



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA
CAMPUS SOUSA DIRETORIA DE DESENVOLVIMENTO DE ENSINO
DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO SUPERIOR COORDENAÇÃO DO CURSO
SUPERIOR DE LICENCIATURA EM QUÍMICA

IVÂNIO SILVA CAMELO

O ENSINO DE QUÍMICA E OS AGROTÓXICOS: IMPACTOS NA CULTURA DO
COCO NO PERÍMETRO IRRIGADO DE SÃO GONÇALO, SOUSA - PB

SOUSA/PB

2025

IVÂNIO SILVA CAMELO

**O ENSINO DE QUÍMICA E OS AGROTÓXICOS: IMPACTOS NA CULTURA DO
COCO NO PERÍMETRO IRRIGADO DE SÃO GONÇALO, SOUSA – PB**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia da Paraíba (IFPB), Campus Sousa,
como requisito básico para a conclusão do
Curso de Licenciatura em Química.

Orientador : Prof. Dr. Thiago Gonçalves das Neves

SOUSA – PB

2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Milena Beatriz Lira Dias da Silva – Bibliotecária CRB 15/964

O48i Camelo, Ivânio Silva.
O ensino de química e os agrotóxicos: impactos na cultura do coco
no perímetro irrigado de São Gonçalo, Sousa - PB / Ivânio Silva
Camelo, 2025.

73 p.

Orientador: Prof. Dr. Thiago Gonçalves das Neves.
TCC (Licenciatura em Química) - IFPB, 2025.

1. Literatura. 2. Método Recepcional. 3. Cristiane Sobral. 4. Pixaim.
I. Lins, Risonelha de Sousa. II. Título.

IFPB Sousa / BC

CDU811



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA
CAMPUS SOUSA

ATA 44/2025 - CCSLQ/DES/DDE/DG/SS/REITORIA/IFPB

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

Título: A química dos agrotóxicos utilizados na cultura do coco no perímetro irrigado de São Gonçalo, Sousa - PB.

Autor(a): Ivânio Silva Camelo.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Campus Sousa, como parte das exigências para a obtenção do título de Licenciado(a) em Química.

Aprovado pela Comissão Examinadora em: 15/08/2025.

Dr. Thiago Gonçalves das Neves

IFPB – Campus Sousa / Professor(a) Orientador(a)

Me. Jhudson Guilherme Leandro de Araujo

IFPB – Campus Sousa / Examinador(a) 1

Me. Samuel Guedes Bitu

IFPB – Campus Sousa / Examinador(a) 2

Documento assinado eletronicamente por:

- **Thiago Gonçalves das Neves**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLÓGICO, em 15/09/2025 09:34:13.
- **Samuel Guedes Bitu**, TÉCNICO DE LABORATORIO AREA, em 15/09/2025 10:18:05.
- **Jhudson Guilherme Leandro de Araujo**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLÓGICO, em 15/09/2025 10:19:03.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 15/09/2025. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifpb.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código 766198
Verificador: 7688b5295f
Código de Autenticação:



Dedico este trabalho à minha amada filha Luna, fonte inesgotável de amor, alegria e inspiração. É por ela que busco ser sempre melhor e seguir em frente, mesmo diante dos desafios. Que esta conquista sirva de exemplo e motivação para que ela acredite nos próprios sonhos e jamais desista de realizá-los.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela força, sabedoria e discernimento concedidos ao longo desta caminhada acadêmica, guiando-me em cada passo e fortalecendo-me diante dos desafios.

À minha filha Luna, fonte de amor e inspiração, que motiva cada esforço e representa o verdadeiro sentido desta conquista.

À minha esposa Natalia, pelo amor incondicional, paciência e apoio constante, que tornaram possível a superação das dificuldades e a realização deste trabalho.

Aos meus pais, pelo exemplo de honestidade, dedicação e coragem, que sempre me ensinaram o valor do conhecimento e do esforço. Aos meus irmãos, pelo incentivo e presença em todos os momentos.

Aos amigos, pela amizade sincera, companheirismo e pelas palavras de motivação que tornaram esta jornada mais leve e significativa.

A todos os professores que contribuíram para minha formação, em especial ao **professor Thiago Gonçalves das Neves**, meu orientador, pela orientação, paciência e dedicação; e aos **professores Samuel Guedes Bitu e Jhudson Guilherme Leandro de Araújo**, avaliadores, pelas valiosas observações, sugestões e contribuições que enriqueceram este trabalho.

Por fim, a todos que, de alguma forma, participaram desta trajetória e contribuíram para que este sonho se tornasse realidade, expresso minha mais profunda gratidão.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1– processo para a extração do sal do glifosato	33
Figura 2 – Representação estrutural do Glifosato.....	36
Figura 3 – Dissolução do glifosato em diferentes solventes: benzeno, tolueno, óleo de soja, água, etanol, acetona e metanol, respectivamente.	38
Figura 4 – Representação estrutural da molécula do benzeno.....	39
Figura 5 – Representação estrutural da molécula do Tolueno.....	40
Figura 6 – Representação estrutural da molécula da água.....	41
Figura 7 – Representação estrutural da molécula do Etanol.....	42
Figura 8 – Representação estrutural da molécula do Acetona.....	42
Figura 9 – Representação estrutural da molécula de metanol (álcool metílico).....	43
Figura 10 - Representação estrutural da molécula do clorpirifós	46
Figura 11 - Dissolução do klorpan no benzeno, tolueno, óleo d soja, água, etanol, acetona e metanol, respectivamente	47
Figura 12 - Descarte indevido das imagens de agrotóxico.	50
Figura 13 - Manuseio de forma incorreta para a produção da cauda utilizada na pulverização agrícola.....	51
Figura 14 - descartes de embalagens de agrotóxico no perímetro enriado de São Gonçalo.....	52

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Classificação toxicológica segundo as categorias de perigo	23
Quadro 2– Substâncias químicas banidas e suas características toxicológicas	25
Quadro 3 – Propriedades Físico - química do Glifosato.....	35
Quadro 4 – Propriedades Físico-química do KLORPAN 480 EC	45

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

EC	Concentrado Emulsionável
EPIs	Equipamento de proteção individual
ONU	Organizações das nações unidas
XX	Número romano 20
PB	Paraíba
MAPA	Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente,
UNFPA	Fundo de População das Nações Unidas
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
INCA	Instituto Nacional de Câncer
DOU	Diário Oficial da União
-PO₃H₂	grupo fosfato
-CH₃	grupo metil
-OH	hidroxila
-NH₃⁺	grupo amônio
- COO⁻	Grupo carboxilato
- PO₃²⁻	Grupo fosfato
Cl	Cloro
N	Nitrogênio

“Cada jovem que tem acesso à educação de qualidade e cada pesquisador que recebe apoio são sementes de transformação social, econômica e cultural.” — Vanderlei Bagnato.

RESUMO

Este Trabalho de Conclusão de Curso tem como objetivo desenvolver uma proposta pedagógica para o ensino de Química voltada à compreensão dos impactos ambientais e sociais decorrentes do uso inadequado de agrotóxicos na cultura do coco, na região do Perímetro Irrigado de São Gonçalo, município de Sousa-PB. A pesquisa apresenta abordagem qualitativa, de caráter descritivo e exploratório, com realização de coleta de dados em campo, entrevistas informais com agricultores e experimentos laboratoriais sobre as propriedades físico-químicas dos agrotóxicos glifosato e Klorpan 480 EC que estão entre os mais utilizados na região. Os resultados revelam práticas recorrentes de descarte incorreto de embalagens e ausência de uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs), além de sintomas de intoxicação relatados por trabalhadores locais. Foram identificadas também fragilidades no acesso à informação técnica sobre o manuseio seguro desses produtos. Com base nesses dados, o estudo propõe atividades didáticas que integrem conceitos químicos com questões ambientais, explorando temas como solubilidade, toxicidade, biodegradabilidade e estrutura molecular. A proposta busca promover o ensino contextualizado, interdisciplinar e crítico, contribuindo para a formação de estudantes conscientes quanto à sustentabilidade e à segurança no uso de produtos químicos agrícolas. Conclui-se que o ensino de Química pode ser um importante instrumento de transformação social, ao abordar conteúdos que dialogam com a realidade local e favorecem práticas mais seguras e sustentáveis no campo.

Palavras-chave: Ensino de Química; Agrotóxicos; Educação Ambiental; Cultura do Coco; Sustentabilidade.

ABSTRACT

This Final Paper aims to develop a pedagogical proposal for Chemistry teaching focused on understanding the environmental and social impacts of the improper use of pesticides in coconut farming, specifically in the Irrigated Perimeter of São Gonçalo, located in Sousa, Paraíba. The research adopts a qualitative, descriptive, and exploratory approach, with field data collection, informal interviews with farmers, and laboratory experiments on the physicochemical properties of the pesticide's glyphosate and Klorpan 480 EC. The results reveal common practices of improper disposal of pesticide packaging and lack of use of Personal Protective Equipment (PPE), as well as symptoms of poisoning reported by local workers. Weaknesses were also identified in access to technical information regarding the safe handling of these products. Based on this data, the study proposes educational activities that integrate chemical concepts with environmental issues, addressing topics such as solubility, toxicity, biodegradability, and molecular structure. The proposal seeks to promote contextualized, interdisciplinary, and critical education, contributing to the development of students aware of sustainability and safety in the use of agricultural chemicals. It is concluded that Chemistry teaching can serve as a tool for social transformation by addressing content connected to local reality and encouraging safer and more sustainable practices in rural areas.

Keywords: Chemistry Teaching; Pesticides; Environmental Education; Coconut Farming; Sustainability.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	14
2. OBJETIVOS	18
2.2 OBJETIVOS GERAIS.....	18
2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	19
3.1. EDUCAÇÃO AMBIENTAL.....	19
3.2. ENSINO DE QUÍMICA.....	21
3.3. AGROTÓXICOS	22
4. METODOLOGIA.....	28
4.1 TIPO E ABORDAGEM DA PESQUISA	28
4.2 CARACTERIZAÇÃO DO UNIVERSO DE ESTUDO.....	28
4.3 PROCEDIMENTO DA PESQUISA	28
4.4 OBTENÇÃO DO SAL DE GLIFOSATO POR EVAPORAÇÃO	29
4.5 TESTE DE SOLUBILIDADE DO SAL DE GLIFOSATO EM DIFERENTES SOLVENTES	30
4.6 TESTE DE SOLUBILIDADE DO Klorpan 480 EC EM DIFERENTES SOLVENTES	30
4.8 COLETA E ANÁLISE DE DADOS.....	31
5. SUGESTÕES DE ATIVIDADES BASEADAS NOS RESULTADOS	32
5.1 OBTENÇÃO DO GLIFOSATO SÓLIDO.....	32
5.2 SOLUBILIDADE DO GLIFOSATO EM DIFERENTES SOLVENTES ...	35
5.3 Klorpan 480 EC E SUA SOLUBILIDADE EM DIFERENTES SOLVENTES.....	44
5.4 AGROTÓXICOS E O MEIO AMBIENTE	49
5.5 MÚLTIPLAS FACETAS DO EXPERIMENTO E OBSERVAÇÃO	55

6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	57
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	59

1. INTRODUÇÃO

Segundo a Organização das Nações Unidas (ONU), desde o século XX, a Terra tem experimentado um crescimento populacional sem precedentes, com a população mundial triplicando entre 1950 e 2020. Entre os anos de 2000 e 2020, a taxa média de crescimento foi de 1,2% ao ano, impulsionada principalmente pelo aumento da expectativa de vida. Também houve um crescimento significativo no número de pessoas que atingiram 100 anos desde meados do século passado. Conforme aponta a Iberdrola (2023), o expressivo crescimento populacional ocorrido no último século exige soluções sustentáveis que conciliem as necessidades humanas e à preservação ambiental.

O crescimento acelerado da população mundial impõe desafios à produção de alimentos, sendo a agricultura uma das principais formas de suprir essa demanda (BRASIL ESCOLA, 2025). Contudo, os agricultores enfrentam obstáculos como a escassez de terras cultiváveis e o ataque de pragas às plantações (LOPES, 2018). A chamada Revolução Verde, iniciada por Norman Borlaug na década de 1960, introduziu variedades de plantas de alto rendimento e técnicas agrícolas modernas, contribuindo para o aumento da produtividade (BRASIL ESCOLA, 2025). No entanto, essa intensificação também levou ao uso crescente de agrotóxicos, que, embora protejam as culturas, implicam riscos à saúde humana e ao meio ambiente (LOPES, 2018).

A má gestão desses produtos — como o uso sem equipamentos de proteção, o manejo incorreto e o descarte inadequado das embalagens — intensifica os problemas ambientais e sociais associados. Muitos trabalhadores rurais, sem acesso à informação e à formação técnica adequada, utilizam os agrotóxicos de maneira imprópria, expondo-se a sérios riscos.

Diante disso, torna-se relevante abordar os agrotóxicos no ensino de Química, considerando seus impactos ambientais, agrícolas e à saúde. Essa abordagem não só aprofunda o conhecimento científico e crítico dos alunos, como também insere a temática no contexto social e ambiental contemporâneo. Buffolo & Rodrigues (2015) defendem um ensino de Química com perspectiva socioambiental. Já Cavalcanti et al. (2010) afirmam que os agrotóxicos podem ser uma temática mobilizadora para discussões em sala de aula. Pesquisa de Belchior et al. (2017) mostra os graves impactos dos agrotóxicos sobre o meio ambiente e a saúde humana. De forma interdisciplinar, Deconti, Silva e Mesquita propõem atividades integrando Química e Matemática focadas em agricultura sustentável. Além disso,

levantamento bibliográfico de Ribeiro, Passos e Salgado (2021) identifica diversas experiências com agrotóxicos no ensino de Ciências da Educação Básica. A inserção desse tema em práticas educativas pode favorecer a conscientização, a educação ambiental e o uso mais responsável dessas substâncias, promovendo práticas agrícolas mais seguras e sustentáveis.

Este estudo analisa a realidade dos agricultores da região de São Gonçalo, no município de Sousa-PB, evidenciando a carência de orientações adequadas sobre o uso e manejo de agrotóxicos por parte dos vendedores e técnicos. A fim de minimizar os problemas decorrentes do uso inadequado de agrotóxicos, diversas medidas podem ser adotadas. A falta de informações claras sobre dosagem, aplicação e descarte de agrotóxicos contribui para práticas inadequadas, gerando impactos negativos ao meio ambiente e à saúde humana. Embora as bulas desses produtos contenham instruções sobre o uso seguro, elas frequentemente não são compreendidas ou seguidas corretamente. Nesse contexto, a educação e a capacitação contínua de agricultores e aplicadores tornam-se essenciais para garantir o uso correto dos produtos, incluindo a dosagem adequada, a aplicação responsável e a utilização correta de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs). Além disso, melhorias nas embalagens, como instruções mais didáticas, ilustrações e recursos digitais, como QR Codes com vídeos explicativos, podem facilitar a compreensão e incentivar práticas seguras. A fiscalização rigorosa e políticas públicas eficientes desempenham papel fundamental, assegurando o cumprimento da legislação, promovendo programas de recolhimento de embalagens e incentivando métodos agrícolas mais sustentáveis. Por fim, o apoio técnico e o uso de tecnologias inovadoras, como sistemas de monitoramento digital e máquinas de pulverização de precisão, contribuem para minimizar os impactos ambientais e proteger a saúde humana.

