecto-fosfatases e ecto-ATPases. Atua como membro colaborador externo na pós-graduação em Ciências e Biotecnologia (PPBI)-UFF; como docente permanente e foi Vice coordenadora no Curso de Mestrado Profissional em Diversidade e Inclusão (CMPDI)-UFF (2018-2022) e continua atuando como docente permanente e membro da CPG no Programa de Pós-graduação em Ciências, Tecnologias e Inclusão (PGCTIn)-UFF, orientando projetos de pesquisa, ensino e extensão. Retirado do CV Lattes em 06 ago. 2022.

CV: <http://lattes.cnpq.br/5154610285389278>

PREFÁCIO

Neste livro as autoras nos introduzem a um breve histórico desta interessante coevolução dos insetos com as plantas. Além disto, o livro nos dá valiosas informações sobre o potencial uso dos óleos essenciais, extraídos de plantas, e o seu potencial uso como inseticidas botânicos. Porém, o mais importante de tudo é a discussão sobre o uso indiscriminado dos inseticidas convencionais e os seus danos ao ambiente. Dentro destas informações o livro procura trazer também os resultados de dois debates envolvendo os alunos de cada turma em forma de um julgamento. Tal julgamento contou com júris simulados entre os alunos sobre o uso corriqueiro de inseticidas contrapondo ao uso de bioinseticidas botânicos como alternativas aos agrotóxicos. O livro tem uma leitura fácil e agradável para o público interessado em obter maiores informações nesta área, exemplificando de uma maneira didática como este assunto pode ter uma discussão agradável e construtiva entre os alunos. Finalizando, as autoras são professoras e alunas da UFF que têm vasta experiência em trabalhar com aspectos biológicos sobre os insetos que, por sua vez, constituem o maior grupo de animais existentes na Terra.

Boa leitura!!!

Dra. Denise Maria Feder

Professora Titular do Departamento de Biologia Geral do

Instituto de Biologia da Universidade Federal Fluminense.

Sinopse: Sabe-se que as primeiras gerações de inseticidas apresentam substâncias químicas nocivas a saúde humana, cujo histórico revela potenciais reações adversas que contaminam tanto a natureza quanto ao ser humano. Por exemplo, podemos citar a poluição de solos, águas, alimentos e animais, além das plantas. Nesse cenário, se observa o desencadeamento de doenças neurotóxicas e até quadros de câncer em indivíduos expostos direta ou indiretamente.

O nosso livro tem como objetivo principal analisar debates acerca do tema de bioinseticidas no formato de um “júri simulado” que foi promovido em duas turmas de engenharia ambiental que cursaram a disciplina de Biologia Aplicada do Instituto de Biologia da Universidade Federal Fluminense (UFF – Niterói, RJ). As dinâmicas foram conduzidas no modo remoto e síncrono, atendendo a determinação de distanciamento social definida pela OMS (Organização Mundial da Saúde) em função da pandemia causada pela Covid-19.

O público-alvo foram alunos de turmas iniciantes de dois cursos de Engenharia Ambiental [Engenharia Recursos Hídricos e Meio Ambiente (n= 23 alunos) e Engenharia Agrícola e Ambiental (n= 34 alunos)]. Foram realizados dois debates no estilo de júri simulado acerca da temática de agrotóxicos e inseticidas e suas consequências, a partir da divulgação de bioinseticidas a base de plantas como uma alternativa sustentável aos modelos mais arcaicos de controle de pragas.

O júri simulado foi aplicado em duas turmas distintas, e cada júri durou cerca de um tempo de aula de aproximadamente 2h. Nos debates foram abordados os diversos benefícios do desenvolvimento de biotecnologias que são mais salubres e favoráveis ao equilíbrio ecossistêmico e a saúde dos seres vivos, incluindo o Homem. Tais preocupações se aplicam tanto aos cenários agrícolas quanto aos ambientes urbanos. Paralelamente, foi colocado o exemplo do mosquito da dengue, *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762) que é um inseto vetor de doenças no meio urbano que geralmente é combatido com inseticidas. Assim, se pode estabelecer um quadro sobre a universalidade da aplicação de pesticidas que não se restringem apenas ao meio agrícola.

As falas pronunciadas pelos alunos durante os debates foram analisadas com a aplicação de métodos de quantificação da frequência dos termos mencionados (nuvem de palavras). Os resultados revelaram que apesar de as duas turmas desenvolverem argumentos diferentes em cada debate, ambas conseguiram propor ideias pertinentes ao tema e conduzir a discussão de maneira similar. Dessa forma, se verificou que o uso de uma metodologia ativa para os debates orientados proporcionou uma forma diferenciada de despertar o interesse dos alunos. Tal estratégia funcionou de maneira útil e valiosa, mesmo em cenários de aprendizagem remota, como é o caso deste estudo.

Palavras-chave: Biodiversidade, Controle de Pragas Agrícolas, Engenharia Agrícola, Engenharia de Recursos Hídricos, Leis.

1. INSETOS E PLANTAS: UMA RELAÇÃO HISTÓRICA

Insetos e plantas apresentam diversas formas distintas de interação na natureza. Um exemplo é a herbivoria: atividade na qual os animais se utilizam da matéria vegetal para sua alimentação. Segundo Lima (2022), a herbivoria pode ser um processo bastante complexo, visto que os animais precisam ultrapassar inúmeras dificuldades ao escolher uma planta-alvo para sua nutrição. Em primeiro lugar, os insetos precisam ter a capacidade de identificar uma planta específica dentre inúmeras outras, depois precisam realizar pouso e ancoragem de forma segura – às vezes enfrentando defesas físicas vegetais, como espinhos e até se esconder de predadores. Todo esse processo tem um gasto energético grande para organismos diminutos como os insetos.

Lima (2022) utiliza o exemplo da polinização para explicar a antiga relação evolutiva entre insetos e plantas, explicando que essa interação específica é verificada desde a Era Mesozoica, através de registros fósseis. A Era Mesozoica durou 180 milhões de anos e compreende os períodos Triássico, Jurássico e Cretáceo. As angiospermas – plantas vasculares que apresentam flores e frutos com semente que estavam presentes durante o fim do Cretáceo que na época estabeleciam uma relação de interação com polinizadores.

Essa autora explica, ainda, que com o evento da extinção de dinossauros que sucedeu este período (há cerca de 65,5 milhões de anos), os mamíferos passaram por uma fase de grande diversificação, que conferiu às plantas uma expansão no seu número de espécies dispersadoras de sementes, uma vez que grande parte dos mamíferos consomem muitos frutos. Tanto a polinização quanto a dispersão de sementes por animais são formas de interação entre espécies que foram essenciais nos seus sucessos evolutivos (LIMA, 2022).

Assim, podemos compreender que os insetos e as plantas surgiram e evoluíram juntamente ao longo de milhões de anos, e hoje apresentam as mais diversas formas de interação, que constituem uma relação mutualística harmônica que em muito permitiu que estes tão distintos organismos tivessem tamanho sucesso na conquista dos mais diferentes ambientes terrestres (BRONSTEIN *et al.*, 2006).

Ao passo que a humanidade inventou diversas formas de sustento familiar e desenvolveu a agricultura, a produção de alimentos se tornou cada vez mais ampla e facilitada. Todavia, com a expansão de campos de plantio e a consequente necessidade da destruição de enormes áreas naturais houve desequilíbrio nas muitas relações inseto-planta previamente estabelecidas sob o crivo da seleção natural (BRONSTEIN *et al.*, 2006; LIMA, 2022). Almejando aumentar a eficiência na produção de

alimentos de qualidade para consumo humano, passou-se a utilizar substâncias que visavam controlar as populações naturais de animais que infestavam as plantações desordenadamente, e assim surgiram os primeiros pesticidas agrícolas. (MAZOYER & ROUDART, 2018).

Algumas das primeiras substâncias comercializadas com este propósito foram o chamado “Verde-Paris” (acetoarsenito de cobre), seguido pelo arsenito de chumbo, em uma época na qual ainda se desconheciam os efeitos perigosos do uso destes químicos. A população americana chegou a ser assegurada pelo governo - através do Ato de Inseticidas de 1910 - que se garantia a produção de alimentos saudáveis e seguros para consumo. (DAVIS, 2014).

Por conseguinte, o uso desgovernado e sem muito estudo destes compostos facilitou a proliferação de insetos resistentes aos mesmos, criando pragas agrícolas cada vez mais difíceis de combater devido a um processo de seleção artificial muito acelerado. Segundo o Conselho Nacional de Pesquisa dos E.U.A. (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1986), o processo de resistência a inseticidas vem sendo detectado desde o começo do século XX, mas apenas nos anos 1940 este problema se tornou mais difundido, uma vez que nessa época se tornava cada vez mais comum o uso indiscriminado de inseticidas orgânicos sintéticos. Apesar de a pesquisa acerca deste fenômeno de desenvolvimento de resistência ter desacelerado após esse período, nos anos ela voltou a ser um foco acadêmico. Isman (2005) alerta sobre o fato de como o uso indiscriminado de pesticidas pode trazer a contaminação não apenas do solo e dos alimentos ali plantados, mas também da água dos leitos no subsolo, dos trabalhadores em contato com os químicos e de todo o ecossistema local.

Isman (2005) expõe que nas últimas décadas tem se estudado cada vez mais a respeito de plantas que são conhecidas por ter propriedades naturalmente inseticidas, e que é necessário explorar cada vez mais espécies de interesse que possam conter um potencial para elaboração de inseticidas naturais. No meio ambiente, uma das relações comuns entre insetos e plantas é a repulsão que determinados vegetais estabelecem com possíveis insetos indesejados, ao passo que também podem atrair outros. Ainda segundo Isman (2005), estudar essas interações químicas entre insetos e plantas pode ser uma chave importantíssima para o entendimento da relação entre esses organismos, permitindo o desenvolvimento de práticas de manejo agrícola e de controle de populações de insetos em meio urbano que sejam menos agressivas ao meio ambiente e a humanidade como um todo.

Segundo Silva & Fonseca (2011), as questões ambiental, agrícola e de saúde pública são muito importantes na sociedade, e temáticas que norteiam a formação do professor de ciências e biologia. Trazer essas questões para debate no meio acadêmico, explorando suas facetas culturais,

socioambientais e políticas precisa se tornar mais cotidiano e mais frequente, para que o profissional Licenciado em Biologia se adapte ao mundo que está em constante evolução, e caminhando para uma difícil fase mundial de escassez de recursos e disseminação de doenças relacionadas a exploração massiva do meio ambiente. Desafios ambientais são cada vez mais emergentes no planeta, e a temática da saúde e da agricultura tem se tornado centro das discussões ecológicas atuais, sendo inclusive abordadas em documentos como a Carta de Ottawa – A Primeira Conferência Internacional sobre Promoção da Saúde que ocorreu no Canadá, em Ottawa, no mês de novembro de 1986¹ - e a Conferência de Tbilisi – A Conferência Intergovernamental sobre Educação Ambiental que aconteceu em Tbilisi, Geórgia, ex-União Soviética (URSS), compreendida durante treze dias no período de 14 a 26 de outubro de 1977² que estão entre aqueles eventos cujas proposições incluem a indicação de desenvolvimento de práticas pedagógicas para promover saúde e educação ambiental em espaços formais de educação (**Quadro 1**).

Quadro 1 – Lista de Conferências que trataram questões ambientais até 2016.

Conferências	Ano da realização	Nome completo do Evento	Conquistas alcançadas
1. Conferência de Estocolmo	1972	Conferência da Organização das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente	- Foi estabelecido como “Plano de Ação da Conferência de Estocolmo”: a capacitação de professores e o desenvolvimento de novos métodos e recursos instrucionais para a Educação Ambiental.
2. Conferência de Belgrado	1975	Conferência de Belgrado em Educação Ambiental	- Estabeleceu debates sobre erradicação da pobreza - Deu origem a Carta de Belgrado, marco histórico que propõe objetivos para a Educação Ambiental

			- Resultou na criação do Programa Internacional de Educação Ambiental (IPEA)
3. Conferência de Tbilisi	1977	Conferência Intergovernamental de Educação Ambiental	- Definiu finalidades da Educação Ambiental - Gerou recomendações para desenvolver a Educação ambiental a níveis nacionais, regionais e globais
4. Conferência de Moscou	1987	Segundo Congresso Internacional sobre Educação e Formação Ambiental de Moscou	- Produziu documento de estratégias para educação e formação ambiental, com informações, ideias e pesquisas de projetos piloto.
5. Conferência de Jomtien	1990	Conferência Mundial sobre Ensino para Todos, Satisfação das necessidades básicas de aprendizagem	- Gerou a “Declaração Mundial sobre Educação para Todos”
6. Conferência do Rio de Janeiro (RIO-92 ou ECO-92)	1992	Conferência da Organização das Nações Unidas – ONU, sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento	- Definiu a Agenda 21, como instrumento de planejamento sustentável para sociedades - Desenvolveu a “Declaração sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento”
7. Conferência de Nova Delhi	1993	Conferência Mundial sobre Educação para Todos e pela Cúpula Mundial da Criança	- Gerou a “Declaração de Nova Delhi sobre Educação para Todos”, formado pelos países em desenvolvimento mais populosos do mundo – dentre eles o Brasil.
8. Conferência de Thessaloniki	1997	Conferência Internacional em Ambiente e Sociedade:	- Gerou a “Declaração de Thessaloniki”, mais um marco para o desenvolvimento

		Educação e Conscientização Pública para a Sustentabilidade	sustentável mundial, reconhecendo que os documentos anteriores ainda são válidos e não foram bem explorados
9. Conferência de Quioto	1997	Terceira sessão da Conferência das Partes da UNFCCC, a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima (COP 3)	- Ênfase no tema de mudanças climáticas e aquecimento global a partir da emissão de gases do efeito estufa - Gerou o “Protocolo de Quioto”, acordo para determinar redução na emissão de gases como o CO ₂
10. Conferência do Rio de Janeiro (Rio+20)	2012	Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável	- Promoveu renovação dos compromissos políticos com desenvolvimento sustentável estabelecidos em 1992 - Ênfase nos temas de economia verde e erradicação da pobreza

Fonte: Queiroz & Camacho (2016).

De acordo com Lovatto *et al.*, (2018) o Brasil é considerado um dos maiores consumidores de agrotóxicos do mundo. Esses defensivos químicos são muitas vezes compostos sintéticos danosos ao meio ambiente por conta de sua alta capacidade residual e contaminante, e também são altamente prejudiciais à saúde. Segundo Pelaez *et al.* (2010), o comércio de agrotóxicos entre os anos de 2000 e 2008 cresceu quase quatro vezes mais no Brasil em relação ao resto do mundo, e a taxa de aumento da importação dessas substâncias também foi quase quatro vezes superior a taxa de aumento da produção agrícola. Só no ano de 2009, as vendas de agrotóxicos no Brasil geraram US\$ 6,6 bilhões (MENTEN *et al.*, 2011 *apud* PELAEZ *et al.*, 2010). O estudo bastante atual de Friedrich *et al.* (2021) apontou que aproximadamente 80% dos agrotóxicos atualmente autorizados para serem aplicados nas plantações do Brasil não têm permissão de uso em pelo menos três países da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), incluindo até mesmo países que têm a agricultura como uma de suas atividades econômicas mais importantes, a exemplo de Austrália e Índia. 13

Neste contexto, foi proposto debater a temática “Controle de insetos pragas e vetores de doenças infecto-parasitárias” sob a perspectiva da discussão de métodos alternativos mais sustentáveis, buscando trazer interdisciplinaridade através da promoção de um júri simulado guiado entre universitários que cursavam Engenharia Agrícola e Ambiental ou Engenharia de Recursos Hídricos e do Meio Ambiente, ambos ofertados pela Universidade Federal Fluminense.

2. INSETICIDAS: UM BREVE PANORAMA

Os autores Perry *et al.* (1998), explicitam que compostos inorgânicos como enxofre, arsênicos e fluorados foram umas das primeiras substâncias utilizadas como inseticidas. Essa teria sido a primeira geração de produtos comercializados com propósito de atingir as populações das mais diversas pragas na agricultura moderna. Conforme os anos se passaram, novas substâncias começaram a ser utilizadas, como o DDT (*diclorodifeniltricloroetano*), os organofosforados, os carbamatos, os piretroides e até mesmo um grupo de substâncias conhecidas como precocenos. Hoje sabe-se que estes compostos podem apresentar efeitos colaterais muito sérios em mamíferos, podendo além de ser neurotóxicos ter propriedades carcinogênicas.

De acordo com Montella *et al.* (2007), um composto organofosforado conhecido pelo nome Temefos foi amplamente utilizado no Brasil desde o ano de 1967, sendo aplicado na água para matar as larvas do mosquito. Com o passar dos anos as populações do gênero *Aedes* se tornaram resistentes a essa substância, que caiu em desuso, dando lugar a aplicação de piretroides contra as formas adultas e *Bti* (*Bacillus thuringiensis israelenses* Barjac 1978), uma cepa de bactérias que tem capacidade de controlar populações larvas de alguns dípteros. Lima *et al.* (2011), em um estudo realizado no Brasil, identificaram que na década passada ainda se conseguia detectar resistência nas populações de *Ae. aegypti* do Ceará aos inseticidas a base de piretroides e organofosforados (e.g.: a cipermetrina e o Temefos, respectivamente) usados desde meados do século passado, sob a supervisão do Programa Nacional de Controle da Dengue.

Com o crescente e persistente problema da resistência de pragas – tanto agrícolas quanto urbanas – de insetos, pode-se estabelecer que há uma grande necessidade da criação de substâncias pesticidas mais eficazes e também que apresentem menos riscos à saúde humana e da natureza como um todo.

3. O POTENCIAL INSETICIDA EM ÓLEOS ESSENCIAIS VEGETAIS

Casida & Quistad (1998), determinam que uma das gerações mais recentes de inseticidas é marcada pela criação de compostos conhecidos como IGRs (*Insect growth regulators*, ou “reguladores do

crescimento de insetos”), que podem agir de forma a inibir ou mimetizar hormônios naturalmente produzido pelos insetos. O hormônio juvenil, por exemplo, é uma substância sesquiterpenoide produzida por insetos, que age de forma a manter as características juvenis das ninfas, até que no quinto estágio o inseto interrompe a produção de hormônio juvenil para que ocorra a metamorfose, passando para a forma adulta. A ecdisona por sua vez é um hormônio, esteroide, produzido constantemente pelos insetos e trabalhando em conjunto com o hormônio juvenil no processo de desenvolvimento e crescimento, sendo a grande reguladora da muda, ao estimular a produção de cutícula nova. Substâncias química e estruturalmente semelhantes a estes hormônios podem ser encontradas em plantas, o que acaba por gerar interações muito interessantes entre insetos e vegetais.

