

UNIVERSIDADE FEDERAL DO MATO GROSSO DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS
MESTRADO EM ENSINO DE CIÊNCIAS

LUANA CRISTINA AVELINO

AGROTÓXICOS COMO PROBLEMÁTICA PARA O ENSINO DE
CIÊNCIAS

CAMPO GRANDE

2020

LUANA CRISTINA AVELINO

AGROTÓXICOS COMO PROBLEMÁTICA PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências – Instituto de Física da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, como requisito final para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências, sob a orientação da Prof.^a Dra. Nádia Cristina Guimarães Errobidart

CAMPO GRANDE

2020

RESUMO

O tema agrotóxico é relevante para o Ensino de Ciências, pois possibilita a discussão da contradição socioambiental a integração e a contextualização de diferentes conhecimentos disciplinares. Apesar da relevância dessa temática, a incidência de trabalhos que discutem esse tema ainda é pequena e em sua grande maioria, empregam conceitos relacionados a CTS e as concepções freirianas. Buscamos discutir diferentes aspectos do tema, como a definição, caracterização e o histórico de surgimento dos agrotóxicos, além de pontuar a necessidade de discutir a legislação, utilização, vantagens e desvantagens dessas substâncias e empregamos esses aspectos na construção de roteiros de Histórias em Quadrinhos como o objetivo de transposição didática para o Ensino de Ciências. Existem muitas potencialidades nas Histórias em Quadrinhos, pois as linguagens visual e escrita, quando empregadas de forma adequada, possibilitam uma maior aquisição de conhecimentos, além de despertar o interesse de leitura, mas é necessária uma mediação do professor para que haja dialogicidade nos quadrinhos e possibilite que essas, sejam eficientes no ensino.

PALAVRAS CHAVES: Histórias em Quadrinhos; Agrotóxicos; Ensino de Ciências

ABSTRACT

The pesticide theme is relevant to Science Education, as it allows the discussion of the socio-environmental contradiction to integrate and contextualize different disciplinary knowledge. Despite the relevance of this theme, the incidence of works that discuss this theme is still small and in its great majority, they use concepts related to CTS and the Freirian conceptions. We seek to discuss different aspects of the theme, such as the definition, characterization and the history of the emergence of pesticides, in addition to highlighting the need to discuss the legislation, use, advantages and disadvantages of these substances, and we use these aspects in the construction of Comics scripts as the objective of didactic transposition for Science Teaching. There are many potentialities in Comics, because visual and written languages, when used properly, enable greater knowledge acquisition, in addition to arousing the interest of reading, but mediation by the teacher is necessary for there to be dialogicity in the comics and enable these to be effective in teaching.

KEY WORDS: Comics; Pesticides; Science teaching

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	4
INTRODUÇÃO	1
CAPÍTULO 1.....	4
A DISCUSSÃO DA TEMÁTICA AGROTÓXICO EM PERÍODICOS DA ÁREA DE ENSINO.....	4
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	5
1.1. INTRODUÇÃO	7
1.2. METODOLOGIA	10
1.3. RESULTADOS E DISCUSSÕES	12
1.4. ALGUMAS CONSIDERAÇÕES.....	18
1.5. REFERÊNCIAS	19
CAPÍTULO 2.....	22
2.1. CONCEITOS TÉCNICOS E DISCIPLINARES APLICADOS AOS AGROTÓXICOS	22
2.1.1. Conceitos técnicos relacionados aos agrotóxicos	22
2.1.2. Contexto histórico do surgimento dos agrotóxicos.....	27
2.1.3. Legislação	28
2.1.4 A comercialização de agrotóxicos no Brasil.....	29
2.1.5. Problemas ao meio ambiente e à saúde da população.....	33
2.1.6. O uso de equipamentos de proteção individual (EPI).....	35
2.1.7. Vantagens quanto ao uso dos agrotóxicos	36
2.1.8. Métodos alternativos ao uso de agrotóxicos.....	37
2.1.9. Propriedades físico-químicas dos agrotóxicos	38
2.1.10. Conceitos disciplinares: Organoclorados - estrutura química e solubilidade....	40
2.1.11. Glifosato – definição e propriedades químicas	41
CAPÍTULO 3.....	46
O EMPREGO DE HISTÓRIAS EM QUADRINHOS NO ENSINO DE CIÊNCIAS	46
LINGUAGEM EM QUADRINHOS	46
RESUMO	47
3.1. INTRODUÇÃO	48
3.2. REFERENCIAL TEÓRICO	49
3.3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	51
3.4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	52
3.5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	57
3.6. REFERÊNCIAS	57
CAPÍTULO 4 – PROPOSTA DE TEXTO ALTERNATIVO	59
CONSIDERAÇÕES EM CONSTRUÇÃO	90

REFERÊNCIAS 99

APRESENTAÇÃO

Buscarei aqui introduzir a forma, pela qual o trabalho de pesquisa foi estruturado, mas antes, gostaria de realizar um breve resumo da minha trajetória acadêmica, a escolha do tema até a presente defesa de mestrado.

Meu nome é Luana, tenho 24 anos, sou natural de Ivinhema – MS, cidade na qual nasci e vivi até os 17 anos, na zona rural, com pais pequenos agricultores. Estudei até a terceira série em uma Escola Municipal Rural e posteriormente, da quarta série ao Ensino Médio em uma Escola Estadual na cidade. No meu segundo ano do Ensino Médio, tive a oportunidade de ingressar em um curso técnico em química, o qual, me incentivou a seguir a carreira acadêmica na área.

Aos 17 anos me mudei para Dourados e iniciei o curso de Licenciatura em Química na UFGD. Durante a graduação tive professores que me incentivaram a iniciar o Mestrado na área do Ensino de Ciências, então ao concluir a faculdade, me mudei para Campo Grande e ingressei no curso de pós graduação.

Durante esse tempo, comecei a trabalhar na indústria, o que acabou ocasionando dificuldades e diminuindo meu rendimento no curso, porém os altos e baixos me fizeram ter a certeza de querer concluir a pesquisa que iniciei, sendo ela, a proposta de trabalhar a interdisciplinaridade no ensino de ciências com o tema agrotóxicos, tema que tive contato direto por vir de uma família de agricultores, porém nunca visto nas salas de aula em que eu fui aluna.

Por ter pais agricultores, durante toda minha infância e adolescência tive contato com os agrotóxicos nas lavouras, principalmente os herbicidas, que eram aplicados várias vezes ao ano para o controle de ervas daninhas. Meus familiares utilizavam os produtos sem o uso de equipamento de proteção individual, sendo que cheguei a manusear algumas vezes o produto e até mesmo, quando era dispersado na lavoura, eu estava em contato sem nenhum cuidado.

Apenas no curso superior, na área de química, passei a ter a dimensão do risco à saúde e pude adquirir a capacidade crítica de julgar os perigos que essas substâncias tóxicas pode trazer. No entanto, meus pais não tiveram a mesma Alfabetização Científica referente ao tema, assim como muitos pequenos agricultores que fazem o uso da substância e até mesmo, a maioria das pessoas que consomem os produtos, aqueles que moram perto de áreas de lavouras, entre outras pessoas que deveriam conhecer sobre o risco.

INTRODUÇÃO

O Brasil é hoje uma referência mundial na produção de grãos, em decorrência disso, está no topo dos países que mais utilizam agrotóxicos nas lavouras (BRASIL, 2015). Segundo dados do IBAMA, no ano de 2019 foram consumidas cerca de 620.537,98 toneladas de ingrediente ativo de agrotóxicos, sendo que a maioria desses são os herbicidas, dando destaque para o Glifosato e seus sais (IBAMA, 2019).

Esse uso excessivo de substâncias para o controle de pragas nas lavouras, tem ocasionado diversos problemas ambientais e a saúde da população, de forma que vivemos uma contradição social: se por um lado o uso de agrotóxicos são importantes na produção de alimentos em grande escala, por outro o uso excessivo e inadequado desses produtos tem ocasionado problemas socioambientais. Vivemos um impasse, pois além das grandes indústrias ou grandes produtores rurais, pequenos agricultores também utilizam agrotóxicos em suas lavouras (RECENA e CALDAS, 2008). Há diversos trabalhos que relatam problemas ambientais e de saúde pública relacionados aos agrotóxicos, como a intoxicação de trabalhadores com essas substâncias (PERES, *et al.*; 2003; JARDIM, *et al.*; 2009; RIGOTTO e AGUIAR, 2016; DUTRA e DA SOUZA, 2017; PEREIRA, COSTA e LIMA, 2019; GARCIA e DE LARA, 2020;).

Com base nessa situação vivenciada hoje na sociedade atual e preocupada com o tema pude realizar vários questionamentos... Quais são os riscos e as vantagens de se utilizar agrotóxicos no cultivo de alimentos? Será que os produtos que compramos na prateleira do supermercado estão contaminados com alguma dessas substâncias? É possível produzir sem o uso de agrotóxicos?...

Esses questionamentos me levaram a pensar sobre a necessidade de alternativas didáticas para possibilitar que os alunos tenham o contato crítico e científico que eu não tive com os agrotóxicos na minha educação básica.

A partir dessas reflexões, me propus a investigar a seguinte questão de pesquisa: Como a linguagem de história em quadrinhos, pode ser empregada na problematização do tema agrotóxicos, promovendo a abordagem de conhecimentos disciplinares?

Com base na situação problema, buscamos investigar o tema Agrotóxicos como alternativa para a construção de História em Quadrinhos (HQ) para o ensino, numa perspectiva socioambiental, promovendo a mobilizar conhecimentos e valores sobre o uso de agrotóxicos e os objetivos específicos:

- Realizar pesquisas bibliográficas sobre conhecimentos disciplinares e conhecimentos escolares, relacionados ao tema agrotóxicos,
- Selecionar dentre os conhecimentos identificados na pesquisa bibliográfica, aqueles que atendem as competências da Base Nacional Comum Curricular;
- Sintetizar as informações sobre o tema agrotóxico, considerando a possibilidade de transposição para o ensino de ciências;
- Estudar a linguagem de quadrinhos;
- Elaborar histórias em quadrinhos que oriente a abordagem da temática agrotóxico;
- Avaliar a potencialidade da linguagem de histórias em quadrinhos como texto alternativo para a problematização do tema agrotóxico no ensino de ciências.

Como justificativa ao projeto de pesquisa, buscamos na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) evidências sobre a relevância de abordar temas socioambientais no ensino. A Base menciona vários aspectos sobre a potencialidade desse tema como “Construir argumentos com base em dados, evidências e informações confiáveis e negociar e defender ideias e pontos de vista que promovam a consciência socioambiental e o respeito a si próprio e ao outro [...]” (BRASIL, 2017, p. 324); “Avaliar os riscos envolvidos em atividades cotidianas, aplicando conhecimentos das Ciências da Natureza, para justificar o uso de equipamentos e recursos, bem como comportamentos de segurança, visando à integridade física, individual e coletiva, e socioambiental [...]” (BRASIL, 2017, p. 559).

Evidenciamos também nas Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+) que a temática agrotóxicos é relevante no ensino de química, no que diz respeito a “analisar e interpretar diferentes tipos de textos e comunicações referentes ao conhecimento científico e tecnológico químico; por exemplo, interpretar informações de caráter químico em notícias e artigos de jornais, revistas e televisão, sobre agrotóxicos [...]” (BRASIL, 2002, p. 89) e “reconhecer aspectos relevantes do conhecimento químico e suas tecnologias na interação individual e coletiva do ser humano com o ambiente, por exemplo, o uso de CFC – cloro-flúor-carbono –, de inseticidas e agrotóxicos, de aditivos nos alimentos [...]” (BRASIL, 200, p. 92).

Buscamos empregar as Histórias em Quadrinhos para abordagem do tema, pois as HQ proporcionam uma interação dialógica entre o leitor e o texto, mobilizando conhecimentos integrados por meio da linguagem oral, escrita e visual, porém ressaltamos a necessidade da alfabetização do leitor na linguagem em quadrinhos, para que a mensagem possa ser compreendida de forma integral (RAMA e VERGUEIRO, 2008).

Apesar dessas citações que comprovam a relevância de trabalhar esse tema no ensino de química, buscamos nesse trabalho, discutir a temática de forma interdisciplinar, relacionando conhecimentos disciplinares como Física, Química e Biologia e conhecimentos não disciplinares como a Educação Ambiental, articulados na construção de uma história em quadrinhos.