Embora existam milhares de formulações de agrotóxicos registrados no Brasil, incluindo 399 substâncias ativas, muitas delas com auto potencial tóxico e proibidas em outros países, a legislação brasileira não prevê revisões periódicas desses registros, permitindo que produtos já considerados obsoletos em outros contextos sigam em uso nacional. Cerca de 67,2% do volume comercializado está associado a danos crônicos graves, como carcinogenicidade e disfunções endócrina, o que agrava os impactos ambientais e sociais especialmente em comunidades rurais (Silveira et al., 2021, p. 1). Diante desse cenário, a pesquisa propõe uma abordagem pedagógica crítica, focada na conscientização sobre os riscos dos agrotóxicos, com ênfase no descarte inadequado de embalagens, que é uma prática recorrente e particularmente preocupante em culturas de uso intensivo, especialmente como a do coco. Apenas nos primeiros

dias de 2025 o Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA), aprovou o uso de 73 novos insumos agrícolas sendo 44 agrotóxicos químicos, o que reforça a urgência de ações educativas voltadas a redução dos danos e promoção de práticas sustentáveis (BRASIL DE FATO 2025).

Como resposta a essa problemática, normas foram criadas, como a Resolução CONAMA nº 334/2003, que regulamenta o licenciamento ambiental e determina pontos específicos para o recolhimento de embalagens vazias.

Vários fatores influenciam na dispersão do pesticida; (a) tamanho da gota (Tensão superficial tamanho do orifício Que saída e pressão do líquido); (b) Dosagens formulação e volume do spray e solventes utilizados no preparo; (c) Condições ambientais (Velocidade de ir direção do ventos, Umidade, temperatura); (d) Altura da plantação (A dispersão aumenta com a altura da plantação). (César Rocha et al., 2010, p. 63).

Considerando que, na agricultura moderna, a produtividade e a rapidez são fatores determinantes para o lucro, o uso de agrotóxicos se torna, em muitos casos, quase inevitável. O ensino de Química pode aproveitar o estudo dos agrotóxicos como uma oportunidade para desenvolver a reflexão crítica, aproximando os conteúdos escolares da realidade cotidiana dos estudantes.

A abordagem interdisciplinar permite relacionar conceitos químicos, físicos e biológicos aos impactos dos agrotóxicos, como seus efeitos sobre os ciclos biogeoquímicos e os riscos associados ao descarte incorreto de embalagens.

Esses compostos possuem maior resistência à degradação e têm características físico-químicas, como baixa solubilidade na água e alta solubilidade em lipídios, que facilitam seu acúmulo no organismo animal” (SILVA, 2019, p. 20). Esse mecanismo faz com que inseticida como o DDT (Dicloro-Difenil-Tricloroetano), passem da água para a gordura dos animais, resultando em concentrações superiores às encontradas no meio aquático (César Rocha et al., 2010, p. 63).

A ONU projeta que a população mundial atingirá o pico em meados da década de 2080, ultrapassando os 10 bilhões de habitantes (ONU, 2024). Esse cenário implica uma demanda crescente por alimentos e, conseqüentemente, pela intensificação da produção agrícola. A utilização de agrotóxicos e o emprego de tecnologias avançadas são práticas frequentemente adotadas para enfrentar esse desafio.

Entretanto, muitos produtores rurais desconhecem a composição química, os riscos toxicológicos e os impactos ambientais dessas substâncias. Além disso, a carência de práticas adequadas de armazenamento e descarte de embalagens contribui para a contaminação do solo e da água, bem como para a ocorrência de intoxicações agudas e crônicas.

Nesse contexto, propõe-se a implementação de práticas educativas voltadas para a formação crítica dos agricultores quanto ao uso e descarte de agrotóxicos. Além disso, o tema pode ser explorado como recurso didático no ensino de Química, possibilitando o estudo de propriedades físico-químicas, reações no solo, biodegradabilidade, toxicidade de compostos, entre outros aspectos científicos relevantes.

Na comunidade rural do Perímetro Irrigado de São Gonçalo, em Sousa-PB, a cultura do coco apresenta forte dependência de substâncias como o glifosato e o KLORPAN 480 EC. Relatos informais de trabalhadores rurais indicam sintomas preocupantes após a aplicação desses produtos, como por exemplo tontura, escurecimento da visão, irritações na pele e nas mucosas e até perda temporária da voz. Ademais, destacam-se potenciais efeitos crônicos, como perda de peso, comprometimento da memória e alopecia (queda de cabelo), que podem estar relacionados a essas práticas.

Observa-se, ainda, o descarte irregular de embalagens vazias próximo a áreas de cultivo e cursos d'água, bem como a ausência do uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs). Esses fatores evidenciam a urgência de ações educativas e preventivas.

Do ponto de vista científico, os diferentes níveis de solubilidade, toxicidade e persistência dos agrotóxicos influenciam diretamente seu comportamento ambiental e reforçam a importância do ensino da Química para a compreensão e enfrentamento desse problema.

2. OBJETIVOS

2.2 OBJETIVOS GERAIS

Desenvolver uma proposta pedagógica para as aulas de Química que promova a compreensão dos impactos ambientais e sociais decorrentes do uso inadequado de agrotóxicos, com ênfase na cultura do coco. A proposta deve incentivar a adoção de práticas sustentáveis, incluindo a conscientização sobre o descarte correto de embalagens, o uso adequado de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) e a realização de manutenções periódicas nos equipamentos de pulverização.

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Investigar as propriedades químicas dos agrotóxicos utilizados na cultura do coco e seus impactos no meio ambiente e na saúde humana.
- Analisar os impactos do descarte inadequado de embalagens de agrotóxicos e do uso excessivo desses produtos na comunidade local.
- Propor atividades práticas e educativas que integrem conceitos químicos e questões ambientais.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1. EDUCAÇÃO AMBIENTAL

Segundo Oliveira et al. (2022), durante anos, diversas ações foram realizadas para que o meio ambiente fosse valorizado. A partir da década de 1970, especialmente após a Conferência de Estocolmo, em 1972, o termo “educação ambiental” passou a ser utilizado com o objetivo de minimizar os impactos ao meio ambiente, reduzir as ameaças à qualidade de vida e garantir a sobrevivência dos seres vivos (DIAS, 2012, p. 45).

“Nas últimas décadas, o homem, utilizando o poder de transformar o meio ambiente, modificou rapidamente o equilíbrio da natureza. Por conseguinte, as espécies vivas ficam frequentemente expostas a perigos que podem ser irreversíveis” (Tbilisi, 1996, p. 10).

Alves et al. (2022) afirmam que a educação ambiental se tornou necessária devido ao grande crescimento populacional, que desencadeou um processo acelerado de urbanização e trouxe consequências significativas para o meio ambiente. Parte desse desequilíbrio provém dos resíduos gerados pelo progresso, os quais acabam poluindo todo o ciclo biogeoquímico — isto é, o conjunto de processos naturais pelos quais elementos químicos essenciais, como carbono, nitrogênio, fósforo e água, circulam entre a biosfera, a atmosfera, a litosfera e a hidrosfera, garantindo o equilíbrio da vida no planeta. Essas catástrofes ambientais tornam-se evidentes como resultados diretos do estilo de vida humano. Diante disso, torna-se crucial a implantação da educação ambiental para fortalecer a consciência de que se deve promover a preservação da natureza e de seus recursos naturais, por meio de um desenvolvimento mais sustentável, respeitando as leis da natureza.

A educação ambiental na escola tem como característica a realização de uma série de atividades com o objetivo de fortalecer a consciência da preservação dos recursos naturais e desenvolvimento sustentável. A degradação do meio ambiente está relacionada a constantes ações humanas que ameaçam a sobrevivência das espécies e que são capazes de provocar poluição do ar e solo, alterações climáticas, entre outras consequências (Alves et al., 2022, p. 1).

Ainda de acordo com Alves et al. (2022), frequentemente atrelada a outras disciplinas por não fazer parte da grade curricular, a educação ambiental está sempre vinculada a outras matérias como Química, Física e Biologia, as chamadas Ciências Naturais. Há vários motivos para que este tema seja destacado na educação ambiental entre eles estão:

- Ensinar a importância da preservação, dentre recursos naturais, a fim de promover uma consciência mais ecológica sustentável entre os alunos;
- Utilizar demonstrações em aulas para destacar a importância da preservação ambiental como o objetivo de mudar o senso comum e pensamentos ultrapassados em relação a natureza;
- Materializar a importância do meio ambiente por meio de dias comemorativos, como, por exemplo, o Dia da Árvore, o Dia da Água, para facilitar a assimilação dos conteúdos abordados.
- Estimular um consumo consciente com responsável, visando a redução dos impactos ambientais e ao desenvolvimento de um senso crítico sobre as ações do homem na natureza.

Assim sendo, a educação ambiental não deve se limitar à divulgação de informações, mas também incentivar a reflexão, ajudando o público a questionar suas falsas ideias sobre os múltiplos problemas ambientais e os sistemas de valores que sustentam essas ideias. A educação ambiental é fundamental para formar indivíduos com postura crítica, capazes de realizar análises mais precisa e avaliar adequadamente os diversos fatores que influenciarão futuras circunstâncias.

De acordo com o Fundo de População das Nações Unidas (UNFPA, 2022), a população mundial levou cerca de 12 anos para passar de 7 para 8 bilhões de pessoas. Contudo, estima-se que esse número atinja 9 bilhões em aproximadamente 14,5 anos, por volta de 2037, o que indica uma desaceleração no ritmo de crescimento populacional. Ainda segundo o organismo, a espera-se que a população mundial atinja um pico de aproximadamente 10,4 bilhões na década de 2080, mantendo-se nesse nível até o final do século.

Considerando os dados apresentados pelo UNFPA (2022), fica evidente a urgência de implementar uma educação ambiental de qualidade ao longo de toda a vida escolar. Informações como essa reforçam a necessidade de uma educação ambiental de qualidade, que deve ser implementada desde os anos iniciais até o término da vida escolar, preparando as futuras gerações para os desafios do contexto em que serão inseridos.

3.2. ENSINO DE QUÍMICA

De acordo com Mendonça et al. (2020), o estudo da Química é fundamental para compreendermos o funcionamento de tudo que nos cerca. Esse conhecimento permite que a sociedade moderna encontre um rumo concreto para seu desenvolvimento social e econômico, auxiliando-nos enquanto cidadãos e diferenciando-nos das demais espécies do ecossistema em que estamos inseridos.

Ainda segundo Mendonça et al. (2020), o ensino de Química desempenha um papel fundamental na formação dos estudantes, pois não apenas estimula e desenvolve os conhecimentos científicos, mas também desperta a curiosidade sobre o planeta, suas propriedades e transformações. A Química ajuda a entender desde hábitos cotidianos como a preparação de alimentos ou o funcionamento de medicamentos até processos industriais e ambientais que impactam diretamente a sociedade e revolucionam as tecnologias atuais. Os agrotóxicos, presentes no dia a dia dos estudantes, servem como exemplo desse duplo aspecto, podem ser abordados em sala de aula como uma "faca de dois gumes", apresentando tanto benefícios quanto malefícios para a coletividade.

É consensual que a maneira mais eficaz de ensinar Química e melhorar sua compreensão consiste na combinação de aulas práticas com experimentos e no uso de tecnologias que aprimorem a didática e facilitem a fixação do conteúdo. Para que o ensino de Química seja verdadeiramente eficaz, é preciso ir além da simples memorização de fórmulas e teorias. Deve-se adotar metodologias ativas que incentivem a participação e o engajamento dos estudantes, facilitando sua compreensão dos conteúdos abordados. Experimentos práticos, simulações virtuais e recursos tecnológicos mostram-se como poderosos aliados para ilustrar conceitos e tornar o aprendizado mais concreto e significativo.

Livramento et al. (2019) destaca que o uso da experimentação no Ensino de Química pode se mostrar bastante importante para o processo de ensino-aprendizagem trazer reações químicas presentes no dia a dia dos alunos, como é o caso dos agroquímicos presentes na realidade dos mesmos. Fazendo com que os alunos levem estes conhecimentos para o resto de sua vida, não apenas com 'decorebas e fórmulas químicas', mas sim de forma bastante significativa, e isso está muito relacionado à forma como os conteúdos são trabalhados.

Além disso, o ensino contextualizado que relaciona o conteúdo estudado com situações reais, trazendo exemplos de fenômenos cotidianos vivenciados pelos alunos ajuda a demonstrar

a importância da Química em seu dia a dia, facilitando assim a compreensão dos temas abordados.

Segundo Mendonça et al. (2020), a LDB nº 9.394/1996 orienta que o ensino de Química deve ser conduzido de forma a permitir que os alunos relacionem os conteúdos aprendidos em sala de aula com situações do cotidiano, considerando tanto a informação científica quanto o contexto social.

Como Mendonça et al. (2020) frisaram, existem muitos desafios a serem superados no ensino de Química. As dificuldades geralmente relatadas pelos alunos ocorrem porque consideram a disciplina abstrata e complexa, o que dificulta seu entendimento. Além disso, a falta de recursos em algumas escolas pode limitar e dificultar tanto as experiências teóricas quanto as práticas nas aulas. Para superar essas barreiras, o papel do docente é crucial. Professores que utilizam métodos criativos e adaptados às necessidades dos estudantes promovem um ambiente mais acessível e estimulante para a aprendizagem.

“Um dos maiores desafios do ensino de Química, nas escolas de nível fundamental e médio, é construir uma ponte entre o conhecimento escolar e o mundo cotidiano dos estudantes” (Cavalcanti et al., 2009, p. 1).

3.3. AGROTÓXICOS

Segundo o Instituto Nacional de Câncer (INCA, 2022), os agrotóxicos são substâncias químicas sistêmicas, e são conhecidos como pesticidas ou defensivos agrícolas, que são utilizadas na agricultura para o controle de pragas, doenças e plantas daninhas que ameaçam as plantações. Embora esses produtos contribuam para a produtividade agrícola, seu uso inadequado ou excessivo pode trazer riscos significativos à saúde humana e ao meio ambiente.

No Brasil, a responsabilidade pela classificação toxicológica de agrotóxicos e da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), conforme estabelecido na resolução RDC nº 294/2019. Essa norma determina critérios técnicos que permitem agrupar os produtos conforme seu grau de toxicidade aguda, com o objetivo de orientar práticas seguras de uso e manuseio. O quadro 1 demonstra como os produtos são identificados por faixas coloridas e categorizadas em cinco níveis: A categoria 1, corresponde a produtos extremamente tóxicos, indicada pela faixa vermelha; a categoria 2, também com faixa vermelha, refere-se a substâncias altamente tóxicas. A categoria 3 utiliza faixa amarela para sinalizar toxicidade

moderada; a categoria 4, com a faixa azul abrange produtos com baixa toxicidade. Já a categoria 5, igualmente marcada por faixa azul inclui substâncias cujo toxicidade aguda é considerada improvável. Existe ainda a categoria “Não classificado” identificada pela faixa verde, destinada a compostos que não apresentam toxicidade aguda significativa. Cada Classificação é acompanhada de símbolos de advertência e frases de riscos, facilitando a comunicação do perigo potencial ao usuário (BRASIL, 2019).

Quadro 1 – Classificação toxicológica segundo as categorias de perigo

	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 palavra de advertência	 Perigo	 Perigo	 Perigo	 Cuidado	Sem símbolo Cuidado	Sem símbolo 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: Adaptado de Instituto Nacional de Câncer – INCA (2024).

De acordo com a classificação proposta por Carneiro et al. (2015), os agrotóxicos podem ser categorizados conforme o organismo que se deseja combater. Atualmente, existem diversos tipos de agrotóxicos, cada um com uma finalidade específica para diferentes áreas de cultivo. Os herbicidas são empregados para eliminar ervas daninhas que competem com as plantas cultivadas, enquanto os inseticidas são utilizados no controle de insetos que se alimentam das plantas, prejudicando a produção agrícola. Já os fungicidas atuam no combate a fungos que podem causar doenças em plantas ou animais. Além desses, os acaricidas são aplicados para

controlar ácaros, que atacam os brotos novos das plantas, podendo causar sua queda. Segundo os mesmos autores, os agrotóxicos também podem incluir nematicidas, usados contra nematoides parasitas de planta, larvicidas direcionados ao controle de larvas de insetos, E formicidas voltados para o combate de formigas entre outros tipos de acordo com o organismo-alvo.