Os IGRs são isentos de resíduos e agentes tóxicos, no entanto, podem ser pouco específicos, não tendo alvos definidos e atingindo também espécies de insetos que podem ser benéficas, como polinizadores. Explorar a imensa diversidade de espécies da flora visando encontrar as suas substâncias naturalmente inseticidas pode ser uma solução para essa questão. (BHUYAN *et al.*, 2009).

Sláma & Williams (1966) foram responsáveis pela descoberta de um dos primeiros IGRs, a “azadiractina”, proveniente da planta *Azadirachta indica* A. Juss, popularmente chamada como: neem, margosa, nime ou lila índio, é a base para produção de um dos inseticidas biológicos botânicos mais utilizados nos dias de hoje: o óleo de *neem*. Hoje sabe-se que a azadiractina apresenta propriedades fagoinibitórias, mas também tem efeito antagonista do efeito de ecdisteroides (GONZÁLEZ-COLOMA *et al.* 2013; MORDUE & ALASDAIR, 2000). Este estudo pioneiro na área da entomologia permitiu que muitas outras substâncias vegetais fossem descobertas e estudadas. A partir da análise dos perfis químicos e isolamento das diversas substâncias aromáticas que compõem os óleos essenciais das plantas, pode-se entender melhor a respeito da sua forma de ação e até mesmo se pensar na viabilidade de sua produção artificial em laboratório para elaboração de bioinseticidas sintéticos.

Há anos vem se testando os óleos essenciais de diversas plantas em relação a sua atividade inseticida. Silva *et. al* (2008a) pesquisaram a respeito do efeito de lamiáceas e verbenáceas no controle de larvas de *Ae. aegypti*, identificando a composição dessas substâncias e determinando que seus compostos majoritários – carvacrol e óxido de cariofileno – foram as substâncias mais expressivas e responsáveis pelas mortes observadas. Estudos mais recentes mostram resultados promissores no uso de óleos essenciais no controle de *Ae. aegypti*, visando principalmente atingir as fases larvais do inseto, como

o estudo de Pandiyan *et al.* (2019), no qual se testou o efeito sinérgico da mistura de óleos essenciais de três famílias botânicas distintas, demonstrando eficácia e segurança no uso desta solução.

Sarma *et al.* (2019) realizaram uma pesquisa a respeito das propriedades larvicidas de 28 diferentes combinações de compostos a base de terpeno de óleos essenciais, após analisar a eficácia larvicida e adulticidas de 5 óleos essenciais de plantas. Os compostos majoritários destes óleos foram identificados e isolados e em seguida testados bianariamente para analisar seus efeitos sinérgicos. Temefos e malathion, larvicidas comerciais, foram também testados neste estudo em combinação com os compostos terpenos, revelando quais combinações destes produtos com qual componente majoritário dos óleos essenciais revelava maior eficácia. Nesse estudo, concluiu-se que a combinação de Temefos + Dialil dissulfeto e de Malathion + Eudesmol demonstraram-se mais promissoras no controle do mosquito. Por outro lado, o estudo de Maia *et al.* (2019) buscou avaliar a eficácia larvicida de um óleo essencial, e também aplicou a essa pesquisa uma técnica de liberação controlada desse óleo em um sistema biodegradável na natureza, a partir de uma técnica que envolve extrusão termoplástica para realizar a microencapsulação deste óleo. Neste estudo, a liberação de timol das partículas demonstrou eficácia no controle de larvas do mosquito, inclusive cepas resistentes.

Apesar de muitos estudos focarem na aplicação de óleos essenciais no foco de controle larval, alguns buscam o desenvolvimento de repelentes a partir dessas substâncias vegetais. O artigo de Azeem *et al.* (2019) revela a composição química e atividade de nove diferentes óleos essenciais contra o mosquito da dengue adulto, e apresenta resultados bastante promissores, uma vez que um dos óleos inibiu completamente a atração da fêmea do mosquito à mão humana onde o óleo foi aplicado, tendo efeitos comparáveis a produtos comerciais.

Isman *et al.* (2011) demonstraram a possibilidade do uso de pesticidas à base de óleos essenciais, comercialmente, nos âmbitos de consumo industrial e na aplicação da agricultura. Os autores revelam que alguns óleos essenciais ricos em mono e sesqui-terpenos e fenóis que são muito estudados por suas características odoríferas na indústria da aromaterapia. Recentemente, suas propriedades de controle de pragas vêm sendo estudadas (ISMAN *et al.*, 2011). Além disso, nesse estudo é discutido como os óleos essenciais são compostos complexos formados por diversas substâncias voláteis, que agem sinérgicamente para produzir seu efeito de toxicidade a pragas.

Esse estudo enfatizou que o potencial repelente destes óleos essenciais pode ser de grande aplicabilidade tanto em cenários domésticos e urbanos quanto na prática agrícola. Além disso, se destaca que o uso destes óleos essenciais como controle de pragas no ambiente rural – especialmente

no mercado de produção de alimentos orgânicos – é muito mais presente em países desenvolvidos, onde há menos competição com outros tipos de pesticidas. (ISMAN *et al.*, 2011). Por fim, os autores mencionam as possibilidades de uso de óleos essenciais em misturas com outros tipos de pesticidas, o que pode possibilitar uma gama muito variada de opções de controle de pragas. Maiores detalhes sobre os agrotóxicos se encontram no **ANEXO 1 – “Agrotóxicos”**. Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS) são registradas 20 mil mortes por ano devido o consumo de agrotóxicos.

4. INSETOS-PRAGA: DESAFIOS DA AGRICULTURA

Insetos representam um grande grupo de pragas agrícolas, e segundo Oliveira *et al.* (2014), pois eles são os maiores competidores dos seres humanos em relação ao consumo dos recursos gerados pela atividade agrícola, causando danos tão grandes à agricultura. Dessa forma, se pode considerar que esses animais são um dos maiores fatores na redução de produtividade de qualquer monocultura. Os insetos pragas podem pertencer a uma enorme diversidade de famílias, sendo extremamente diversos. Ao se tratar exclusivamente da soja, por exemplo, os autores Hoffmann-Campo *et al.* (2010) enumeram dezenas de espécies diferentes de invertebrados – dentre eles insetos como mariposas, gafanhotos, besouros e percevejos – que predam essa planta de grande importância econômica para o Brasil e o mundo (HIRAKURI; ESCHER; WILKINSON; LAZZAROTTO, 2019). Estes vários insetos atacam partes diferentes da planta, muitas vezes competindo entre si, e por vezes consomem partes distintas da planta em diferentes etapas de seus ciclos de vida.

O hemíptero *Dysdercus ruficollis* Linnaeus, 1764 é um exemplo de praga agrícola, conhecido popularmente como “percevejo manchador do algodão”. Segundo Gonçalves (2000), os percevejos da espécie *D. ruficollis* foram identificados em diversas regiões da América do Sul, dentre elas o Brasil. Muitas espécies do gênero *Dysdercus* Guérin Menéville, 1831 (Hemiptera: Pyrrhocoridae) são pragas de grande importância econômica, uma vez que devastam e infestam plantações de algodão, onde obtém seu alimento. Esses percevejos são vetores de um fungo que causa mancha nos algodoeiros. Frazer (1944) mostra que os esporos de um fungo do gênero *Nematospora* são transmitidos às plantas no momento da alimentação do inseto através das peças bucais.

Hoffman-Campo *et al.* (2010) discutem sobre como o Manejo Integrado de Pragas (**MIP**) pode ser eficaz no controle destes insetos, a partir de ações como a identificação e monitoramento inicial de insetos para melhor compreender seus ciclos e formas de ação, seguido de recomendação de medidas de controle diversificadas – como o uso de inseticidas específicos, armadilhas e feromônios. Assim, o **MIP** permite a racionalização do manejo de pragas, levando a uma redução significativa do uso de

pesticidas químicos como única forma de controle. Métodos de controle biológico e implementação de técnicas dinâmicas e específicas a cada caso (como pode ser o caso da aplicação de bioinseticidas) são o que tornam o **MIP** um processo tão efetivo e promissor no controle de pragas no Brasil.

5. O *AE. AEGYPTI* COMO EXEMPLO DE VETOR DE DOENÇAS EM CENTROS URBANOS

O mosquito da espécie *Ae. aegypti* é um inseto díptero, pertencente a uma das maiores e mais variadas ordens do grupo de artrópodes (TRIPLEHORN & JOHNSON, 2015). Esses organismos são dotados de um par de asas anteriores e um par de asas posteriores reduzidas (conhecidas como halteres). Os dípteros podem ser insetos de grande importância econômica e sanitária, uma vez que alguns de seus representantes podem inclusive ser hematófagos e importantes vetores de doenças, ou comumente pragas de humanos e animais - a exemplo das moscas domésticas, pernilongos, borrachudos, mosquitos-pólvora, mutucas e o próprio “mosquito da dengue”, forma pela qual é popularmente conhecido o *Ae. aegypti*. Os dípteros incluem vetores de agentes etiológicos de doenças como febre amarela, dengue, malária, filariose, doença do sono, febre tifoide e até mesmo disenteria (TRIPLEHORN & JOHNSON, 2015). O *Ae. aegypti* pode ser vetor dos agentes etiológicos da dengue, da febre amarela, da *zika* e da *chikungunya*.

Ainda segundo Triplehorn & Johnson (2015), o gênero *Aedes* pertence à família *Culicidae*, um grupo muito extenso e abundante, que apresenta estágio larval aquático e adultos com uma longa probóscide que participa da sua alimentação. As fêmeas de representantes deste grupo são hematófagas, podendo se alimentar de sangue humano e nesse processo transmitir diversas doenças. Os seus ovos dos mosquitos “podem ser colocados isoladamente ou em conjuntos, diretamente sobre a superfície da água, na face inferior de substratos flutuantes na água ou mesmo em local úmido bem próximo da água, dependendo do gênero” (CONSOLI & OLIVEIRA, 1994, p. 29). Esses autores descrevem que após a eclosão dos ovos as larvas se posicionam dentro d’água e costumam se alimentar de material orgânico como algas, e continuam a habitar ambientes aquáticos quando atingem a fase de pupa.

Na fase adulta, o *Ae. aegypti* não tende a se afastar muito do local onde emergiu, restringindo sua locomoção a algumas centenas de metros, mas outras espécies dessa família podem se deslocar por quilômetros. Como a dengue é considerada um grande problema de saúde pública, diversas medidas de prevenção e controle das populações de mosquito podem ser adotadas, visando ou eliminar os habitats de desenvolvimento larval do mosquito ou tratar o habitat larval com inseticidas. Outras

medidas preventivas incluem uso de telas, repelentes e inseticidas em spray e aerossóis nos humanos (TRIPLEHORN & JOHNSON, 2015).

6. A EDUCAÇÃO EM SAÚDE COMO FORMA DE PREVENÇÃO À ARBOVIROSES E CONSCIENTIZAÇÃO AMBIENTAL SOBRE USO DE PESTICIDAS

O *site* da Secretaria de Estado da Saúde do Paraná (SESA) elenca como medidas de controle da vigilância epidemiológica da dengue a vigilância entomológica (que foca na redução de criadouros de mosquito a partir de métodos como aplicação de larvicidas), a determinação e/ou acompanhamento dos níveis de infestação vetorial (a partir do estabelecimento de uma rotina de atividades de vigilância e fiscalização das práticas preventivas) e pôr fim a intensificação do controle populacional do vetor, que consiste na tomada de atividades emergenciais em casos de surtos e epidemias (permite-se nesses casos a aspersão de inseticidas a baixíssimo volume e reavaliação das visitas domiciliares de rotina (SECRETARIA DA SAÚDE DO PARANÁ, 2020).

Apesar de se saber que ações governamentais de fiscalização e implantação de medidas de controle sanitário no ambiente urbano, a educação em saúde da população de todas as faixas etárias permanece sendo um fator de extrema significância quando se trata da eficiência de qualquer programa de controle de epidemias. Henriques & Silva (2012) realizaram um estudo no estado de São Paulo acerca da educação em saúde no contexto do controle da dengue, e determinaram que as ações de controle comumente implementadas pelo estado têm caráter técnico e tradicional, generalista e de pouca consideração a peculiaridades regionais. A infraestrutura da educação em saúde foi analisada como insuficiente, e conclui-se que muito precisa ser melhorado no âmbito da promoção da saúde e da disseminação de conhecimento. A educação se sobressai como a palavra-chave neste complexo problema urbano.

Marteis *et al.* (2011) discutem a abordagem sobre dengue na educação básica no estado de Sergipe a partir da análise de cartilhas educativas, e ressaltam a necessidade de elaboração de textos de divulgação científica mais especializados e coerentes com o ambiente escolar, que tenham por objetivo priorizar as condições locais de cada população-alvo, considerando a dinâmica geograficamente variável da infestação por *Ae. aegypti* (SILVA *et al.*, 2008b).

A educação da população é a base para qualquer mudança social, e permite a transformação do mundo, sendo o caminho para melhorias e conquistas públicas. É de extrema importância que os mais diversos temas pertinentes à ciência moderna em constante evolução e a saúde sejam discutidos nos

mais plurais meios sociais, para que o pensamento crítico se desenvolva e a participação ativa do cidadão se torne algo comum. Discutir temas como a biotecnologia em sala de aula é trazer para a escola uma porta de entrada para um mundo de conscientização sustentável (MARTEIS *et al.*, 2011).

Sobre o tema da educação em saúde como forma de intervenção social, podemos afirmar que “[...] como experiência especificamente humana, a educação é uma forma de intervenção no mundo. Intervenção que além dos conhecimentos dos conteúdos bem ou mal ensinados e/ou aprendidos implica tanto esforço de *reprodução* da ideologia dominante quanto o seu *desmascaramento*” (FREIRE, 2011, p. 98).

É importante salientar que muitos fatores para além do controle sanitário por meio do uso de inseticidas estão envolvidos na manutenção da dengue. Pimentel *et al.* (2020) discutem a respeito das evidências de que esforços individuais não são suficientes no controle das doenças relacionadas ao gênero *Aedes*, havendo inúmeros fatores sociais, econômicos e políticos envolvidos que interferem nesse processo, como condições de saneamento básico e coleta e destino do lixo nas cidades. Pimentel *et al.* (2020) ao abordarem essas questões trazem atenção ao fato de que muitos elementos socioambientais e políticos não são estudados a fundo na formação do biólogo. Uma vez que estes temas são de extrema relevância, é importante que sejam debatidos e mais frequentemente abordados na universidade.

A questão do uso de defensivos químicos como agrotóxicos e pesticidas dos mais variados tipos é bastante polêmica, e a opinião pública acerca deste tema precisa ser mais amplamente discutida, uma vez que os impactos do uso destas substâncias atingem todas as camadas sociais, direta ou indiretamente. É também um papel da Educação Ambiental trazer discussões acerca do uso de pesticidas – seja no meio urbano ou rural – para dentro do ambiente da sala de aula. A conscientização popular sobre os perigos de determinadas substâncias e sobre as potencialidades que a biotecnologia oferece no estudo de alternativas sustentáveis são ferramentas essenciais na construção de um futuro mais viável para o planeta como um todo.

Fernandes & Stuaní (2015) desenvolveram uma pesquisa na Universidade Federal de Santa Catarina focada na análise da percepção e compreensão de estudantes de Licenciatura acerca do tema de agrotóxicos no Ensino de Ciências, buscando entender melhor as dimensões econômicas, sociais, culturais, ambientais e éticas relacionadas a esta temática, como percebidas por estes alunos. Como resultado, perceberam que a temática de agrotóxicos em educação ambiental pode ser explorada por diversas lentes diferentes, podendo ser estudada por exemplo a partir de uma perspectiva freiriana de

educação, e até mesmo perspectivas críticas como a marxista. Por outro lado, o estudo de Franz & Link (2011), buscou olhares ainda mais jovens a respeito da mesma temática, ao estudar a reflexão de alunos de séries do Fundamental – no Rio Grande do Sul - acerca da história dos agrotóxicos, suas classificações, funções, utilizações corretas, formas de proteção e destinação final, além de temas pertinentes a educação ambiental como a ação destes químicos na natureza e seus prejuízos a saúde humana. Este estudo buscou contribuir para a formação da consciência ambiental de uma maneira interdisciplinar, envolvendo projetos com várias disciplinas, e conclui que é necessário investir na promoção de mudanças sustentáveis, enxergando a escola como um ambiente de oportunidades e de conscientização.

Além da educação em nível básico acerca da biologia de pesticidas, se faz necessário uma educação em nível ainda mais abrangente, que atinja o agricultor que nunca teve formação que lhe permitisse formar opiniões sobre os danos que agrotóxicos podem oferecer. Sousa *et al.* (2018) analisaram a percepção ambiental de trabalhadores rurais de uma comunidade da Paraíba sobre o uso de agrotóxicos, revelando que além de 80% dos entrevistados utilizarem estes defensivos agrícolas, 50% relatam a falta de fiscalização das autoridades.

O estudo também revela que a maioria dos agricultores assume que é possível produzir sem o uso de agrotóxicos e pesticidas, embora na realidade essa concepção se torne difícil de se alcançar, uma vez que a competição agrícola é alta e o uso de defensivos trouxe ao agricultor, especialmente o pequeno, a capacidade de produzir em escala maior, lhe rendendo maiores lucros. (SOUSA *et al.*, 2018). Podemos perceber dessa forma como a educação a respeito da biotecnologia e seu grande potencial no provimento de alternativas sustentáveis, mais benéficas para a saúde da natureza e do homem, e um grande potencial para economizar e baratear, sendo útil e valioso para a população humana, e como esse tipo de conhecimento precisa adentrar mais as classes de trabalhadores rurais que lidam com essa temática diariamente e diretamente. Para a educação ser libertadora, ela precisa se difundir por todas as camadas sociais, e só assim, tomando conhecimento sobre as entranhas de seu ofício, o agricultor pode se proteger dos danos que ele o pode causar (SOUSA *et al.* 2018; FREIRE, 2011).

As empresas fornecedoras de agrotóxicos oferecem aos agricultores instruções, manuais e informações técnicas, vendendo o benefício a curto prazo de seus produtos. Todavia, o saber científico por trás da utilização de pesticidas não é divulgado da maneira que deveria, porque as consequências não configuram uma boa propaganda ou estratégia de *marketing*. “Naturalmente, reinsisto, o empresário moderno aceita, estimula e patrocina o treino de ‘seu’ operário. O que ele

necessariamente recusa é a sua *formação* que, envolvendo o saber técnico e científico indispensável, fala de sua *presença* no mundo. Presença humana, presença ética, aviltada toda vez que transformada em pura *sombra*.” (FREIRE, 2011, p. 98).