Como referencial teórico para a construção do projeto de pesquisa, utilizamos Rosa (2015), para construção da revisão bibliográfica sobre o tema agrotóxicos, posteriormente, foram construídas Histórias em Quadrinhos, ancoradas pelo referencial teórico e metodológico propostos por Rama e Vergueiro (2008).

O relatório da pesquisa está dividido em 4 capítulos: dois de revisão bibliográfica e dois explorando a construção de um texto alternativo com linguagem em quadrinhos, integrando conhecimentos disciplinares e não disciplinares sobre os agrotóxicos.

O Capítulo 1, intitulado “A discussão da temática agrotóxico em periódicos da área de ensino” consiste no resultado de uma pesquisa bibliográfica sobre o tema, que foi realizada em revistas nacionais, classificadas pela CAPES como Qualis A1 e A2, na área de avaliação Ensino. A revisão compreendeu o período de 2010 a 2018.

Esses resultados foram encaminhados para a Revista Contemporânea de Educação ISSN 1809-5747, Qualis A2 no ensino e, foi aceito para publicação.

O capítulo 2 consiste na pesquisa bibliográfica realizada sobre o tema agrotóxicos, intitulado “Uma revisão sobre aspectos técnicos dos agrotóxicos”. Ele materializa a construção do referencial sobre agrotóxicos que orientou a construção dos roteiros das histórias em quadrinhos.

O Capítulo 3, intitulado como “O emprego de histórias em quadrinhos no ensino de ciências”, consiste na discussão do referencial da linguagem em quadrinhos e metodologia empregada na construção das HQ a partir do referencial teórico e metodológicos de Rama e Vergueiro (2008). Esse capítulo foi submetido a revista Diálogos Interdisciplinares - ISSN 2359-5051, Qualis C em Educação e está em processo de avaliação.

No capítulo 4, intitulado como **PROPOSTAS DE CONSTRUÇÃO DE HISTÓRIAS EM QUADRINHOS SOBRE O TEMA AGROTÓXICOS**, discutimos sobre a construção de HQ sobre o tema agrotóxicos como proposta didática para o Ensino de Ciências.

CAPÍTULO 1
A DISCUSSÃO DA TEMÁTICA AGROTÓXICO EM PERÍODICOS
DA ÁREA DE ENSINO

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

No Capítulo 1 apresentamos a Revisão Bibliográfica em forma de artigo. Para a construção da revisão, utilizamos o método de análise documental descrito por Rosa (2015), pelo qual buscamos em diversos periódicos o que já foi publicado sobre o tema. O resultado está descrito em formato de síntese das produções encontradas. Nela buscamos sintetizar os dados qualitativos sobre as abordagens do tema Agrotóxicos no Ensino de Ciências.

A revisão bibliográfica consistiu na etapa inicial da pesquisa, cujo objetivo foi pontuar os resultados acumulados sobre a temática e as orientações identificadas que contribuiriam para construção da questão de pesquisa e os objetivos. Esse primeiro Capítulo foi submetido a Revista Contemporânea de Educação e está em fase de edição.

Figura 1: Submissão do primeiro artigo de pesquisa



REVISTA CONTEMPORÂNEA DE EDUCAÇÃO

CAPA SOBRE PÁGINA DO USUÁRIO PESQUISA ATUAL ANTERIORES NOTÍCIAS FACULDADE DE EDUCAÇÃO AHEAD OF PRINT

Capa > Usuário > Autor > Submissões Ativas

SUBMISSÕES ATIVAS

ATIVO ARQUIVO

ID	MM-DD ENVIADO	SEÇÃO	AUTORES	TÍTULO	SITUAÇÃO
34562	05-11	ART	Avelino, Guimarães Errobidart	A DISCUSSÃO DA TEMÁTICA AGROTÓXICO NO ENSINO DE CIÊNCIAS	EM EDIÇÃO

1 a 1 de 1 itens

A DISCUSSÃO DA TEMÁTICA AGROTÓXICO EM PERÍODICOS DA ÁREA DE ENSINO

THE DISCUSSION OF AGROTOXIC THEME IN TEACHING AREAS LA DISCUSIÓN DEL TEMA AGROTOXICO EN LAS AREAS DIDÁCTICAS

RESUMO: O trabalho apresenta resultados de uma pesquisa bibliográfica elaborada com o objetivo de mapear e avaliar as discussões sobre agrotóxico publicadas no período de 2010 a 2018, em periódicos classificados como de grande relevância na área de ensino, estratos A1 e A2. Os resultados obtidos permitiram a reflexão sobre a questão de pesquisa de um projeto mais amplo, no qual esse trabalho está inserido. Os nove trabalhos identificados sinalizam a importância de se discutir essa questão socioambiental, buscando um posicionamento crítico do aluno quanto ao seu aspecto contraditório, pontuando aspectos ambientais e sociais. Apesar de ser um tema considerado relevante é evidenciado em quantidade pouco expressiva nesses periódicos.

PALAVRAS CHAVE: produtos fitossanitários; aspectos socioambientais; questão controversa

ABSTRACT: The work presents results of a bibliographic research elaborated with the objective of mapping and evaluating the discussions about pesticides published from 2010 to 2018, in journals classified as of great relevance in the teaching area, strata A1 and A2. The results obtained allowed the reflection on the research question of a broader project, in which this work is inserted. The nine studies identified signal the importance of discussing this socio-environmental issue, seeking a critical positioning of the student regarding its contradictory aspect, punctuating environmental and social aspects. Despite being a relevant topic, it is evidenced in a small amount in these journals.

KEY WORDS: phytosanitary products; socio-environmental aspects; controversial issue

RESUMEN: El trabajo presenta resultados de una investigación bibliográfica elaborada con el objetivo de mapear y evaluar las discusiones sobre plaguicidas publicadas de 2010 a 2018, en revistas clasificadas como de gran relevancia en el área de docencia, estratos A1 y A2. Los resultados obtenidos permitieron reflexionar sobre la pregunta de investigación de un proyecto más amplio, en el que se inserta este trabajo. Los nueve estudios identificados señalan la importancia de discutir este tema socioambiental, buscando un posicionamiento

crítico del alumno en su aspecto contradictorio, puntuando aspectos ambientales y sociales. A pesar de ser un tema relevante, se evidencia en una pequeña cantidad en estas revistas.

PALABRAS CLAVE: productos fitosanitarios; aspectos socioambientales; tema controversial

1.1.INTRODUÇÃO

No Brasil, a agricultura se modificou com uso dos agrotóxicos e sem eles provavelmente o país não seria um dos maiores produtores de grãos no contexto mundial, suprimindo a crescente demanda de alimentos geralmente conectada ao aumento da população urbana, concentrada em regiões mais industrializadas (JARDIM, *et al*; 2009; SOUZA *et al*, 2017).

Essa mudança iniciou-se na década de 1950, período no qual o setor agrícola brasileiro, deixou a produção de alimentos com foco apenas no abastecimento do mercado interno, que já era complicado pelo êxodo e a pequena quantidade de pessoas no campo, começando a vislumbrar o mercado externo. Impulsionada pela industrialização do país e pelas oportunidades de exportação da produção o mercado interno deixou de ser a prioridade do setor agrícola e o uso de agrotóxicos sinalizou um caminho para não faltar alimentos para a população (PERES e MOREIRA, 2003; JARDIM, *et al*; 2009; SOUZA *et al*, 2017)

Com base nessa problemática social, o governo incentivou os produtores a aumentarem a produção, facilitando a compra de substâncias químicas para o controle de pragas, de maquinários e demais ferramentas para garantir infraestrutura das agroindústrias (SILVA e BOTELHO, 2014). Em 1975, ele lançou o Programa Nacional de Defensivos Agrícolas (PNDA), que instaurou as bases de uma política oficial de governo, que incentivava a produção agrícola via subsídios para compra de maquinário e agrotóxicos (SOUZA, *et al*; 2017).

Em 2008 o Brasil se tornou o maior consumidor mundial desses produtos, dois anos após um grande acidente rural ampliado, no qual “névoas de agrotóxicos oriundas de pulverizações aéreas” chegaram até a parte urbana do município Lucas do Rio Verde – MT, referência na produção de grãos na região Centro Oeste, danificando “hortaliças e plantas ornamentais de ruas e quintais” (PIGNATI, MACHADO e CABRAL, 2007, p. 106).

Esse sem dúvida é o lado negativo, “o uso excessivo de agrotóxicos, facilitado pela falta de fiscalização na compra e na utilização, somados a falta de capacitação para o manejo e a correta utilização dos princípios ativos comerciais disponíveis” (BRUSAMARELO, *et*

al; 2018, p. 102). Esse aspecto negativo é associado aos malefícios que esses produtos causam a saúde humana e ao meio ambiente, pois,

Quando utilizados, os agrotóxicos podem facilmente desviar sua finalidade primária de combate às espécies-alvo, também conhecidas como “pragas”. A toxicidade destes produtos está diretamente relacionada com os efeitos não desejáveis observados em outros organismos vivos, comunidades, ecossistemas e com a contaminação dos principais compartimentos ambientais: água, solo e ar. Os agrotóxicos se propagam facilmente no meio ambiente, sendo capazes de atingir a atmosfera e contaminar as imediações do local de aplicação graças a seu potencial de volatilização a partir do solo, água e superfície vegetal (propriedade físico-química inerente aos agrotóxicos, que varia segundo o princípio ativo). Outros atributos físico-químicos e mecanismos que incluem a incineração de lixo contaminado, temperatura, condições meteorológicas e tipo de manejo desses produtos, também podem estar relacionados à contaminação do ar por agrotóxicos (SOUZA, *et al*; 2017, p. 3270).

A contaminação da água, solo e ar é um resultado do processo de propagação desses produtos pela atmosfera, dado seu potencial de volatilização, que geralmente consiste na mudança de estado físico do produto da forma líquida para a gasosa e varia segundo seu princípio ativo e outros atributos físico-químicos.

Consideramos a importância de discutir no ensino, as temáticas ambientais como a dos agrotóxicos, que também se apresenta como relevante em outros “[...] cenários, como na elaboração de: políticas públicas, na mídia, em instituições acadêmicas, pelo Ministério Público. Estas interlocuções ocorrem não apenas no Brasil, mas em todo o mundo”. Considerando o exposto podemos inserir uma discussão sobre agrotóxico no contexto do ensino de ciências associada a abordagem de conceitos físicos e químicos, promovendo uma formação crítica (MEZALIRA *et al*, 2020, p. 3).

Ao realizar um processo de mediação para abordar o tema agrotóxicos, um professor pode discorrer a partir de diferentes pontos de vista sobre conhecimentos e aspectos relacionados ao uso dessas substâncias no contexto social, econômico e ambiental. Nela podemos explorar esse aspecto contraditório associado a necessidade de aumentar a produção de grãos usando agrotóxicos e as consequências disso para o meio ambiente e nossa saúde. Vários autores concordam com essa afirmação, no que se refere aos aspectos contraditórios dessa temática socioambiental (FERNANDES e STUANI, 2015; FONSECA, DUSO, HOFFMANN, 2017; CRUZ, MESSIAS, e RIBEIRO, 2020).

Ela possibilita que um professor de química da educação básica, por exemplo, promova com seus alunos uma discussão sobre visões distintas associadas a esse tema científico controverso, com a apresentação de argumentos utilizados por visões sustentadas por aspectos associados as vantagens e desvantagens do emprego dessas substâncias na

produção de alimentos. Por um lado, é fundamental a necessidade de aumentar a produção de alimentos, dado o êxodo rural e o crescimento populacional mundial, por outro lado, tem-se os problemas ambientais e a saúde da população que o uso dessa substância tem ocasionado (FERNANDES e STUANI, 2015; FONSECA, DUSO, HOFFMANN, 2017).