O uso inadequado de agrotóxicos, bem como o descarte incorreto das embalagens, pode ocasionar sérios impactos à saúde humana e ao meio ambiente. Essa prática é proibida pela Resolução CONAMA nº 465, de 5 de dezembro de 2014 (BRASIL, 2014).

Em relação à saúde humana, os agrotóxicos podem causar intoxicações agudas, cujos sintomas imediatos incluem dores de cabeça, tontura e náuseas, entre outros efeitos mais graves. Além disso, exposições crônicas, de difícil diagnóstico, podem levar ao desenvolvimento de doenças como câncer, problemas neurológicos e alterações hormonais.

Do ponto de vista ambiental, o uso inadequado desses produtos pode contaminar o solo e corpos d'água, alterar o pH ambiental e prejudicar organismos benéficos, como polinizadores e predadores naturais de pragas. Tais impactos contribuem para o desequilíbrio biogeoquímico dos ecossistemas.

Alguns agrotóxicos, devido à alta persistência que algumas destas substâncias tem de permanecer inserida no meio ambiente, tiveram seu banimento autorizado pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Conforme ilustrado no Quadro 2, como exemplo o DDT, um inseticida que possui uma com alta resistência à degradação no meio ambiente, que provoca distúrbios hormonais e representa grave risco para a saúde humana e animal (INCA, 2023).

Quadro 2– Substâncias químicas banidas e suas características toxicológicas

NOMES	PRINCIPAL USO CAS N°	SITUAÇÃO	JUSTIFICATIVA
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

Fonte: Adaptado de Instituto Nacional de Câncer – INCA (2024).

Para minimizar os impactos negativos do uso de agrotóxicos, torna-se necessária a implementação de um sistema de regulamentação por meio de legislação específica. No Brasil, esse controle é exercido por quatro órgãos principais: a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), responsável por analisar a toxicidade e os possíveis impactos nos alimentos para minimizar os riscos à saúde humana e animal; o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama), encarregado de analisar todos os impactos ambientais em todo o ecossistema ocasionados pelo uso dos agrotóxicos; o Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama), que não é responsável pela avaliação dos produtos, mas tem o papel de estabelecer diretrizes para auxiliar, por exemplo, o Ibama; e o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), responsável pelo registro dos agrotóxicos através de avaliações sobre sua eficácia agronômica.

Essas instituições são responsáveis pela regulamentação, fiscalização do uso de agrotóxicos e pelo gerenciamento do destino das embalagens. Inicialmente, o devido controle do destino das embalagens de agrotóxicos era regulado pela Resolução Conama nº 334, de 3 de abril de 2003, que foi substituída pela Resolução Conama nº 465, de 5 de dezembro de 2014, publicada no Diário Oficial da União (DOU), nº 237, Seção 1, páginas 110-111, em 8 de dezembro de 2014 (Conama, 2014, p. 110-111).

A atual Resolução Conama nº 465/2014 estabelece os procedimentos para o licenciamento ambiental de estabelecimentos destinados ao recebimento de embalagens vazias de agrotóxicos. Ao longo dos anos, foram criadas várias leis complementares para regulamentar

tanto a comercialização dos agrotóxicos quanto o fim adequado de suas embalagens. Considerando a necessidade de dar destinação final ambientalmente adequada aos agrotóxicos e afins, seus resíduos e embalagens, conforme estabelecem a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981; a Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989; a Lei nº 9.974, de 6 de junho de 2000; o Decreto nº 4.074, de 4 de janeiro de 2002; a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010; e o Decreto nº 7.404, de 23 de dezembro de 2010. Considerando ainda que a destinação inadequada de embalagens de agrotóxicos e afins, vazias ou contendo resíduos, causa danos ao meio ambiente e à saúde humana (Conama, 2014, p. 110-111).

Nos últimos anos, práticas como o manejo integrado de pragas (MIP), o uso de produtos biológicos e a agricultura orgânica vêm sendo incentivadas como alternativas viáveis aos agrotóxicos convencionais. Essas práticas têm como objetivos principais reduzir a dependência de produtos químicos sistêmicos, promover métodos mais sustentáveis de controle de pragas e implementar tecnologias de monitoramento do campo por meio do uso de dados da lavoura para avaliar a densidade da população dos insetos presentes, permitindo que o produtor avalie qual manejo é adequado para a situação da lavoura. O manejo integrado de pragas é uma abordagem que combina diferentes técnicas de prevenção e controle de infestações para proteger a lavoura e torná-la mais sustentável (Climate FieldView, 2023).

Ainda segundo a Climate FieldView (2023), técnicas e tecnologias modernas vêm sendo implementadas nas lavouras, tais como a pulverização inteligente, que usa laser para análise precisa da planta e aplicação da quantidade ideal de defensivos para aquela planta em especial; a robótica agrícola, onde a inteligência artificial, junto com robôs, está sendo utilizada para o combate a ervas daninhas; e o monitoramento digital, que utiliza sensores e análise de dados para avaliação da densidade populacional de pragas. Tecnologias de ponta estão sendo testadas com o intuito de melhorar a produção e diminuir a dependência de substâncias químicas para o controle de pragas que afetam as plantações. O progresso tecnológico trará novas ferramentas em um futuro próximo, as quais serão armas importantes para os produtores contra as pragas que destroem plantações.

Esse contexto permite que os estudantes analisem a ação das substâncias químicas no ambiente, os mecanismos de biodegradabilidade e bioacumulação, bem como os processos de toxicidade e contaminação em cadeias alimentares (BRASIL, 2019; PIGNATI et al., 2017).

Além disso, aspectos socioambientais e éticos podem ser abordados, como a análise crítica do paradigma produtivista na agricultura, a saúde ocupacional de trabalhadores rurais,

alternativas sustentáveis como o controle biológico e a agroecologia, e a educação para o consumo consciente (IDEC, 2023; ALTIERI, 2012).

Agrotóxicos são substâncias químicas desenvolvidas para controlar pragas e doenças que afetam a cultura plantada. No entanto, seus componentes como pesticidas, herbicidas e fungicidas podem apresentar efeitos nocivos à saúde humana, principalmente em exposições prolongadas, causar desequilíbrios ecológicos ao contaminar o solo, a água e a biodiversidade (CARNEIRO et al., 2015; IBAMA, 2022). Os estudantes podem aprender sobre a regulamentação de agrotóxicos e as normas de segurança, o uso de equipamento de proteção individual (EPIs), entendendo o papel da legislação química na proteção ambiental e na saúde pública, o que traz uma perspectiva prática e atualizada sobre a atuação profissional na área química (BRASIL, 2019; ABNT, 2021).

Essa abordagem interdisciplinar facilita o aprendizado de forma significativa, pois conecta o conteúdo teórico à realidade dos alunos e promove uma compreensão ampla sobre os efeitos dos agrotóxicos no dia-a-dia dos estudantes e no meio ambiente.

Integrar o estudo dos agrotóxicos ao ensino da química possibilita que os alunos compreendam desde as estruturas moleculares e reações químicas envolvidas até os impactos dos produtos químicos na agricultura, na saúde humana e no meio ambiente.

“Atualmente, a utilização de temas diferentes para se ensinar Química tem sido uma das melhores maneiras encontradas pelos professores para chamar a atenção dos alunos, fazendo com que estes se interessem pelo conteúdo” (Cavalcanti et al., 2009, p. 2).

Incluir a discussão sobre agrotóxicos no ensino de Química contribui para o desenvolver uma compreensão crítica acerca dos benefícios e malefícios do uso dessas substâncias, promovendo a reflexão sobre alternativas sustentáveis, como o uso de biopesticidas e práticas de controle biológico. Além disso, esse tema promove o debate sobre a regulamentação e segurança do uso de agrotóxicos, oferecendo uma oportunidade para os alunos refletirem sobre o papel da ciência na sociedade e a importância de práticas agrícolas mais seguras e sustentáveis.

Por fim, o ensino sobre agrotóxicos no contexto da Química contribui para formar cidadãos mais informados, que possam avaliar as questões ambientais e de saúde pública de maneira crítica, compreendendo melhor a relação entre tecnologia, sociedade e sustentabilidade.

4. METODOLOGIA

4.1 TIPO E ABORDAGEM DA PESQUISA

Esta pesquisa combina características de pesquisa de campo, descritiva e exploratória, conforme Gil (1996). A abordagem de campo foi realizada diretamente no perímetro irrigado de São Gonçalo, permitindo a observação e coleta de informações sobre o uso e descarte de agrotóxicos. A abordagem descritiva buscou identificar e detalhar os principais aspectos relacionados ao manuseio dos agrotóxicos, enquanto a abordagem exploratória teve como foco a compreensão dos impactos ambientais, sociais e de saúde associados à prática inadequada de descarte das embalagens. Além disso, dados obtidos na literatura complementarão as informações técnicas, agregando suporte teórico ao trabalho.

4.2 CARACTERIZAÇÃO DO UNIVERSO DE ESTUDO

O estudo foi realizado na área do perímetro irrigado de São Gonçalo, localizada no distrito de Sousa, Paraíba, às margens do Rio do Peixe. Essa região abrange a sede do perímetro irrigado, conhecido como São Gonçalo, e os vilarejos denominados Núcleos I, II e III, habitados por trabalhadores rurais, sendo que os moradores mais antigos são chamados de colonos. A principal atividade agrícola da região é a cultura do coco e da banana, praticada atualmente em grande parte do perímetro. Outras culturas presentes incluem manga, goiaba, uva, maracujá, melancia, jerimum, macaxeira e arroz. Destaca-se que, com exceção da banana, todas essas culturas necessitam, em determinados períodos, de pulverização com agrotóxicos para o controle de pragas que afetam a produtividade. O ponto preocupante, evidenciado no estudo, refere-se ao manejo inadequado e ao descarte incorreto dos rejeitos de agrotóxicos na região.

4.3 PROCEDIMENTO DA PESQUISA

O procedimento da pesquisa incluiu diversas etapas, iniciando-se com o trabalho de campo na área do perímetro irrigado de São Gonçalo, em Sousa, Paraíba, cujo objetivo foi identificar os agrotóxicos mais comuns utilizados na cultura do coco. Durante essa etapa, foram coletadas informações sobre os produtos, incluindo nomes comerciais, ingredientes ativos,

frequência de uso, práticas relacionadas ao descarte de embalagens e medidas de segurança adotadas pelos trabalhadores rurais. Posteriormente, foram analisadas as embalagens coletadas no local, observando-se características como o material de composição, majoritariamente plástico, e as informações disponíveis nos rótulos sobre descarte adequado, além de alertas de riscos associados ao uso e manuseio. Documentações visuais, como fotografias das embalagens e das práticas observadas durante o trabalho de campo, também foram realizadas.

Após a identificação dos produtos, foi feita uma análise química dos compostos presentes, com especial atenção no glifosato, amplamente utilizados no Brasil. Esta análise incluiu a avaliação das estruturas químicas dos compostos, incluindo a classificação das cadeias carbônicas e suas implicações para a toxicidade, solubilidade e biodegradabilidade. Na sequência, foi realizada uma avaliação dos impactos ambientais, sociais e de saúde relacionados ao uso e ao descarte inadequado das embalagens de agrotóxicos.

Para aprofundar a compreensão das características físico-químicas dos agrotóxicos utilizados, foram realizados experimentos laboratoriais, descritos a seguir.

4.4 OBTENÇÃO DO SAL DE GLIFOSATO POR EVAPORAÇÃO

Devido à indisponibilidade do glifosato em sua forma sólida no comércio local, optou-se por utilizar sua formulação líquida, amplamente comercializada. Como objetivo principal do experimento, buscou-se isolar o sal presente na solução por meio da técnica de separação física por evaporação.

O procedimento consistiu em transferir uma porção da solução líquida de glifosato para um recipiente resistente ao calor. Inicialmente, foi realizada a medição da massa do recipiente vazio. Em seguida, mediu-se a massa do recipiente contendo a solução.

O recipiente com a solução foi submetido a aquecimento contínuo, em superfície aquecida, até que todo o líquido evaporasse. Ao final da evaporação, foi realizada nova medição da massa do recipiente, agora contendo apenas o resíduo sólido resultante do processo.

As três medições de massa — do recipiente vazio, com a solução, e com o resíduo sólido — foram posteriormente utilizadas para calcular a massa da solução utilizada, a quantidade de sal extraído e a proporção entre soluto e solvente na amostra original.

4.5 TESTE DE SOLUBILIDADE DO SAL DE GLIFOSATO EM DIFERENTES SOLVENTES

O experimento teve início com a trituração do sal de glifosato com o objetivo de aumentar a sua área de contato com os solventes utilizados. Em seguida foram pesadas aproximadamente 0,196 g sal triturado com o auxílio de uma balança analítica de precisão e levado todas as amostras para a capela onde começaram os procedimentos experimentais.

Foram acondicionadas em um tubo de ensaio previamente numerado de 1 a 7 de modo a garantir a organização e a padronização dos procedimentos. Em seguida foram adicionados 10 ml de diferentes solventes — polares e apolares — a cada tubo contendo o sal. A seguir foram observadas a solubilidade do composto em cada um dos solventes.

1º - Benzeno - 10 ml + 0 196 g do sal de glifosato

2º - Tolueno - 10 ml + 0 196 g do sal de glifosato

3º - Óleo de soja - 10 ml + 0 196 g do sal de glifosato

4º - Água - 10 ml + 0 196 g do sal de glifosato

5º - Álcool etílico - 10 ml + 0 196 g do sal de glifosato

6º - Acetona - 10 ml + 0 196 g do sal de glifosato

7º - Metanol - 10 ml + 0 196 g do sal de glifosato

Esse procedimento teve com finalidade avaliar a solubilidade do sal de glifosato em diferentes tipos de solventes visando compreender seu comportamento frente a compostos de diferentes polaridades.

4.6 TESTE DE SOLUBILIDADE DO KLORPAN 480 EC EM DIFERENTES SOLVENTES

A etapa experimental teve início com a adição de 25 gotas do produto KLORPAN 480 EC em tubos de ensaio, seguindo a mesma ordem utilizada no experimento anterior com o glifosato. Para garantir organização e controle, os tubos foram identificados com numeração de 1 a 7. As amostras foram manipuladas dentro da estufa, assegurando condições adequadas para o início dos testes. Em seguida, foram adicionados solventes polares e apolares aos tubos, com o objetivo de observar a solubilidade do KLORPAN 480 EC em diferentes tipos de solventes.

1º - benzeno aproximadamente 10 ml + 25 gotas do KLORPAN 480 EC

- 2º - Tolueno aproximadamente 10 ml + 25 gotas do KLORPAN 480 EC
- 3º - Óleo de soja aproximadamente 10 ml + 25 gotas do KLORPAN 480 EC
- 4º - Água aproximadamente 10 ml + 25 gotas do KLORPAN 480 EC
- 5º - Álcool etílico aproximadamente 10 ml + 25 gotas do KLORPAN 480 EC
- 6º - Acetona aproximadamente 10 ml + 25 gotas do KLORPAN 480 EC
- 7º - Metanol aproximadamente 10 ml + 25 gotas do KLORPAN 480 EC

O teste de solubilidade do composto permitiu observar, de forma qualitativa, o comportamento desta substância frente a solventes de diferentes polaridades. Assim como no experimento com o sal de glifosato, os solventes foram divididos entre polares (água, metanol, álcool etílico e acetona) e apolares (benzeno, tolueno e óleo de soja).