Nas palavras de Freire (2011), ao reivindicar e insistir na Educação como forma de intervenção no mundo, a desvalorização da educação do homem – seja ele agricultor, seja operário, seja subordinado a entidades maiores que o controlam e dele filtram informações -, o deixa às sombras da sua própria existência. Dessa forma, podemos entender que a fuga da obscuridade da ignorância se dá através do ensino, da disseminação e popularização da Ciência: da ciência e de sua História, de sua Biologia, de sua Química, e de tantas outras vertentes do conhecimento, a nível popular e de fácil compreensão.

7. APLICABILIDADES DO JÚRI SIMULADO NO ENSINO REMOTO

O júri simulado é um tipo de modelo de aprendizagem ativa que pode trazer diversos benefícios no processo da educação não apenas da turma de alunos como do professor, sendo uma experiência enriquecedora para todas as partes envolvidas. Exemplos na literatura como Albuquerque *et al.* (2015) citam essa atividade como um importante recurso pedagógico na educação ambiental crítica, capaz de aliar uma atividade educativa prática à teoria, abordando questões complexas e focando em problemas reais. Segundo estes autores, o júri simulado permite que os discentes se emancipem nesse processo e desenvolvam competências importantes na análise crítica e na tomada de decisões.

Além disso, essa metodologia permite uma boa oportunidade para desenvolvimento da argumentação, da escuta e da retórica, todas características muito importantes na formação do professor. A vivência conjunta da turma e do docente nessa atividade influencia ambos, permitindo um diálogo saudável e proveitoso para todos. Desse modo, “juristas e juízes, bem como as pessoas em geral, pressupõem que pelo menos algumas das proposições jurídicas podem ser verdadeiras ou falsas” (DWORKIN, 1999, p. 7).

8. PROPÓSITO DAS NOSSAS ATIVIDADES

Os júris simulados que promovemos entre os dois grupos de alunos em cada uma das duas turmas visou debater sobre as vantagens ou os problemas associados ao uso de defensivos químicos agrícolas naturais e sintéticos. Os dois cursos envolvidos foram: (i) Engenharia de Recursos Hídricos e Meio Ambiente; (ii) Engenharia Agrícola e Ambiental, ambos da UFF. Para este fim, primeiro foi desenvolvido um texto-base sobre o tema dos impactos negativos de inseticidas e agrotóxicos e exemplo de alternativa biotecnológica no controle de pragas agrícolas e urbanas (**Quadro 2**).

Quadro 2 – Conteúdo do texto apresentado para os alunos antes de cada debate.

Impactos negativos de inseticidas e exemplo de alternativa biotecnológica no controle do <i>Ae. aegypti</i>
Agrotóxicos podem ser usados no combate à organismos como ervas daninhas, fungos, ácaros, moluscos, roedores e insetos (SILVA & COSTA, 2011). Por serem usados no controle ou eliminação de pragas agrícolas e de vetores de patógenos, agrotóxicos geram benefícios econômico e sanitários; mas não é possível ignorar que também acarretam impactos à saúde e ao meio ambiente, sendo necessário usar equipamentos de segurança em seu manuseio e limitar as quantidades usadas (FUNASA, 2001). O organoclorado DDT (diclorodifeniltricloroetano), por exemplo, teve sua fabricação, importação, exportação, manutenção em estoque, comercialização e seu uso proibidos através da Lei nº 11.936, de 14/05/2009. O produto é prejudicial pelo poder de acumulação no ambiente (pode permanecer até 30 anos no solo) nos organismos (bioacumulação) e nas cadeias alimentares (biomagnificação) (BRASIL, 1997). Inseticidas são usados no controle de diversos tipos de insetos, dentre eles os mosquitos <i>Ae. aegypti</i>, que podem transmitir os vírus da dengue, da zika e da <i>chikungunya</i>. No entanto, no final dos anos 90, agentes de saúde verificaram que inseticidas não estavam funcionando no campo, o que demonstra a resistência adquirida do vetor. Além disso, o mecanismo de resistência a inseticidas é uma forma de adaptação evolutiva e tem sido amplamente verificada no Brasil em populações de <i>Ae. aegypti</i>, conforme análises da Rede Nacional de Monitoramento da Resistência de <i>Ae. aegypti</i> (FIOCRUZ, 2011). O controle químico por meio de inseticidas não é o único que pode ser aplicado no combate a insetos, além dele existem os controles mecânico, biológico, legal e as ações educativas. No entanto, inseticidas continuam sendo muito populares. Dentre os cinco aprovados para a Saúde Pública no controle de mosquitos vetores adultos, quatro pertencem à classe dos piretroides, e um, o “malathion”, é organofosforado. O <i>Ae. aegypti</i> é altamente resistente aos piretroides, por isso o mais usado ainda é o malathion (VALLE & LOURENÇO, 2016). Este inseticida, segundo Carson (1962), era usado em residências e em larga escala nas plantações e tinha o uso muito encorajado, por ser considerado menos tóxico para os mamíferos. Porém, quando ministrado simultaneamente com outros organofosforados torna-se fatal. Segundo Peres, Moreira & Dubois (2003), os organofosforados podem desencadear intoxicações que podem causar efeitos neurotóxicos, e até alterações cromossômicas. Além dos riscos ao meio ambiente e à saúde humana, os inseticidas não são tão eficientes para combater o inseto vetor, uma vez que surtos de dengue são recorrentes todo ano no território brasileiro.

Atualmente, a principal estratégia de controle do mosquito *Ae. aegypti* são os inseticidas e larvicidas, porém as consequências do uso destes produtos são preocupantes, pois poluem o meio ambiente, matam insetos não-alvos, apresentam alto custo e grande parte dos mosquitos e larvas são resistentes a eles.

Como alternativa a este cenário, métodos biotecnológicos estão sendo desenvolvidos cada vez mais. Um exemplo é o uso de nanopartículas, que não poluem o meio ambiente, apresentam baixo custo e são fáceis de obter. Uma equipe de cientistas apresentou resultados animadores de uma pesquisa usando nanopesticidas com extratos vegetais como larvicida contra o *Ae. aegypti* (BANUMATHI et al., 2017). Neste estudo, as folhas de *Lobelia leschenaultiana* foram utilizadas, e o extrato obtido a partir delas foi utilizado para síntese e estabilização de nanopartículas de ZnO (Óxido de Zinco), que destroem a larva ao agir em diversos tecidos causando deformações anatômicas. Como resultado, as nanopartículas causaram mortalidade de 100% de larvas.

Além de bioinseticidas poderem ser valiosos no controle de pragas urbanas como é o caso do vetor da dengue, estes produtos podem ser utilizados no meio agrícola para controle de pragas como alternativa ao uso de agrotóxicos, que podem ser muito prejudiciais a saúde humana e das populações de insetos benéficos, além de trazer riscos como a contaminação de alimentos e dos lençóis freáticos. Podemos concluir, assim, que estudar as propriedades inseticidas de extratos vegetais e desenvolver biotecnologias mais sustentáveis pode ser muito vantajoso para a saúde da humanidade e da natureza de forma geral, tanto no meio urbano quanto no rural.

Fonte: As autoras.

Após o debate, se elaborou e aplicou um questionário online construído no *Google Forms* para analisar as opiniões dos alunos acerca do júri simulado e seu aprendizado neste processo, como ferramenta para utilização futura na continuidade deste trabalho (**Quadro 3**). Esse questionário teve como propósito permitir a interpretação das opiniões dos alunos quanto ao tema discutido e a própria dinâmica de júri simulado como metodologia de ensino.

O questionário incluiu também perguntas elaboradas na escala de Likert, que permite análise de diferentes padrões de resposta obtidos. Segundo Joshi *et al.* (2015), a escala de Likert é uma das ferramentas psicométricas avaliativas mais fundamentais e populares em pesquisas sociais e científicas, permitindo a geração de um *score* composto como padrão de resposta. Assim, o referido questionário foi elaborado como uma metodologia complementar à dinâmica de júri, servindo a função de uma ferramenta avaliativa.

O questionário teve como título: “Impactos negativos de inseticidas e exemplo de alternativa biotecnológica no controle do *Ae. aegypti*” foi redigido, em colaboração com a doutoranda Andreia Guerra Pimentel que se encontra vinculada ao curso de pós-graduação em Ciências e Biotecnologia da

UFF, retratando a importância da discussão a respeito do uso da biotecnologia como ferramenta importante para o desenvolvimento de práticas mais sustentáveis no controle de pragas agrícolas e insetos vetores de doenças, como o próprio *Ae. aegypti*, e elucidando também conceitos básicos que concernem o uso de inseticidas e seus efeitos colaterais (**Quadro 3**).

Quadro 3 - Questionário pós-debate para analisar as opiniões dos alunos

Questões
1) Você já havia participado de um júri simulado antes? (Pergunta múltipla escolha com opções sim/não)
2) Selecione os termos discutidos no júri que você desconhecia até então (Dentre as opções: “ MIP ”, “Biopirataria”, “resistência de vetores e pragas”, “Bioinseticida/inseticida biológico”, “Malathion”, “Organofosforado”, “Piretroide”, ou “conhecia todos”)
Avaliar as afirmações a seguir numa escala de 1-5, sendo 1= discordo totalmente, e5= concordo totalmente.
3) Eu acredito que métodos alternativos de ensino (como debates) são úteis para tornar as aulas mais dinâmicas”
4) “Eu acredito que debates são bons métodos de aprendizagem no Ensino Remoto”
5) “Eu já apresentava uma base teórica significativa sobre o tema antes de ler o texto de introdução ao júri simulado”
6) “Senti que pude expor todos meus argumentos livremente e/ou rebater os contra-argumentos de meus colegas”
7) “Ao final do debate, pude aprender coisas novas”
8) “Após a dinâmica, sinto que minha opinião sobre bioinseticidas mudou”
9) “Acredito que bioinseticidas podem ser uma alternativa promissora para controle de pragas e insetos vetores no Brasil”
10) Caso queira, por favor envie algum comentário adicional ou crítica à dinâmica.

Fonte: As autoras

O propósito da apresentação deste texto previamente à dinâmica de júri foi permitir que os alunos tenham um contato inicial e introdutório ao tema, para que possam preparar e embasar melhor seus argumentos antes do debate. Dessa forma, foram reservados 15 minutos do início da aula para a leitura deste texto. O texto se inicia com um parágrafo que propõe um panorama geral sobre o uso de agrotóxicos no meio rural e seus impactos negativos.

Em seguida, o texto desloca o leitor do ambiente agrícola e o transporta até o cenário urbano, explorando o tema do uso de inseticidas contra o *Ae. aegypti*, seus efeitos colaterais e o fenômeno de resistência adquirida pelo vetor a partir do uso indiscriminado e desregrado de pesticidas como o malathion (VALLE & LOURENÇO, 2016).

Os últimos parágrafos encerram o texto unindo os dois capítulos iniciais ao propor o desenvolvimento de produtos sustentáveis e alternativos a inseticidas e agrotóxicos, a partir da biotecnologia e do estudo de plantas nativas. O foco principal da apresentação deste texto foi enfatizar o papel da biotecnologia como ferramenta de criação de novos métodos de controle de pragas, utilizando o exemplo da confecção de bioinseticidas elaborados a partir de óleos essenciais de plantas da flora brasileira, oferecendo aos alunos um pouco de embasamento teórico antes da realização da dinâmica proposta.

Por fim, também nos propusemos a enumerar, analisar e discutir sobre as opiniões mais relevantes levantadas no debate a partir da gravação e transcrição das aulas para gerar dados em forma de nuvens de palavras e gráficos. Assim, foi analisado se os alunos destes dois cursos distintos diferiram quanto aos seus posicionamentos e argumentações acerca de um tema muito pertinente à sua realidade como futuros profissionais da área de meio ambiente: o uso de pesticidas e agrotóxicos.

8.1. REALIZAÇÃO DO JÚRI SIMULADO REMOTO

A etapa prática deste estudo foi a realização de um júri simulado que sucedeu a leitura do texto de divulgação científica anteriormente descrito. A partir da exposição de questões norteadoras envolvendo o tema de biotecnologia no controle de pragas urbanas e agrícolas presentes no texto, foi iniciado um júri com turmas de primeiro período de dois cursos de Engenharias de Recursos Hídricos e Ambiental (**ERHMA**) e Engenharia Agrícola e Ambiental (**EAA**) (**Quadro 4**).

Quadro 4 – Dados das duas turmas que participaram dos debates, envolvendo Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental (**ERHMA**) e Engenharia Agrícola e Ambiental (**EAA**), que são ministradas pelo Departamento de Biologia Geral (**GBG**) da Universidade Federal Fluminense

Disciplinas	Cursos	Subgrupos	Datas de cada Debate
GBG 00049 Biologia Geral Aplicada (n= 23)	Engenharia de Recursos Hídricos e Meio Ambiente (ERHMA)	G1 (Defesa)	6 de abril de 2021
		G2 (Acusação)	
GBG 00054 Biologia Geral II (n= (34)	Engenharia Agrícola e Ambiental (EAA)	G3 (Defesa)	14 de abril de 2021
		G4 (Acusação)	

Cada turma foi dividida em dois grupos com posições opostas, sendo que um dos grupos representava a defesa e o outro a acusação do uso de bioinseticidas a base de óleos essenciais no controle de pragas agrícolas e da dengue no ambiente urbano. Os dois grupos antagônicos deste júri são representados de um lado por uma Empresa multinacional (de nome fictício “Neogen”), e do outro extremo oposto por uma Organização não governamental (de nome fictício “Projeto Anti-toxina”). O tema central do júri foi “*Bioinseticidas botânicos são o futuro da agricultura e controle de arboviroses no Brasil?*”

Para garantir participação equitativa dos alunos nos dois grupos de cada turma em cada júri (**G1 e G2** ou **G3 e G4**), os participantes foram agrupados com base nas listas de chamada. Os alunos precisaram fundamentar suas opiniões independente de suas crenças pessoais, buscando elaborar argumentos concisos para defender sua posição no júri simulado, uma vez que essa atividade busca desenvolver a habilidade retórica, a capacidade de organizar ideias a partir do conhecimento geral sobre um tema. O cenário fictício criado para a execução desta dinâmica foi o seguinte:

- **Grupos G1 e G3:** Representam uma ONG chamada “Projeto Anti-toxina”, que investiga ações perigosas da empresa Neogen. Ativistas da ONG defendem cientistas que estudam propriedades químicas de plantas nativas da Mata Atlântica e atualmente desenvolvem um bioinseticida natural a

base de folhas de abacateiro, cujas propriedades naturais são promissoras no combate a larvas de diferentes pragas, urbanas e rurais.

- **Grupos G2 e G4:** Representa os assessores de uma empresa multinacional de nome fantasia “*NeoGen*”, que vende por preço baixo estoques de inseticida piretroide proibido e rejeitado no resto do mundo para o Brasil. A substância neurotóxica é aprovada e utilizada em larga escala, contaminando lençóis freáticos de uma região do RJ, e tendo seus resíduos detectados na água potável de nascentes. Essa mesma empresa também comercializa um inseticida organofosforado para uso doméstico contra mosquitos da dengue, cujo uso tem demonstrado efeitos colaterais pelos seus usuários, como tonturas, dores de cabeça e aceleração cardíaca.

No segundo debate, a fim de melhor organizar a discussão. As discussões suscitadas nesta atividade foram observadas e os pontos elencados pelos alunos foram anotados para análise e discussão. Ao fim do júri, os alunos foram perguntados a respeito da experiência da prática e seus aprendizados e curiosidades sobre o tema. Cada dinâmica durou em média 2 horas.

As questões suscitadas a partir dessa discussão foram enumeradas e analisadas, para serem discutidas formalmente nos resultados deste trabalho. Como mecanismos de análise desse material, foi pedida permissão da turma para gravação do áudio do debate, e também foram feitas anotações durante o processo. Levando em conta as questões da atualidade envolvendo a epidemia de Covid-19, essa atividade - originalmente prevista para ser realizada de maneira presencial- precisou ser repensada para acontecer remotamente, por meio da criação de uma sala virtual para o debate, através da plataforma “*Google Meet*”. Todas as ações foram gravadas.

Apesar de a dinâmica ter caminhado e evoluído similarmente em ambos os grupos e de a primeira autora desse livro teve em mãos um roteiro preparado para mediar o debate, pude observar que temas diferentes foram discutidos nos dois grupos. Temas que surgiram no primeiro debate nunca chegaram a se desenvolver no segundo e vice-versa, uma vez que as contribuições argumentativas dos participantes seguiram caminhos imprevisíveis. A maioria das questões que eu havia preparado previamente para inserir no debate caso a discussão estagnasse foram levantadas e desenvolvidas pelos próprios alunos de maneira intensa e com entusiasmo. Dessa maneira, apesar de seguirem um mesmo protocolo e história pré-definida, os dois debates foram bastante distintos quanto ao conteúdo abordado e a forma que esse conteúdo se desenvolveu. Juntos, ambos os debates se completam ao abordarem perspectivas e temáticas diferentes acerca de um tema central maior.

8.2. ELABORAÇÃO DE NUVEM DE PALAVRAS

Como última etapa desta metodologia foi elaborado um mapa mental em estilo nuvem de palavras ou tags a partir do software online gratuito *WordClouds*⁴. O recurso tecnológico da nuvem de palavras é uma estratégia pedagógica que permite a ilustração de um conjunto de ideias de maneira didática e organizada, sendo uma boa ferramenta na análise de conteúdo. As nuvens de palavras funcionam como representações gráfico-visuais do grau de frequência das palavras em um texto – neste caso, na discussão de um júri simulado. Dessa forma, quanto mais a palavra é utilizada, mais chamativa se torna sua representação na nuvem: palavras que aparecem com fontes maiores foram mencionadas mais vezes, e palavras com menores fontes foram menos relevantes para a discussão. (VILELA *et al.*, 2020).

Os debates nas duas turmas foram gravados e posteriormente transcritos manualmente palavra por palavra, gerando um arquivo de texto. Este documento foi inserido na plataforma geradora de nuvem de palavras, e polido da seguinte maneira: foram selecionadas apenas palavras repetidas mais de uma vez para compor o mapa, e foram excluídas da seleção palavras que não agregam significado sozinha (a exemplo de conectivos, advérbios, pronomes, dentre outras classes). Alguns termos foram editados para serem grafados com um hífen apesar de não apresentarem hífen normalmente (por exemplo “pequenos-produtores”, pois se considerou que estas palavras tem mais valor juntas que separadas, uma vez que sempre foram mencionadas em sequência. Além disso essa edição permitiu uma organização mais limpa e compreensível do mapa).