Outro ponto relevante da discussão de temas científicos controversos como agrotóxicos, está associado a significativa contribuição para a construção de conhecimentos disciplinares e não disciplinares no contexto educacional. Especificamente na educação do campo essa construção perpassa por uma abordagem conceitual contextualizada sobre agrotóxicos, pois possibilita explorar fatores da realidade concreta de muitos dos alunos e a integração de conhecimentos disciplinares, crenças e vivências cotidianas. É importante esclarecer que compreendemos a expressão campo como sendo

[...] um espaço que possui vida em si e necessidades próprias, parte do mundo e não daquilo que sobra além das cidades. Nessa perspectiva, o campo não é só o espaço do latifúndio, da produção agropecuária e agroindustrial, da grilagem de terras ou do esvaziamento decorrente do êxodo rural, que alguns consideram inexorável. [...] O campo é concebido enquanto espaço social com vida, identidade cultural própria e práticas compartilhadas, socializadas por àqueles que ali vivem. Sendo assim, a educação do campo deve refletir a vida, os interesses e as necessidades de desenvolvimento desses indivíduos e não meramente reproduzir os valores do desenvolvimento urbano (BARROS e BARBOSA, 2019, p. 28607).

Essa concepção de espaço social diferenciado com identidade cultural própria precisa ser considerada no contexto da construção do projeto político pedagógico das escolas ali localizadas e implica num currículo que atenda às necessidades desse contexto. Isso solicita a estruturação de um currículo que valorize esse campo (BARROS e BARBOSA, 2019) e sinaliza a necessidade de pensar a construção de um projeto educativo a partir da ressignificação curricular (DUARTE, DE OLIVEIRA e DOMINGOS, 2018).

A construção desse projeto, talvez não seria possível apenas com a ressignificação de documentos oficiais como as Orientações Educações Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+) a Base Nacional Comum Curricular - BNCC, a partir implementação dos currículos em ação. No caso do ensino de temas socioambientais, esses documentos sinalizam, independentemente do contexto do aluno, a importância de desenvolver habilidades para analisar e interpretar diferentes textos, relacionados ao conhecimento de ciências e suas tecnologias, além de “desenvolver ações de intervenção para melhorar a qualidade de vida individual, coletiva e socioambiental” (BRASIL, 2017 p.323).

A BNCC defende que os alunos precisam ser capacitados a utilizar diferentes linguagens para argumentar e atuar criticamente frente a questões contemporâneas, como os

problemas ambientais. O tema em questão, se configura em um problema socioambiental, pois envolve questões sociais e ambientais, voltadas ao desenvolvimento econômico e a produção de alimentos e questões ambientais, como a poluição de solos e rios pelo uso indiscriminado, além de problemas a saúde pública como intoxicação e doenças.

Considerando a exposição de justificativas sociais e a sinalização de contribuições da academia, salientamos o nosso ponto de vista com relação a possibilidade de fomentar a construção de conhecimentos disciplinares e não disciplinares na promoção de uma discussão sobre o uso de agrotóxicos no contexto de sala. Num país que incentiva o uso desses produtos para manter-se no grupo dos maiores produtores de alimentos é fundamental refletir sobre o aspecto contraditório presente nessa questão, que demanda uma análise socioambiental. O professor para realizar um processo de mediação que explore o lado contraditório da questão precisa de conhecimentos além de sua especialidade, esteja ele orientando-se por uma proposta estruturada num currículo em ação ou ressignificação específica para o contexto da educação no campo.

Que informações temos sobre essa questão ou sobre como ela está sendo explorada na área de ensino? Que conhecimentos são explorados pelos professores na abordagem de uma questão socioambiental como agrotóxicos? Os pontos de vista apresentados nessa abordagem sinalizam o lado controverso dessa questão? A relevância dessa discussão é contemplada nos periódicos pontuados como de maior relevância para a área de ensino?

Essas foram algumas das questões que nortearam os estudos iniciais desenvolvidos no curso de mestrado de uma das autoras: uma pesquisa bibliográfica buscando mapear os resultados obtidos pelos pesquisadores que se dedicam a essa temática, na área de ensino.

Os resultados obtidos nesse mapeamento, entendidos como relevantes para promover a discussão dessa temática no ensino de ciências, foram reelaborados para compor um texto alternativo com linguagem em quadrinhos utilizado na pesquisa de mestrado e foram utilizados em outros trabalhos de um projeto de pesquisa mais amplo, coordenado pela outra pesquisadora.

1.2.METODOLOGIA

O estudo realizado apresenta uma abordagem qualitativa, se caracteriza como descritivo. Nele realizamos a coleta de dados empregando procedimentos de uma pesquisa bibliográfica realizada em artigos de periódicos, utilizando como referência Rosa (2015).

Segundo esse autor, esse tipo de estudo se constitui na etapa inicial de uma pesquisa, como a desenvolvida em um curso de mestrado, na qual os pesquisadores buscam traçar um panorama dos resultados acumulados sobre a temática. Assim, elaboram um mapeamento que possibilita avaliar os caminhos trilhados pela área de pesquisa e obter elementos para refletir sobre a definição da questão de pesquisa e dos objetivos, geral e específicos. Para isso ele sugere que se “[...] responda às seguintes questões: Que tipo de documento será buscado? Qual intervalo de tempo será pesquisado? Quais fontes dos documentos serão pesquisadas? Quais campos dos documentos serão analisados em busca das palavras-chaves?” (ROSA, 2015, p. 84).

De acordo com Rosa (2015), após definir o escopo de pesquisa e as palavras chaves deve-se buscar nos periódicos todos os trabalhos que apresentem os descritores no resumo ou corpo do texto e, após estabelecer critérios de inclusão e exclusão, realizar uma leitura flutuante. No caso, essa leitura inicial não teria por objetivo organizar de forma estruturada aspectos relevantes como objetivo, referencial ou procedimentos de coleta de dados. Sua finalidade seria avaliar a pertinência quanto aos critérios inclusão e a retirada do escopo aqueles que apresentam os critérios de exclusão. Os demais artigos são selecionados para leituras mais cuidadosas, a partir das quais, analisá-los após organizar as ideias e significados principais.

Com base nessas orientações utilizamos como *corpus* da investigação, revistas indicadas na classificação de periódicos do quadriênio 2013-2016, na área de avaliação Ensino, da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES. Essa classificação é apresentada na Plataforma Sucupira (<http://qualis.capes.gov.br>) e os critérios para isso são indicados pelas áreas de avaliação da CAPES, que estratificam a qualidade das produções a partir da análise de qualidade dos veículos de divulgação.

Considerando esse critério de qualidade selecionamos como *corpus* periódicos nacionais com *Qualis* A1 e A2, os dois maiores estratos indicativos de qualidade na área de ensino, com publicações em língua portuguesa, no período de 2010 até 2018.

A consulta ao *webqualis* evidenciou 58 periódicos nacionais como classificação A1 e 110 como A2 na área de avaliação ensino. Utilizando o dispositivo de busca desses periódicos identificamos apenas 14 resultados positivos para a palavra-chave ou descritor agrotóxico no corpo do texto: Ciência e Saúde Coletiva (15); DYNAMIS (1); Revista brasileira de Ensino de Ciências e Tecnologia (4); RECM Revista de Educação Ciências e Matemática (1); Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (7); Revista Tempos e espaços em Educação Terra e Didática (1); Saúde Debate (1); Semina: Ciências

Biológicas e da Saúde (2); Trabalho e Educação (9); Trabalho, Educação e Saúde (3); Ensino, Saúde e Ambiente (2); Investigações em Ensino de Ciências (1); Educação & Realidade, Porto Alegre (1); AMAZÔNIA - Revista de Educação em Ciências e Matemáticas (1).

Selecionamos para análise com objetivo de organização e síntese de ideias e significados mais relevantes, apenas nove artigos, a partir da análise inicial realizada por meio da leitura do título e do resumo dos 49 artigos identificados nesses 14 periódicos, empregando como critério de inclusão a possibilidade de integração no ensino de ciências.

Esses artigos são apresentados no tópico seguinte, descritos na forma de síntese em agrupamentos: trabalhos que relatam revisão bibliográfica; estudo de caso; propostas para a aplicação do tema no ensino e projetos desenvolvidos em sala de aula.

1.3.RESULTADOS E DISCUSSÕES

A avaliação dos resultados obtidos sinalizou uma publicação em 2012, duas em 2014, três em 2015 e três em 2017, períodos posteriores ao grande embate entre defensores dos agrotóxicos como alternativa para aumentar a produção de alimentos e aqueles que buscavam alternativas para uma agricultura sustentável e que não provocasse problemas ambientais e para a saúde humana, fortalecido em 2008.

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE o Brasil ocupa desde 2008 uma posição nada satisfatória no ranking mundial de emprego de agrotóxicos para produção de alimentos. A ocupação do topo da classificação é resultado de acréscimo de mais de 150% em um intervalo de tempo de dez anos (IBGE, 2015), resultado da força do modelo de produção de *commodities* nas quais predominam monoculturas de grãos como soja e milho (SOARES *et al*, 2019). Desde então vivenciamos no contexto social um embate entre ambientalistas e defensores da agricultura sustentável e os grandes produtores de alimentos e consumidores dessas substâncias e as indústrias produtoras de agrotóxicos.

Em 2015 temos uma significativa vitória de um dos grupos com a votação do Projeto de Lei nº 3.200/2015 e aprovação de uma mudança da terminologia dessas substâncias, de agrotóxicos para defensivos agrícolas ou fitossanitários. Os ambientalistas consideraram que a suavização da terminologia modificava a impressão dos produtores e demais sujeitos da sociedade a respeito desses produtos. Deixava de dar impressão de veneno que pode oferecer perigo para a vida e meio ambiente para algo que defende os alimentos das pragas (ALMEIDA, *et al*; 2017).

Esse debate social provavelmente refletiu no quantitativo de pesquisas sobre a temática agrotóxicos em diferentes áreas de conhecimentos e, na área de ensino, essa temática

tornou-se expressiva no contexto escolar a partir de 2012, conforme evidenciamos nos resultados indicados no quadro 1.

Quadro 1: Artigos selecionados sobre o tema agrotóxico(s) no ensino de ciências

Revista	Trabalhos
AMAZÔNIA - Revista de Educação em Ciências e Matemáticas	Agrotóxicos - Toxidade Versus Custos: Uma Experiência de Formação de Professores com as Questões Sociocientíficas no Ensino De Ciências (LOPES e CARVALHO, 2012)
Ensino, Saúde e Ambiente	Educação Ambiental: Construindo Conhecimentos sobre a Problemática dos Agrotóxicos (FERREIRA e ANTUNES, 2014)
Revista de Educação, Ciências e Matemática	A Saúde Humana como Eixo da Educação Ambiental: Impactos do uso de Agrotóxicos e sua Relação com o TDAH (CASSIANO e MELO, 2014)
Educação & Realidade, Porto Alegre	Agrotóxicos no Ensino de Ciências: uma Pesquisa na Educação do Campo (FERNANDES e STUANI, 2015)
Investigações em Ensino de Ciências	Agrotóxicos: Uma Proposta Socioambiental Reflexiva no Ensino de Química Sob a Perspectiva CTS (BUFFOLO e RODRIGUES, 2015)
Trabalho & Educação	Intervenção Educacional na Exposição a Agrotóxicos: uma Revisão Integrativa (SOUZA, LOPES, SARCINELLI, 2015)
Ensino, Saúde e Ambiente	Conhecimento de Estudantes Sobre o Uso de Agrotóxicos para o Produtor, Consumidor e Meio Ambiente (BORTOLUZZI e COUTINHO, 2017)
Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências	Discussões Sociocientíficas sobre o Uso de Agrotóxicos: uma Atividade Formativa Problematizada pelo Princípio da Precaução (SOUZA e MARQUES, 2017 a).
Revista Dynamis	Agro é Tech, Agro é Pop? Racionalidades Expressas por Professores do Ensino Técnico Agrícola Brasileiro (SOUZA e MARQUES, 2017 b)

Fonte: a pesquisa

Na análise desses nove trabalhos foram evidenciados: um artigo de revisão de literatura (SOUZA, LOPES, SARCINELLI, 2015), quatro trabalhos sobre discussões acerca do uso agrotóxicos com professores e futuros professores (LOPES e CARVALHO, 2012; FERNANDES e STUANI, 2015; SOUZA e MARQUES, 2017 a,b), e quatro trabalhos que relatavam intervenções no contexto de sala de aula na educação básica. Nesses últimos trabalhos, evidenciamos duas ações que discutem sobre agrotóxicos por meio do desenvolvimento de um conjunto de aulas explorando conteúdos disciplinares e relações com educação ambiental (BUFFOLO e RODRIGUES, 2015) e uma intervenção pedagógica realizada por bolsistas do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à docência PIBID-Química na qual discutiram sobre possíveis relações entre uso de agrotóxicos e Transtorno de Déficit de Atenção/Hiperatividade (CASSIANO e MELO, 2014).