4.8 COLETA E ANÁLISE DE DADOS

Os dados foram coletados por meio de pesquisa bibliográfica e documental, utilizando-se fontes como bulas de agrotóxicos, artigos científicos, jornais e revistas eletrônicas. As observações diretas e os registros realizados durante o trabalho de campo foram complementados por relatos informais de trabalhadores rurais e moradores locais, sem identificação ou exposição de dados pessoais.

Para a análise, adotou-se uma abordagem quali-quantitativa. Os relatos e as observações foram interpretados à luz dos conceitos químicos e ambientais abordados. Os resultados dos experimentos laboratoriais, como a quantificação da massa de resíduos sólidos e a análise da solubilidade em diferentes solventes, foram analisados não apenas do ponto de vista técnico, mas também sob uma perspectiva didática. Com o objetivo de ampliar as possibilidades de uso pedagógico do experimento, a interpretação dos resultados incluiu sugestões de atividades que podem ser aplicadas por professores de Química.

5. SUGESTÕES DE ATIVIDADES BASEADAS NOS RESULTADOS

Com base nos dados coletados durante a pesquisa de campo e na análise das bulas dos agrotóxicos utilizados na cultura do coco no Perímetro Irrigado de São Gonçalo, foram elaboradas sugestões de atividades didáticas voltadas para o ensino de química. As propostas permitem abordar conceitos fundamentais, como estruturas químicas, toxicidade, solubilidade, biodegradabilidade e mecanismos de ação dos agrotóxicos, além de temas essenciais relacionados à educação ambiental. As atividades também incluem a apresentação de tecnologia modernas utilizadas na agricultura, contribuindo para que os estudantes desenvolvam uma compreensão crítica sobre os impactos socioambientais do uso de agrotóxicos.

5.1 OBTENÇÃO DO GLISOFATO SÓLIDO

Os resultados obtidos referem-se à separação e quantificação do sal presente em uma formulação líquida de glifosato, utilizando a técnica de evaporação. O experimento, além de fornecer dados concretos para análise, também se configura como uma proposta didática, permitindo que professores explorem conteúdo do currículo de Química, tanto conceituais quanto procedimentais.

A primeira etapa envolveu a medição da massa do recipiente vazio, seguida da medição do recipiente contendo a solução líquida de glifosato. Posteriormente, após a evaporação completa do solvente, foi registrada a massa do recipiente com o resíduo sólido. Com esses três dados, foi possível calcular as massas envolvidas no processo. Figura 1 mostra o processo para a extração do sal de glifosato.

Figura 1– processo para a extração do sal do glifosato



Fonte : Elaborado pelo alto (2025)

A massa da solução líquida foi obtida por subtração da massa do recipiente vazio (32 g) da massa do recipiente contendo a solução (98 g):

$$\text{Massa da solução líquida} = 98 \text{ g} - 32 \text{ g} = 66 \text{ g}$$

Essa etapa é ideal para que o professor trabalhe com os alunos o conceito de diferença de massas, além de promover discussões sobre unidades de medida, uso da balança e a importância da precisão experimental. O docente pode propor que os estudantes realizem medições similares com outros materiais e discutam as margens de erro, introduzindo o conceito de incerteza experimental.

Após a evaporação do líquido, a massa do recipiente com o resíduo sólido foi de 58 g. Subtraindo-se novamente a massa do recipiente vazio, chegou-se à massa do sal extraído:

$$\text{Massa do sal (resíduo sólido)} = 58 \text{ g} - 32 \text{ g} = 26 \text{ g}$$

Neste ponto, o professor pode explorar o conteúdo de separação de misturas, mais especificamente a técnica de evaporação como método de separação de um soluto sólido presente em um solvente líquido. A partir da observação direta do resíduo que permaneceu após o aquecimento, é possível introduzir uma discussão sobre mudanças de estado físico, como a passagem do líquido para o vapor, e sobre a volatilidade dos compostos.

Com a massa da solução (66 g) e do sal (26 g), foi possível calcular a massa do líquido evaporado:

$$\text{Massa do líquido evaporado} = 66 \text{ g} - 26 \text{ g} = 40 \text{ g}$$

Essa relação entre as massas permite que o professor aborde o princípio da conservação da matéria, mostrando que, embora o solvente não esteja mais visível, sua massa pode ser deduzida por meio de cálculos. Essa abordagem incentiva os alunos a pensarem de forma lógica e quantitativa, reforçando a ideia de que a ciência depende de inferências baseadas em evidências.

A seguir, foi realizada a determinação da porcentagem de sal presente na solução original, com base na relação entre a massa do soluto e a massa total da solução:

$$\text{Porcentagem de sal} = (26 \text{ g} / 66 \text{ g}) \times 100 \approx 39,39\%$$

Esse resultado é uma excelente oportunidade para que o professor introduza ou revise o conceito de concentração em massa (porcentagem massa/massa). Pode-se propor que os estudantes apliquem a mesma fórmula em situações diferentes, como na rotulagem de produtos, na indústria alimentícia ou em medicamentos. Também é possível explorar variações do problema: e se a massa da solução fosse diferente? E se a massa do sal aumentasse ou diminuísse? Esse tipo de questionamento favorece o desenvolvimento de habilidades matemáticas e de raciocínio científico.

Por fim, a análise dos dados obtidos permite concluir que aproximadamente 39,39% da solução era composta pelo sal, enquanto os 60,61% restantes correspondiam ao líquido evaporado. Esses valores, obtidos a partir de um experimento simples e de baixo custo, reforçam o potencial da atividade como ferramenta didática.

O professor pode aproveitar esse momento para incentivar os alunos a refletirem sobre a importância da experimentação científica e sobre a aplicabilidade dos conceitos químicos em situações cotidianas. Além disso, pode-se promover uma discussão sobre os limites do experimento, como possíveis perdas de massa por evaporação incompleta ou resíduos aderidos ao recipiente, introduzindo noções de controle de variáveis e fontes de erro experimental.

5.2 SOLUBILIDADE DO GLIFOSATO EM DIFERENTES SOLVENTES

O glifosato é um herbicida organofosforado não seletivo, amplamente utilizado no Brasil e no mundo para o controle de ervas daninhas em áreas agrícolas e urbanas. Ele é absorvido pelas folhas e transportado para todas as partes da planta, atuando como inibidor da enzima 5-enolpiruvilshiquimato-3-fosfato sintase (EPSPS), fundamental para a síntese de aminoácidos aromáticos. Sem essa síntese, ocorre o esgotamento das reservas de aminoácidos e o desequilíbrio metabólico da planta, levando à sua morte (LOPES, 2018).

O Quadro 3 apresenta as propriedades físico-químicas do glifosato, incluindo fórmula molecular, peso molecular, cor, além de dados sobre sua toxicidade e os possíveis efeitos à saúde humana e ao meio ambiente, conforme informados pelas fichas de segurança dos produtos GLIFOSATO 480 (DIPIL, 2020) e Glifosato Nortox WG (ADAPAR, 2020).

Quadro 3 – Propriedades Físico - química do Glifosato.

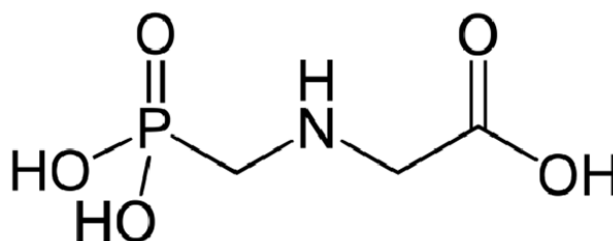
Propriedade	Descrição
Fórmula Molecular	$C_3H_8NO_3P$
Peso Molecular	169,1 g/mol
Toxicologia	Categoria 5 – Pouco tóxico
Toxicidade Ambiental	Classe III – Muito perigoso ao meio ambiente
Faixa de Cor	Azul – Improvável de causar danos agudos

Estado Físico	Líquido
Cor	Amarelo translúcido
Solubilidade	Solúvel em água (12 g/L a 25 °C)
Estabilidade	Estável em condições normais, sensível a luz, calor e umidade
Ponto de Fusão	184 °C (decompõe-se antes de fundir)
Ponto de ebulição	109,1 °C
pH	5,5 a 6,0

Fonte: Adaptado de DIPIL (2020) e ADAPAR (2020).

O glifosato possui uma estrutura química composta por uma cadeia carbônica com grupos funcionais com amina (-NH₂), fosfato (-PO₃H₂) e carboxila (-COOH). Essa estrutura proporciona uma série de propriedades que podem ser exploradas em sala de aula como podemos observar na Figura 2.

Figura 2 – Representação estrutural do Glifosato



Fonte: RESEARCHGATE (2020)

A cadeia carbônica do glifosato é saturada, o que significa que os átomos de carbono estão ligados entre si ou outros átomos por ligações simples. Isso confere maior estabilidade à molécula em comparação com compostos insaturados. A presença de átomos de oxigênio e

nitrogênio nos grupos funcionais torna o glifosato uma molécula polar, o que facilita sua solubilidade em água.

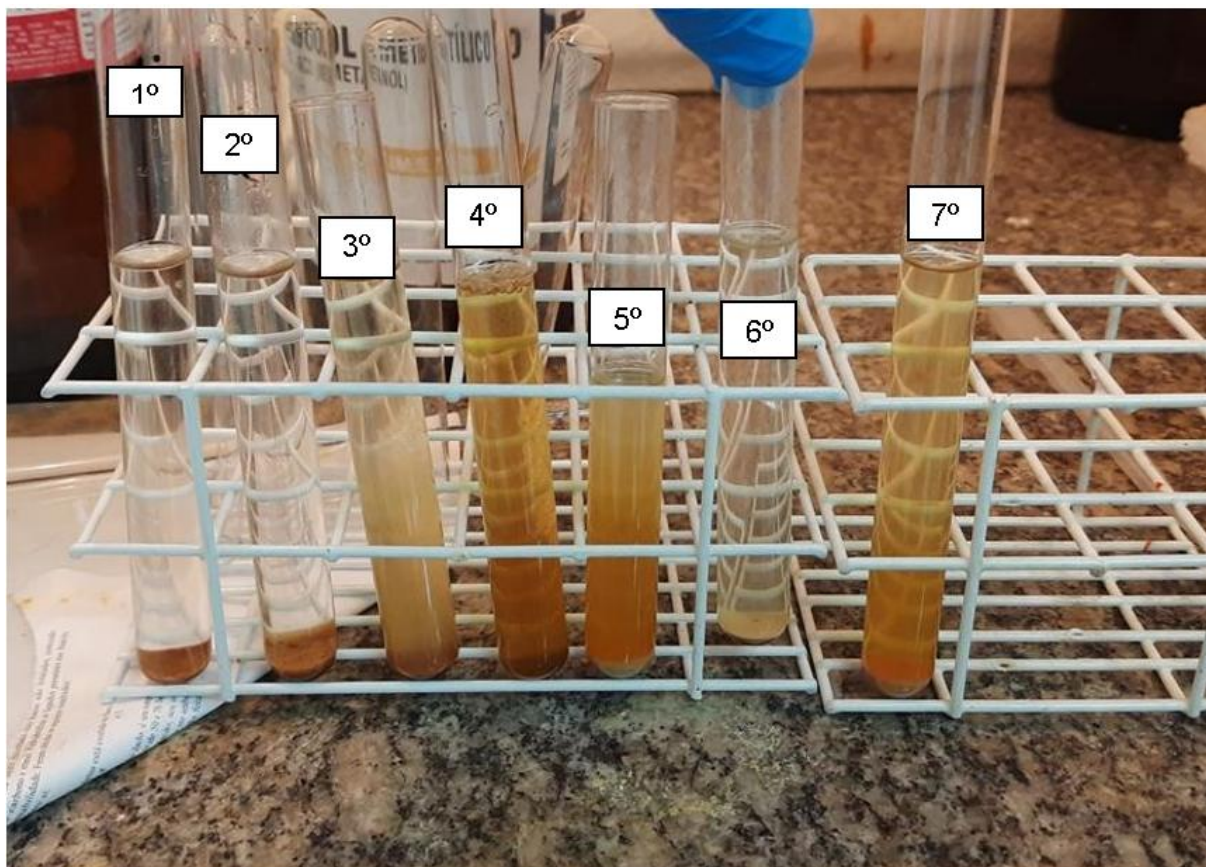
De acordo com a bula, o glifosato apresenta solubilidade moderada em água, propriedade esperada devido à sua estrutura química polar. O grupo fosfato ($-\text{PO}_3\text{H}_2$), em particular, interage bem com as moléculas de água, tornando a substância solúvel nesse solvente. Essa característica pode ser discutida em sala de aula para ilustrar como as interações entre moléculas polares influenciam a solubilidade dos compostos.

Neste ponto, o professor pode trabalhar o conceito de polaridade de moléculas e a relação entre a estrutura molecular e a solubilidade. Uma atividade prática sugerida é pedir aos alunos que representem a estrutura do glifosato, destacando os grupos funcionais polares e discutindo as possíveis interações intermoleculares.

De acordo os experimentos feitos sobre solubilidade o glifosato é uma molécula que possui uma estrutura zwitteriônica. Isso significa que, ao mesmo tempo, ela contém uma carga positiva e uma carga negativa, mas a molécula como um todo é eletricamente neutra. Isso ocorre porque o glifosato tem diferentes grupos funcionais. O docente pode aproveitar este resultado para aprofundar o conceito de espécies zwitteriônicas, fazendo com que os alunos pesquisem outros exemplos (como aminoácidos) e debatam como essas características estruturais influenciam propriedades físico-químicas, como o ponto de fusão e a solubilidade.

A maioria dos ingredientes inertes presentes nas formulações de glifosato é polar ou anfifílica, características que facilitam a interação com a estrutura zwitteriônica do glifosato, promovendo sua dissolução ou dispersão. A interação entre esses aditivos e o glifosato desempenha um papel crucial na eficácia do produto, tanto em termos de solubilidade quanto no comportamento durante a aplicação. Assim, é plausível associar a coloração amarelada observada nas soluções de glifosato ao grau de solubilidade do composto em diferentes solventes, uma vez que essa coloração pode refletir a dissolução parcial de corantes ou outros compostos cromóforos provenientes dos ingredientes inertes, bem como a formação de complexos que influenciam as propriedades ópticas da solução (WILLOUGHBY, 2007). A Figura 3, mostra a solubilidade do glifosato em diferentes solventes.

Figura 3 – Dissolução do glifosato em diferentes solventes: benzeno, tolueno, óleo de soja, água, etanol, acetona e metanol, respectivamente.

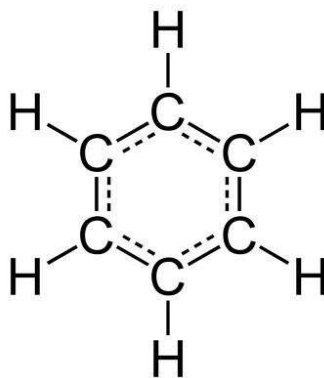


Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

O benzeno é um solvente totalmente apolar, com estrutura aromática e ausência de grupos funcionais que possam interagir com cargas (Figura 3). Ele é excelente para dissolver substâncias igualmente apolares, como óleos e hidrocarbonetos, mas não é capaz de dissolver moléculas polares ou com cargas. Quando o glifosato é colocado no benzeno, a mistura permanece incolor e com um corpo de fundo sólido, ou seja, o glifosato não se dissolve. O precipitado que se forma apresenta coloração marrom escura, pois os corantes e aditivos inertes incapazes de se dispersar no meio apolar concentram-se no sólido, resultando num resíduo de tonalidade intensa (INCHEM, 1994).

O docente pode sugerir aos alunos que expliquem o comportamento do glifosato no benzeno com base no princípio “semelhante dissolve semelhante”, além de discutir as diferenças entre forças de dispersão de London, dipolo-dipolo e ligações de hidrogênio.