Após a entrada do texto transcrito e da edição de termos repetidos e considerados inadequados, o montante final de vocábulos obtido foi transformado em uma imagem. No total foram gerados 3 mapas de nuvem de palavras: Um para o grupo do primeiro debate, um para o grupo do segundo debate e um unindo os resultados dos dois debates. A partir do mapa *software* mencionado acima também foi possível obter tabelas em formato Excel, contendo a quantidade exata dos termos mais mencionados. Estas tabelas foram utilizadas para configurar alguns gráficos ilustrativos para interpretação dos dados obtidos.

9. PRODUTOS DOS DEBATES

O primeiro debate contou com a participação de 23 alunos de primeiro período de Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental (ERHMA) da Universidade Federal Fluminense, na disciplina de “Biologia Geral e Aplicada”, e foi acompanhado pela Profa. Dr^a Suzete Araujo Oliveira Gomes, tendo duração total de aproximadamente 2 horas. O segundo debate foi realizado com de

alunos de primeiro período de Engenharia Agrícola e Ambiental (EAA) da Universidade Federal Fluminense, durante um tempo de aula da disciplina de “Biologia Geral II” ministrada pela professora Dr^a Samara Machado Rossatti e da Profa. Dr^a Neuza Rejane Wille Lima, tendo duração total de aproximadamente 2 hora, e contou com a participação de 34 alunos.

9.1. A NUVEM DE PALAVRAS

A primeira Nuvem de Palavras (Fig.1. a.) apresentou um total de 116 verbetes. Dentre estas palavras, as 15 mais frequentemente citadas foram, nesta ordem (a quantidade de menções de cada termo aparece entre parênteses.): agrotóxicos (n= 31), empresa (n= 30), inseticidas (n= 22), bioinseticidas (n= 22), investir (n= 22), meio-ambiente (n= 17), fiscalização (13), prejudicial (13), lucro (12), plantas (12), vender (12), desenvolvimento (10), dinheiro (n= 9) e estudar (n= 9).

A segunda Nuvem de Palavras (Fig. 1.b) apresentou um total de 119 verbetes. Dentre estas palavras, as 15 mais frequentemente citadas foram, nesta ordem: produto (60), agronegócio (n= 27), vender (n= 22), agrotóxicos (n= 18), empresa (n= 16), Brasil, (n= 12), mercado (n=12), danos (n= 10), mal (n= 10), meio-ambiente (n= 10), ONG (n= 10), agricultores (n= 9), caro (n= 9), agricultura (n= 8) e lei (n= 8).

A nuvem de palavras formada pelo somatório das transcrições dos dois grupos (Fig.1.c.) gerou uma lista de 195 verbetes, havendo diversas sobreposições de palavras mencionadas em ambas as turmas. Dentre as palavras desta lista, as 15 mais frequentemente citadas foram, nesta ordem: produto (n= 86), agrotóxicos (n= 49), empresa (n= 46), vender (n= 34), agronegócio (n= 27), bioinseticidas (n= 27), meio-ambiente (n= 27), inseticidas (n= 22), investir (n= 22), Brasil (n= 20), mercado (n= 17), fiscalização (n= 15), prejudicial (n= 15), plantas (n= 14) e dinheiro (n= 12).



Figura 1 – Nuvens de palavras dos debates estabelecidos através do júri simulado, mostrando as palavras mais frequentes lançadas pelos alunos das turmas de: **(a)** Engenharia de Recursos Hídricos e Meio Ambiente (**ERHMA**); **(b)** Engenharia Agrícola e Ambiental (**EAA**); **(c)** Somatório das Turmas.
Fonte: As autoras.

9.2. GRÁFICOS COMPARATIVOS: QUANTIFICAÇÃO DE TERMOS MAIS FREQUENTES

A seguir, observa-se na Figura 2 o primeiro gráfico elaborado com as 15 palavras mais frequentemente mencionadas na transcrição das discussões da turma de **ERHMA**. Neste gráfico, os termos “agrotóxicos”, “empresa”, “bioinseticidas”, “inseticidas” e “investir” ocupam aproximadamente 50% do gráfico. As porcentagens de frequência destas palavras dentre os 116 verbetes foram: 12% para “agrotóxicos” e “empresa”, e 9% para “bioinseticidas”, “inseticidas” e “investir”. Os outros 10 termos ocupam os 50% restantes de frequência de menções.

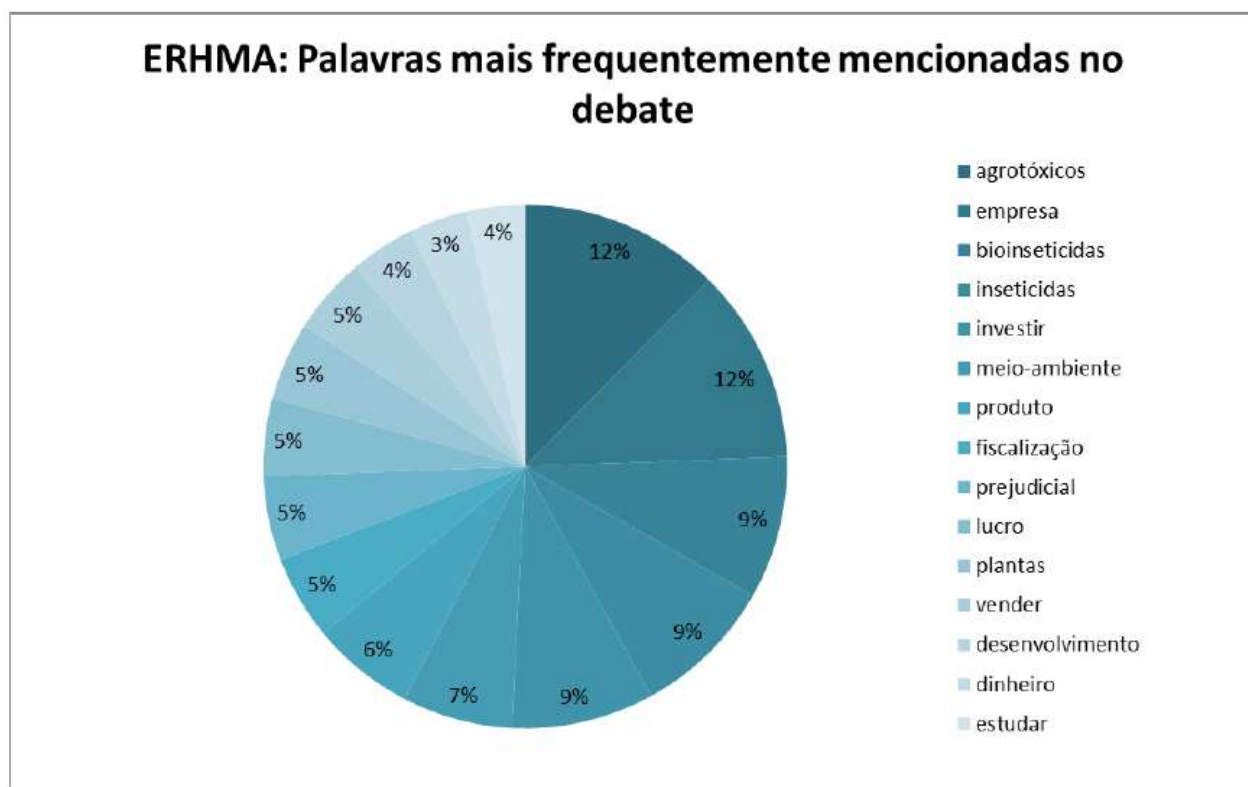


Figura 2 - As 15 palavras mais mencionadas no debate entre os alunos da turma de Engenharia de Recursos Hídricos e Meio Ambiente. Fonte: As autoras

Na **Figura 3** pode-se observar o gráfico elaborado com as 15 palavras mais frequentemente mencionadas na transcrição das discussões da turma de **EAA**. Neste gráfico, os termos “produto”, “agronegócio”, “vender” e “agrotóxicos” ocupam um pouco mais de 50% do gráfico. As porcentagens de frequência destas palavras dentre os 119 verbetes foram: 25% para “produto”, 11% para “agronegócio”, 9% para “vender” e 8% para “agrotóxicos”. Os outros 11 termos ocupam os 50% restantes de frequência de menções.

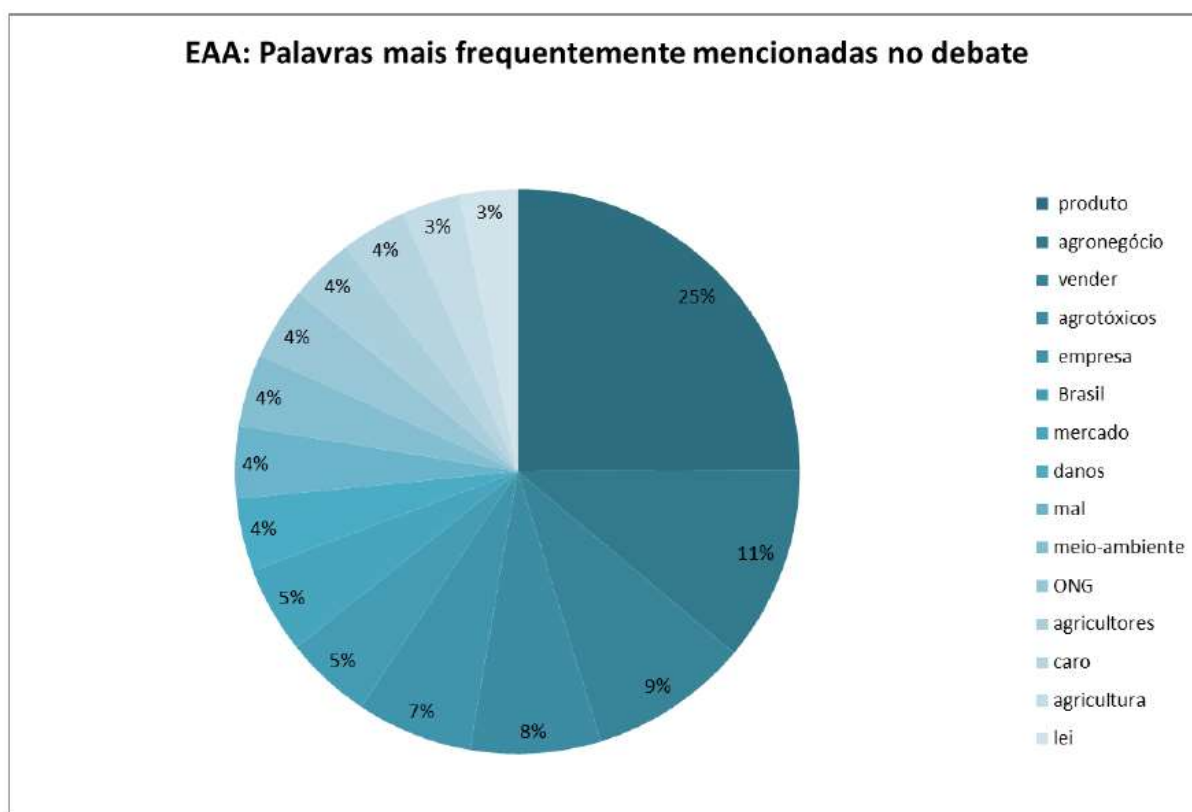


Figura 3 - As 15 palavras mais mencionadas no debate da turma de Engenharia Agrícola e Ambiental.

Fonte: As autoras

Na **Figura 4** podemos observar o gráfico elaborado com as 15 palavras mais frequentemente mencionadas na transcrição das discussões das duas turmas. Neste gráfico, os termos “produto”, “agrotóxico”, “empresa” e “vender”, aproximadamente 50% do total do gráfico. As porcentagens de frequência destas palavras dentre os 195 verbetes foram: 20% para “produto”, 11% para “agrotóxico” e “empresa” e 8% para “vender”. Os outros 11 termos ocupam os 50% restantes de frequência de menções.

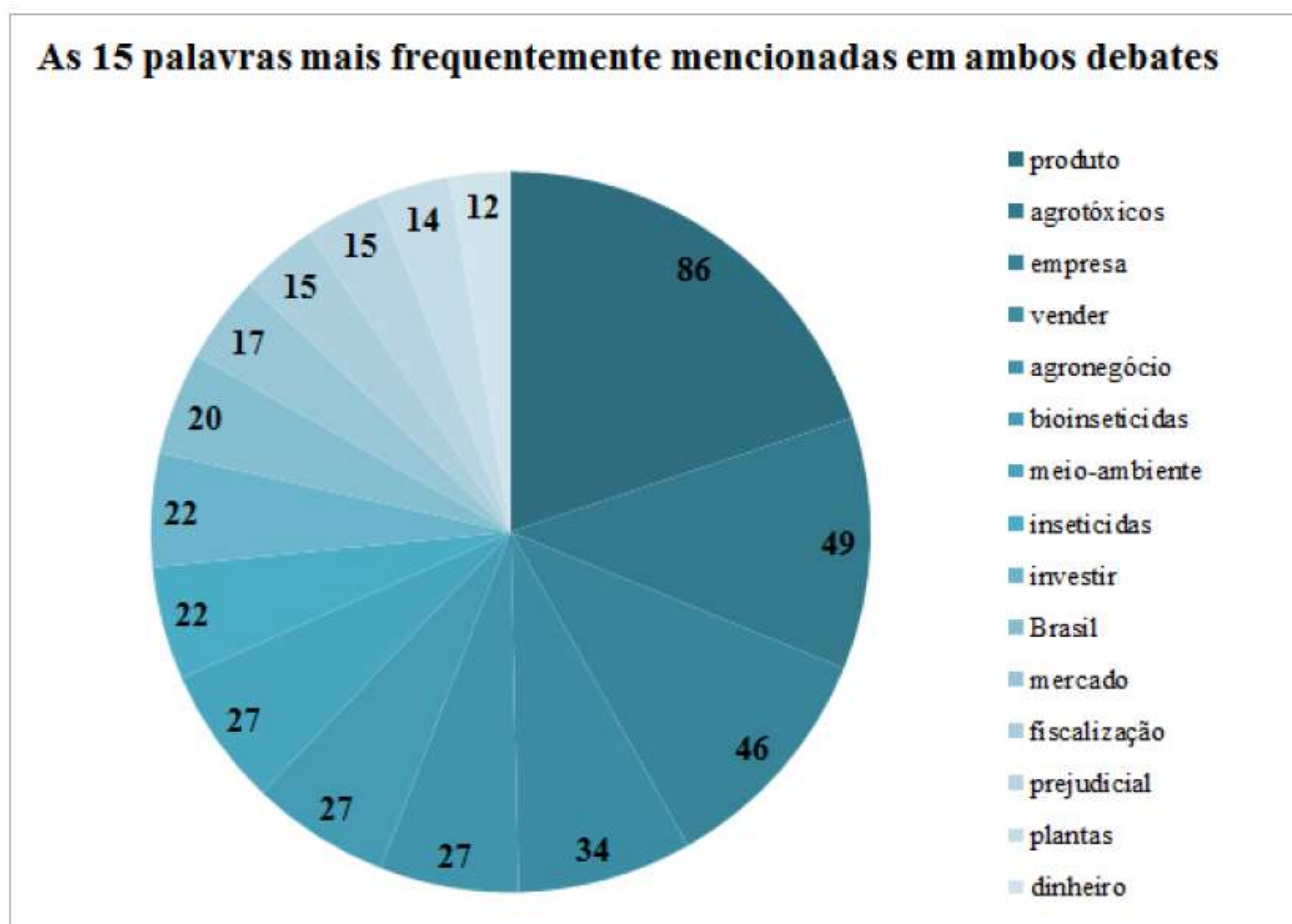


Figura 4 - As 15 palavras mais mencionadas em ambas as duas turmas de Engenharia de Recursos Hídricos e Meio Ambiente e de Engenharia Agrícola e Ambiental. Fonte: As autoras

Na **Figura 5** podemos observar um gráfico em modelo de diagrama de Venn, mostrando a interseção de menções em ambos os grupos, ou seja, os termos que foram considerados coincidentes a partir da união das tabelas de menções das duas turmas. Observa-se que houve um total de 26 interseções coincidentes dentre os 235 verbetes analisados dentre as tabelas das duas turmas.

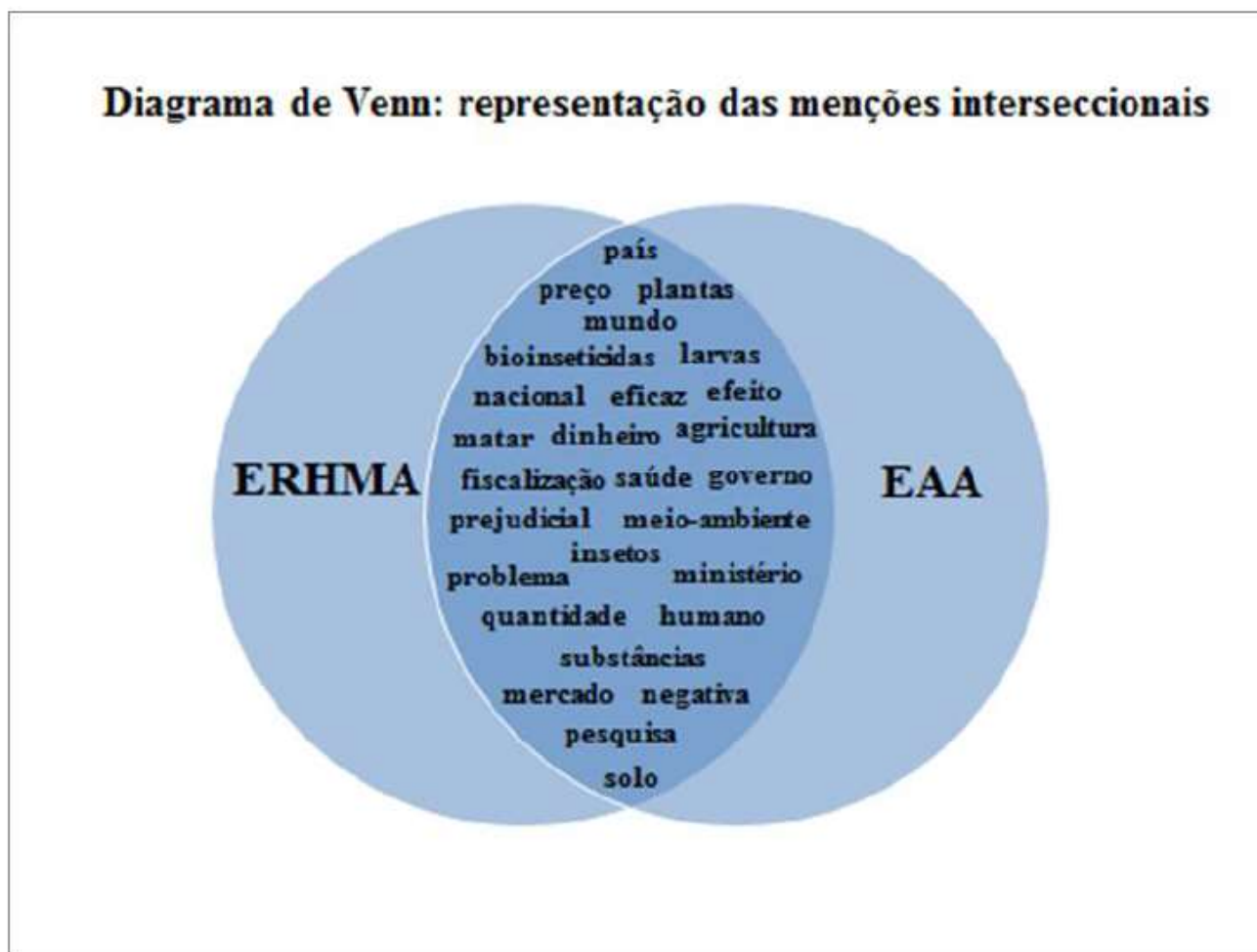


Figura 5 – Diagrama de Venn representando as 22 menções interseccionais entre o debate realizado na turma de Engenharia Recursos Hídricos e Meio Ambiente (**ERHMA**) e Engenharia Agrícola e Ambiental (**EAA**). Fonte: As autoras

10. O QUE PODEMOS ASSIMILAR A PARTIR DOS DEBATES?

Na turma de Engenharia de Recursos Hídricos e Meio Ambiente (**ERHMA**), muito se discutiu a respeito da poluição de lençóis freáticos, o que é condizente com a realidade do curso em questão, uma vez que nesta especialidade de Engenharia o foco da formação é o estudo da água como recurso do meio-ambiente. Portanto, faz sentido que a poluição de nascentes tenha chamado a atenção dos participantes e suscitado discussões. Além disso, neste grupo houve um foco maior em relação ao papel dos pequenos-produtores no uso de agrotóxicos.