As outras duas pesquisas realizam a discussão sobre agrotóxicos como tema social, empregando palestras com alunos do fundamental (BORTOLUZZI e COUTINHO, 2017) e vídeos com estudantes da Educação de Jovens e Adultos (FERREIRA e ANTUNES, 2014).

Souza, Lopes e Sarcinelli (2015) relatam que realizaram uma pesquisa empregando o Sistema Online de Busca e Análise de Literatura Médica (MEDLINE) e Biblioteca Eletrônica Científica Online (SciELO) utilizando palavras chaves combinadas: agrotóxicos (*pesticides*), intervenção educacional (*educational intervention*) e programa educacional (*educational program*). Os autores informam que não identificaram nenhum trabalho no Scielo, no período de 2000 até 2014 e que de todos os trabalhos analisados, nenhum apresentava discussões do tema agrotóxicos com propostas didáticas.

Considerando que os resultados obtidos pelos autores foram identificados pelo MEDLINE, uma base de dados de publicações internacionais que cobrem as áreas como medicina, biomedicina, enfermagem, odontologia, veterinária e ciências afins é compreensível não identificarem nenhum trabalho de cunho educacional como uma proposta de ensino. Apesar dessa indicação de áreas afins, o foco das produções na área de ensino e educação não são contemplados nesses periódicos, pois não é esse o objetivo deles de divulgação de conhecimentos.

Com relação aos trabalhos voltados para a formação de professores, Souza e Marques (2017a; 2017b), pautados na perspectiva educacional freiriana e as interações com Ciência Tecnologia e Sociedade (CTS), discorrem sobre os resultados de um estudo que promoveu uma problematização sobre agrotóxicos com professores de ensino técnico.

Esses autores avaliaram as concepções dos professores, por meio de entrevistas semiestruturadas, e verificam a partir de seus resultados que a percepção deles, varia de acordo com o curso que ministram. Aqueles que são voltados ao agronegócio possuem uma mentalidade instrumental e econômica, defendendo o uso dos agrotóxicos. Os que ministram disciplinas de agroecologia apresentam uma maior criticidade quanto aos problemas relacionados ao uso dessas substâncias.

Esse aspecto contraditório, que discute a necessidade de utilizar agrotóxicos na produção de alimentos, em contrapartida aos problemas que esses produtos tem causado para o meio ambiente e saúde da população, também é explorado nos outros dois trabalhos que discutem a temática no contexto da formação de professores. Fernandes e Stuaní (2015) que analisaram o discurso de licenciados de um curso voltado a Educação no Campo, desenvolvendo uma atividade para produção de um texto para abordar o tema agrotóxicos na educação básica e sugestões de como eles o utilizariam em sala de aula. Lopes e Carvalho (2012) que discutiram sobre o uso de questões sociocientíficas (QSC) em uma pesquisa participante com professores e pós-graduandos, no decorrer de um projeto realizado no momento de planejamento anual de uma escola de ensino básico.

Nos três trabalhos o tema é indicado como relevante para o ensino, pois tem como possibilidade, problematizar diferentes assuntos envolvendo questões sociais, políticas, econômicas, conceituais, de saúde pública, segurança dos agricultores e dos consumidores de alimentos. Os artigos discutem o assunto como um tema controverso (questão sociocientífica) dentro da perspectiva CTS.

O aspecto contraditório destacado nos três trabalhos desenvolvidos na formação de professores é, segundo nosso entendimento, muito pertinente e adequado se considerarmos que o ponto de vista é construído com base no contexto social em que estamos inseridos. Ressaltamos, entretanto, que entendemos a necessidade de sempre indicar aspectos dos dois lados.

Discutir que o aspecto contraditório ficou mais frequente nos últimos 50 anos, quando a questão ambiental ganhou força com a publicação do livro *Primavera Silenciosa*. Isso refletiu em todos os setores da sociedade, chegando, ainda que de forma tímida, no contexto escolar.

Defendemos a necessidade de realizar essa discussão com acadêmicos de cursos de formação inicial e de formação continuada, para incentivar que eles promovam a reflexão dessa questão socioambiental com seus alunos, no contexto de sala de aula.

Atualmente, evidenciamos o aspecto contraditório dessa problemática em diferentes meios de comunicação, mas provavelmente ela continua tímida no contexto educacional. O aspecto contraditório desse tema é reforçado no fato de que órgãos governamentais responsáveis por avaliar a liberação desses produtos, liberaram a venda de mais de 100 novas composições, mediante essa questão, evidenciamos o ponto de vista dos que defendem que:

[...] os produtos foram liberados como uma estratégia de diminuir os custos de produção, com isso produtos genéricos de outros que já estavam em circulação acabaram sendo liberados, produtos que não eram permitidos anteriormente foram, e novos produtos também estão em circulação. A estratégia é fazer com que os consumidores desses produtos tenham um fácil acesso, com boa qualidade e condição especialistas dizem que isso pode não significar um aumento no uso (GILSON et al, 2020, p. 49471).

Ao avaliar o lado dos produtores de alimento, essa estratégia de liberação desses produtos e genéricos relacionados é um aspecto muito positivo, pois certamente o custo da produção vai diminuir e os lucros aumentarem se nenhum outro fator atrapalhar a colheita e as pragas forem eliminadas. Entretanto, se avaliarmos o lado dos defensores do ponto de vista que consideram que esses produtos:

[...] não afetam apenas a população que consomem os alimentos, as pessoas que aplicam estes produtos geralmente produtores rurais, deveriam receber mais informações sobre a importância dos cuidados na aplicação, as pessoas que usam os produtos acabam sendo muito expostas principalmente devido ao mau manejo do produto, não seguem as indicações, colocam quantidades maiores do que as permitidas, não utilizam os meios de proteção necessários na aplicação (GILSON et al, 2020, p. 49472).

Concordamos com esses autores sobre a importância de discutir o aspecto contraditório, pois se por um lado temos a necessidade da alta produção de alimentos, por outro, temos os problemas ambientais e os de saúde da população. Assim como Fernandes e Stuaní (2015) e Lopes e Carvalho (2012) entendemos que essa problemática aborda diferentes perspectivas sociais e possibilita o desenvolvimento do pensamento crítico dos alunos, permitindo que eles possam opinar quanto aos impasses da ciência, tecnologia e sociedade em seu contexto social, por se tratar de um tema controverso, potencializando a Alfabetização Científica.

Dos quatro trabalhos que relatam resultados de estudos realizados com alunos da educação básica, dois buscaram relacionar a discussão sobre agrotóxico com conhecimentos disciplinares da química e educação ambiental, mas de forma diferenciada. Buffolo e Rodrigues (2015) relatam a elaboração de uma sequência didática explorando a perspectiva CTS para trabalhar esse tema na sala de aula de química. Cassiano e Melo (2014), discorrem

sobre três aulas na qual abordam o tema no ensino de química, relacionando-o ao Transtorno de Déficit de Atenção/Hiperatividade (TDAH).

Bortuluzzi e Coutinho (2017) utilizam palestras para conscientizar alunos do ensino fundamental quanto ao uso indiscriminado de agrotóxicos e Ferreira e Antunes (2014), utilizam um vídeo como problematização sobre agrotóxicos com alunos da Educação de Jovens e Adultos (EJA).

Os trabalhos empregam estratégias diferenciadas para abordagem da temática relacionando o uso de agrotóxico aos problemas ambientais e aos de saúde, buscando promover uma reflexão crítica sobre benefícios e malefícios. Ressaltamos, entretanto, que nenhum deles sugere uma discussão de diferentes pontos de vista ou numa perspectiva interdisciplinar, que promova a construção de conhecimentos sobre o uso de agrotóxicos.

Essa avaliação possibilitou evidenciar nas produções publicadas nessas revistas uma discussão a partir de pontos de vistas distintos, indicando aspectos relacionados com a compreensão de professores, futuros professores e alunos da educação básica sobre o assunto. Em comum elas destacam a importância de se promover uma discussão sobre o aspecto contraditório da temática, estimulando a reflexão crítica sobre benefícios e malefícios do uso desses produtos químicos. Entretanto evidenciamos que foi destacado com maior ênfase as consequências negativas para a saúde humana e preservação do meio ambiente.

Não desconsideramos os aspectos econômicos, sociais e de desenvolvimento tecnológico associados a necessidade de aumentar a produção de grão para atender à crescente necessidade de alimentos em contexto mundial. Ressaltamos que essa tendência pode ser um resultado dos conhecimentos da educação ambiental mobilizados na abordagem da temática agrotóxico, em justaposição com os da química.

Verificamos que nos trabalhos encontrados, Buffolo e Rodrigues (2015) e Cassiano e Melo (2014) relatam a contextualização de conteúdos disciplinares de química com a temática, como conteúdo de soluções, elementos químicos e ligações químicas. Evidenciamos no PCN+ menções sobre a utilização desse tema no currículo de química (BRASIL, 2002).

Concordamos que a temática torna possível discutir diferentes conteúdos disciplinares da química, tais como nomenclatura dos produtos mais usados, compostos químicos que direcionam classificação e tipologia dos agrotóxicos, funções químicas e reações orgânicas e à construção de materiais didáticos para a abordagem dos conceitos relacionados com a temática, possam ser trabalhados em sala de aula e favorecerem o desenvolvimento de competências argumentativas.

Entretanto, não identificamos nenhuma sugestão de integração de outros conhecimentos disciplinares na discussão sobre agrotóxico e educação ambiental, mesmo os de Biologia e Física, ambos agrupados na área de Ciências da Natureza.

A temática possui forte viés socioambiental com questões relacionadas ao meio ambiente, comum a todos os humanos, além daqueles que vivem próximos a lavouras, os alunos que vivem longe das grandes lavouras também estão sujeitos a intoxicação por agrotóxicos advindos de alimentos contaminados.

Quanto a abordagem teórica, é notável que por se tratar de um tema com grande aspecto social e ambiental, a maioria dos trabalhos buscam a mobilização de conhecimentos disciplinares via Ciência Tecnologia e Sociedade (CTS) e Concepções Freirianias.

1.4.ALGUMAS CONSIDERAÇÕES

Corroborando Rosa (2015) salientamos a importância do levantamento bibliográfico como parte inicial de uma pesquisa. Nele conseguimos obter informações que contribuíram para ampliar os conhecimentos sobre a temática, compreender como ela está sendo explorada por outros pesquisadores e o que sugerem como possibilidade de novos estudos. Vislumbramos possíveis respostas para as questões que nortearam nosso estudo, pois as discussões apresentadas nesses trabalhos contribuíram para a estruturação da pesquisa de mestrado.

Verificamos que as pesquisas que discutem agrotóxicos nessas revistas da área de ensino, destacam que devido ao fato do Brasil liderar o *ranking* de consumo dessas substâncias é relevante promover uma discussão sobre o aspecto contraditório a isso relacionado. O aumento da produtividade das lavouras fazendo uso indiscriminado de substâncias químicas com venda controlada ou não, resultam não apenas em mais alimentos disponíveis para a população, mas uso inadequado pode provocar contaminação do ar, dos solos e dos rios. Isso tem causado sérios riscos ao meio ambiente e doenças à população (PERES, *et al*; 2003; JARDIM, *et al.*; 2009; RIGOTO e AGUIAR, 2016; DUTRA e DA SOUZA, 2017; PEREIRA, COSTA e LIMA, 2019; GARCIA e DE LARA, 2020).

Os trabalhos que discorrem sobre a formação docente sugerem que o professor, para realizar um processo de mediação, explorando o lado contraditório dessa questão socioambiental, precisa apresentar aos alunos diferentes pontos de vista. Isso solicita dele conhecimentos além de sua especialidade, aqui entendida como a disciplina base de sua formação. Esses outros conhecimentos são necessários, esteja o professor buscando atender

orientações de um projeto político pedagógico, estruturado num currículo em ação ou ressignificação específica para o contexto da educação no campo.

Ressaltamos nosso ponto de vista de que, o quantitativo de artigos identificados nessa pesquisa não sinaliza a relevância da temática e a importância de promover uma discussão ampla com diferentes sujeitos da sociedade, em especial com professores e alunos.