Figura 4 – Representação estrutural da molécula do benzeno

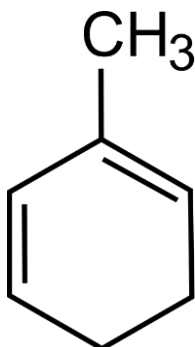


Fonte: EDUCA MAIS BRASIL, (2020).

O tolueno é semelhante ao benzeno, mas tem um grupo metil ($-\text{CH}_3$) ligado ao anel aromático (Figura 4). Essa pequena diferença não é suficiente para torná-lo polar. Assim como no benzeno, o glifosato não se dissolve, resultando em uma mistura turva e com precipitado. A coloração marrom do sólido sedimentado novamente reflete a presença de corantes e outros componentes inertes que, não encontrando afinidade com o solvente, permanecem agregados e escurecidos.

Aqui o professor pode explorar com os alunos a influência de pequenos grupos funcionais sobre a polaridade de moléculas orgânicas. Uma boa atividade seria comparar as estruturas do benzeno e do tolueno, fazendo com que os alunos discutam o porquê o grupo metil não alterou significativamente a solubilidade do glifosato no tolueno.

Figura 5 – Representação estrutural da molécula do Tolueno



Fonte: DiPa Química (2025).

De acordo com a Figura 3, no tubo 3 do experimento, observamos uma mistura de óleo de soja com glifosato adicionado na forma de sal, em pó. Visualmente, a solução apresenta duas fases distintas: uma fase superior clara e oleosa e uma fase inferior mais escura ou turva. Esse aspecto pode ser explicado com base na estrutura molecular tanto do solvente quanto do soluto. O óleo de soja é um líquido composto majoritariamente por triglicerídeos, moléculas grandes e apolares, derivadas de ácidos graxos. Por ser apolar, ele interage bem com outras substâncias também apolares, mas tem dificuldades em dissolver compostos polares ou iônicos. Devido a essa diferença de polaridade entre o soluto e o solvente, o glifosato não se dissolve no óleo de soja. Em vez disso, ele tende a se depositar no fundo do tubo, formando uma fase inferior turva e mais escura. Essa turbidez, de cor marrom-acastanhada, está relacionada à suspensão de pequenas partículas de glifosato e à concentração de corantes e surfactantes não solubilizados, que dispersam a luz e escurecem o precipitado. A fase superior, composta basicamente por óleo de soja, permanece límpida e clara, sem alterações perceptíveis, justamente porque não ocorreu interação química significativa com o glifosato.

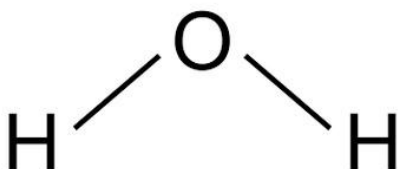
O professor pode propor que os alunos discutam o conceito de imiscibilidade e diferença de densidade entre fases. Outra sugestão é realizar uma aula prática onde os alunos misturem água e óleo, com e sem surfactantes, observando a formação de fases e relacionando ao comportamento observado com o glifosato.

A água é um solvente altamente polar, com uma estrutura angular (em forma de “V”) como pode ser observada na Figura 6, e uma grande capacidade de formar ligações de hidrogênio com outras moléculas. Sua constante dielétrica alta permite que ela interaja

fortemente com moléculas polares e íons. Quando misturamos o glifosato com água, observamos uma solução homogênea, com coloração amarelada que indica solubilidade e se assemelha à solução comercial, com pouquíssimo precipitado ou partículas suspensas que podem estar relacionadas a impurezas. Essa tonalidade amarelada decorre da dissolução de corantes e outros aditivos inertes, que, junto com o glifosato, se mantêm em solução e conferem à mistura sua cor característica (DUKE; POWLES, 2019).

Essa observação permite ao professor revisar com os alunos os conceitos de ligação de hidrogênio, constante dielétrica e interação íon-dipolo. Uma atividade prática pode envolver a comparação entre a capacidade de solvatação da água e de outros solventes testados, reforçando os conceitos de polaridade e capacidade de dissolução.

Figura 6 – Representação estrutural da molécula da água.

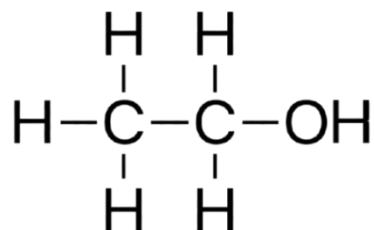


Fonte: Tabela Periódica (2025).

O etanol também é um solvente polar, embora menos do que a água. Sua molécula possui uma parte polar (a hidroxila –OH) e uma parte apolar (cadeia curta de carbono). Quando misturado ao glifosato, observa-se uma solução amarelada e turva, com a presença de um corpo de fundo sólido, indicando que nem todo o glifosato foi dissolvido. A cor amarelada da solução surge da dissolução parcial de corantes presentes nos ingredientes inertes, enquanto o precipitado cinza representa o aglomerado dos demais componentes não solubilizados, incluindo frações de corantes menos solúveis e de sais que formam partículas opacas.

Uma excelente abordagem seria pedir que os alunos investiguem a relação entre o tamanho da cadeia carbônica de álcoois e sua capacidade de solubilizar substâncias polares. O professor pode propor uma discussão: “Por que o etanol dissolve menos que a água? Como a presença da parte apolar interfere nisso?”.

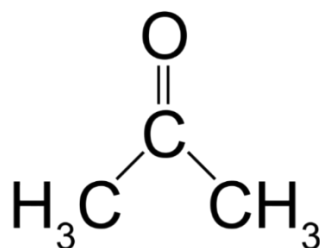
Figura 7 – Representação estrutural da molécula do Etanol.



Fonte: Adaptado de MUNDO EDUCAÇÃO (2025).

Aqui o professor pode introduzir o conceito de solventes próticos e aprótico. Uma atividade pode consistir em uma pesquisa comparativa sobre as propriedades de solventes comuns em laboratório, classificando-os conforme sua capacidade de formar ligações de hidrogênio como é observada na Figura 7.

Figura 8 – Representação estrutural da molécula do Acetona.

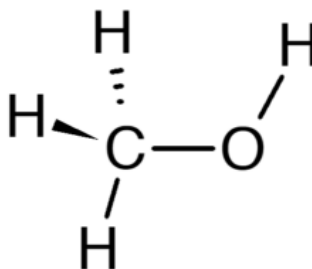


Fonte: Adaptado de Vecteezy (2025).

O metanol é estruturalmente semelhante ao etanol, mas possui uma cadeia carbônica ainda menor, o que o torna mais polar. Por isso, ele consegue interagir melhor com substâncias polares ou iônicas. Quando adicionado ao glifosato, forma uma solução amarelada, menos turva e com menos precipitado quando comparado ao etanol. A coloração amarelada é novamente reflexo da dissolução de corantes e aditivos, e o precipitado cinza-claro mostra que, apesar da maior solvatação, ainda há frações de corantes e do sal do glifosato que não se dissolveram totalmente.

Este resultado pode ser usado para discutir, em sala de aula, a relação entre tamanho molecular, polaridade e capacidade de solvatação.

Figura 9 – Representação estrutural da molécula de metanol (álcool metílico)



Fonte: Lucas Makoto Tanaka dos Santos (2025).

A estrutura zwitteriônica do glifosato exige solventes altamente polares e capazes de formar ligações de hidrogênio para promover sua solubilização. A água se destaca como o solvente mais eficaz, criando solução amarela homogênea sem precipitado perceptível, graças à completa solvatação de glifosato e corantes. Em solventes apolares (benzeno, tolueno, óleo de soja), o glifosato e os aditivos permanecem agregados, formando precipitados marrons escuros. Em solventes parcialmente polares próticos (etanol, metanol), há dissolução parcial, com soluções amareladas e precipitados cinza-claros. Em solventes polares apróticos (acetona), a solvatação é insuficiente para pontes de hidrogênio, resultando em soluções quase neutras e precipitados marrom-claro. A cor tanto da solução quanto do precipitado está diretamente ligada à quantidade de corantes e aditivos inertes que cada solvente consegue solubilizar ou dispersar, tornando a coloração um indicador prático do grau de interação entre os componentes da formulação de glifosato e o meio escolhido.

A análise de como o glifosato se dissolve em diferentes líquidos nos ajudou a entender como sua estrutura com cargas opostas afeta sua interação com o ambiente. O glifosato possui uma parte com carga positiva ($-\text{NH}_3^+$) e partes com carga negativa ($-\text{COO}^-$ e $-\text{PO}_3^{2-}$), O que o torna solúvel em líquidos muito polares que podem formar ligações de hidrogênio. Por isso, a água é o melhor solvente, já que é altamente polar e pode formar muitas ligações de hidrogênio, garantindo que o glifosato se dissolva completamente informe uma solução uniforme e estável.

Nos experimentos feitos percebeu-se que só a água conseguiu dissolver completamente o glifosato e seus ingredientes extras com pouco resíduo visível. Essa cor amarelada possivelmente se deve à presença de corantes ou outros aditivos presentes na fórmula comercial, os quais também necessitam de solventes fortes para se dissolver. Esses resultados mostram

que a água é o melhor líquido para aplicar o herbicida, especialmente na agricultura porque ajuda o produto a se espalhar melhor.

A variação da cor das soluções, do amarelo intenso à quase transparente, permite compreender melhor a interação do glifosato e de seus componentes com diferentes solventes. Essa análise reforça a importância da escolha adequada do solvente, sobretudo em regiões agrícolas como o Perímetro Irrigado de São Gonçalo (Sousa – PB), onde o conhecimento das propriedades químicas dos produtos utilizados é fundamental para garantir resultados eficazes.

O professor pode pedir aos alunos que elaborem um relatório científico nos moldes de um artigo acadêmico, descrevendo os resultados obtidos, relacionando com os conceitos de solubilidade, polaridade e sustentabilidade ambiental. Outra opção é desenvolver uma atividade interdisciplinar com a disciplina de Geografia ou Biologia, abordando o impacto ambiental do uso inadequado de solventes e agrotóxicos.

5.3 Klorpan 480 EC E SUA SOLUBILIDADE EM DIFERENTES SOLVENTES.

O agroquímico Klorpan 480 EC é um inseticida cujo princípio ativo é o clorpirifós, um organofosforado amplamente utilizado no controle de pragas em diversas culturas agrícolas, incluindo o coqueiro. Trata-se de um produto tóxico e perigoso para seres vivos, devido à sua ação como inibidor da enzima acetilcolinesterase, que regula a transmissão nervosa. Os sintomas de intoxicação incluem dor de cabeça, tontura, fraqueza muscular e respiratória, podendo levar para quadros mais graves, como convulsões e parada respiratória, dependendo da dose e da via de exposição. A seguir está o Quadro 4, apresenta as propriedades físico-químicas do Klorpan 480 EC, como composição, densidade, solubilidade, ponto de ebulição, além de informações sobre sua toxicidade e os potenciais efeitos à saúde humana e ao meio ambiente, conforme descrito na bula técnica e na ficha de segurança do produto (SUMITOMO CHEMICAL, 2023a; 2023b).

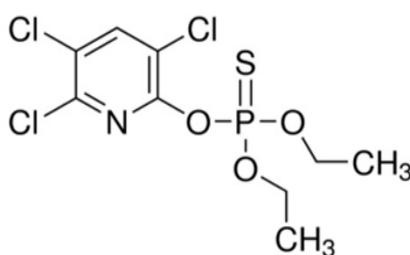
Quadro 4 – Propriedades Físico-química do KLORPAN 480 EC

Propriedade	Descrição
Formulação	Concentrado Emulsionável (EC)
Fórmula Molecular	C₉H₁₁Cl₃NO₃PS
Peso Molecular	350,59 g/mol
Toxicologia	Categoria 3 – moderadamente tóxico
Toxicidade Ambiental	Classe II – Muito perigoso ao meio ambiente
Faixa de Cor	Vermelha - Extremamente tóxico
Estado Físico	Líquido.
Cor	Amarelado claro.
Solubilidade em água	Não disponível.
Estabilidade	Estável em condições normais de armazenamento, sensível a luz, calor e umidade
Ponto de Fusão e Ebulição	Não disponível.
pH	4,07
Ponto de ebulição	Não disponível.

Fonte: Adaptado de SUMITOMO CHEMICAL (2023a; 2023b).

O principal composto ativo do Klorpan 480 EC é o clorpirifós, que apresenta diversos grupos funcionais de grande importância. Entre eles, destaca-se o éster fosforotioato, caracterizado pela dupla ligação entre o fósforo e o enxofre (P=S), típico dos inseticidas organofosforados. Também está presente o grupo éter (-O-), nas ligações entre o fósforo e os grupos etila (-O-C₂H₅), e um anel de piridina substituído, uma estrutura heterocíclica contém um átomo de nitrogênio e três átomos de cloro, como pode ser apresentado na (5). Esses grupos funcionais são recomendados para a toxicidade do clorpirifós, uma vez que ele atua como inibidor da acetilcolinesterase, uma enzima essencial para o funcionamento do sistema nervoso de insetos e mamíferos.

Figura 10 - Representação estrutural da molécula do clorpirifós



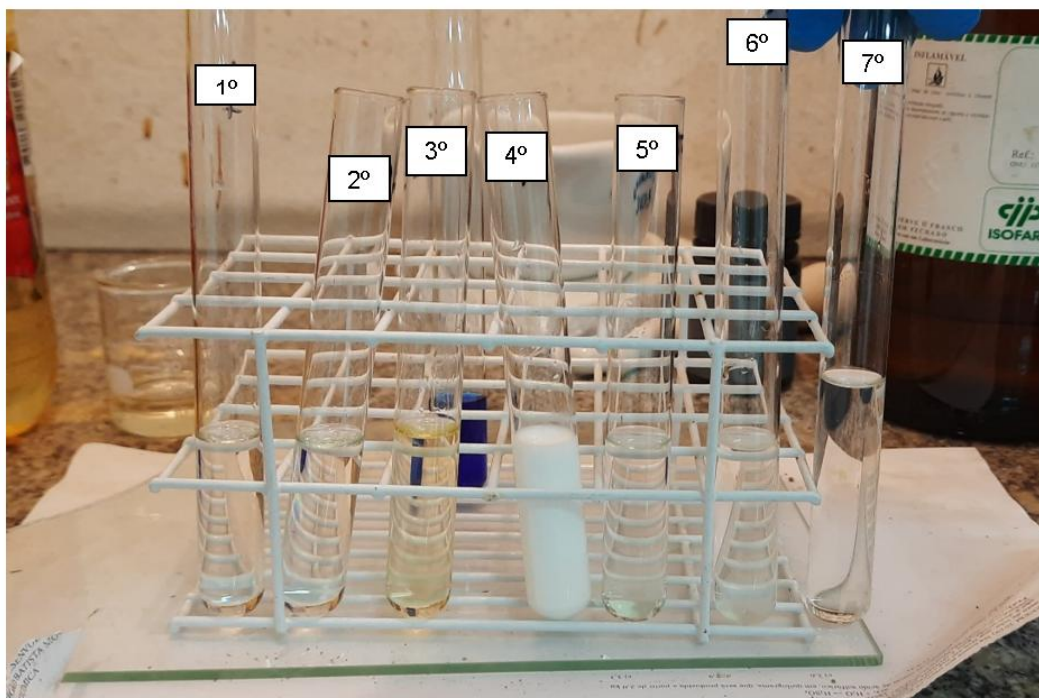
Fonte: PINTO, 2018, p. 14

O clorpirifós possui um anel com 6 átomos semelhantes ao benzeno, chamado anel aromático, onde há presença de 3 átomos de cloro (Cl) e um de nitrogênio (N), O que torna essa parte da molécula bastante estável e resistente à degradação. Ligado a esse anel, temos um grupo importante chamado fosforotioato um fósforo ligado a um enxofre (P= S) que é típico dos inseticidas organofosforados (CAMÊLO, 2025). Além disso a molécula possui 2 grupos etil (-CH₂CH₃) Ligados por átomos de oxigênio, formando ésteres, que são importantes para a atividade biológica do composto Figura 10.