Os alunos discutiram a respeito da falta de acessibilidade do pequeno produtor a tecnologias atuais e da grande disponibilidade de agrotóxicos nocivos no mercado brasileiro, que acabam sendo mais baratos para produtores de pequena escala, como agriculturas familiares e propriedades rurais de

pequeno porte como minifúndios. Uma questão interessante levantada neste grupo foi a necessidade de desenvolvimento de programas sociais voltados ao pequeno produtor e às populações rurais, com enfoque no uso correto de agrotóxicos e instruções acerca de medidas protetivas, além da conscientização a respeito dos perigos que estes produtos podem trazer, educando também sobre tecnologias alternativas.

Foi mencionado que apesar de um minicurso parecer, a primeiro momento, algo fora da realidade de muitos pequenos produtores, com o devido incentivo monetário e a divulgação correta (por exemplo, em feiras rurais), este método educativo pode funcionar e ser útil à população agrícola. Assim, os alunos julgaram que uma boa ideia seria promover campanhas e atividades de educação ambiental direcionadas, que inclusive poderiam mirar em públicos estudantis da região.

Marques *et al.* (2012) realizaram um estudo sobre saneamento básico e educação ambiental em propriedades de agricultores familiares, e constataram que a aplicabilidade de tecnologias sociais precisa vir aliada a processos educativos que instruem a população a respeito dos conceitos por trás da tecnologia. A educação ambiental promove, assim, uma “ação-reflexão-ação” individual. A partir deste princípio, pode-se entender que não existe conscientização sem práxis transformadora da realidade, de forma que a conscientização é uma ação permanente que se encarna na práxis e não se cristaliza na burocratização” (FREIRE *apud* MARQUES *et al.*, 2012, p. 2105).

Os autores ainda destacam que o processo de divulgação de educação ambiental por meio de metodologias participativas juntamente a prática de tecnologias sociais que visem a minimizar impactos antrópicos são ferramentas extremamente úteis para a saúde pública e para o desenvolvimento sustentável no meio rural. (MARQUES *et al.*, 2012)

Nessa turma, também se destacou a temática da biopirataria, que não foi levantada na turma de **EAA**. Os alunos, ao serem indagados a respeito dos benefícios da exploração acadêmica da flora brasileira quanto a seus potenciais químicos ainda desconhecidas, em um primeiro momento entraram em um embate, pois associaram a exploração científica a uma forma de degradação ambiental que pode ser perigosa e danosa ao meio ambiente.

Com a continuidade da discussão, chegaram ao tema da luta contra a biopirataria no Brasil, e sobre a importância de estudar a flora brasileira e de registrar nossas patentes, para garantirmos prioridade no uso e na pesquisa de substâncias naturais e espécies nativas, o que valoriza nosso próprio capital. Segundo Gomes (2007), a biopirataria é um processo de exploração, manipulação e exportação de recursos biológicos com fins comerciais. A biopirataria permite o contrabando de flora e fauna nativas,

além de apropriação de princípios naturais ativos e a monopolização desse conhecimento a partir de patentes.

Foi discutido como o Brasil historicamente vende matéria-prima barata para o exterior e depois importa o produto refinado final a um preço muito maior. A exemplo do ciclo do açúcar, que segundo Ruviano *et al.* (2015), estabeleceu uma grande relação econômica entre o Brasil colônia e a Europa nos séculos XVI e XVII.

Da mesma forma, o Brasil importa hoje muitos agrotóxicos que foram desenvolvidos e patenteados no exterior, o que abre um mercado extremamente competitivo para o produto desenvolvido nacionalmente, que infelizmente acaba por se tornar caro e de difícil acesso, uma vez que o incentivo à pesquisa nacional é muito escasso. Os alunos chegaram à conclusão de que a exploração científica e regada de nossa riquíssima flora poderia ser muito útil no desenvolvimento e barateamento de novas fórmulas pesticidas a partir da biotecnologia de produtos naturais.

Barba & Santos (2020) desenvolvem o conceito de “bioeconomia” a partir do investimento em pesquisas e inovações tecnológicas a partir da biodiversidade do país, destacando inclusive o papel da biotecnologia no desenvolvimento de alimentos seguros com maior rendimento na produção agrícola. Os autores defendem que o conhecimento científico-tecnológico pode ser usado para obter saúde e segurança alimentar de maneira sustentável, sendo essenciais também para a conservação e manutenção da diversidade ecológica nas próximas décadas.

A partir dessa ideia, podemos entender que estudar a natureza é uma forma de protegê-la e preservá-la. Os autores ainda discursam que apesar da criação da Lei que regula o acesso ao patrimônio genético e ao conhecimento tradicional associado e a exploração econômica de produto ou material reprodutivo desenvolvido a partir do acesso - popularmente chamada de Lei da Biodiversidade (nº 13.123/2015) (**Figura 6**), se sabe que legislação brasileira ainda não protege o patrimônio genético de maneira eficiente, de forma que práticas de exploração predatória, contrabando de espécies nativas e mercantização de Conhecimentos Tradicionais Associados (CTAs) ainda têm ocorrido. Os CTAs são conhecimentos atrelados a comunidades locais e povos indígenas, que são relevantes à conservação e utilização sustentável da biodiversidade brasileira. Esses CTAs são protegidos por regras de acesso delimitadas na Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB⁵) (AZEVEDO, 2005). Por conta disso, torna-se cada vez mais necessário investir no estudo do patrimônio genético natural nacional.



Figura 6 – Lei que regula o acesso ao patrimônio genético e ao conhecimento tradicional associado e a exploração econômica de produto ou material reprodutivo. Fonte: Brasil (2015).

Gomes & Sampaio (2019) avaliam como a biodiversidade de países emergentes como o Brasil são desvalorizadas nacionalmente, enquanto atraem notável interesse de países desenvolvidos, explicando os termos “biocolonialismo” e “biopirataria” como uma derivação moderna; uma releitura de processos centenários atualizados com os quais o Brasil se familiariza desde o fim do século XVI.

Na turma de **ERHMA**, os argumentos mais consistentemente utilizados pela defesa de bioinseticidas consistiram em enfatizar que o uso de agrotóxicos como piretoides e organofosforados uma vez que este vem causando desenvolvimento de pragas resistentes em um nível descontrolado, de forma que além de poluir o solo, água, animais, alimentos e humanos, estes inseticidas não funcionam como deveriam. Expôs-se também o argumento de que bioinseticidas podem ser muito mais específicos quanto a seu alvo, causando menos desequilíbrio ambiental.

Para essas questões, Zarbin *et al.* (2009) discutem sobre o fato de que atualmente existe muito interesse em se descobrir novas substâncias inseticidas que apresentem um efeito específico no inseto-alvo, de forma a não afetar outras populações de organismos que podem ser considerados benéficos ou inertes – que não causam danos nem benefícios ao meio ambiente. O desenvolvimento de novas pesquisas que busquem fontes naturais alternativas ao uso de agrotóxicos convencionais facilitaria muito esse processo, uma vez que plantas e insetos apresentam fortíssimas relações ecológicas orquestradas por substâncias químicas produzidas e detectadas entre estes dois tipos de organismos aparentemente tão diferentes.

Ademais, Schiestl (2010) analisa a evolução e ocorrência de compostos orgânicos voláteis que compõem o perfume floral na comunicação entre plantas e insetos, e estabelece que os padrões de

substâncias analisadas em relação aos insetos-alvo de cada planta indicam que há uma convergência evolutiva muito grande entre plantas e insetos. Nesse estudo o autor concluiu que monoterpenos evoluíram primariamente como compostos de defesa vegetais, enquanto substâncias aromáticas evoluíram funções de sinalização em angiospermas, principalmente de forma a atrair polinizadores.

O grupo de acusação da turma de **ERHMA** sugeriu que bioinseticidas não seriam confiáveis, pois ainda não passaram por testagens suficientes. Assim, esses compostos podem trazer malefícios imprevisíveis, não sendo economicamente estáveis no mercado como os agrotóxicos e por isso, acabam exigindo um investimento muito grande baseado em incertezas. Além disso, a acusação insistiu muito na ideia de que a produção de bioinseticidas causaria efeitos danosos a natureza também, uma vez que o extrativismo de plantas para confecção dos óleos essenciais configuraria uma forma de exploração ambiental.

O conceito de bioinseticidas é muito amplo, e pode envolver processos muito diversificados, como a aplicação de microorganismos para o controle de pragas. Monnerat *et al.* (2000) realizaram um estudo comparativo com inseticidas químicos clássicos e bioinseticidas a base da bactéria *Bacillus thuringiensis* Berliner 1915 em relação ao controle de uma praga e seus parasitoides, demonstrando que bioinseticidas podem ser utilizados de forma a complementar o controle de pragas, em um sistema de manejo integrado de pragas específicas.

Nesse estudo comparativo concluiu-se que inseticidas químicos e bioinseticidas podem agir de formas muito distintas em uma mesma espécie, e por isso realizar testes comparativos que permitam a análise de prós e contras em cada situação pode ser positivo para planejar uma forma de manejo integrado mais eficaz em cada caso.

Outro exemplo da ampla gama de bioinseticidas é a aplicação de fungos entomopatogênicos. Esses microorganismos podem ser utilizados no controle de insetos praga ao serem pulverizados sobre plantações, e na última década sua aplicação tem se intensificado muito, por ser uma técnica vantajosa que pode substituir o controle por defensivos químicos. (GUIMARÃES *et al.*, 2004)

Braga & Valle (2007) ainda citam exemplos de inseticidas alternativos no controle da dengue, como os reguladores do crescimento de insetos, cepas da bactéria entomopatogênica *Bacillus sp.* citada anteriormente, e até mesmo fungos. Com isso podemos observar que tanto pragas agrícolas como insetos vetores de doenças podem ser controlados com bioinseticidas, e que o uso destas substâncias não se restringe ao meio agrícola. Além destes microorganismos citados, Braga & Valle (2007) também

mencionam o uso de diversos predadores no controle do vetor *Aedes*, como invertebrados aquáticos que se alimentam de larvas e pupas do mosquito.

Outra questão levantada neste grupo em defesa da multinacional foi a de que a culpa do uso indiscriminado de agrotóxicos não seria da empresa em questão, e sim da falta de competência de órgãos de fiscalização e do mau uso dos clientes. Como anteriormente disposto, Sousa *et al.* (2018), ao entrevistarem trabalhadores rurais na Paraíba, constataram que metade dos entrevistados afirmavam haver falta de fiscalização a respeito do uso de defensivos agrícolas, e concluíram que o nível de educação ambiental da comunidade estudada precisava ser intensificado de forma a incentivar práticas mais sustentáveis de agricultura local.

Almeida *et al.* (2017) realizaram uma análise da flexibilização da legislação brasileira de agrotóxicos em relação aos riscos que apresentam a saúde humana. Ao traçar um histórico do uso destas substâncias no país, estes autores constatarem que o uso intensivo de agrotóxicos começou no Brasil nos anos 70, e ainda analisando dados do Sinan (Sistema de Informação de Agravos de Notificação) que revelam que entre os anos de 2007 e 2015 foram notificados 84.206 casos de intoxicação por agrotóxicos no país, e fazendo a ressalva de que há muitas subnotificações nesta estatística. Os autores analisam inclusive um projeto de lei criado em 2015 (BRASIL, 2015) que buscava alterar a denominação de agrotóxicos para um eufemismo muito mais leve: “defensivos fitossanitários” (**Figura 7**).

Garcia *et al.* (2005) avaliaram a denominada “Lei dos agrotóxicos” (Lei nº 7.802/89) quanto ao perfil toxicológico dos defensivos químicos registrados no Brasil entre os anos 90 e os 2000, constatando a presença de uma quantidade grande de registros de produtos considerados de alta periculosidade a saúde.

Outra questão diretamente relacionada a importância da educação ambiental a nível do público que utiliza agrotóxicos no seu dia a dia – sendo o agricultor uma boa representação deste grupo – é a saúde ocupacional do trabalhador rural, que vive em contato direto com substâncias químicas nocivas. O estudo de Ristow *et al.* (2020) analisou as influências de características sociodemográficas, capacitação técnica e percepção de risco na saúde de trabalhadores rurais que lidam com defensivos químicos, a partir de uma série de entrevistas que revelou que a maioria dos agricultores afirma ter recebido algum tipo de treinamento por empresas que comercializam agrotóxicos, mas relataram sintomas de intoxicação – relataram-se sintomas agudos diversos, mas também internações hospitalares e casos de intoxicação crônica com desenvolvimento de doenças -, evidenciando uma grande falta de capacitação técnica sobre o manejo correto de agrotóxicos (GLOBO G1_Agro, 2019).

Segundo os autores, foi observado nesta pesquisa baixo nível de escolaridade dos participantes, o que configura um fator agravante para o risco de vida destes trabalhadores, uma vez que a educação ambiental e em saúde (tanto no âmbito do conhecimento a respeito da Química e Biologia dos agrotóxicos, quanto no âmbito de higiene e proteção a partir do uso de EPIs (Equipamentos de proteção individual) e técnicas de manejo correto do produto) são essenciais para garantir a proteção do agricultor e preservar sua saúde ocupacional (RISTOW *et al.*, 2020)

PL 1687/2015 | Inteiro teor

Projeto de Lei

Situação: Arquivada

Origem: PLS 679/2011

Acessóri de:

Identificação da Proposição

Autor Senado Federal - Ana Rita - PT/ES	Apresentação 26/05/2015
---	-----------------------------------

Ementa
 Altera a Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989, para instituir a Política Nacional de Apoio aos Agrotóxicos e Afins de Baixa Periculosidade.

Indexação ▾
 Alteração, Lei dos Agrotóxicos, criação, Política Nacional de Apoio aos Agrotóxicos e Afins de Baixa Periculosidade, promoção, utilização, agrotóxico, mínimo, periculosidade.

Figura 7 – Projeto de Lei 3200/2015 que revogou as Leis nº 7.802, de 1989 e 9.974, de 2000. Fonte: Brasil (2015).

Além disso, os autores reforçam que a educação direcionada a estes agricultores precisa ser de linguagem acessível, objetiva e adequada a realidade rural. Ainda é mencionado que no caso de pequenos produtores há mais casos de intoxicação devido a fatores como o uso de equipamentos de pulverização costais (que aproximam o agricultor fisicamente da fonte de intoxicação), o desrespeito a prazos de carência e a não-utilização de EPIs, fatores tais que muitas vezes derivam da pouca assistência técnica (ou falta dela) recebida por pequenas propriedades. (RISTOW *et al.*, 2020)

Segundo Corcino *et al.* (2019), a intoxicação por agrotóxicos é considerada um problema grave de saúde pública, especialmente no caso de países emergentes como o Brasil. Além dos muitos casos fatais que ocorrem por ano no país, ainda há um número muito maior de casos não-fatais que apresentam desenvolvimento de quadros graves. Além disso ainda se discute que apesar de haver leis que proíbem a manipulação de agrotóxicos por maiores de 60 anos, a realidade é diferente na prática, uma vez que uma parte dos entrevistados nesta pesquisa apresentava idade igual ou superior a 60 anos, uma faixa etária de grande risco para desenvolvimento de problemas sérios de saúde decorrentes de exposição ocupacional a agrotóxicos.

De acordo com Kageyama (1990) *apud* Pelaez (2010), apesar de haver legislações que preveem regulamentações rigorosas para a pesquisa, produção, comercialização e uso de agrotóxicos no Brasil, os órgãos responsáveis pela fiscalização efetiva destes processos não apresentam recursos suficientes para realizá-la, criando um descompasso na execução de novas leis. Existe uma grande falta de fiscais qualificados e recursos financeiros que subsidiem a regulamentação prevista na legislação brasileira, fator que se torna ainda mais evidente ao se levar em conta a enorme extensão territorial do país.

Em relação ao debate realizado na turma de **EEA**, o foco da discussão foi o agronegócio, um tema que se fez presente do começo ao fim do debate, gerando diversos argumentos, tanto a favor quanto contrários, e intensificando bastante a discussão. Segundo dados da CEPEA (2018) *apud* Oliveira & Carraro (2019), o agronegócio é compreendido como a soma de quatro segmentos principais: insumos para a agropecuária, produção agropecuária básica ou primária, agroindústrias e agrosserviços.