Nos trabalhos identificados nessa pesquisa, verificamos que as discussões sobre agrotóxico exploram aspectos socioambientais e se concentram em conhecimentos disciplinares da química. Alguns deles consideram a temática como controversa, abordando como uma questão sociocientífica dentro da perspectiva Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente, porém todos dão ênfase aos problemas socioambientais, ocasionados pelos agrotóxicos. Consideramos que essa temática é uma problemática complexa e requer a mobilização de conhecimentos diversos que podem ser explorados, pelo menos, mediante integração de conhecimentos das disciplinas de química, física e biologia.

1.5.REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M. D; CAVENDISH, T. A; BUENO, P. C; ERVILHA, I. C; GREGÓRIO, L. D. S; KANASHIRO, N. B. D. O; ROHLFS, D. B; CARMO, T. F. M. D; A flexibilização da legislação brasileira de agrotóxicos e os riscos à saúde humana: análise do Projeto de Lei nº 3.200/2015. **Cadernos de Saúde Pública**, 33(7), e00181016, 2017.

BORTOLUZZI, L. Z.; COUTINHO, R. X.; Conhecimento de Estudantes Sobre o Uso de Agrotóxicos para o Produtor, Consumidor e Meio Ambiente. **Ensino, Saúde e Ambiente**, v. 10, n. 1, p. 163-174, 2017.

BRASIL. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. Secretaria Executiva. Secretaria de Educação. Conselho Nacional de Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Educação é a base. Brasília. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/abase/> acesso em: 04 set. de 2020.

BRASIL. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. Secretaria Executiva. Secretaria de Ensino Médio e Tecnológico. PCN+ Ensino Médio: **Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais**. Ciências da Natureza e Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC/SEMTEC, 2002.

BRASIL. Senado Federal. Projeto de Lei Nº 4146, DE 2019. Acrescenta dispositivos à Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989, para introduzir conceitos relativos a produto novo, produto equivalente e avaliação de risco, e estabelecer procedimentos relativos à avaliação de risco, classificação e registro de produtos. Disponível em: < <https://legis.senado.leg.br/sdleg-getter/documento?dm=7981341&ts=1564672012569&disposition=inline> > acesso em: 09 set. Texto Original.

BRUSAMARELO, E.; BRUSAMARELO, D. SANTOS, J. L. F.; PEREIRA, J. C. S. S.; Porque saúde ambiental também é uma questão de educação. **Cadernos Cajuína**, v. 3, n. 1, p. 100-114, 2018.

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

CASSIANO, K. F. D.; MELO, C. F. S.; A saúde humana como eixo da educação ambiental: Impactos do uso de agrotóxicos e sua relação com o TDAH. **Revista de Educação, Ciências e Matemática**, v. 4, n. 1, p. 85-97, 2014.

CRUZ, N. D. DA; MESSIAS, G. G. DA C.; RIBEIRO, M. T. D. Contradições presentes na percepção de estudantes secundaristas de uma escola estadual do município de campo verde-MT sobre o tema agrotóxicos. **Revista Prática Docente**, v. 5, n. 1, p. 391-411, 1 maio 2020.

FONSECA, E. M.; DUSO, L.; HOFFMANN, M.; B.; Discutindo a temática agrotóxicos: uma abordagem por meio das controvérsias sociocientíficas. **Revista Brasileira de Educação do Campo**, v. 2, n. 3, p. 881-898, 2017.

DUARTE, T. S.; DE OLIVEIRA, A. M.; DOMINGOS, Diane Araújo. A RESSIGNIFICAÇÃO CURRICULAR POSSIBILITADA POR MEIO DA TEMÁTICA DOS AGROTÓXICOS: um processo de compreensão do contexto para a educação do campo. **Currículo sem Fronteiras**, v. 18, n. 2, p. 691-718, 2018.

DUTRA, R. M. S.; DA SOUZA, M. M. O.; Impactos negativos do uso de agrotóxicos à saúde humana. Hygeia: **Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**, v. 13, n. 24, p. 127, 2017.

FERNANDES, C. S.; STUANI, G. M.; Agrotóxicos no Ensino de Ciências: uma Pesquisa na Educação do Campo. **Educação & Realidade, Porto Alegre**, v. 40, n. 3, p. 745-762, 2015.

FERREIRA, I. S.; ANTUNES A. M.; Educação ambiental: construindo conhecimentos sobre a problemática dos agrotóxicos. **Ensino, Saúde e Ambiente**, v. 7, n. 2, p. 28-45, 2014.

GARCIA, S. D.; DE LARA, T. I. C.; O impacto do uso dos agrotóxicos na saúde pública: revisão de literatura. **Saúde e Desenvolvimento Humano**, v. 8, n. 1, p. 85-96, 2020.

GILSON, I. K.; et al. Agrotóxicos liberados nos anos de 2019-2020: Uma discussão sobre a uso e a classificação toxicológica. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 7, p. 49468-49479, 2020.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Indicadores de desenvolvimento sustentável**. Rio de Janeiro, 2015.

JARDIM, I. C. F.; ANDRADE, J. A.; Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos: Uma Preocupação Ambiental Global. Um Enfoque às Maçãs. **Química Nova**, v. 32, n. 4, p. 996-1012, 2009.

LOPES, N. C.; CARVALHO, W. L. P.; Agrotóxicos - Toxicidade Versus Custos: Uma Experiência de Formação de Professores com as Questões Sociocientíficas no Ensino De Ciências. **AMAZÔNIA - Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, v. 9, n. 17, p. 27-48, 2012.

PEREIRA, R. A.; COSTA, C. M. L.; LIMA, E. M.; O impacto dos agrotóxicos sobre a saúde humana e o meio ambiente. **Revista Extensão**, v. 3, n. 1, p. 29-37, 2019.

PIGNATI, W. A.; MACHADO, J. MH; CABRAL, J. F.; Acidente rural ampliado: o caso das "chuvas" de agrotóxicos sobre a cidade de Lucas do Rio Verde-MT. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 12, n. 1, p. 105-114, 2007.

PERES, F.; MOREIRA, C.; M.; **É veneno ou é remédio? agrotóxicos, saúde e ambiente.**/ Frederico Peres. RJ: FIOCRUZ, 2003.

RIGOTTO, R. M.; AGUIAR, A. C.; . Invisibilidade ou invisibilização dos efeitos crônicos dos agrotóxicos à saúde? Desafios à ciência e às políticas públicas. **RIPSA Rede Interagencial de Informações para a Saúde**. 2015. p.47-90.

ROSA, P. R. S.; **Uma introdução a pesquisa qualitativa no ensino** / Paulo Ricardo da Silva Rosa. – Campo Grande MS: Ed. UFMS, 2015, 256p.

SILVA, G. B.; BOTELHO, M. I. V. O processo histórico da modernização da agricultura no Brasil (1960-1979), Campo-Território. **Revista de Geografia Agrária**, v. 9, n. 7, p. 362-387, 2014.

SOUZA, G. S.; COSTA, L. C. A.; MACIEL, A. C.; REIS, F. D. V.; PAMPLONA, Y. A. P.; Presença de agrotóxicos na atmosfera e risco à saúde humana: uma discussão para a Vigilância em Saúde Ambiental. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 22, n. 10, p. 3269-3280, 2017.

SOUZA, L. C. A. B.; MARQUES, C. A.; Agro é tech, agro é pop? Racionalidades expressas por professores do ensino técnico agrícola brasileiro. **Revista Dynamis**, v. 23, n. 1, p. 58-76, 2017.

SOUZA, L. C. A. B.; MARQUES, C. A.; Discussões Sociocientíficas sobre o Uso de Agrotóxicos: uma Atividade Formativa Problematizada pelo Princípio da Precaução. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 17, n. 2, p. 495-519, 2017.

SOUZA, D. S.; LOPES, R. M.; SARCINELLI, P. N.; Intervenção Educacional na Exposição a Agrotóxicos: Uma Revisão Integrativa. **Trabalho e Educação**, v. 24, n. 2, p. 247-265, 2013.

ZABALA, A.; ARNAU, L.; **Como aprender e ensinar competências**. Porto Alegre: Penso, 2015.

CAPÍTULO 2

UMA REVISÃO SOBRE ASPECTOS TÉCNICOS DOS AGROTÓXICOS

No capítulo 2 apresentamos o referencial sobre o tema agrotóxicos. Nele discutimos sobre os principais aspectos presentes no debate sobre agrotóxicos, com ênfase no consumo desses químicos no Brasil e nos aspectos disciplinares e técnicos referentes ao tema.

Esse capítulo consiste em uma Revisão Bibliográfica aprofundada referente ao tema, construída a partir do aporte teórico de Rosa (2015), realizamos uma análise documental e descrevemos os achados qualitativos em formato de crônica, com o intuito de realizar uma transposição didática para o Ensino de Ciências.

Realizamos uma reflexão sobre o surgimento desses produtos, a legislação pertinente ao tema, os problemas ambientais e de saúde pública e os cuidados que os agricultores precisam tomar com o uso dos agrotóxicos e os conteúdos disciplinares de química que podem ser ensinados a partir do tema. O capítulo serviu para que posteriormente pudesse ser utilizado como roteiro nas histórias em quadrinhos.

2.1. CONCEITOS TÉCNICOS E DISCIPLINARES APLICADOS AOS AGROTÓXICOS

2.1.1. Conceitos técnicos relacionados aos agrotóxicos

Comumente conhecidos como agrotóxicos ou defensivo agrícola, os agrotóxicos recebem inúmeras denominações como: pesticidas, praguicidas, inseticidas, biocidas, remédio, veneno, etc. São substâncias químicas naturais ou sintéticas usadas na agropecuária e no ambiente doméstico, para o combate de pragas e na prevenção de doenças. (PASSAGLI, 2007; KARAM, et al; 2015; PERES e MOREIRA, 2003)

Abrangem as categorias de inseticidas (utilizados no controle de insetos); herbicidas (controle de ervas daninhas); fungicidas (controle de fungos); nematocidas (controle de parasitas); raticidas (controle de roedores), etc. (PASSAGLI, 2007; KARAM, et al; 2015; BORSOI, et al; 2014; PERES e MOREIRA, 2003)

A denominação agrotóxico ou defensivo agrícola advém do viés social relacionado a posição ocupada pelos profissionais que discutem ou atuam com esses químicos. São

denominados como agrotóxicos por “toxicologistas, biólogos e ambientalistas” e como defensivos agrícolas por “fabricantes, produtores agrícolas, fornecedores e comerciantes desse produto” (PASSAGLI, 2007, p.189).

São apontados prós e contras quanto ao uso dessas substâncias. Ao longo da história, tiveram papel importante na agricultura, pois possibilitaram o aumento da produção, necessidade decorrente do aumento da população, que de outra forma, desencadearia a fome.

É importante também no quesito de saúde pública, pois ajudou a extinguir vetores de doenças como artrópodes e insetos principalmente em países pobres e subdesenvolvidos. Por outro lado, trouxeram inúmeros problemas a saúde dos trabalhadores que utilizam essas substâncias, aos consumidores de produtos contaminados com resíduos tóxicos e ao meio ambiente (PASSAGLI, 2007; BORSOI, et al; 2014; KARAM, et al; 2015; PERES e MOREIRA, 2003).

Um dos maiores problemas advindos do uso de agrotóxicos são suas formulações, algumas que possuem elementos químicos persistentes no meio ambiente, que ocasionam o desequilíbrio ecológico, como é o caso dos organoclorados. Esses agrotóxicos persistentes, podem contaminar diversas espécies por várias gerações e todo o meio ambiente. Uma preocupação da indústria dos químicos hoje, é criar formulações que sejam eficazes, seletivas e de degradação rápida. “[...] Produtos que sejam seguros para a manipulação, efetivos no combate às pragas e que não deixem resíduos persistentes que levem agressão ao homem e ao meio ambiente” (PASSAGLI, 2007, p. 190).

Essa preocupação da indústria em investir em pesquisas e desenvolver químicos com rápida degradação, iniciou-se com a denúncia de Rachel Carson, em 1962 em seu livro Primavera Silenciosa. Anteriormente, acreditava-se que os pesticidas deveriam ser “persistentes e de largo espectro” (PASSAGLI, 2007, p. 190), em que, quando aplicados na agricultura e nos ambientes domésticos, “aniquilavam todas as formas de vida presentes” (PASSAGLI, 2007, p.190). Essa crença hoje reflete na resistência de algumas pragas a certos químicos, gerando a criação de novos compostos ativos.