Essa combinação estrutural confere ao clorpirifós propriedades como toxicidade seletiva aos insetos ou a penetração nas plantas e persistência no ambiente, justificando sua ampla utilização como agrotóxico. o composto apresenta baixa solubilidade em água, mas é solúvel em diversos solventes orgânicos como acetona, benzeno e clorofórmio. Essa baixa solubilidade em meio aquoso contribui para a sua maior persistência no solo e em superfície tratadas sendo mais eficaz quando formulado como concentrado emulsionado (EC) Para

aplicação agrícola. no entanto pais características também provoca preocupação aos impactos ambientais e risco à saúde humana.

Figura 11 - Dissolução do klorpan no benzeno, tolueno, óleo d soja, água, etanol, acetona e metanol, respectivamente



fonte: O autor (2025).

O clorpirifós, ou O,O-dietil O-3,5,6-tricloro-2-piridil fosforotioato, é praticamente insolúvel em água, mas apresenta alta solubilidade em solventes orgânicos. Isso ocorre devido ao seu caráter lipofílico e ao caráter apolar do anel aromático e da cadeia alquílica da molécula.

No concentrado comercial de Klorpan, o clorpirifós encontra-se dissolvido em xilol (aproximadamente 49,6 % m/v). O xilol é um solvente aromático de baixa polaridade que interage eficientemente com o clorpirifós por meio das forças de dispersão de London, mantendo a fase oleosa estável em meios orgânicos (UNITED STATES, 1999).

Metanol e etanol são solventes polares próticos, contendo grupos –OH capazes de formar ligações de hidrogênio, mas também apresentam cadeias de carbono que favorecem interações dispersivas com moléculas apolares. De forma similar, a acetona é um solvente dipolar aprótico, com alta constante dielétrica, e seu grupo metilo confere-lhe caráter orgânico (NCBI, 2025).

Nessas condições, xilol e clorpirifós não são “expulsos” do meio; ao contrário, dispersam-se completamente, garantindo uma solução transparente e monofásica. Isso corrobora estudos de solubilidade em emulsificáveis concentrados de organofosforados (FAO, 2020).

Os surfactantes e co-solventes presentes nos “outros ingredientes” (aproximadamente 7,9 % m/v) incluem moléculas anfifílicas, que favorecem tanto a fase oleosa quanto a fase polar do solvente. Em solventes parcialmente orgânicos, essas moléculas não precisam formar micelas ou gotículas; elas simplesmente se distribuem na mistura, reduzindo a tensão superficial e estabilizando as interações intermoleculares, sem induzir separação de fases (PACHECO et al., 2023).

Já em água pura, cuja polaridade e capacidade para formar pontes de hidrogênio são máximas, xilol e clorpirifós tornam-se termodinamicamente insolúveis. Nesse meio, os surfactantes reorganizam-se em torno de micro gotículas de óleo, orientando sua extremidade lipofílica para o interior e a extremidade hidrofílica para a fase aquosa, formando uma emulsão óleo-em-água. Este sistema coloidal dispersa fortemente a luz (efeito Tyndall), originando a turvação esbranquiçada característica das emulsões pesticidas no campo como pode ser observado na Figura 11.

Segundo Chin, Lan e Wu (2012), em contraste, em metanol, etanol e acetona, não ocorre o processo clássico de emulsificação. Nestes solventes, há dissolução molecular ou solubilização completa do clorpirifós e do veículo oleoso, pois não existem contrastes de polaridade suficientes para gerar fases distintas

Quando o Klorpan é misturado a álcoois ou cetonas polares, sua solubilidade segue o princípio “semelhante dissolve semelhante”: as semelhanças de polaridade permitem que o inseticida se dissolva integralmente. Esse efeito é reforçado pelo uso de surfactantes, que funcionam como co-solventes, criando pontes entre moléculas de diferentes polaridades e aumentando ainda mais a capacidade de dissolução.

Por outro lado, em água, a calda forma uma emulsão coloidal: os surfactantes organizam-se em micelas que encapsulam o inseticida, mantendo-o disperso em minúsculas gotículas estáveis.

Esse conjunto de resultados permite ao professor desenvolver uma sequência de atividades para trabalhar com os alunos os conceitos de estrutura molecular, polaridade, e forças intermoleculares. Por exemplo:

- Propor aos estudantes a análise da estrutura do clorpirifós, destacando os grupos funcionais (éster, fosforotioato, anel aromático) e discutindo como cada um deles influencia a solubilidade e a toxicidade da molécula.
- Simular, com experimentos simples e seguros, a formação de emulsões e soluções. Uma possibilidade é preparar uma mistura óleo-água com detergente, simulando a ação dos surfactantes presentes na formulação comercial do Klorpan.
- Promover uma discussão crítica sobre o impacto ambiental e o risco à saúde humana devido à baixa solubilidade em água e à alta persistência ambiental do clorpirifós. Os alunos podem pesquisar os efeitos da bioacumulação e elaborar propostas de manejo mais sustentável para o controle de pragas.

A partir da discussão da baixa solubilidade do clorpirifós em água e sua alta afinidade por solventes orgânicos, o professor pode também propor atividades interdisciplinares envolvendo Química, Biologia e Geografia:

- Analisar como a persistência ambiental do clorpirifós está relacionada à sua estrutura molecular. Os alunos podem fazer um levantamento de casos de contaminação de solos e águas por organofosforados.
- Estimular a produção de seminários ou painéis temáticos sobre o ciclo de vida dos agrotóxicos, desde a aplicação até os efeitos ambientais, incluindo bioacumulação e biomagnificação nas cadeias alimentares.

5.4 AGROTÓXICOS E O MEIO AMBIENTE

Ao andar no perímetro pode-se observar uma grande poluição de recipientes provenientes da agricultura, presentes em vários setores agrícolas como por exemplo em estradas em ruas urbanas em canais de irrigação, contudo, as maiores concentrações foram observadas nos loteamentos destinados às plantações, conforme destacado na Figura 12.

Figura 12 - Descarte indevido das imagens de agrotóxico.



Fonte: O autor (2025).

Geralmente, os proprietários, ao pulverizarem suas culturas, têm o hábito de descartar os recipientes próximos ao local de aplicação. Muitas dessas embalagens permanecem no ambiente até se deteriorarem, transformando-se em micropartículas de plástico devido à ação do tempo. Em algumas situações, esses recipientes são armazenados sob plantas, o que aumenta sua durabilidade por estarem protegidos da luz solar direta.

Outro ponto preocupante é a forma como alguns produtores lidam com os agrotóxicos, muitas vezes sem os devidos cuidados. É comum o manuseio dos produtos com roupas inadequadas e a utilização de pulverizadores sem manutenção, que, em diversos casos, apresentam vazamentos, expondo diretamente os trabalhadores à calda agrícola. As Figuras 13

ilustram essa situação, evidenciando o uso de vestimentas impróprias e a aplicação de agrotóxicos sem a devida atenção às medidas de segurança e à saúde dos trabalhadores.

Figura 13 - Manuseio de forma incorreta para a produção da cauda utilizada na pulverização agrícola.



Fonte: O autor (2025).

Práticas como essas são recorrentes e preocupantes, pois representam riscos elevados à saúde e deveriam ser evitadas a todo custo. Com o uso adequado de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) e a implementação de uma educação ambiental de qualidade, tais situações poderiam ser prevenidas, reduzindo significativamente a frequência desses incidentes.

Esse cenário pode ser aproveitado pelo professor para propor discussões sobre reações químicas envolvidas na degradação dos resíduos sólidos, além de abordar conceitos de toxicidade de compostos orgânicos e os riscos ambientais associados ao descarte inadequado de embalagens de agrotóxicos. Pode-se ainda trabalhar temas de química ambiental e educação para o consumo consciente, relacionando os impactos observados com conceitos estudados em sala de aula.

Figura 14 - descartes de embalagens de agrotóxico no perímetro enriado de São Gonçalo.



Fonte: O autor (2025).

A Figura 14 corrobora a discussão apresentada, ao retratar situações reais observadas em diferentes pontos do Perímetro Irrigado de São Gonçalo. As imagens mostram propriedades distintas, mas com realidades semelhantes, evidenciando a recorrência dos problemas identificados.

Em termos de toxicidade, o glifosato é classificado como moderadamente tóxico, com riscos associados principalmente à exposição prolongada ou em doses elevadas. Ele atua inibindo a enzima EPSPS (5-enolpiruvilshikimato-3-fosfato sintase), fundamental na biossíntese de aminoácidos aromáticos em plantas, o que resulta na morte das plantas daninhas. Para os seres humanos e animais, a toxicidade do glifosato é geralmente baixa, mas estudos sugerem que exposições repetidas podem ter efeitos adversos sobre a saúde, principalmente em relação à função hepática e renal, além de possíveis efeitos cancerígenos em casos de exposição crônica. A toxicidade do glifosato pode ser uma boa base para discussões sobre o efeito da exposição química em organismos vivos, que pode ser explorada por meio de atividades de pesquisa e análise de estudos toxicológicos.

A biodegradabilidade do glifosato é uma característica essencial para compreender seu impacto ambiental. Trata-se de um composto com baixa biodegradabilidade, o que significa que não se decompõe facilmente no ambiente. Essa resistência está relacionada à estabilidade de sua estrutura molecular, que dificulta a degradação por microrganismos presentes no solo. Como consequência, o glifosato pode permanecer no ambiente por períodos prolongados, contaminando o solo e os recursos hídricos. De acordo com sua bula técnica, o glifosato é estável em condições normais de armazenamento, mas pode degradar-se sob exposição à luz ultravioleta ou a temperaturas elevadas.

O clorpirifós, principal ativo do inseticida KLORPAN, pertence à classe dos compostos organofosforados, amplamente utilizado no controle de pragas agrícolas. Situação principal está relacionada à inibição da enzima acetilcolinesterase, o que interfere na neurotransmissão e pode causar efeitos tóxicos severo em diversos organismos, inclusive seres humanos. Segundo a EPA (2006), essa propriedade o torna altamente eficaz, mas também exige precauções rigorosas de uso.

Do ponto de vista toxicológico, o clorpirifós é classificado com moderadamente tóxico para mamíferos e altamente tóxico para organismos aquáticos como peixes e invertebrados. Em humanos a exposição pode provocar sintomas como dores de cabeça, náusea, confusão mental

e em casos graves insuficiência respiratória (ATSDR, 2019). Estudos epidemiológicos associam a exposição crônica especialmente em gestantes e crianças há efeito sobre o desenvolvimento neurológico (WHO, 2019).

Quanto à biodegradabilidade o clorpirifós apresenta comportamento persistente no ambiente. A meia vida no solo pode variar de dias a várias semanas dependendo das condições ambientais como pH, umidade e presença de matéria orgânica. Em condições a maiores a degradação pode ser ainda mais lenta permitindo que o composto se acumule no ambiente (Racke, 1993).

Além disso o clorpirifós gera metabólitos como o clorpirifós oxon, que possui toxicidade ainda maior que o composto original especialmente para invertebrados aquáticos (Silva et al., 2018). Esses metabólitos são mais polares e podem apresentar maior mobilidade em ambientes úmidos aumentando o risco de contaminação de corpos d'água.

O impacto ambiental do KLORPAN vai além da de sua toxicidade direta. Sua formulação contém solventes aromáticos como o xilol, que são voláteis e tóxicos podem afetar a saúde de trabalhadores rurais e a qualidade do ar local. Além disso os surfactantes presentes com outros ingredientes na formulação contribuem para a dispersão do produto, mas também pode representar riscos ecológicos especialmente para sistemas aquáticos (EPA, 2006).

Na água, devido a sua insolubilidade, tende a se absorver ao sedimento e a matéria orgânica, mas ainda assim pode entrar na cadeia alimentar por bioacumulação, afetando peixes anfíbios e predadores superiores (Macedo et al., 2018). Em solos agrícolas, seu uso contínuo pode alterar a atividade microbiana e reduzir a biodiversidade edáfica, comprometendo funções ecológicas essenciais como a decomposição e a ciclagem de nutrientes.

A aplicação do KLORPAN deve, portanto, ser feita com base em boas práticas agrícolas e ambientais, respeitando as normas de segurança e buscando alternativas mais sustentáveis. Diversos países já restringiram ou baniram o uso do clorpirifós, considerando seu risco o benefício desfavorável o que reforça a necessidade de reavaliar sua aplicação à luz do princípio da precaução.

É possível cinética química relacionada à degradação dos pesticidas no ambiente. Outro tema interessante seria a química verde, propondo que os alunos pesquisem métodos alternativos ao uso de agrotóxicos, como o controle biológico de pragas.

Os alunos podem ser desafiados a pesquisar e debater o impacto ambiental do descarte inadequado de agrotóxicos, relacionando as propriedades de solubilidade, estabilidade e biodegradabilidade com os riscos de contaminação do solo e da água.

5.5 MÚLTIPLAS FACETAS DO EXPERIMENTO E OBSERVAÇÃO

Os experimentos realizados durante esta pesquisa, envolvendo diferentes formulações de agrotóxicos, não apenas forneceram dados relevantes para análise, mas também abriram possibilidades pedagógicas. Tais experiências podem ser utilizadas como ponto de partida para discussões interdisciplinares, conectando os conteúdos de Química às questões sociais, ambientais e econômicas que impactam diretamente a realidade dos estudantes.

Uma das primeiras abordagens possíveis é o incentivo à investigação do contexto local. O professor pode propor um levantamento fotográfico ou documental sobre o descarte de embalagens de agrotóxicos na comunidade, estimulando a análise crítica das práticas agrícolas observadas. Essa atividade pode ser complementada por debates sobre os riscos à saúde humana, considerando sintomas de intoxicação, efeitos de longo prazo e grupos mais vulneráveis, como trabalhadores rurais, crianças e gestantes.

Temas de Química Ambiental podem ser integrados por meio do estudo da toxicidade de compostos orgânicos, da persistência ambiental dos agrotóxicos e de seus processos de degradação (fotólise, hidrólise, biodegradação). A compreensão da bioacumulação e da biomagnificação ao longo das cadeias alimentares também é essencial, podendo ser explorada em atividades práticas com cálculos de concentração em diferentes níveis tróficos.

O conceito de meia-vida ambiental pode ser trabalhado com exemplos reais, como glifosato e clorpirifós, por meio de dados da literatura e exercícios de modelagem matemática. Além disso, o estudo do pH do solo e o uso de corretivos agrícolas pode ser um gancho para abordar equilíbrios ácido-base, bem como a influência da acidez na absorção de nutrientes e na disponibilidade dos agrotóxicos.

Outra vertente importante é a Química Orgânica, na qual os alunos podem analisar estruturas químicas de compostos presentes nos produtos comerciais, como organofosforados e organoclorados. Essa análise pode incluir a identificação de funções orgânicas, mecanismos de reação, processos de oxidação, redução e toxicologia química. Tais conteúdos podem ser articulados com estudos de reações de síntese ou de degradação química.

Na área da Química Analítica, é possível discutir as técnicas utilizadas para detecção de resíduos de agrotóxicos em alimentos, água e solo, como cromatografia e espectroscopia, mesmo que de forma teórica ou por meio de simulações. Essas técnicas ampliam a percepção dos estudantes sobre a importância do controle de qualidade e da fiscalização sanitária.