Para os representantes da ONG, o agronegócio foi associado ao capitalismo e a geração de lucro – sendo inclusive chamando de “vilão” - e criticado quanto a sua interferência negativa no meio-ambiente. Para os representantes da multinacional, o agronegócio foi defendido como uma das maiores fontes de lucro para o Brasil, e um dos maiores geradores de Produto Interno Bruto (PIB) para o país. Segundo Kureski *et al.* (2020), os lucros provenientes do agronegócio brasileiro correspondem a um quarto de todo o PIB do país, sendo de fato o maior e mais promissor setor econômico do Brasil, empregando cerca de 38% da força de trabalho do país nos seus setores diversificados (e.g.: produção, transformação de produtos, transporte, serviços *et cetera*), e representando 40% do volume total de exportações.

Uma questão muito interessante trazida em sequência neste debate acerca do agronegócio foi a de distribuição de produtos agrícolas no Brasil, que surgiu a partir de um argumento defendendo o uso de agrotóxicos por ser graças a eles que é possível produzir alimentos em larga escala de forma rápida

para alimentar a população brasileira. Assim, surgiram questões acerca do real destino da maioria dos produtos agrícolas brasileiros, que ou são exportados ou são desperdiçados, de forma que uma parcela pequena realmente atinge a mesa do brasileiro médio. Segundo Tambosi & Dias (2020), a cultura consumista está muito relacionada ao desperdício de alimentos a nível mundial, mas além de refletir questões culturais, o desperdício está diretamente atrelado a falhas logísticas envolvidas no longo processo entre o campo e a mesa do consumidor, ou seja, as diversas fases e etapas de uma cadeia produtiva que acaba por impactar o meio ambiente de maneira muito negativa.

Um estudo realizado por Gorayeb *et al.* (2019) avaliou as perdas e desperdício de frutas produzidas em território brasileiro, constatando que um dos maiores fatores que influenciam no desperdício de frutas no país é a logística de armazenamento e distribuição, além da comercialização de produtos para pequenos comerciantes, os quais enfrentam muitas barreiras tecnológicas na estocagem correta de produtos, uma vez que a manutenção de condições climáticas adequadas para as frutas é um fator extremamente relevante na sua qualidade, e também uma tarefa altamente custosa.

Um artigo de Santos *et al.* (2020) acerca de desperdício de alimentos no cenário brasileiro revela que a FAO (Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura) divulgou que um terço dos alimentos produzidos no mundo é desperdiçado, o que impacta muito na saúde e nutrição da população, sendo também uma questão ética muito controversa. A FAO ainda aponta que os prejuízos econômicos gerados por esse desperdício são enormes, atingindo trilhões de dólares por ano. Segundo o artigo, o Brasil se encaixa nesse cenário ao ser responsável por 35% da produção mundial desperdiçada todo ano. Os alimentos podem ser perdidos durante a produção, colheita, pós-colheita, e durante a fase de processamento, onde pode haver problemas de transporte ou estocagem, por exemplo, algo que foi muito discutido no debate. Os alunos em defesa da ONG citaram a forma pela qual a grande produção agrícola do Brasil na realidade não resulta em uma grande distribuição eficiente, e sim em grandes desperdícios.

Algumas posturas da turma de **EAA** foram similares às questões levantadas na turma de **ERHMA**, por exemplo a questão de enfatizar que os bioinseticidas infelizmente não são tão acessíveis e atrativos para os pequenos produtores quanto os agrotóxicos amplamente distribuídos e diversos, além de populares. Além disso, discutiu-se que existe uma diferença muito grande de impacto social entre uma ONG vender um produto natural e uma empresa grande com recursos financeiros amplos que representa classe de latifundiários no Brasil vendendo agrotóxicos.

Similarmente, também ao que foi discutido na turma de **ERHMA**, os alunos em defesa da multinacional trouxeram à tona a questão de que como os bioinseticidas não tem muitos estudos concretos não se sabe que malefícios eles podem vir a causar a longo prazo. Utilizou-se o exemplo de “plantas venenosas” que podem apresentar efeitos colaterais desconhecidos. Este grupo também optou por defender as pragas em determinado momento, reconhecendo seu papel na natureza e insistindo que nem sempre são negativas.

Ao se aproximar do fim do debate foi feita uma tentativa de conciliação na qual um dos membros da multinacional intentou financiar a pesquisa do produto defendido pela ONG, o bioinseticida. O posicionamento da ONG foi contra, afirmando que concordar com essa proposta significaria vender seus princípios. Esses argumentos levaram a uma discussão a respeito da prática comum e recente de empresas buscarem se associar a práticas ecológicas e aparentemente sustentáveis para autopromoção e popularização no mercado jovem, um fenômeno anglicizado como “*greenwashing*”, que, segundo Furlow (2010), é a disseminação de informações vagas, incompletas e até falsas sobre uma organização para influenciar sua imagem pública de forma a parecer ecologicamente responsável, e assim atrair e conquistar uma audiência “verde”.

Um tema que perpassou as discussões de ambos grupos foi sobre **MIP** (Manejo Integrado de Pragas): uma estratégia que mescla uso de abordagens diferentes no controle de pragas, integrando várias ferramentas de controle ao invés de apenas uma, como o uso de agrotóxicos (GRAVENA, 1992.). Assim, com o **MIP** podem ser utilizados agentes biológicos (predadores, parasitoides e entomopatógenos), variedades de plantas geneticamente modificadas, uso de feromônios, plantas iscas e armadilhas para atrair insetos, dentre outras maneiras de controle, simultaneamente.

Ambos os grupos concordaram que a aplicação do **MIP** seria uma boa maneira de diminuir o uso de agrotóxicos sem aboli-lo completamente, o que seria impossível de se fazer de maneira repentina. Gravena (1992) dispõe que o **MIP** relaciona o equilíbrio biológico natural das pragas agrícolas com a compreensão de sua Biologia, ao entender por exemplo os seus inimigos naturais e utilizá-los a favor da produção. Assim, o **MIP** permite tirar proveito de fatores naturais diversos que limitam populações de pragas. Vale notar que esta técnica ainda é recente no Brasil, e muitas vezes não é realizada corretamente.

Considerando o estudo de Catapan *et al.* (2018), podemos estabelecer alguns tipos diferentes de práticas de **MIP**, além de suas vantagens e desvantagens. (**Quadro 5**). É importante salientar que a diversificação de métodos de controle, quando aplicados de maneira ordenada e consciente, pode

tornar as ações de controle às pragas muito mais eficaz e menos danoso à natureza e ao ser humano de uma forma geral.

Quadro 5 – Estratégias do **MIP** (Manejo Integrado de Pragas) para controle de pragas agrícolas

Tipos	Vantagens e Desvantagens dos Manejos
Uso de variedades resistentes	– Algumas variedades de plantas são melhoradas e desenvolvem mecanismos de defesa, tornando-se resistentes ou tolerantes, repelentes ou menos preferidas pelas pragas. As vantagens desta técnica incluem facilidade de uso, compatibilidade com outras táticas de controle de pragas e impacto cumulativo sobre a praga com mínimo impacto ambiental.
Controle através de práticas agrícolas	– A adoção de certas práticas agrícolas torna o plantio menos favorável às infestações, como rotação de culturas com espécies diferentes, destruição de restos culturais, seleção de áreas de plantio com baixo histórico de ataque, plantio de culturas-armadilhas e ajuste do plantio e da colheita na época menos favorável às infestações.
Controle através do manejo da nutrição	– Realizar adubação conforme a análise química do solo ou foliar e requerimento da cultura, evitando assim a deficiência ou o excesso de nutrientes, em especial o nitrogênio (N). O excesso de N geralmente proporciona maior conteúdo de aminoácidos livres e açúcares na planta, bem como a existência de tecidos mais tenros, favorecendo principalmente o ataque de insetos sugadores, tais como mosca-branca e pulgões. Esses aminoácidos e açúcares aceleram o desenvolvimento dos insetos e aumentam sua taxa reprodutiva, e têm como consequência o aumento da população e da intensidade de ataque.
Controle físico e mecânico	– O uso de coberturas do solo entre as plantas é uma forma de mudar o campo visual dos insetos e causar repelência. No período diurno, a utilização de superfícies refletivas, como o uso de cobertura com filme plástico (<i>mulching</i>) e o uso de palha de arroz que refletem as radiações na faixa azul e ultravioleta, causa

	repelência a pulgões. Outras técnicas apropriadas incluem o uso de armadilhas plásticas com cores atrativas a espécie, fitas adesivas coloridas e armadilha luminosa com lâmpada fluorescente como forma de atrair insetos noturnos.
Biocontrole (ou controle biológico)	– Entende-se como o uso de produtos químicos que ocorrem naturalmente ou de organismos benéficos para prevenir, reduzir ou erradicar a infestação de pragas e doenças nas plantas. No caso dos insetos-praga, busca-se atrair ou introduzir inimigos naturais da praga, os quais podem ser insetos, vírus, fungos ou bactérias, que atuam como predadores, parasitas e agentes patogênicos. A vantagem em utilizar o biocontrole está relacionada com a redução de acidentes ambientais e com a segurança pública. Por outro lado, as principais desvantagens estão relacionadas com a necessidade de um melhor planejamento na gestão do manejo da cultura, podendo levar mais tempo e, às vezes, os custos podem ser superiores ao uso de defensivos agrícolas químicos, requerendo um sistema de acompanhamento e treinamento.
Controle químico	– Sob a ótica do MIP , somente quando as técnicas anteriores se mostraram ineficazes para controlar a infestação da praga, então o uso de defensivos agrícolas se torna justificável. Em muitas culturas, os inseticidas ainda são os principais meios de controle de pragas e apresentam suas vantagens: são relativamente baratos e fáceis de aplicar, de transportar e são versáteis, pois podem ser apresentados em diferentes formas, tais como pós, aerossóis, líquidos, granulados, iscas e de liberação lenta. Dentre as três famílias consideradas neste capítulo, estão culturas de grande importância como tomate representando as Solanáceas, pepino e melão representando as Cucurbitáceas e feijão-de-vagem dentro da família das Fabáceas. Entre essas culturas, há pragas em comum, como as pragas polípagas que são de grande importância devido aos danos diretos e indiretos.

Fonte: Catapan *et al.* (2018)

Uma outra questão que ambas as turmas apresentaram foi a de que o Brasil costuma seguir a tendência do exterior, especialmente a norte-americana, de forma que enquanto a pesquisa e a popularização de bioinseticidas não for um processo e uma ideia importada para o mercado brasileiro, haverá pouca mobilização interna para incentivar as pesquisas nacionais neste âmbito da biotecnologia. De acordo com Barba & Santos (2020):

A biotecnologia extrai da diversidade biológica todos os materiais necessários para criar, transformar e modificar através de processos tecnológicos o meio em que se vive, seja para fins agrícolas, fármacos, medicamentos, alimentos ou até cosméticos. Logo, a biotecnologia depende da biodiversidade para existir. Por sua vez, a biotecnologia cria valores de mercado para a biodiversidade. A biodiversidade é a fonte de matéria prima (informações genéticas) e conhecimento tradicional associado para a biotecnologia criar, por meio de diversos estudos tecnológicos, algum determinado produto para venda, consumo ou ainda desenvolver algum processo específico que fará parte de outro fim. (BARBA & SANTOS, 2020, p. 27)

Segundo os autores BARBA & SANTOS (2020), o Brasil apresenta um dos maiores acervos biogenéticos do mundo – a exemplo de sua riquíssima flora, e por isso, é necessário que o país invista em práticas sustentáveis que permitam a conservação desse patrimônio. A este patrimônio os autores associam o conhecimento, um bem econômico fortemente atrelado a biodiversidade. Portanto, reconhece-se que a biodiversidade precisa se tornar o foco de pesquisas no país, atraindo mais estudos e análises que podem oferecer potenciais inimagináveis para diversos setores. A este pensamento podemos associar o desenvolvimento de biotecnologias a partir de produtos naturais como óleos essenciais botânicos que formam o eixo do presente estudo acerca dos debates sobre bioinseticidas como alternativas modernas e *eco-friendly* a agrotóxicos.

Pode-se perceber que apesar de as turmas serem de cursos diferentes, os diálogos levantados no debate se assemelharam em muitos pontos. Como se pode notar na **Figura 7**, diversos termos encontraram uma interseção em ambos os debates, o que demonstra a similaridade do teor das ideias discutidas e questões suscitadas. A partir das **Figuras 2, 3 e 4**, podemos observar a frequência das 15 palavras mais mencionadas em cada grupo, e também considerando os dois grupos de debate como um todo. Pode-se perceber que apesar de as palavras diferirem como é esperado, considerando que se trata de dois debates separados em cursos distintos, as temáticas centrais se mantiveram, e muitos elementos se sobrepueram.

Morán (2015) apresenta a ideia de que métodos tradicionais de ensino, baseados em um conceito arcaico de “transmissão de informação” não se encaixam em um mundo moderno de amplo acesso a tecnologias flexíveis e facilitadoras da comunicação professor-aluno, que permitem integrar espaço e tempo de maneira eficiente e dinamizar o processo de aprendizagem. Assim, metodologias ativas hibridizam a aprendizagem ao mesclar abordagens e ambientes (por exemplo ambientes físicos e virtuais, a exemplo de um júri simulado remoto). O autor defende que as metodologias precisam se adequar aos objetivos, de forma que tornem a participação dos alunos mais proativas e criativas.

Atividades lúdicas como jogos e desafios instigam o aluno a interagir com o objeto de estudo ativamente, o que maximiza seu aprendizado.

Lima *et al.* (2020) discutem sobre como a maioria das atividades educativas propostas no ensino superior é de caráter conservador, baseada em um ponto de vista que define o conhecimento como um sinal direcionável e transmissível. Em contraponto, as metodologias ativas tendem a ser atividades pedagógicas que despertam curiosidade e interesse dos alunos, além de permitirem o aprimoramento de habilidades essenciais à formação. Em relação ao júri simulado, as competências de oratória, argumentação e retórica são bastante desenvolvidas durante os debates. Os autores ainda propõem que o júri simulado permite o afloramento de pensamento crítico entre os alunos, ao mesmo tempo que proporciona o respeito entre posições argumentativas contrárias a partir da elaboração educada de argumentos consistentes como única forma de resposta.

Albuquerque *et al.* (2015) realizaram um estudo a respeito do uso do júri simulado como prática para a educação ambiental crítica, e aplicaram um módulo inicial teórico e expositivo seguido de uma parte prática, com debate no estilo de júri, semelhantemente ao realizado no presente estudo. No caso de Albuquerque *et al.* (2015), o júri foi empregado em turmas de 1º e 2º ano do EM, e a parte teórica aplicada se deu pela apresentação de conceitos jurídicos básicos sobre direito e ambiente, em paralelo com o texto-base apresentado neste trabalho. O debate dos pesquisadores citados se iniciou com a pergunta norteadora: “O que é direito?”, similarmente a forma como o estudo deste trabalho se iniciou com a pergunta norteadora “Bioinseticidas botânicos são o futuro da agricultura e controle de arboviroses no Brasil?”. Por fim, a pesquisa de Albuquerque *et al.* (2015) envolveu a divisão da turma em grupo de alunos “pró-peixe” e “pró-barragem”, em uma discussão de âmbito ambientalista acerca da temática da construção de uma barragem em um local que é o único hábitat de uma espécie de peixe em perigo de extinção. Podemos estabelecer um paralelo com a divisão das turmas em subgrupos de defesa “pró-bioinseticidas” e de acusação “pró-agrotóxicos”, do presente estudo. O estudo de Albuquerque *et al.* (2015) também contou com desenvolvimento e aplicação de um questionário avaliativo sobre o aproveitamento da atividade e as opiniões dos alunos, e embora no presente estudo este não seja um dado obtido, um questionário avaliativo foi desenvolvido como ferramenta futura.

De forma similar, Mendes *et al.* (2020) realizaram um júri simulado para abordar o desmatamento da Amazônia em um curso técnico em administração integrado ao Ensino Médio. Nesse estudo o público-alvo foram alunos de 1º ano, e utilizou-se como embasamento teórico a criação de notícia fictícia base

para fundamentar a discussão do tema de desmatamento. A turma foi dividida em grupos favoráveis e desfavoráveis ao desmatamento, no entanto, uma diferença entre este estudo e o exemplo anterior é que Mendes *et al.* criaram categorias diferentes dentro dos subgrupos, por exemplo, o grupo favorável ao desmatamento podia ser representado por Madeireiros, População e Governo, enquanto o grupo desfavorável poderia ser composto por Ambientalistas, Procuradores e membros da Funai. Essa criatividade na diversificação de grupos permite uma boa dinâmica de debate, permitindo o desenvolvimento de situações interessantes e específicas. Outro grande diferencial na elaboração deste estudo foi a determinação de um período de pesquisa pré-debate para os alunos.

Assim, com seus grupos formados e personagens previamente definidos, os estudantes tiveram a chance para casa pesquisar argumentos antes de retornar no dia seguinte para o júri. Além disso, nesse estudo foram estabelecidas regras para a execução do júri, como tempos-limite para cada argumentação e limite de réplicas e tréplicas cada grupo de alunos. Por fim, a avaliação neste estudo buscou atingir um veredicto, e se deu pela análise dos grupos quanto a 5 critérios específicos, valendo 5 pontos cada: oratória, argumentos, organização e cumprimento do tempo, coerência com o tema proposto e capacidade de réplica. Os alunos também preencheram um questionário online de autoavaliação e avaliação coletiva.

É importante frisar que a conscientização e educação ambiental e em saúde é uma parte essencial para a formação de profissionais da área de ciências, mas também é essencial nos níveis básicos de ensino e precisa ser divulgada amplamente para todos os grupos sociais, a exemplo dos trabalhadores rurais que muito podem se beneficiar de cursos de educação ambiental. É de vital importância que temáticas relativas à educação ambiental sejam discutidas no ambiente escolar e também no meio acadêmico, para que a educação em saúde e ecológica seja difundida socialmente desde fases iniciais da vida.

Além disso, a discussão de técnicas inovadoras que proporcionem uma evolução no quadro de controle de doenças e pragas é bastante saudável e permite o desenvolvimento de opiniões e formação de pensamento crítico no público jovem. É importante frisar que a juventude necessita cada vez mais estar a par do constante progresso científico para melhor entender como buscar maneiras crescentemente mais sustentáveis de se viver em sociedade. Promover um júri simulado em uma turma acadêmica é um método valioso na formação e discussão de ideias que sustentam os pilares de uma sociedade mais ecologicamente sustentável no futuro (QUEIROZ & CAMACHO, 2016).