Entre a grande variedade de compostos químicos presentes hoje no mercado, os mais conhecidos em escala mundial são os organoclorados, organofosforados, carbamatos e piretróides (PASSAGLI, 2007; BORSOI, et al; 2014).

Os primeiros agrotóxicos comercialmente utilizados foram os organoclorados, elementos quimicamente persistentes, o primeiro organoclorado sintetizado foi o DDT em 1874 e descoberto como inseticida em 1940. Essa substância química foi muito utilizada durante a Segunda Guerra Mundial, em forma de pó, na prevenção de epidemias de tifo, uma

doença transmitida pelo piolho. Também foi muito utilizado no controle dos mosquitos transmissores da Malária, do Bicho Barbeiro e transmissores da doença de Chagas. Passou a ser utilizado na agricultura na década de 1950 (PASSAGLI, 2007; BORSOI, et al; 2014).

Os problemas com o DDT surgiram quando sua utilização para o controle das pragas agrícolas deixou de ter eficácia, exigindo o aumento da dosagem do produto, isso fez com que a indústria química procurasse novas formulações de agrotóxicos (PASSAGLI, 2007; BORSOI, et al; 2014).

Os organoclorados são formados basicamente por carbono, hidrogênio e cloro, são solúveis em solventes orgânicos e praticamente insolúveis em água. Sua enorme estabilidade química, conseqüentemente, sua persistência, passou a ser um problema, por serem resistentes a degradação química e biológica e por serem altamente solúveis em lipídeos e praticamente insolúveis em água, ocasionou o acúmulo desses compostos ao longo da cadeia alimentar, principalmente em tecidos gordurosos dos seres vivos (PASSAGLI, 2007; BORSOI, et al; 2014).

Após algumas décadas de uso de forma abusiva dos pesticidas organoclorados, os seus resíduos haviam contaminado praticamente todos ecossistemas terrestres, sendo detectados nos mais variados substratos e em toda cadeia biológica, provocando sérias reações em todo mundo (PASSAGLI, 2007, p. 197).

A contaminação por esses inseticidas pode ocorrer por vias cutâneas, digestivas e respiratórias. Na população, o maior índice de contaminação ocorre pela ingestão de alimentos, principalmente aqueles ricos em gordura.

São inúmeras as reações que os organoclorados ocasionam no organismo humano, isso varia de acordo com a intoxicação, seja ela, aguda (ingestão de uma alta quantidade do químico) ou crônica (a bioacumulação devido à alta exposição ao químico). Os organoclorados atuam no sistema nervoso central e no sistema imunológico, os sintomas relacionados a intoxicação podem variar de náuseas, vômito, desconforto abdominal, diarreia, manifestações neurológicas, sendo essas as mais graves, como convulsões, cefaleias, parestesias, agitação psicomotora, vertigens, distúrbios, etc. “A exposição crônica pode levar a perda de peso, anorexia, debilidade muscular, falta de coordenação motora, ataxia, tremorescefaleia, dor torácica, erupções cutâneas e anemia aplástica” (PASSAGLI, 2007 p.197).

Os organoclorados foram proibidos nos Estados Unidos em 1970, na Europa e em países desenvolvidos, nessa época, o DDT e suas formulações já eram proibidos. No Brasil, os organoclorados foram proibidos no ano de 1999 pela Lei n. 7802/1999, que regulamenta o uso de substâncias nocivas ao ser humano. Apesar da proibição, ainda há casos de

intoxicação por essas substâncias advindas de contrabandos (PASSAGLI, 2007; BORSOI, et al; 2014).

Outros pesticidas comercializados foram os organofosforados. As primeiras moléculas dos inseticidas organofosforados foram sintetizadas em 1820 pelo químico Lassaigne. Foi muito utilizado no início do século XX, seus efeitos toxicológicos só foram estudados mais tarde em 1932 por Lang e Kreuger, o que resultou no surgimento de novos usos para essas substâncias, como “gases neurotóxicos empregados como arma química na Segunda Guerra Mundial, gases Sarin e Tabun” (PASSAGLI, 2007 p. 200). Os agrotóxicos organofosforados substituíram os organoclorados, sendo substituídos posteriormente pelos carbamatos, com menor potencial de bioacumulação (PASSAGLI, 2007; BORSOI, et al; 2014).

Os pesticidas organofosforados contêm, sem exceção, um átomo central de fósforo pentavalente, ao qual está ligado a um átomo de oxigênio ou enxofre mediante dupla ligação. São derivados das seguintes estruturas fundamentais: ácido fosfórico, tionofosfórico, pirofosfórico, ditionofosfórico, ou ditionopirofosfórico. De forma geral, são líquidos amarelados, de cheiro forte, praticamente insolúveis em água e solúveis na maioria dos solventes orgânicos (PASSAGLI, 2007, p. 201).

Esses pesticidas podem ser absorvidos pelo ser humano por meio de via oral, trato gastrointestinal, respiratória e dérmica. Por via oral, ocorre mais comumente quando ingeridos alimentos contaminados com esse tóxico (quando não respeita-se o período de carência, destinado a degradação da substância no meio ambiente). A absorção dérmica é comum em trabalhadores que entram em contato com essa substância, a respiratória é devido à falta de cuidados com a pulverização (PASSAGLI, 2007).

Esses agrotóxicos não acumulam no organismo humano, sendo rapidamente excretado. Quando ocorre intoxicação com esse pesticida, ele age no sistema nervoso central, podendo haver alterações neuropsiquiátricas e no sistema nervoso autônomo, havendo efeitos sobre o sistema respiratório, digestivo e circulatório (PASSAGLI, 2007).

Os agrotóxicos Carbamatos surgiram juntos aos Organofosforados após a Segunda Guerra Mundial. Esses químicos possuem maior seletividade e suas moléculas são biodegradáveis. São utilizados como inseticidas, fungicidas e parasiticidas, possuem um grau de toxicidade variado ao ser humano (PASSAGLI, 2007; BORSOI, et al; 2014).

Uma formulação conhecida desse pesticida, a qual é responsável por muitas mortes por intoxicações acidentais, suicidas e homicidas é o Aldicarb, popularmente conhecido como “chumbinho”, o mesmo é destinado ao uso agrícola, porém vendido ilegalmente como raticida (PASSAGLI, 2007).

Esses inseticidas são derivados de ácido carbâmico, são pouco solúveis em água e solúveis em solventes orgânicos, apresentam instabilidade em meios neutros e alcalinos. Os Carbamatos possuem alta atividade inseticida, baixa ação residual e baixa toxicidade a longo prazo (PASSAGLI, 2007; BORSOI, et al; 2014).

Os meios comuns de intoxicação são as vias gastrointestinais (responsáveis pelos casos de morte) e as vias aéreas, principalmente os trabalhadores expostos sem equipamento de proteção. Quando intoxicados, os carbamatos são rapidamente distribuídos pelos tecidos dos órgãos, metabolizados e excretados rapidamente. A gravidade da intoxicação varia de acordo com o grau de toxicidade do produto e com a dose, produzindo sintomas semelhantes aos organofosforados. O carbamato com a toxicidade mais elevada é o Aldicarb (PASSAGLI, 2007; BORSOI, et al; 2014).

Além dos pesticidas anteriormente mencionados, existem também os Piretróides. Eles são amplamente usados no controle de patógenos, desde a agricultura ao ambiente doméstico. São agrotóxicos naturais, extraídos de plantas do gênero *Chrysanthemum* e espécie *cinerariaefolium*. É um dos pesticidas mais antigos, já utilizado na Mesopotâmia, hoje são sintetizados industrialmente. “O ácido crisantêmico foi o primeiro de uma série de componentes do éster natural a ser sintetizado” (PASSAGLI, 2007 p. 220).

Esses químicos podem causar reações alérgicas ao ser humano, variando de acordo com o tipo de exposição. São lipossolúveis e alguns podem ser altamente resistentes em ambientes fechados. Esses pesticidas podem ser classificados em classes I e II, de acordo com seu nível de toxicidade. Na classe I, pode ocasionar efeitos neurológicos, como tremores, espasmos convulsivos e falta de coordenação. Os de classe II, ocasionam efeitos de origem central como “salivação excessiva, movimentos irregulares dos membros, convulsões tônicas e crônicas e sensibilidade aumentada a estímulos externos. Esses efeitos foram avaliados em ratos, porém em humanos ainda não há estudos completos sobre os efeitos da intoxicação (PASSAGLI, 2007).

Quanto aos raticidas, no Brasil são regulamentados apenas os derivados cumarínicos com ação anticoagulante para uma maior segurança quanto a toxicidade (PASSAGLI, 2007).

Segundo a Lei n. 6.360, de 23/9/1976, que regem os produtos domissanitários, no seu artigo 3, parte VII e, letra b, os raticidas são considerados saneantes domissanitários destinados ao combate de ratos, camundongos e outros roedores, contendo substâncias ativas isoladas ou em associação que não ofereçam risco à vida ou à saúde do homem e dos animais úteis de sangue quente, quando aplicados em conformidade com as recomendações contidas em sua apresentação (PASSAGLI, 2007, p.225)

2.1.2. Contexto histórico do surgimento dos agrotóxicos

Os agrotóxicos são substâncias químicas naturais ou sintéticas que surgiram com a finalidade de eliminação de pragas. São utilizados tanto na agropecuária quanto no ambiente doméstico. Essas substâncias são conhecidas por vários nomes como agrotóxicos, pesticidas, praguicidas, inseticidas, defensivo agrícola, biocidas, remédio e veneno. Os agrotóxicos são divididos em classes, sendo essas, herbicidas, inseticidas, fungicidas, nematicidas, raticidas, etc. (PASSAGLI, 2007; KARAM, et al; 2015; BORSOI, et al; 2014)

O surgimento dessas substâncias trouxe diversos benefícios para humanidade, como o aumento da produção de alimentos, com o controle de pragas que afetavam a agricultura. Teve também papel importante na saúde pública, no controle de insetos e artrópodes transmissores de doenças, porém, tem ocasionado problemas ambientais, a saúde de quem trabalha com essas substâncias e a saúde de consumidores de alimentos com resíduos tóxicos (PASSAGLI, 2007).

Há diversos relatos de surgimento de vários agrotóxicos, e um dos quais que podemos destacar é o DDT, um organoclorado que começou a ser utilizado durante a Segunda Guerra Mundial para o controle de doenças nos soldados e com o passar do tempo, passou a ser utilizado no controle de pragas agrícolas, porém, sua eficácia passou a diminuir e em consequência, os produtores passaram a aumentar as dosagens dessa substância. Devido a diminuição da eficácia do DDT, as indústrias passaram a pesquisar e desenvolver novas formulações para o controle de pragas (PASSAGLI, 2007; BORSOI, et al; 2014).

O DDT é classificado como um produto orgânico persistente e tem hoje o seu uso proibido. Porém, atualmente, devido ao seu uso indiscriminado, essa substância continua contaminando todo o planeta, estando presente na água, no solo, na fauna e flora, chegando a acumular-se nos organismos dos seres vivos em toda cadeia alimentar, ocasionando também, problemas a saúde do ser humano (PASSAGLI, 2007; BORSOI, et al; 2014).

Na busca de substâncias menos tóxicas e biodegradáveis, surgiram vários agrotóxicos que foram classificados em grupos, de acordo com seu princípio ativo, sendo esses os Organofosforados (a base de fósforo); Carbamatos (derivados do ácido carbâmico); Piretróides (substâncias naturais extraídas de flores e algumas plantas) e Raticidas (com estrutura básica de hidroxycumarina) (PASSAGLI, 2007).

2.1.3. Legislação

Os agrotóxicos chegaram ao Brasil por volta de 1960 por meio da chamada Revolução Verde, a qual visava a modernização da agricultura. Apesar dessas substâncias cumprirem o papel de proteger as lavouras de pragas indesejadas, o uso incorreto tem desencadeado uma série de problemas, como a contaminação dos solos, das águas superficiais e subterrâneas, dos alimentos e conseqüentemente, colocando a saúde humana em risco (SPADOTTO, et al., 2010).