Além dos aspectos conceituais, é fundamental incorporar temas socioambientais e éticos, discutindo o modelo produtivista da agricultura, os impactos socioeconômicos do uso de defensivos agrícolas, e alternativas sustentáveis, como a agroecologia, o controle biológico e o uso de biofertilizantes. A construção de campanhas escolares de conscientização, a produção de materiais informativos ou rodas de conversa com a comunidade podem ser estratégias para promover o protagonismo estudantil.

Por fim, o uso de textos jornalísticos ou científicos atualizados pode servir como recurso para análise crítica, produção de resumos ou atividades de letramento científico.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A realização desse trabalho possibilitou uma reflexão sobre a importância do conhecimento químico no contexto da agricultura, especialmente no uso de agrotóxicos como o glifosato e o KLORPAN 480 EC, empregados na cultura dos coqueiros no perímetro irrigado de São Gonçalo em Sousa – PB. Também foi abordado o descarte indevido das embalagens desses produtos, o que representa um sério risco ambiental e à saúde pública. A análise de sua composição, toxicidade, propriedades físico-químicas e impactos ambientais evidenciou o papel da química na avaliação dos riscos e benefícios associados ao uso de defensivos agrícolas.

Diante do crescimento populacional e da consequente demanda por alimentos, o uso de agrotóxicos se intensificou como prática para garantir a produtividade. No entanto, os efeitos colaterais dessas práticas são preocupantes, como a contaminação ambiental e os sintomas de intoxicação em trabalhadores rurais, especialmente em regiões agrícolas intensivas. A aplicação local desses produtos, como na cultura do coco em Sousa – PB, exemplifica bem os desafios enfrentados.

O estudo demonstrou que a abordagem do tema no ensino de química, por meio de metodologias investigativas e experimentações simples, como a análise da solubilidade do glifosato e do clorpirifós (principal ativo do KLORPAN 480 EC), contribuiu para tornar o conteúdo mais acessível e significativo. Essa prática favorece o desenvolvimento do pensamento crítico dos estudantes e fortalece a conexão com questões sociais, ambientais e ecológicas no seu contexto.

Ressalta-se que os objetivos deste trabalho foram alcançados, pois investigou as propriedades químicas dos agrotóxicos usados na cultura do coco, analisou os impactos do descarte inadequado e do uso excessivo desses produtos na comunidade local, além de propor atividades pedagógicas que integram conceitos químicos e questões ambientais.

Como encaminhamento futuro, sugere-se ampliar o uso de metodologias investigativas nas aulas de Química e incentivar parcerias entre escolas, universidades e instituições agrícolas, a fim de desenvolver ações interdisciplinares voltadas à sustentabilidade. Também é recomendado aprofundar os estudos sobre alternativas agroecológicas e tecnologias limpas que reduzam a dependência de produtos químicos, alinhando-se aos princípios da Química Verde.

Conclui-se, portanto, que a articulação entre ciência, educação e meio ambiente deve ser fortalecida tanto nas práticas pedagógicas quanto nas políticas públicas, com vistas à

formação de uma sociedade mais crítica, consciente e comprometida com o uso sustentável dos recursos naturais, a preservação da saúde pública e a proteção da biodiversidade. Nesse sentido, como destacou o médico e pacifista Albert Schweitzer, citado por Rachel Carson em sua obra *Primavera Silenciosa*, “o homem mal consegue reconhecer até mesmo os males de sua própria criação” (SCHWEITZER apud CARSON, 1962, p. 16).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 16725: Agrotóxicos – Classificação toxicológica e medidas de segurança. Rio de Janeiro, 2021.

AG EVOLUTION. Lasers são nova arma no combate às ervas daninhas: tecnologia eliminaria uso de químicos, além de reduzir a mão de obra com uso de robôs. Ag Evolution, 19 abr. 2021. Disponível em: <https://agevolution.canalrural.com.br/lasers-sao-nova-arma-no-combate-as-ervas-daninhas>. Acesso em: 26 jan. 2025.

AG EVOLUTION. Pulverizador autônomo usa laser para maior eficiência em citros no Brasil: Arbus 4000 JAV pode operar em frotas e usa sensores inteligentes para movimento e aplicação de defensivos. Ag Evolution, 30 set. 2020. Disponível em: <https://agevolution.canalrural.com.br/pulverizador-autonomo-usa-laser-para-maior-eficiencia-em-citros>. Acesso em: 26 jan. 2025.

AGÊNCIA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DOS EUA (EPA). Reregistration Eligibility Decision (RED) for Chlorpyrifos. Washington, DC: EPA, 2006. Disponível em: <https://www.epa.gov/ingredients-used-pesticide-products/chlorpyrifos>. Acesso em: 26 maio 2025.

AGÊNCIA PARA SUBSTÂNCIAS TÓXICAS E REGISTRO DE DOENÇAS (ATSDR). Toxicological profile for Chlorpyrifos. Atlanta: U.S. Department of Health and Human Services, 2019. Disponível em: <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp84.pdf>. Acesso em: 26 maio 2025.

ALENCAR, José Adalberto de et al. Descarte de embalagens de agrotóxicos. In: MANUAL DE USO CORRETO E SEGURO DE PRODUTOS FITOSSANITÁRIOS/AGROTÓXICOS. São Paulo, v. 8, p. 01–26, 8 jan. 1998. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/131437/1/Descarte-de-embalagens-de-agrotoxicos.pdf>. Acesso em: 27 nov. 2024.

ALTIERI, Miguel A. Agroecologia: fundamentos científicos da agricultura alternativa. 6. ed. São Paulo: Expressão Popular, 2012.

ALVES, Jéssica et al. Qual a importância da educação ambiental na escola? E+B Educação, 21 fev. 2022. Disponível em: <https://www.educamaisbrasil.com.br/educacao/escolas/qual-a-importancia-da-educacao-ambiental-na-escola>. Acesso em: 8 nov. 2024.

ADAPAR. *Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos – Glifosato Nortox WG*. [S.l.], 2020. Disponível em: https://www.adapar.pr.gov.br/sites/adapar/arquivos_restritos/files/documento/2020-10/glifosatonortoxwg.pdf. Acesso em: 19 jul. 2025.

BRASIL DE FATO. *Na contramão do Dia do Combate à Poluição por Agrotóxicos, MAPA libera 44 novos defensivos em 2025*. Brasil de Fato, Brasília, 11 jan. 2025. Disponível em: <https://www.brasildefato.com.br/2025/01/11/na-contramao-do-dia-do-combate-a-poluicao-por-agrotoxicos-mapa-libera-44-novos-defensivos-em-2025/>. Acesso em: 5 jul. 2025.

BRASIL ESCOLA. Equilíbrio químico. [S. l.], [s. d.]. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/quimica/equilibrio-quimico-.htm>. Acesso em: 26 mar. 2025.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução RDC nº 294, de 29 de julho de 2019: dispõe sobre a classificação toxicológica de agrotóxicos, componentes e afins. Diário Oficial da União: Seção 1, Brasília, DF, 30 jul. 2019. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-rdc-n-294-de-29-de-julho-de-2019-208931416>. Acesso em: 11 nov. 2024.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução RDC nº 294, de 29 de julho de 2019. Estabelece critérios para avaliação toxicológica de agrotóxicos. Diário Oficial da União, Brasília, 30 jul. 2019.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 294, de 29 de julho de 2019. Estabelece critérios para avaliação e classificação toxicológica, priorização da análise de produtos e de comparação da ação toxicológica de agrotóxicos. Diário Oficial da União: seção

1, Brasília, DF, 30 jul. 2019. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-ndc-n-294-de-29-de-julho-de-2019-209868746>. Acesso em: 23 maio 2025.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Resolução nº 465, de 5 de dezembro de 2014. Dispõe sobre os procedimentos de licenciamento ambiental de estabelecimentos destinados ao recebimento de embalagens vazias de agrotóxicos. Diário Oficial da União: Seção 1, Brasília, DF, n. 237, p. 110–111, 8 dez. 2014. Disponível em: https://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=684. Acesso em: 24 jan. 2025.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 465, de 5 de dezembro de 2014. Dispõe sobre o licenciamento ambiental de empreendimentos de reutilização, reciclagem e tratamento térmico de embalagens vazias de agrotóxicos. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 8 dez. 2014. Disponível em: <https://www.in.gov.br/web/dou/-/resolucao-n-465-de-5-de-dezembro-de-2014-19813457>. Acesso em: 24 mar. 2024.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989: dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e a rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos. [S. l.], 11 jul. 1989. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l7802.htm. Acesso em: 28 nov. 2024.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989. Dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a comercialização e o uso de agrotóxicos. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 12 jul. 1989. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l7802.htm. Acesso em: 28 nov. 2024.

BRASIL ESCOLA. *Revolução Verde: o que foi, origem, características*. Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/geografia/revolucao-verde.htm>. Acesso em: 20 ago. 2025.

BUFFOLO, A. C. C.; RODRIGUES, M. A. *Agrotóxicos: Uma Proposta Socioambiental Reflexiva no Ensino de Química Sob a Perspectiva CTS*. *Investigação em Ensino de Ciências*, v. 20, n. 1, p. 1-14, 2015.

BELCHIOR, D. C. V.; SARAIVA, A. de S.; LÓPEZ, A. M. C.; SCHEIDT, G. N. *Impactos de Agrotóxicos sobre o Meio Ambiente e a Saúde Humana*. *Cadernos de Ciência & Tecnologia*, v. 34, n. 1, p. 135-151, 2017.

BRASIL ESCOLA. Ciclos biogeoquímicos: o que são, importância e mais. Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/biologia/ciclos-biogeoquimicos.htm>. Acesso em: 24 ago. 2025.

CARNEIRO, Fernando F. et al. (Org.). *Dossiê ABRASCO: um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde*. Rio de Janeiro: EPSJV; São Paulo: Expressão Popular, 2015.

CARNEIRO, Fernando Ferreira et al. *Dossiê Abrasco: um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde*. *Ciência & Saúde Coletiva*, Rio de Janeiro, v. 20, n. 2, p. 487-496, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/csp/a/fqHFphQtcS6JYcNmjYjvhvzq/>. Acesso em: 15 jun. 2025.

CAVALCANTI, Jaciene Alves et al. *Agrotóxico: uma temática para o ensino de Química*. *Química Nova na Escola*, [S. l.], p. 1, 4 nov. 2009. Disponível em: http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc32_1/07-RSA-0309.pdf. Acesso em: 10 nov. 2024.

CHEMROBOTICS. Klorpan 480 EC – informações técnicas. [S. l.], [s. d.]. Disponível em: <https://www.chemrobotics.com/agropat/pdf/gsda/docs/680BL.html>. Acesso em: 24 mar. 2025.

CHIN, C.-P.; LAN, C.-W.; WU, H.-S. Application of biodiesel as carrier for insecticide

CLIMATE FIELDVIEW. *Manejo integrado de pragas: o que é e como aplicar na lavoura*. 2023. Disponível em: <https://blog.climatefieldview.com.br/manejo-integrado-pragas>. Acesso em: 11 nov. 2024.

CLORPIRIFÓS. In: WIKIPÉDIA: a enciclopédia livre. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Clorpirif%C3%B3s>. Acesso em: 26 maio 2025.

CRODA AGRICULTURE. Aplicações – Emulsifiable Concentrate. [S. l.], [s. d.]. Disponível em: <https://www.crodaagriculture.com/pt-br/applications/emulsifiable-concentrate>. Acesso em: 24 mar. 2025.

CARSON, Rachel. *Primavera silenciosa*. 2. ed. Tradução de Raul de Polillo. São Paulo: Gaia, 2000. **319 p.**

CAMÊLO, Ivânio Silva. *Descrição estrutural do clorpirifós*. Sousa – PB, 2025. Informação pessoal.

CAVALCANTI, J. A.; FREITAS, J. C. R.; MELO, A. C. N.; FILHO, J. R. F. *Agrotóxicos: Uma Temática para o Ensino de Química*. Química Nova na Escola, v. 32, n. 1, p. 31-36, 2010.

CÉSAR ROCHA, A.; SILVA, M.; PEREIRA, R. *Impactos ambientais de inseticidas persistentes: bioacumulação em organismos aquáticos*. Revista Brasileira de Ecologia, v. 15, n. 2, p. 55-70, 2010.

DiPa Química. Hidrocarbonetos - Tolueno. Disponível em: <https://www.dipaquimica.com.br/hidrocarbo/tolueno>. Acesso em: 9 jun. 2025.

DIPIL. *Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos – GLIFOSATO 480*. [S.l.], 2020. Disponível em: <https://www.dipil.com.br/storage/app/media/FDS/FDS%20GLIFOSATO%20480.pdf>. Acesso em: 19 jul. 2025.

EDUCA MAIS BRASIL. Benzeno – Química Enem. Disponível em: <https://www.educamaisbrasil.com.br/enem/quimica/benzeno>. Acesso em: 6 jun. 2025.

DECONTI, G. S.; SILVA, D. de S.; MESQUITA, A. *Desvendando o impacto dos agrotóxicos na agricultura através da Química e da Matemática*. Scientia cum Industria.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Klorpan 480 EC – Sumitomo Chemical Brasil Indústria Química S.A. [S. l.]: Embrapa, [s. d.]. Disponível em: <https://www.atermaisdigital.cnptia.embrapa.br/web/control-de-pragas/w/klorpan-480-ec-sumitomo-chemical-brasil-ind%C3%BAstria-qu%C3%ADmica-s.a.-7899-3>. Acesso em: 24 mar. 2025.

TSAI, Chia-Hsiu; CHEN, Shih-Chieh; LIN, Ching-Huei. Preparation and stability of chlorpyrifos emulsifiable concentrate formulation. *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers*, v. 43, p. 578–584, 2012. DOI: 10.1016/j.jtice.2012.02.003. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jtice.2012.02.003>. Acesso em: 14 maio 2025.

ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (EPA). Pesticide Fact Sheet: *Bacillus thuringiensis* (Bt) Plant-Incorporated Protectants. Washington, DC: EPA, 23 jul. 1999. Disponível em: https://www3.epa.gov/pesticides/chem_search/cleared_reviews/csr_PC-059101_23-Jul-99_a.pdf. Acesso em: 26 maio 2025.

FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. Specifications and evaluations for agricultural pesticides – Chlorpyrifos: technical specification 221/TC. Rome: FAO, fev. 2020. Disponível em: <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/3a21d991-0cbb-4d74-8426-672cbd0b103c/content>. Acesso em: 14 maio 2025.

FERST, João Cezar. Resíduos de clorpirifós e fenitroion em casca e polpa de pepino. 2019. Dissertação (Mestrado em Ciências) Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2019. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11146/tde-20191218-133149/publico/FerstJoaoCezar.pdf>. Acesso em: 24 mar. 2025.

FUNDO DE POPULAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS – UNFPA. À medida que população mundial atinge 8 bilhões de pessoas, ONU pede solidariedade no avanço do desenvolvimento. UNFPA Brasil, 2022. Disponível em: <https://brazil.unfpa.org/pt-br/news/a-medida-que-populacao-mundial-atinge-8-bilhoes-de-pessoas-onu-pede-solidariedade-no-avanco-do>. Acesso em: 9 nov. 2024.

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Relatório de Avaliação dos Agrotóxicos no Brasil. Brasília: IBAMA, 2022. Disponível em: <https://www.ibama.gov.br>. Acesso em: 10 jun. 2025.

IBERDROLA. Evolução da população mundial: a evolução da população mundial e seu futuro impacto no planeta. [S. l.], 3 dez. 2023. Disponível em: <https://www.iberdrola.com/sustentabilidade/evolucao-da-populacao>. Acesso em: 3 dez. 2024.