11. CONSIDERAÇÕES FINAIS E NOSSAS PERSPECTIVAS

Através da realização de júris simulados com as duas turmas de Engenharias da UFF com formação específica em questões ambientais foi possível alcançar de maneira muito satisfatória, uma vez que a participação entusiasmada dos alunos nos debates foi além de nossas expectativas. Além de abordarem e conseguirem desenvolver os temas previstos para o debate, os alunos ainda trouxeram temáticas adicionais que em muito contribuíram para o desenvolvimento e conclusão deste estudo. O desenvolvimento dos mapas de palavras e gráficos relacionados foram concluídos e conseguiram transmitir de maneira clara os pontos mais relevantes dos debates, ilustrando eficientemente as questões abordadas pelos alunos.

Pode-se concluir que a dinâmica de júri simulado foi muito eficaz no âmbito de levantar um debate acerca de um tema de educação ambiental pertinente a formação de engenheiros ambientais de duas áreas distintas, permitindo a elaboração de temas diversos e diálogos complexos que permitiram muita interação e desenvolveram positivamente a capacidade argumentativa e retórica dos participantes, permitindo que um tema extremamente importante como o uso de agrotóxicos e pesticidas pudesse ser aprendido de uma maneira diferente, a partir de uma metodologia prática de ensino. Adicionamos que é importante para o professor em eterna formação se atentar às novidades tecnológicas, sempre buscando explorar e disseminar conhecimentos bitoeconômicos, os quais costumam se reinventar frequentemente ao passo que a ciência se transforma, junto com os cientistas.

Como perspectivas, pretende-se futuramente realizar novos debates acerca da temática de bioinseticidas como alternativas a agrotóxicos e inseticidas convencionais, aplicando o questionário desenvolvido neste trabalho, a fim de se realizarem análises mais detalhadas e profundas dos resultados obtidos. Pretende-se em um futuro próximo envolver os alunos do Curso de Ciências Biológicas da UFF, mais especificamente durante a oferta de disciplinas de Ecologia para se traçar novos contrapontos sobre as questões debatidas. Assim, o presente livro servirá de modelo norteados para tais atividades docentes que poderão ser adaptadas nos conteúdos programáticos de Ciências do Ensino Médio.

12. REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, C.; VICENTINI, J. O.; PIPITONE, M. A. P. O júri simulado como prática para a educação ambiental crítica. *Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos*, v. 96, n.242, p.199-215, 2015. ALMEIDA, M.; CAVENDISH, T.; BUENO, P.; ERVILHA, I.; GREGÓRIO, L.; KANASHIRO, N.; ROHLFS, D.; CARMO, T. A flexibilização da legislação brasileira de agrotóxicos e os riscos à saúde humana: análise do Projeto de Lei nº 3.200/2015. *Caderno de Saúde Pública*, v.33, n.7, p. 1-11, 2017.
- AZEEM, M.; ZAMAN, T.; TAHIR, M.; HARIS, A.; IQBAL, Z.; BINYAMEEN, M.; NAZIR, A.; SHAD, S.A.; MAJEED, S.; MOZÛRAITIS, R. Chemical composition and repellent activity of native plants essential oils against dengue mosquito, *Aedes aegypti*. *Industrial Crops and Products*, v. 140, p. 1-7, 2019.
- AZEVEDO, C. M. A. A regulamentação do acesso aos recursos genéticos e aos conhecimentos tradicionais associados no Brasil. *Biota Neotrópica*, v. 5, n. 1., p. 1-9, 2005.
- BANUMATHI, B.; VASEEHARAN B.; ISHWARYA, R.; GOVINDARAJAN M.; ALHARBI, N.; KADAIKUNNAN, S.; KHALED, J.; BENELLI, G. Toxicity of herbal extracts used in ethno-veterinary medicine and green-encapsulated ZnO nanoparticles against *Aedes aegypti* and microbial pathogens. *Parasitology Research*, v. 116, n. 6, p. 1637-1651, 2017.
- BARBA, R.; SANTOS, N. A bioeconomia no século xxi: reflexões sobre biotecnologia e sustentabilidade no brasil. *Revista de Direito e Sustentabilidade*, v. 6, n. 2, p.26-42, 2020.
- BHUYAN, M.; TRIPATHI, A.; UPADHYAY, S.; BHATTACHARYA, P. A review of essential oils as biopesticide in insect-pest management. *Journal of Pharmacognosy and Phytotherapy*, v. 1, n. 5, p. 52-63, 2009.
- BRAGA, I.; VALLE, D. *Aedes aegypti*: inseticidas, mecanismos de ação e resistência. *Epidemiologia e Serviços de Saúde*, v. 16, n. 4, p.279-293, 2007.
- BRASIL, Secretaria de Vigilância Sanitária. Ministério da Saúde. Manual de Vigilância da Saúde de Populações Expostas a Agrotóxicos. Organização Pan-Americana de Saúde Representação no Brasil. Brasília, 1997.
- BRASIL. Lei nº 13.123/2015. 2015. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/l13123.htm#:~:text=Fica%20institu%C3%ADdo%20o%20Fundo%20Nacional,seu%20u so%20de%20forma%20sustent%C3%A1vel.
- BRASIL. Projeto de Lei 3200/2015. Disponível em:
<https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=1295930&ord=1>
- BRONSTEIN, J. L.; ALARCÓN, R.; GEBER, M. The Evolution of Plant-Insect Mutualism. *New Phytologist*, v. 172, p. 412-128, 2006.
- CARSON, Rachel. *Primavera Silenciosa*. 2ª ed. São Paulo. Editora Melhoramentos. 1962. 305 p.
- CASIDA, J.; QUISTAD, B. Golden Age of Insecticide Research: Past, Present, or Future? *Annual Reviews Entomology*, v. 43, p. 1-16, 1998.

CATAPAN, V., BUZANINI, A., MOURA, J., SANTOS, S. Principais pragas de hortaliças-fruto nas famílias das Solanáceas, Cucurbitáceas e Fabáceas. In: BRANDÃO FILHO, J., FREITAS, P., BERIAN, L., GOTO, R., comps. Hortaliças-fruto. Maringá: EDUEM, p. 357-386, 2018.

CONSOLI, R, OLIVEIRA, RL. Principais mosquitos de importância sanitária no Brasil

Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 1994. 228 p. CORCINO, C.; TELES, R.; ALMEIDA, J.; LIRANI, L.; ARAÚJO, C.; GOLSALVEZ, A.; MAIA, G. Avaliação do efeito do uso de agrotóxicos sobre a saúde de trabalhadores rurais da fruticultura irrigada. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 24, n. 8, p. 3117-3128, 2019.

DAVIS, F. *Banned: A History of Pesticides and the Science of Toxicology*. New Haven & London: Yale University Press, 2014, 288p.

ESCHER, Fabiano; WILKINSON, John. A economia política do complexo Soja-Carne Brasil-China. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, v. 57, n. 4, p. 656-678, 2019. FERNANDES, C.; STUANI, B. Agrotóxicos no Ensino de Ciências: uma pesquisa na educação do campo. *Educação & Realidade*, v. 40, n.3, p. 745-762, 2015.

FIOCRUZ, Instituto Oswaldo Cruz (IOC). Site do Laboratório de Fisiologia e Controle de Artrópodes Vetores, referência da Rede Nacional de Monitoramento da Resistência de *Aedes aegypti* (Rede MoReNaa), 2011. Disponível em <http://www.ioc.fiocruz.br/laficave/Laficave.html> Acesso em 22 de setembro de 2019.

FRANZ, A.; LINK, D. Um olhar sobre a utilização de agrotóxicos no município de novo barreiro/rs, através do projeto de educação ambiental, aplicado nas séries finas do ensino fundamental na escola municipal de ensino fundamental Zeferino Brasil. *Revista Monografias Ambientais*, v. 4, n. 4, p. 672-695, 2011.

FRAZER, H. L. Observations on the Method of Transmission of Internal Boll Disease of Cotton by the Cotton Stainer-Bug. *Annals of Applied Biology*, v. 31, p.271-29, 1944.

FREIRE, P. *Pedagogia da autonomia: Saberes necessários à prática educativa*. Editora Paz e Terra, 2011, 253 p.

FRIEDRICH, K.; SILVEIRA, G. R.; AMAZONAS, J. C.; GURGEL, A. do M., ALMEIDA, V. E. S.; SARPA, M.. Situação regulatória internacional de agrotóxicos com uso autorizado no Brasil: potencial de danos sobre a saúde e impactos ambientais. *Cadernos de Saúde Pública*, v. 37, n. 4, p.1-18, 2021.

FUNASA. FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. *Controle de Vetores – Procedimentos de segurança*. Ministério da Saúde. 1. ed. Brasília: [s.n.], 2001.

FURLOW, N. Greenwashing in the New Millennium. *Journal of Applied Business and Economics*, v. 10, n. 6, p. 22-25, 2010.

GLOBO G1_Agro. Número de agrotóxicos registrados em 2020 é o mais alto da série histórica; 96% são genéricos, diz governo. Notícia online publicada em 14/01/2021. Disponível em <<https://g1.globo.com/economia/agronegocios/noticia/2021/01/14/numero-de-agrotoxicos-registrados-em-2020-e-o-mais-alto-da-serie-historica-maioria-e-produto-generico.ghtml>> Acesso em 15 jan 2021. GARCIA, E.; BUSSACOS, M.; FISCHER, F. Impacto da legislação no registro de agrotóxicos de maior toxicidade no Brasil. *Revista de Saúde Pública*, v. 39 n.5, p. 832-839, 2005.

GOMES, M.; SAMPAIO, J. Biopirataria e conhecimentos tradicionais: as faces do biocolonialismo e sua regulação. *Veredas do Direito*, v.16, n. 34, p.91-121, 2019.

GOMES, R. O Controle e a Repressão da Biopirataria no Brasil. *Jurisprudência Mineira*, v. 58, n.183, p. 19-38, 2007.

GONÇALVES, L. Biologia e comportamento de *Dysdercus ruficollis* (Linnaeus, 1764) (Hemiptera: Pyrrhocoridae) em condições de laboratório. *Floresta e ambiente*, v. 7, n.1, p. 68 - 79, 2000.

GONZÁLEZ-COLOMA, A.; REINA, C.; DIAZ, B.; FRAGA, B.; SANTANA-MÉRIDAS, O. Natural Product-Based Biopesticides for Insect Control. *Comprehensive Natural Products II*, v. 3, s/n, p. 237-268, 2010.

GORAYEB, T.; MARTINS, F.; COSTA, M.; JUNIOR, J. BERTOLIN, D.; DEZANI, A. Estudo das perdas e desperdício de frutas no Brasil. *Anais Sintagro*, v. 11, n. 1, p. 214-222, 2019.

GRAVENA, S. Controle Biológico no Manejo Integrado de Pragas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.27, s/n, p. 281-299, 1992. GUIMARÃES, C.; CORREIA, A.; FERREIRA, M. Pressão de aplicação com pulverizador de barra e eficiência de bioinseticidas fúngicos comerciais. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 39, n.12, p. 1177-1182, 2004.

HENRIQUES, L.; SILVA, A. Educação em saúde e o controle do *Aedes aegypti*: a experiência do Estado de São Paulo. *Boletim Epidemiológico Paulista*, v. 9, n. 99, p. 4-19, 2012.

HIRAKURI, Marcelo Hiroshi; LAZZAROTTO, Joelsio José. O agronegócio da soja nos contextos mundial e brasileiro. *EMBRAPA SOJA. Documento Londrina*, PR, 2014.

HOFFMANN-CAMPO, C.; MOSCARDI, F.; CORREA-FERREIRA, B.; OLIVEIRA, L.; SOSA-GOMEZ, D.; PANIZZI, A.; CORSO, I.; GAZZONI, D.; OLIVEIRA, E. Pragas da soja no Brasil e seu manejo integrado. Curitiba: SENAR-PR/EMBRAPA SOJA, 2010. 69p.

ISMAN, M. Botanical Insecticides, Deterrents and Repellents in Modern Agriculture and an Increasingly Regulated World. *Annual Reviews Entomology*, v. 5, n.1, p. 45-66, 2005. ISMAN, M.; MIREISMALLI, S. MACHIAL, C. Commercial opportunities for pesticides based on plant essential oils in agriculture, industry and consumer products. *Phytochemistry Reviews*, v. 10, n.2, p. 197-204, 2011.

JOSHI, A.; KALE, S.; CHANDEL, S.; PAL, DK. Likert Scale: Explored and Explained. *British Journal of Applied Science & Technology*, v.7, n. 4, p. 396-403, 2015.

KURESKI, R.; MOREIRA, V.; VEIGA, C. Participação do agronegócio na estrutura econômica de uma região brasileira: análise do PIB e dos impostos indiretos. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, v. 58, n. 3, p 1-11, 2020.

LIMA, B.; VERRI, I.; SOARES, J.; OLIVEIRA, S. Júri simulado como estratégia ativa de ensino de vigilância em saúde. *Arquivos de Ciência e Saúde da UNIPA*, v. 24, n. 2, p. 125-129, 2020.

LIMA, C. Flores e insetos: a origem da entomofilia e o sucesso das angiospermas. Monografia. (Licenciatura em Ciências Biológicas. Disponível em: <https://repositorio.uniceub.br/jspui/bitstream/123456789/2386/2/9508967.pdf> Acesso em: 03 ago. 2022.

LIMA, E.; PAIVA, M.; ARAÚJO, A.; SILVA, E.; SILVA, U.; OLIVEIRA, L.; SANTANA, A.; BARBOSA, C.; NETO, C.; GOULART, M.; WILDING, C.; AYRES, C.; SANTOS, M. Insecticide resistance in *Aedes aegypti* populations from Ceará, Brazil. *Parasites & Vectors*, v. 4, n. 5, p. 1-12, 2011.

LOVATTO, P. B.; SCHIEDECK, G.; GARCIA, F. R. M. A interação co-evolutiva entre insetos e plantas como estratégia ao manejo agroecológico em agroecossistemas sustentáveis. *Interciência*, v. 37, n. 9, p. 657-663, 2018.

MAIA, J.; LA CORTE, R.; MARTINEZ, J.; UBBINK, J.; PRATA, A. Improved activity of thyme essential oil (*Thymus vulgaris*) against *Aedes aegypti* larvae using a biodegradable controlled release system. *Industrial Crops and Products*, v. 136, p. 110-120, 2019.

MARQUES, E.; LINK, D.; UBERTI, L.; NISHIJIMA, T. Educação ambiental e inclusão de tecnologia social para saneamento básico em propriedades de agricultores familiares. *Revista Monografias Ambientais*, v. 10, n. 10, p. 2101-2114, 2012.

MARTEIS, L.; MAKOWSKI, L.; SANTOS, R. Abordagem sobre Dengue na educação básica em Sergipe: análise de cartilhas educativas. *Scientia Plena*, v.7, n. 6, p. 1-8, 2011.

MAZOYER, Marcel; ROUDART, Laurence. História das agriculturas no mundo. Do neolítico à crise contemporânea. Editora UNESP, 2018, 569p.

MENDES, D.; PEREIRA, T.; GENTIL, N.; LARA, S.; FAGIANI, A.; SANTOS, F.; MIYAZAWA, G. A utilização do júri simulado para abordagem do desmatamento da Amazônia no 1º ano do curso técnico em administração integrado ao ensino médio. X Encontro de Formação de Professores da Área da Ciência, 2020, Anais ...

MONNERA, T, R; BORDAT, D.; CASTELO-BRANCO, M.; FRANÇA, F. Efeito de *Bacillus thuringiensis* Berliner e inseticidas químicos sobre a traça-das-crucíferas, *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera:Yponomeutidae) e seus parasitóides. *Anais da Sociedade de Entomologia do Brasil*, v.29, n. 4, p. 723-730, 2000.

MONTELLA, I.; MARTINS, A.; VIANA-MEDEIROS, P.; LIMA, J.; BRAGA, I.A., VALLE, D. Insecticide resistance mechanisms of brazilian *Aedes aegypti* populations from 2001 to 2004. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, v. 77, n.3, p. 467–477, 2007.

MORÁN, J. Mudando a educação com metodologias ativas. In: SOUZA, C.; MORALES, O. Coleção Mídias Contemporâneas. Convergências Midiáticas, Educação e Cidadania: aproximações jovens. V. II. 2015,180p.

MORDUE, A.; ALASDAIR, J. Azadirachtin from the Neem Tree *Azadirachta indica*: its Action Against Insects. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, v. 29, n.4, p.615-632, 2000.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Pesticide Resistance: strategies and tactics for management. Washington, DC: The National Academies Press, 1986, 484p.

OLIVEIRA, C., AUAD, A., MENDES, S., FRIZZAS, M. Crop losses and the economic impact of insect pests on Brazilian agriculture. *Crop Protection*, v. 56, p.50-54, 2014.

OLIVEIRA, E.; CARRARO, N. Análise do Comportamento e Participação do Agronegócio na Composição do Produto Interno Bruto (PIB) Brasileiro: Um Estudo da Série Temporal de 1996 a 2017. *Brazilian Journal of Development*, v. 5, n. 11, p. 24042-24064, 2019.

PANDIYAN, G.N.; MATHEW, N.; MUNUSAMY, S. Larvicidal activity of selected essential oil in synergized combinations against *Aedes aegypti*. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, v. 174, p. 549-556, 2019. PELAEZ, V.; TERRA, F.; SILVA, L. A regulamentação dos agrotóxicos no Brasil: entre o poder de mercado e a defesa da saúde e do meio ambiente. *Revista de Economia*, v. 36, n. 1, p. 27-48. 2010.

PERES, F., MOREIRA, J., DUBOIS, G. Agrotóxicos, saúde e ambiente: uma introdução ao tema. In: PERES, Frederico, MOREIRA, Josino Costa, orgs. *É veneno ou é remédio? agrotóxicos, saúde e ambiente*. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 2003, 384 p.

PERRY, A. S.; YAMAMOTO, I.; ISHAAYA, I.; PERRY, R. *Insecticides in Agriculture and Environment: Retrospects and Prospects*. Springer. 1998.

PIMENTEL, A.; GOMES, S.; MOREL, A.; ALVEZ, G.; SPIEGEL, C.. Investigando concepções de educação em saúde de estudantes universitários de Ciências Biológicas relacionadas ao controle do *Aedes aegypti*. *Revista de Educação Popular*, p. 83-103. 2020. RISTOW, L.; BATTISTI, I.; STUMM, E.; MONTAGNER, S. Fatores relacionados à saúde ocupacional de agricultores expostos a agrotóxicos. *Saúde e Sociedade*, v.29, n.2, p 1-11, 2020.

RUVIARO, G.; PORTO, L.; BRONSTRUP, T.; ASSMANN, Y. A participação dos países europeus no desenvolvimento do ciclo do açúcar no Brasil. III Seminário de Jovens Pesquisadores em Economia e Desenvolvimento. 2015. Anais [...] Santa Maria, p. 1-17.