Conforme dados do Ministério da Saúde, no período de 2007 a 2014, o comércio de agrotóxicos no Brasil passou de “623.353.689 quilogramas em 2007 para 1.552.998.056 quilogramas em 2014, o que representou um aumento de 149,14%” (BRASIL, 2018, p. 18). “Entre os dez agrotóxicos químicos mais comercializados em 2014, destacou-se o herbicida glifosato, correspondendo a 488.388.696,10 quilogramas, equivalente a 31,45% do total de agrotóxicos comercializados no País” (BRASIL, 2018, p. 19).

Entre os anos de 2013 e 2014 o aumento na comercialização de agrotóxicos foi significativa nos estados de Mato Grosso do Sul e Amazonas, representando, respectivamente um aumento de 102,2% e 66,9%. No Brasil a região sudeste possui a maior parcela de comercialização desses químicos, entorno de 38,4% em relação ao país, seguida da região centro oeste, com percentual de comercialização de 26,2% (BRASIL, 2018).

A Legislação que regulamento o uso, pesquisa, fabricação, comercialização, aplicação, controle, fiscalização e destinação de embalagens é a Lei 7.802 de 11 de julho de 1989 (BRASIL, 1989). Essa Lei compreende todas as informações pertinentes ao produto, desde as informações de identificação, fabricação e validade a sua toxicidade.

Em julho de 1996 surgiu a Lei n° 9.294 que regulamenta a comercialização e aborda a divulgação dos malefícios dos agrotóxicos (BRASIL, 1996a). Nesse mesmo ano, o Decreto n° 2.018 que regulamentou a Lei n° 9.294, restringiu ainda mais o comércio de agrotóxicos. Em 2000, a Lei 9.974 passou a alterar a Lei n. 7.802, estabelecendo ainda mais critérios para a utilização desses químicos (BRASIL, 2000).

Em 2002, estabeleceu-se o decreto n. 4.074, regulamentando a Lei 7.802, no qual ficaram estabelecidos limites Máximos de Resíduos e o Conceito e Produto Equivalente, trazendo maior clareza nas informações de uso e registro de agrotóxicos (BRASIL, 2002), a qual foi reformulada em 2006 pelo Decreto 5.981 (BRASIL, 2006). Em 2012, por meio do Decreto n. 7.794, foi firmado o compromisso de introduzir a transição agroecológica na

agricultura, por meio do PRONARA, que passou a regulamentar o uso, produção e comercialização de agrotóxicos no Brasil, dando atenção para aqueles com alto grau de toxicidade (BRASIL, 2014).

Depois de várias tentativas e reformulações, foi votado o Projeto de Lei nº 3200 de 2015 (ALMEIDA, *et al*; 2017) e o Projeto de Lei nº 4146 de 2019 (BRASIL, 2019), os quais alteram algumas leis estabelecidas para o controle dessas substâncias, inclusive a terminologia do produto, que passa a ser denominado defensivo fitossanitário.

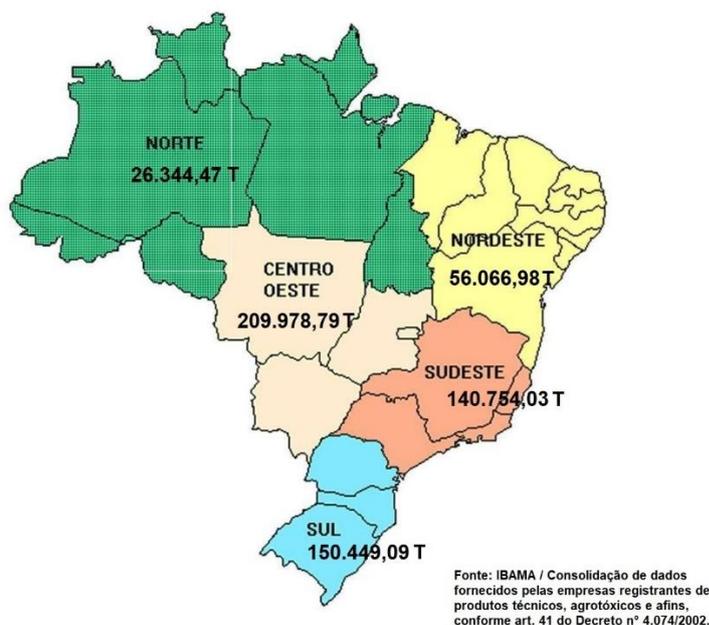
Também o Ministério da Agricultura passa ter maior autonomia frente aos ministérios de Saúde e Meio Ambiente. Além disso, a proibição e registro de agrotóxicos passam a ser mais flexíveis, com aceleração do prazo de análise e liberação temporária para substâncias que já sejam utilizadas em outros três países membros da Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE); as empresas deverão apresentar a análise de risco dos produtos quando se deseja a liberação dos mesmos, tendo em vista que aqueles com “risco aceitável” serão aceitos e os com “risco inaceitáveis” podem ser barrados; o uso e distribuição aprovado pela União não poderá ser restringido pelos Estados e pelo Distrito Federal e houve a diminuição na burocracia para liberar novas formulações de agrotóxicos. O PL 4146/2019 está em fase de tramitação no congresso.

2.1.4 A comercialização de agrotóxicos no Brasil

Com base no boletim anual elaborado pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), que visa monitorar por meio de relatórios semestrais apresentados pelas empresas a produção, exportação e vendas de agrotóxicos de acordo com as exigências do artigo 41 do Decreto nº 4.074, de 4/1/2002, no ano de 2019 foram registrados 7.508 relatórios semestrais, totalizando 620.537,98 toneladas de ingredientes ativos, considerando um aumento de 12,97% na comercialização de agrotóxicos em relação ao ano de 2018 (IBAMA, 2019).

Na figura 2, temos a representação da quantidade de agrotóxicos (ingredientes ativos) comercializados no ano de 2019 no Brasil por região. É notório observar que a região centro oeste lidera o *ranking* de consumo de agrotóxicos no país, seguido pela região sul e sudeste, devido à grande quantidade de lavouras e produção de grãos.

Figura 2: Venda de ingredientes ativos (IA) de agrotóxicos por região em toneladas de IA



Fonte: as autoras com base em dados coletado pelo IBAMA.

Dentro da quantidade de agrotóxicos consumida no país, podemos classificar de acordo com o nível de periculosidade ambiental, sendo: Classe I – produto altamente perigoso ao meio ambiente; Classe II – produto muito perigoso ao meio ambiente; Classe III – produto perigoso ao meio ambiente; Classe IV – produto pouco perigoso ao meio ambiente. Os dados quanto a quantidade em toneladas de ingrediente ativo comercializada por região de acordo com o nível de periculosidade, podem ser observados na tabela 1:

Tabela 1: Venda de agrotóxicos por Classe de Periculosidade Ambiental

Vendas de Agrotóxicos e Afins por Classe de Periculosidade Ambiental – 2019					
Unidade de medida: toneladas de ingrediente ativo (IA)					
Região UF	Classe I Qtde (ton. IA)	Classe II Qtde (ton. IA)	Classe III Qtde (ton. IA)	Classe IV Qtde (ton. IA)	Total Qtde (ton. IA)
Norte	430,29	7.752,88	18.153,69	7,60	26.344,47
Nordeste	808,42	22.264,38	32.682,07	312,10	56.066,98
Sudeste	2.285,41	51.297,27	75.249,32	11.922,03	140.754,03
Sul	1.992,41	46.854,79	100.370,90	1.230,98	150.449,09
Centro Oeste	4.200,65	84.909,00	120.167,02	702,12	209.978,79
Vendas sem definição	374,75	14.498,56	21.355,87	715,45	36.944,63
Vendas totais	10.091,92	227.576,89	367.978,88	14.890,28	620.537,98

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

Conforme os dados do IBAMA, hoje o centro oeste é o maior consumidor de agrotóxicos classificados como classes I e II, sendo que em 2019 foram comercializados cerca de 4.200,65 toneladas de ingredientes ativos de substâncias de Classe I e 84.909 toneladas de classe II dessas substâncias.

Essas substâncias são classificadas de acordo com sua formulação e indicação de uso. Os princípios ativos mais utilizados no Brasil são os herbicidas, fungicidas e inseticidas. Os dados em toneladas comercializadas em 2019 estão expressos na tabela 2.

Tabela 2: Classificação de venda em toneladas de ingrediente ativo por formulação

VENDAS POR CLASSES DE USO DOS PRODUTOS FORMULADOS – 2019	
Classes de Uso	Vendas em toneladas de IA
Herbicida	369.578,94
Fungicida	94.435,44
Inseticida	72.424,84
Acaricida, Fungicida	36.709,10
Inseticida, Acaricida	27.642,47
Acaricida	7.188,28
Inseticida, Acaricida, Fungicida	4.302,99
Regulador de Crescimento	3.742,43
Fungicida, Bactericida	1.245,57
Inseticida, Fungicida	1.147,19
Inseticida, Cupinícida, Formícida	939,38
Inseticida, Nematicida	483,95
Fungicida, Formícida, Herbicida, Inseticida, Acaricida, Nematicida	439,25
Protetor de sementes	141,08
Inseticida, Acaricida, Cupinícida, Formícida, Fungicida	56,29
Protetor de sementes	24,11
Inseticida, Formícida, Fungicida, Nematicida	15,88
Formícida	20,65
Moluscida	0,15
Total Brasil	620.537,98

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

Os herbicidas são os agrotóxicos mais utilizados no Brasil, totalizando 369.578,94 toneladas de princípio ativo comercializado, dentre essa quantidade, 217.592,24 toneladas equivalem apenas ao Glifosato e seus sais, se destacando como o químico mais utilizado.

Essa incidência está relacionada a necessidade de controle das ervas daninhas nas lavouras, seguidos dos fungicidas e inseticidas.

A quantidade de agrotóxicos utilizada no Brasil hoje é alarmante, o país lidera o *ranking* de maior consumidor de agrotóxicos no mundo desde 2008 e com a atual aprovação do PL 4146/2019, torna evidente a facilidade de entrada e regulamentação de novos princípios ativos, o que levará a um maior consumo dessas substâncias, agravando ainda mais os problemas ambientais que essas tem ocasionado.

Segundo o IBGE tivemos um acréscimo de mais de 150% na utilização desses produtos, em um intervalo de tempo de dez anos (BRASIL, 2015), resultado da força do modelo de produção de *commodities* e monoculturas de grãos como soja e milho (SOARES *et al*, 2019).

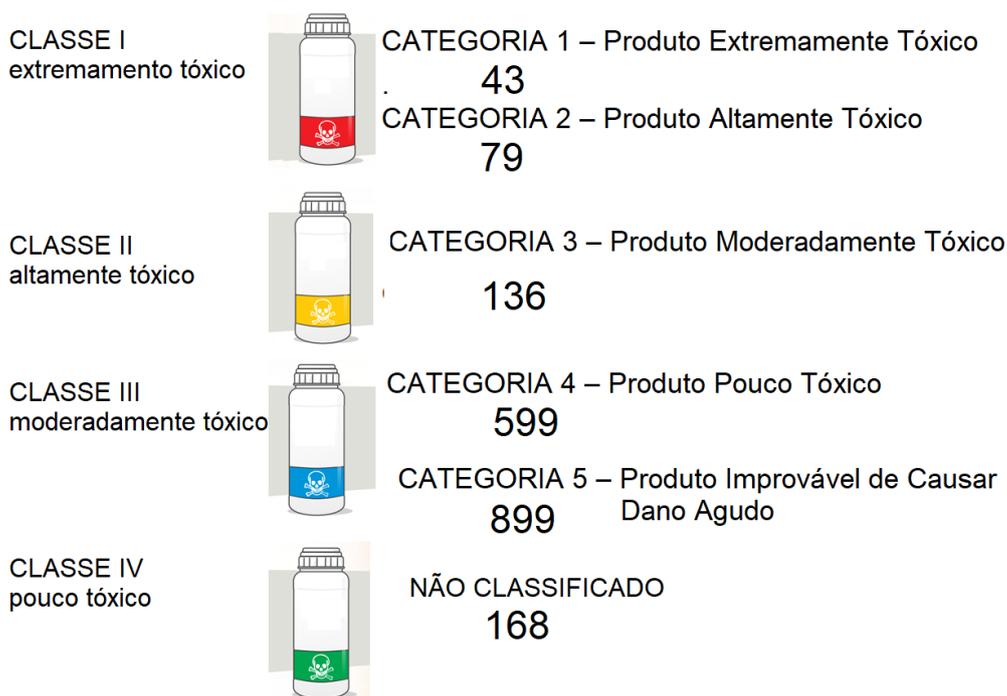
Independentemente da denominação esses produtos químicos eram classificados, até 2018, em quatro classes, levando em consideração o perigo associado. Eram qualificados em ordem crescente de Potencial de Periculosidade Ambiental (PPA) como de classe I (maior risco) até IV (menor risco). Essa indicação, inserida nos rótulos dos produtos para auxiliar na orientação dos consumidores, levava em considerando estudos físico-químicos, toxicológicos e ecotoxicológicos.