IDEC – Instituto Brasileiro de Defesa do Consumidor. Agrotóxicos e alimentação: desafios e alternativas para um consumo consciente. São Paulo: IDEC, 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS – IBAMA. Papel do Ibama no controle de agrotóxicos é preservado com vetos à Lei nº 14.785/23. Gov.br, 28 dez. 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/ibama/pt-br/assuntos/noticias/2023/papel-do-ibama-no-controle-de-agrotoxicos-e-preservado-com-vetos-a-lei-no-14-785-23>. Acesso em: 12 nov. 2024.

INSTITUTO NACIONAL DE CÂNCER JOSÉ ALENCAR GOMES DA SILVA – INCA. Exposição no trabalho e no ambiente: agrotóxico. Rio de Janeiro: INCA, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/inca/pt-br/assuntos/causas-e-prevencao-do-cancer/exposicao-no-trabalho-e-no-ambiente/agrotoxico>. Acesso em: 9 jul. 2025.

IWAMI, Alcino et al. Manual de uso correto e seguro de produtos fitossanitários/agrotóxicos. 2. ed. São Paulo: [s. n.], 2002. v. 1. Disponível em: <https://www.cevs.rs.gov.br/upload/arquivos/201712/06133903-cartilha-andef-uso-de-agrotoxicos.pdf>. Acesso em: 27 nov. 2024.

KARUNAKARAN, Ramprasath et al. Development of a practical and sustainable process for the manufacture of Clorpyrifos. Organic Process Research & Development, [S. l.], v. 27, n. 12, p. 2043–2051, 2023. DOI: 10.1021/acs.oprd.3c00211. Acesso em: 26 maio 2025.

LIVRAMENTO, P. C. C. et al. A importância da experimentação no ensino de Química: um olhar para a contextualização através do conteúdo de combustão. In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO – CONEDU, 2019, João Pessoa. Anais [...]. João Pessoa: Realize Editora, 2019. Disponível em: https://www.editorarealize.com.br/editora/anais/conedu/2019/TRABALHO_EV127_MD1_SA16_ID3527_26082019113124.pdf. Acesso em: 23 maio 2025.

LOPES, C. V. *Agrotóxicos e seus impactos na saúde humana e ambiental*. *Saúde e Debate*, v. 42, n. 1, p. 200-210, 2018. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/sdeb/a/bGBYRZvVVKMrV4yzqfwwKtP/>. Acesso em: 20 ago. 2025.

LOPES, C. V. A. *Agrotóxicos e seus impactos na saúde humana e ambiental*. *Saúde e Debate*, v. 42, n. 1, p. 200-210, 2018. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/sdeb/a/bGBYRZvVVKMrV4yzqfwwKtP/>. Acesso em: 20 ago. 2025.

MACEDO, E. M. et al. Toxicidade do Clorpirifós em Organismos Aquáticos: uma revisão. *Revista Brasileira de Ciências Ambientais*, São Paulo, n. 46, p. 85–98, 2018.

MARCHEZAN, Fátima. Agrotóxicos ou defensivos agrícolas? mitos e verdades. [S. l.]: Sindag, 2023. Disponível em: https://sindag.org.br/colunas_sindag/agrotoxicos-ou-defensivos-agricolas-mitos-e-verdades. Acesso em: 29 nov. 2023.

MENDONÇA, Ana Maria Gonçalves Duarte et al. Ensino de química: realidade docente e a importância da experimentação para o processo de aprendizagem. *VENID*, [S. l.], p. 1–7, 10 out. 2020. Disponível em: https://editorarealize.com.br/editora/anais/enid/2015/TRABALHO_EV043_MD1_SA12_ID1421_11072015131557.pdf. Acesso em: 10 nov. 2024.

MUNDO EDUCAÇÃO. Etanol. UOL Educação, [s. l.], [s. d.]. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/quimica/etanol.htm>. Acesso em: 15 jun. 2025.

MUNDO EDUCAÇÃO. Ciclos biogeoquímicos. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/biologia/ciclos-biogeoquimicos.htm>. Acesso em: 24 ago. 2025.

NATIONAL CENTER FOR BIOTECHNOLOGY INFORMATION (NCBI). PubChem Compound Summary for CID 2730, Chlorpyrifos. Bethesda (MD): National Library of Medicine (US), 2025. Disponível em: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/2730>. Acesso em: 14 maio 2025.

NICHELE, Aline G.; ZUCULOTTO, Andréia M.; DIAS, Eduarda C. Estudo da solubilidade dos gases: um experimento de múltiplas facetas. *Química Nova na Escola*, São Paulo, v. 37, n. 4, p. 312–315, 2015. Disponível em: http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc37_4/11-EEQ-63-14.pdf. Acesso em: 6 jun. 2025.

NORTOX S.A. Bula do produto técnico Glifosato Nortox WG: herbicida granulado dispersível em água. Maringá: ADAPAR – Agência de Defesa Agropecuária do Paraná, 2020. Disponível em: https://www.adapar.pr.gov.br/sites/adapar/arquivos_restritos/files/documento/2020-10/glifosatonortoxwg.pdf. Acesso em: 26 mai. 2025.

OLIVEIRA, Sandra Aparecida et al. Educação ambiental – de onde veio e para onde vamos? [S. l.], 21 fev. 2022. Disponível em: <https://semil.sp.gov.br/educacaoambiental/2022/02/educacao-ambiental-de-onde-veio-e-para-onde-vamos>. Acesso em: 8 nov. 2024.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. World Population Prospects 2024. Press release — ONU Divisão de População, 11 jul. 2024. Disponível em: <https://news.un.org/pt/story/2024/07/1834411>. Acesso em: 12 jun. 2025.

PIGNATI, W. A. et al. Distribuição espacial do uso de agrotóxicos no Brasil: uma ferramenta para a Vigilância em Saúde. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 22, n. 10, p. 3281-3293, 2017. DOI: 10.1590/1413-812320172210.17742017.

PINTO, Gabriela Dias Alves. Análise multirresíduos de pesticidas em amostras de alimentos por espectrometria de massas: uma abordagem para o controle de resíduos de agrotóxicos. 2018. 109 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2018.

PNGWING. [Etanol Fórmula estrutural Álcool Estrutura química Fórmula esquelética, elemento brasil, diversos, ângulo, branco png

QCONCURSOS. Estrutura molecular da propanona (acetona). [Imagem]. Disponível em: <https://www.qconcursos.com/questoes-de-concursos/questoes/86ce5c50-7d>. Acesso em: 11 jun. 2025.

QUÍMICA NOVA. Glifosato: propriedades, toxicidade, usos e legislação: Glyphosate: properties, toxicity, use and legislation. Química Nova, [S. l.], v. 25, n. 4, 2002. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/Z9DJG6fy8ZQR79ch8cdxwVP/>. Acesso em: 6 dez. 2024.

QUINTAS, J. S. Educação ambiental: as grandes diretrizes da Conferência de Tbilisi. Brasília: IBAMA, 1996.

RACKE, K. D. Environmental fate of chlorpyrifos. Reviews of Environmental Contamination and Toxicology, v. 131, p. 1–154, 1993. DOI: 10.1007/978-1-4612-2663-6_1.

RESEARCHGATE. Figura 1 – Estrutura química do glifosato: N-(fosfonometil)glicina ($C_3H_8NO_5P$). 2020. Disponível em: https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Estrutura-quimica-do-glifosato-N-fosfonometil-glicina-C3H8NO5P_fig4_340467394. Acesso em: 26 maio 2025.

REVISTA CULTIVAR. Pesticida Clorpirifós Organofosforado 480 g/L – Klorpan 480 EC. [S. l.], [s. d.]. Disponível em: <https://revistacultivar.com/pesticida/clorpirifos-organofosforado-480-gl/klorpan-480-ec>. Acesso em: 24 mar. 2025.

ROCHA, Júlio César et al. Introdução à química ambiental. In: AGROQUÍMICOS. 2. ed. [S. l.]: Bookman, 2010. cap. 2, p. 63–65.

RIBEIRO, D. C. A. de A.; PASSOS, C.; SALGADO, T. D. M. *A temática ambiental Agrotóxicos no Ensino de Ciências da Educação Básica: uma revisão bibliográfica*. Revista da Sociedade Brasileira de Ensino de Química, v. 2, n. 1, e022102, 2021.

SANTOS, Lucas Makoto Tanaka dos. *Metanol*. Todo Estudo, 2023. Disponível em: <https://www.todoestudo.com.br/quimica/metanol>. Acesso em: 11 jul. 2025.

SÃO PAULO (Estado). Companhia Ambiental do Estado de São Paulo – CETESB. Produtos de alta toxicidade. Emergências químicas, [S. l.], 28 nov. 2020. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/emergencias-quimicas/aspectos-gerais/introducao-acoes-de-resposta/descontaminacao/produtos-de-alta-toxicidade>. Acesso em: 28 nov. 2024.

SÃO PAULO (Estado). COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO – CETESB. Produtos de alta toxicidade. Emergências Químicas, [S. l.], 28 nov. 2020. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/emergencias-quimicas/aspectos-gerais/introducao-acoes-de-resposta/descontaminacao/produtos-de-alta-toxicidade/>. Acesso em: 28 nov. 2024.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. Rachel Carson: bióloga marinha e escritora norte-americana. São Paulo: SEMIL, 2018. Disponível em: <https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/2018/04/rachel-carson-biologa-marinha-e-escritora-norte-americana/>. Acesso em: 15 jun. 2025.

SCRIBD. Klorpan 400 EC – especificações técnicas. [S. l.], [s. d.]. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/496031898/klorpan400ec0920>. Acesso em: 24 mar. 2025.

SCRIBD. Klorpan 480 EC – informações e especificações técnicas. [S. l.], [s. d.]. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/425880277/KLORPAN480EC>. Acesso em: 24 mar. 2025.

SEMEAR AGROPECUÁRIA. Klorpan 480 EC – embalagem de 10 litros. [S. l.]: Semear Agropecuária, [s. d.]. Disponível em: <https://semearagropec.com.br/product/klorpan-480-ec-10-litros/>. Acesso em: 24 mar. 2025.

SENADO FEDERAL (Brasil). Sancionada nova Lei dos Agrotóxicos, com vetos. Senado Notícias, 28 dez. 2023. Disponível em: <https://www12.senado.leg.br/noticias/materias/2023/12/28/sancionada-nova-lei-dos-agrotoxicos-com-vetos>. Acesso em: 12 nov. 2024.

SILVA, L. P. et al. Impactos ambientais do uso de organofosforados em agroecossistemas brasileiros. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 42, n. 3, p. 231–240, 2018.

SILVA, R. P. Análise e implicação do uso de agrotóxico em coqueiro no Perímetro Irrigado de São Gonçalo — Sousa/PB. 2024. Trabalho de Conclusão de Curso (Pós-Graduação em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró – RN, 101 p.

SILVEIRA, K. F. G. R. D. *et al.* Situação regulatória internacional de agrotóxicos autorizados para uso no Brasil: potencial de danos à saúde e ao meio ambiente. *Cadernos de Saúde Pública*, Rio de Janeiro, v. 37, n. 4, e00061820, 2021. Disponível em: <https://www.scielo.org/article/csp/2021.v37n4/e00061820/en/>. Acesso em: 5 jul. 2025.

SIQUEIRA, E. C. et al. Avaliação dos impactos da seca no Perímetro Irrigado de São Gonçalo-PB. *Revista Principia – IFPB*, v. 40, p. 1–20, 2018. Disponível em: [inserir link se houver]. Acesso em: 3 dez. 2024.

SUMITOMO CHEMICAL. Klorpan 480 EC – inseticida. [S. l.]: Sumitomo Chemical, [s. d.]. Disponível em: <https://www.sumitomochemical.com.br/produtos/inseticidas/klorpan-480-ec/>. Acesso em: 24 mar. 2025.

SUMITOMO CHEMICAL. *Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos – Klorpan 480 EC*. São Paulo, 2023b. Disponível em: https://www.sumitomochemical.com.br/wpcontent/uploads/products/files/Inseticidas_Klorpan_480_EC_FISPQ.pdf. Acesso em: 19 jul. 2025.

SILVA, A. S. da. *Propriedades físico-químicas dos agroquímicos e sua relação com a toxicidade ambiental*. *Revista Brasileira de Toxicologia*, v. 10, n. 2, p. 45-52, 2019. Disponível

em:<https://bdta.abcd.usp.br/directbitstream/b1b72270-4a97-4d79-b5d8-bbfb0cb14085/3046405.pdf>. Acesso em: 23 ago. 2025.

TABELA PERIÓDICA. Existe o elemento água na tabela periódica? Disponível em: <https://www.tabelaperiodica.org/existe-o-elemento-agua-na-tabela-periodica/>. Acesso em: 9 jun. 2025.

TODOESTUDO. Metanol: o que é, fórmula, propriedades, usos. Todo Estudo, [s. d.]. Disponível em: <https://www.todoestudo.com.br/quimica/metanol>. Acesso em: 11 jun. 2025.

TONI, R. M. et al. Adsorção de glifosato sobre solos e minerais: Adsorption of glyphosate on soils and minerals. Química Nova, [S. l.], v. 29, n. 4, 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/KNxGhP5tBdZxYcnBj5gyjmF/>. Acesso em: 6 dez. 2024.

TODA MATÉRIA. Ciclos Biogeoquímicos: quais são, como funcionam e exercícios. Disponível em: <https://www.todamateria.com.br/ciclos-biogeoquimicos/>. Acesso em: 24 ago. 2025.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. Chlorpyrifos: HED Preliminary Risk Assessment for the Reregistration Eligibility Decision (RED) Document. Memorando. Re-Registration Branch 3, Health Effects Division, Washington, DC, 23 jul. 1999. Disponível em: https://www3.epa.gov/pesticides/chem_search/cleared_reviews/csr_PC-059101_23-Jul-99_a.pdf. Acesso em: 14 maio 2025.

VECTEEZY. *Acetona: químico, fórmula, estrutura química, ícone, rótulo – projeto vetor*. Disponível em: <https://pt.vecteezy.com/arte-vetorial/26467288-acetona-quimico-formula-estrutura-quimica-icone-rotulo-projeto-vetor>. Acesso em: 11 jul. 2025.

VILELA, Marina de Fátima; REIS JÚNIOR, Fábio Bueno dos. Os Grandes Ciclos Biogeoquímicos do Planeta. Embrapa Cerrados, 2006. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/569371/1/doc119.pdf>. Acesso em: 24 ago. 2025.

WILLOUGHBY, Ian. Using dye markers to reduce pesticide use. Technical Note FCTN016. Edinburgh: Forest Research, mar. 2007. Disponível em: <https://cdn.forestresearch.gov.uk/2022/04/FCTN016.pdf>. Acesso em: 17 maio 2025.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). Chlorpyrifos: WHO recommended classification of pesticides by hazard and guidelines to classification 2019. Geneva: WHO, 2019. Disponível em: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/329813>. Acesso em: 26 maio 2025.

	INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA
	Campus Sousa - Código INEP: 25018027
	Av. Pres. Tancredo Neves, S/N, Jardim Sorrilândia III, CEP 58805-345, Sousa (PB)
	CNPJ: 10.783.898/0004-18 - Telefone: None

Documento Digitalizado Ostensivo (Público)

entrega de trabalho de conclusão de curso - aluno ivanio silva camelo

Assunto:	entrega de trabalho de conclusão de curso - aluno ivanio silva camelo
Assinado por:	Ivanio Silva
Tipo do Documento:	Grade curricular
Situação:	Finalizado
Nível de Acesso:	Ostensivo (Público)
Tipo do Conferência:	Cópia Simples

Documento assinado eletronicamente por:

- Ivanio Silva Camelo, ALUNO (201918740034) DE LICENCIATURA EM QUÍMICA - SOUSA, em 10/10/2025 14:44:04.

Este documento foi armazenado no SUAP em 10/10/2025. Para comprovar sua integridade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifpb.edu.br/verificar-documento-externo/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 1639377
Código de Autenticação: 2eee12d714