SANTOS, K.; PANIZZON, J.; CENCI, M.; GRABOWSKI, G.; JAHNO, V. Perdas e desperdícios de alimentos: reflexões sobre o atual cenário brasileiro. *Brazilian Journal of Food Technology*, v. 23, p. 1-12, 2020.

SARMA, R., ADHIKARI, K., MAHANTA, S; KHANIKOR, B. Combinations of plant essential oil-based terpene compounds as larvicidal and adulticidal agent against *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). *Scientific Reports*, v. 9, n. 9471. p. 1-12, 2019.

SCHIESTL, F. The evolution of floral scent and insect chemical communication. *Ecology Letters*, v. 13, p. 643-656. 2010.

Secretaria da Saúde do Paraná. Vigilância epidemiológica. Disponível em: <http://www.dengue.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=14>. Acesso em: 01 de novembro de 2020.

SILVA, E.; FONSECA, A. Hortas em escolas urbanas, Complexidade e transdisciplinaridade: Contribuições para a Educação Ambiental e para a Educação em Saúde. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 11, n. 3, p 35-53, 2011.

SILVA, M.; COSTA, L. A indústria dos defensivos agrícolas. *BNDES Setorial*, v. 35, p. 233-276, 2011.

SILVA, W.; DÓRIA, G.; MAIA, R.; NUNES, R.; CARVALHO, G.; BLANK, A.; ALVES, P.; MARÇAL, R.; CAVALCANTI, S. Effects of essential oils on *Aedes aegypti* larvae: Alternatives to environmentally safe insecticides. *Bioresource Technology*, v. 99, n. 8, p. 3251-3255, 2008a.

SILVA, J.S.; MARIANO, Z. F.; SCOPEL, I. A dengue no brasil e as políticas de combate ao *Aedes aegypti*: da tentativa de erradicação às políticas de controle. *Hygeia, Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde*, vol. 3, n. 6, p.163-175, 2008b.

SOUSA, D.; MARQUES, D.; SERRA, R.; SOUSA, A.; FIGUEIREDO, G. Uma percepção ambiental de agricultores da comunidade águas turvas sobre o uso de agrotóxico na região da bacia hidrográfica do rio Gramame, João Pessoa (PB). *Revista Brasileira de Educação Ambiental*, v. 13, n.2, p. 332-339, 2018.

TAMBOSI, L.; DIAS, M. Desperdício de alimentos: agendas globais e articulação com movimentos locais. *REUNIR: Revista de Administração, Ciências Contábeis e Sustentabilidade*, v. 10, n.2, p. 1-11, 2020.

TRIPLEHORN, C. A.; JOHNSON, N. F. *Estudo dos insetos*. São Paulo: Cengage Learning. 2015. 761p.

VALLE, Denise; LOURENÇO-DE-OLIVEIRA, R. NOTA TÉCNICA N. 4/2016/IOC-FIOCRUZ/DIRETORIA - Considerações técnicas sobre a aplicação aérea de inseticidas em área urbana. 2016.

VALLE, D., OLIVEIRA, R. NOTA TÉCNICA N.º 4/2016/IOC-FIOCRUZ/DIRETORIA, julho de 2016. Disponível em: <http://www.fiocruz.br/ioc/media/NT04_2016_IOC_inseticida_aviao_dv_rlo_ppublicacao.pdf> Acesso em 22 de setembro de 2019.

VILELA, R.; RIBEIRO, A.; BATISTA, N. Nuvem de palavras como ferramenta de análise de conteúdo: uma aplicação aos desafios do ensino no mestrado profissional. *Millenium*, v. 2, n. 11, p. 29-36, 2020.

ZARBIN, P; RODRIGUES, M.; LIMA, E. Feromônios de insetos: tecnologia e desafios para uma agricultura competitiva no Brasil. *Química Nova*, v. 32, n.2, p. 722-731, 2009.

ANEXO

ANEXO 1 – Agrotóxico -Disponível em: <https://www.gov.br/inca/pt-br/assuntos/causas-e-prevencao-do-cancer/exposicao-no-trabalho-e-no-ambiente/agrotoxico> Acesso em: 06 ago. 2022.



The screenshot shows the official website of the Instituto Nacional de Câncer (INCA) under the 'gov.br' domain. The header includes navigation links for 'Órgãos do Governo', 'Acesso à Informação', 'Legislação', and 'Acessibilidade'. A search bar is present with the placeholder text 'O que você procura?'. The breadcrumb trail indicates the page is under 'Assuntos > Causas e prevenção do câncer > Exposição no trabalho e no ambiente > Agrotóxico'.

Agrotóxico

Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS) são registradas 20 mil mortes por ano devido o consumo de agrotóxicos

Publicado em 20/05/2022 16h06 | Atualizado em 21/07/2022 16h12

Compartilhe: [f](#) [t](#) [l](#)

Agrotóxicos são produtos químicos sintéticos usados para matar insetos, larvas, fungos, carrapatos sob a justificativa de controlar as doenças provocadas por esses vetores e de regular o crescimento da vegetação, tanto no ambiente rural quanto urbano (BRASIL, 2002; INCA, 2021).

Estes produtos tem seu uso tanto em atividades agrícolas como não agrícolas. As agrícolas são relacionadas ao setor de produção, seja na limpeza do terreno e preparação do solo, na etapa de acompanhamento da lavoura, no depósito e no beneficiamento de produtos agrícolas, nas pastagens e nas florestas plantadas. O uso não agrícola é feito em florestas nativas ou outros ecossistemas, como lagos e açudes, por exemplo.

A Organização Internacional do Trabalho (OIT) afirma que os agrotóxicos causam 70 mil intoxicações agudas e crônicas por ano e que evoluem para óbito, em países em desenvolvimento. Outros mais de sete milhões de casos de doenças agudas e crônicas não fatais também são registrados. O Brasil vem sendo o país com maior consumo destes produtos desde 2008, decorrente do desenvolvimento do agronegócio no setor econômico, havendo sérios problemas quanto ao uso de agrotóxicos no país: permissão de agrotóxicos já banidos em outros países e venda ilegal de agrotóxico que já foram proibidos (CARNEIRO *et al.*, 2015).

A exposição aos agrotóxicos pode causar uma série de doenças, dependendo do produto que foi utilizado, do tempo de exposição e quantidade de produto absorvido pelo organismo.

É importante considerar:

- **Toda a população** está suscetível a exposições múltiplas a agrotóxicos, por meio de consumo de alimentos e água contaminados (CDC, 2009).
- **Gestantes, crianças e adolescentes** também são considerados um grupo de risco devido às alterações metabólicas, imunológicas ou hormonais presentes nesse ciclo de vida (SARPA, 2010).

Formas de exposição

No trabalho:

- Através da inalação, contato dérmico ou oral durante a manipulação, aplicação e preparo do aditivo químico (CDC, 2009).
- Destacam-se os trabalhadores da agricultura e pecuária, de empresas desinsetizadoras, de transporte e comércio de agrotóxicos e de indústrias de formulação destes produtos (LONDRES, 2012).

No ambiente:

- Através da pulverizações aéreas que ocasionam a dispersão dessas substâncias pelo meio ambiente contaminando as áreas e atingindo a população.
- Consumo de alimentos e água contaminados.
- Outra forma é o contato com roupas dos trabalhadores com o agrotóxico.

Principais efeitos à saúde

Efeitos Agudos

São aqueles de de aparecimento rápido. Podem surgir os seguintes sintomas (KLAASSEN, 2013):

- Através da pele - Irritação na pele, ardência, desidratação, alergias
- Através da respiração -Ardência do nariz e boca, tosse, coriza, dor no peito, dificuldade de respirar
- Através da boca - Irritação da boca e garganta, dor de estômago, náuseas, vômitos, diarreia

Outros sintomas inespecíficos também podem ocorrer, tais como: dor de cabeça, transpiração anormal, fraqueza, câimbras, tremores, irritabilidade.

Efeitos crônicos

São aqueles aparecem após exposições repetidas a pequenas quantidades de agrotóxicos por um período prolongado). Podem-se relatar os seguintes sintomas (ANVISA, 2018):

- Dificuldade para dormir, esquecimento, aborto, impotência, depressão, problemas respiratórios graves, alteração do funcionamento do fígado e dos rins, anormalidade da produção de hormônios da tireoide, dos ovários e da próstata, incapacidade de gerar filhos, malformação e problemas no desenvolvimento intelectual e físico das crianças. Estudos apontam grupos de agrotóxicos como prováveis e possíveis carcinogênicos (ANVISA, 2018).
- A associação entre exposição a agrotóxicos e desenvolvimento de câncer ainda gera polêmicas, principalmente porque os indivíduos estão expostos a diversas substâncias, sem contar outros fatores genéticos. Porém, é importante salientar que estudos vêm mostrando o potencial de desenvolvimento de câncer relacionado a diversos agrotóxicos, justificando a recomendação de precaução para com o uso e contato.

Ao surgimento de quaisquer sintomas após manipulação de agrotóxicos, recomenda-se a procura por ajuda médica

A classificação dos agrotóxicos utilizada para fins de registro e reavaliação pela ANVISA é baseada no grau de toxicidade destas substâncias **Classificação:**

	CATEGORIA 1	CATEGORIA 2	CATEGORIA 3	CATEGORIA 4	CATEGORIA 5	NÃO CLASSIFICADO
	EXTREMAMENTE TÓXICO	ALTAMENTE TÓXICO	MODERADAMENTE TÓXICO	POUCO TÓXICO	IMPROVÁVEL CAUSAR DANO AGUDO	NÃO CLASSIFICADO
PICTOGRAMA					Sem símbolo	Sem símbolo
PALAVRA DE ADVERTÊNCIA	PERIGO	PERIGO	PERIGO	CUIDADO	CUIDADO	Sem advertência

CLASSE DE PERIGO

ORAL	Fatal se ingerido	Fatal se ingerido	Tóxico se ingerido	Nocivo se ingerido	Pode ser perigoso se ingerido	-
DÉRMICA	Fatal em contato com a pele	Fatal em contato com a pele	Tóxico em contato com a pele	Nocivo em contato com a pele	Pode ser perigoso em contato com a pele	-
INALATÓRIA	Fatal se inalado	Fatal se inalado	Tóxico se inalado	Nocivo se inalado	Pode ser perigoso se inalado	-
COR DA FAIXA	VERMELHO	VERMELHO	AMARELO	AZUL	AZUL	VERDE

Fonte: Instituto Nacional de Câncer José Alencar Gomes da Silva, 2019

Lista de ingredientes ativos de grande consumo no Brasil com autorização da Anvisa:

NOME CAS N°	GRUPO	CLASSIFICAÇÃO TOXICOLÓGICA (ANVISA)	CLASSIFICAÇÃO DA CARCINOGENICIDADE		RELAÇÃO COM CÂNCER
			IARC	USEPA	
2,4-D 94-75-7	Herbicida	Classe I Extremamente tóxico	Grupo 2B: Possivelmente carcinogênico para Humanos	-	Pele; Cavidade nasal, sinonasal, nasofaringe, orofaringe, laringe
ACEFATO 30560-19-1	Inseticida	Classe III Medianamente Tóxico	ND	Possível carcinogênico para humanos	Leucemias, Linfomas não Hodgkin, pâncreas
ATRAZINA 1912-24-9	Herbicida	Classe III Medianamente tóxico	Grupo 3: Não é classificável para carcinogenicidade em humanos	-	Linfomas não Hodgkin
CLORPIRIFÓS 2921-88-2	Inseticida	Classe II Altamente Tóxico	ND	Ausência de carcinogenicidade para seres humanos	Leucemias, Linfomas não Hodgkin, pâncreas
DIAZINONA 333-41-5	Inseticida	Classe II Altamente Tóxico	Grupo 2A: Provavelmente carcinogênico para Humanos	-	Leucemias, Linfomas não Hodgkin, câncer de pulmão
DIURON 330-54-1	Herbicida	Classe III Medianamente Tóxico	ND	Provavelmente carcinogênico para Humanos	Neoplasia (sem localização definida)
GLIFOSATO 1071-83-6	Herbicida	Classe IV Pouco tóxico	Grupo 2A: Provavelmente carcinogênico para Humanos	-	Linfomas não Hodgkin
MALATIONA 121-75-5	Inseticida	Classe III Medianamente Tóxico	Grupo 2A: Provavelmente carcinogênico para Humanos	Linfomas não Hodgkin, câncer de próstata	-
MANCOZEBE 8018-01-7	Fungicida	Classe III	Grupo 3: Não é classificável para carcinogenicidade em humanos	-	Linfomas não Hodgkin
METOMIL 16752-77-5	Inseticida	Classe I Extremamente Tóxico	ND	Ausência de carcinogenicidade para seres humanos	-

Fontes: Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2019; International Agency for Research on Cancer, c2018; United States Environmental Protection Agency, 2019.

Lista de ingredientes ativos de agrotóxicos com autorização banida pela Anvisa:

NOME	PRINCIPAL USO CAS Nº	SITUAÇÃO	JUSTIFICATIVA
ALDRIM	Inseticida 309-00-2	BANIDO	Alta persistência ambiental e/ou periculosidade
BHC (HCH)	Fungicida Inseticida 118-74-1	BANIDO	Alta persistência ambiental e/ou periculosidade
CARBOFURANO	Inseticida 1563-66-2	BANIDO	Alta toxicidade aguda; alta persistência ambiental e/ou periculosidade; teratogenicidade e neutotoxicidade
DDT	Inseticida 50-29-3	BANIDO	Alta persistência ambiental e/ou periculosidade; carcinogenicidade; distúrbios hormonais
ENDOSULFAN	Fungicida Inseticida 115-29-7	BANIDO	Alta persistência ambiental e/ou periculosidade; distúrbios hormonais; câncer
LINDANO	Inseticida 58-89-9	BANIDO	Alta persistência ambiental e/ou periculosidade; neurotoxicidade
ENDOSULFAN	Fungicida Inseticida 115-29-7	BANIDO	Alta persistência ambiental e/ou periculosidade; distúrbios hormonais; câncer
LINDANO	Inseticida 58-89-9	BANIDO	Alta persistência ambiental e/ou periculosidade; neurotoxicidade
METAMIDOFOS	Inseticida 10265-92-6	BANIDO	Alta toxicidade aguda e neurotoxicidade
PARATION	Inseticida 56-38-2	BANIDO	Neurotoxicidade; câncer; Causa danos ao sistema reprodutor
PARATIONA METILICA	Inseticida 298-00-0	BANIDO	Mutagênico; Causa danos ao sistema reprodutor; distúrbios hormonais
PENTACLOROFENOL	Fungicida Inseticida Moluscicida 87-86-5	BANIDO	Hepatotoxicidade; nefrotoxicidade; distúrbios hormonais

Você pode consultar a lista da Anvisa de monografias onde consta a relação de ingredientes ativos de agrotóxicos que não possuem autorização ([abre em outra janela](#)) de uso no Brasil.

Existem alternativas?

Agroecologia

A agroecologia deve ser compreendida como Ciência e prática interdisciplinar que considera não só o conhecimento científico advindo das Ciências Agrárias, da Saúde, Humanas e Sociais, mas principalmente as técnicas e saberes populares (dos povos tradicionais) que incorporam princípios ecológicos e tradições culturais às práticas agrícolas gerando uma agricultura sustentável e promovendo a saúde e a vida digna. Tem como princípios fundamentais a solidariedade, sustentabilidade, preservação da biodiversidade, equidade, justiça social e ambiental, soberania e segurança alimentar e nutricional.

Para mais informações, visite a nossa página sobre [alimentação de origem vegetal](#) ([abre em outra aba](#)).

Referências Bibliográficas

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (Brasil). *Monografias autorizadas*. Brasília, DF: ANVISA, 2018.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (Brasil). *Regulamentação. Anvisa aprova novo marco regulatório para agrotóxicos*. Brasília, DF: ANVISA, 2019.

BRASIL. Decreto nº 4.074, de 4 de janeiro de 2002. *Regulamenta a Lei no 7.802, de 11 de julho de 1989, que dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, I. I e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências*. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, ano 139, n. 5, p. 1-12, 8 jan. 2002.

CARNEIRO, F. F. et al. *Segurança Alimentar e nutricional e saúde*. Parte 1. In CARNEIRO, Fernando Ferreira et al. (org.) *Dossiê ABRASCO: um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde*. Rio de Janeiro: EPSJV; São Paulo: Expressão Popular, 2015. Disponível em: Acesso: 15 ago. 2017.

CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION. *Fourth national report on human exposure to environmental chemicals*. Atlanta, GA: Centers for Disease Control and Prevention, 2009.

INSTITUTO NACIONAL DE CâNCER JOSÉ ALENCAR GOMES DA SILVA. *Exposição no trabalho e no ambiente. Agrotóxico*. Rio de Janeiro: INCA, 2019.

INSTITUTO NACIONAL DE CâNCER JOSÉ ALENCAR GOMES DA SILVA. *Ambiente, trabalho e câncer: aspectos epidemiológicos, toxicológicos e regulatórios* / Instituto Nacional de Câncer José Alencar Gomes da Silva. – Rio de Janeiro: INCA, 2021.

INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH ON CANCER. *List of classifications*, volumes 1-123. Lyon, France: IARC, c2018.

KLAASSEN, C. D. (ed.). *Casarett and Doull's toxicology: the basic science of poisons*. 8th ed. New York: McGraw-Hill Education, 2013.

LONDRES, F. *Agrotóxicos no Brasil: um guia para ação em defesa da vida*. 2. ed. Rio de Janeiro: Rede Brasileira de Justiça Ambiental; Articulação Nacional de Agroecologia, 2012.

SARPA, M. et al. *Postnatal development and fertility of offspring from mice exposed to Triphenyltin (Fentin) Hydroxide during pregnancy and lactation*. *Journal of Toxicology and Environmental Health: part A*, v. 73, n. 13/14, p. 965-971, Jun. 2010.

UNITED STATES. Environmental Protection Agency. *Integrated Risk Information System: IRIS*. Washington, DC: Environmental Protection Agency, c2019.

NOTAS

Nota 1

https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/carta_ottawa.pdf

Nota 2

<https://siteantigo.portaleducacao.com.br/conteudo/artigos/biologia/conferencia-de-tbilisi-1977/27425>

Nota 3

<https://www.gov.br/inca/pt-br/assuntos/causas-e-prevencao-do-cancer/exposicao-no-trabalho-e-no-ambiente/agrotoxico>

Nota 4

<https://www.wordclouds.com/>

Nota 5

<http://www.biodiv.org>