Em ordem decrescente de periculosidade temos a classificação da Dosagem Letal (DL_{50}), levando em consideração os efeitos à saúde quando ocorre exposição do trabalhador agrícola aos produtos. A qualificação da DL, utiliza indicação de periculosidade inversa a da PPA indicada no rótulo do produto uma diferenciação de cores. A faixa de cor vermelha, amarela, azul e verde, sinalizam o grau de periculosidade dos produtos.

Na figura 3 evidenciamos no lado esquerdo a classificação adotada até julho de 2019 (classe I maior periculosidade e classe IV menor) e no direito a modificação realizada pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) após uma reavaliação toxicológica.

Nessa reclassificação evidenciamos a distribuição dos 1942 produtos vendidos no Brasil, detalhe que chamou atenção de estudiosos sobre o assunto, visto que produtos que eram até 2018 considerados extremamente tóxicos, foram reclassificados como sendo de menor periculosidade.

Figura 3- Indicação da Dosagem Letal vinculada ao grau de periculosidade toxicológica do produto fitossanitários ou agrotóxicos.



Fonte: as autoras

Alguns autores questionam que essa recategorização toxicológica, ilustrada na Figura 3, vinculada aos rótulos de agrotóxicos, pode não comunicar adequadamente aos vendedores, usuários e consumidores do produto, os riscos. Concordamos que esse aspecto é realmente confuso se considerarmos que produtos extremamente tóxicos e altamente tóxicos apresentam uma mesma indicação de cor: faixa vermelha (GILSON, 2020; LOPES e PADILHA, 2019).

O emprego de uma mesma diferenciação entre extremamente tóxico e altamente tóxico pode ser um fator de risco para o agricultor que realiza o armazenamento desses produtos químicos em um mesmo depósito. Se não possuir conhecimentos técnicos, tais como os que um vendedor qualificado, pode não os diferenciar e não tomar os devidos cuidados ao manuseá-lo. Essa falta de cuidados ou de instrução adequada para realizar a diferenciação usando outra forma de informação, é ainda mais preocupante para a classificação que emprega faixa azul. Os 599 produtos pouco tóxicos apresentam uma mesma qualificação indicativa de cor dos 899 produtos improváveis de causar danos agudos.

2.1.5. Problemas ao meio ambiente e à saúde da população

O uso de substâncias químicas para o controle de pragas pode impactar organismos que não são alvos de sua ação, sendo assim, nocivos para os mesmos. No meio ambiente,

essas substâncias causam desequilíbrio ecológico, matando micro-organismos predadores, o que acaba ocasionando o aumento de outras espécies. Outro problema consiste no aumento da resistência de pragas, que se tornam imunes a essas substâncias. O solo também sofre com a dispersão de quantidades inadequada dessas substâncias, afetando de forma direta ou indireta a macro e microfauna (BELCHIOR, *et al*; 2014).

Um dos efeitos ambientais indesejáveis dos agrotóxicos é a contaminação de espécies que não interferem no processo de produção que se tenta controlar (espécies não-alvos), dentre as quais se inclui, conforme discutido no item anterior, a espécie humana [...] Existem inúmeros relatos na literatura de criações e animais domésticos e de populações humanas afetados pela ingestão de plantas e alimentos contaminados por agrotóxicos, além do impacto em comunidades e ecossistemas próximos às áreas de plantações e pastos, onde estes produtos são utilizados. Dessa maneira, além do impacto sobre uma população específica de animais ou plantas, a dispersão de agrotóxicos no ambiente pode causar um desequilíbrio ecológico na interação natural de duas ou mais espécies. Outro importante impacto ambiental causado por agrotóxicos é a contaminação de coleções de águas superficiais e subterrâneas” (PERES e MOREIRA, 2003, p. 36-37).

O problema aumenta quando com a mistura e manipulação inadequada de agrotóxicos, que pode afetar os microrganismos presentes no solo, como as bactérias, estimulando ou inibindo suas funções. “Esses produtos também podem trazer uma série de problemas para as superfícies onde se depositam, sejam essas coberturas vegetais ou solos desnudos” (PERES e MOREIRA, 2003, p. 38).

Os insetos polinizadores, como as abelhas, também são afetados pela utilização de agrotóxicos, podendo assim, além de prejudicar a biodiversidade, afetar a produção agrícola, pois sem os insetos, não há polinização (BELCHIOR, *et al*; 2014).

A fauna aquática também é afetada com o uso inadequado de agrotóxicos, pois os mesmos podem ser transportados pelo vento e pela chuva, para rios e lagos próximos a lavouras, ou até mesmo, chegarem a esses reservatórios de água por meio da dispersão inadequada. Essa contaminação, pode matar espécies de algas, microrganismos, animais, ou ficarem acumuladas nos organismos dessas espécies, como o caso do agrotóxico organoclorado (persistente) (BELCHIOR, *et al*; 2014).

O preocupante é que os agrotóxicos presentes em ecossistemas aquáticos podem se acumular em elevadas concentrações nos organismos ao longo de todo o nível trófico. Desse modo, o ser humano também pode ser prejudicado, por estar no topo da cadeia alimentar, visto que peixes e outros organismos aquáticos fazem parte da alimentação humana (BELCHIOR, *et al*, 2014 p.143).

Dessa forma, a contaminação do ambiente provoca a contaminação humana, por meio dos alimentos, da água e do ar. Ainda, a contaminação humana por agrotóxicos pode ocorrer por meio do manuseio das substâncias (trabalhadores rurais) ou pelo consumo de alimentos contaminados (BELCHIOR, *et al*; 2014) Os efeitos podem variar podendo ser “1) agudos,

ou aqueles resultantes da exposição a concentrações de um ou mais agentes tóxicos capazes de causarem dano efetivo aparente em um período de 24 horas; 2) efeitos crônicos, ou aqueles resultantes de uma exposição continuada a doses relativamente baixas de um ou mais produtos” (PERES e MOREIRA, 2003, p. 32-33).

Aguda – os sintomas surgem rapidamente, algumas horas após a exposição, por curto período de tempo, a produtos extrema ou altamente tóxicos. Pode ocorrer de forma leve, moderada ou grave, a depender da quantidade de veneno absorvido. Os sinais e sintomas variam de acordo com o(s) ingrediente(s) ativo(s) e são nítidos e objetivos, como: fraqueza, vômitos, náuseas, convulsões, contrações musculares, cefaleia, dispneia, epistaxe, desmaio; • Subaguda – ocorre por exposição moderada ou pequena a produtos alta ou medianamente tóxicos e tem aparecimento mais lento. Os sintomas são subjetivos e vagos, tais como cefaleia, fraqueza, mal-estar, epigastralgia e sonolência, entre outros; • Crônica – caracteriza-se por surgimento tardio, após meses ou anos, por exposição pequena ou moderada a um ou múltiplos produtos, acarretando danos irreversíveis, como paralisias, neoplasias, lesões renais e hepáticas, efeitos neurotóxicos retardados, alterações cromossômicas, teratogênese, desregulações endócrinas etc. Em muitos casos, podem até ser confundidos com outros distúrbios ou simplesmente nunca serem relacionados ao agente causador (ROGOTTO e AGUIAR, 2015 p. 51-52).

Pontuados esses riscos que os agrotóxicos trazem a saúde das pessoas e do meio ambiente, destacamos que apesar de existirem trabalhos que relatam esses problemas, o Brasil continua liderando o *ranking* de consumo, mesmo com os problemas derivados de acidentes, como o acidente ambiental causado por derivas de pulverizações aéreas de agrotóxico que atingiu a cidade de Lucas do Rio Verde-MT, em 2006 que ocasionou impactos sanitários, sociais e ambientais (PIGNATI, *et al*; 2007) e mesmo com as reportagens da mídia sobre a incidência de contaminantes de agrotóxicos sobre os alimentos como as maçãs (JARDIM e ANDRADE, 2009). Infelizmente, os agrotóxicos se tornaram comuns no dia-a-dia das pessoas.

2.1.6. O uso de equipamentos de proteção individual (EPI)

O uso dos equipamentos adequados de proteção garante que o agricultor não entre em contato direto com o produto tóxico diminuindo, assim, os riscos de contaminação. Alguns cuidados com esses equipamentos devem ser tomados, para que ele proteja o agricultor e não o deixe exposto a um risco maior de contaminação, como: a troca dos equipamentos quando os mesmos não estiverem mais adequados ao uso, lavá-los de forma adequada, utilizando luvas e não misturando com as demais roupas, tomar os cuidados adequados no momento de vestir e retirar os equipamentos, etc. (MEIRELLES, *et al*. 2016)

Abaixo, apresentamos alguns EPIs que devem ser utilizados pelo agricultor no manejo dos produtos na lavoura, como touca árabe; viseira facial; respirador; jaleco; avental;

luvas; calça e botas. Quanto menor a exposição e contato direto do agricultor com os produtos, menor as chances de ocorrer uma intoxicação aguda ou crônica.

Figura 4: Equipamentos de proteção individual (EPI)



Fonte: (Manual de Segurança e Saúde/ANDEF, 2006)

2.1.7. Vantagens quanto ao uso dos agrotóxicos

Ao longo da história, os agrotóxicos tiveram papel importante na agricultura, pois possibilitaram o aumento da produção para suprir a demanda populacional crescente, além de possuir um papel importante no controle de vetores transmissores de doenças, agindo também na saúde pública (PASSAGLI, 2007).

Silva e Botelho (2014) discorrem sobre os avanços ocasionados pela tecnologia empregada no campo para o cultivo de alimentos, um exemplo dessas tecnologias, são os agrotóxicos. Os autores pontuam que esse ganho de produtividade e crescimento econômico, contradiz com os efeitos sociais e ambientais negativos.

[...] Percebemos também a natureza específica do padrão tecnológico moderno, juntamente com o processo de institucionalização da pesquisa agropecuária no país. Grande parte dos autores que analisaram o fenômeno da modernização da agricultura sobre o viés macroeconômico enfatizou os aspectos positivos do aumento da produtividade oriundo desse modelo tecnológico. [...] Diante disso, reconhecemos que as transformações da base produtiva no contexto da

modernização da agricultura não se enquadram em conclusões definitivamente positivas ou radicalmente pessimistas. As benesses do aumento produtivo rivalizam com o alto custo social e ambiental. Se por um lado a diversificação das exportações estimulou o crescimento econômico, o alcance desse desenvolvimento não foi sentido em todo país. Pelo contrário, as desigualdades regionais se intensificaram na mesma medida dos ganhos produtivos (SILVA e BOTELHO, 2014, p. 383-3840)

Há muitos trabalhos que relatam os problemas ocasionados pelos agrotóxicos a população e meio ambiente (PERES, *et al.*; 2003; JARDIM, *et al.*; 2009; RIGOTO e AGUIAR, 2016; DUTRA e DA SOUZA, 2017; PEREIRA, COSTA e LIMA, 2019; GARCIA e DE LARA, 2020). porém quase inexistem relatos de que essa substância trouxe benefícios, além da produção em larga escala de grãos para a exportação.

2.1.8. Métodos alternativos ao uso de agrotóxicos

A produção de alimentos orgânicos, sem o uso de agrotóxicos é uma opção para minimizar a utilização dos agrotóxicos e melhorar o bem-estar da população. Mariani e Henkes (2015), relatam sobre um trabalho que realizaram com produtores de feiras orgânicas de Porto Alegre -RS. Em várias comparações entre a produção tradicional e a produção de orgânicos, os autores destacam que a produção tradicional de alimentos passou a ter como principal objetivo o lucro, deixando de lado o principal, a qualidade dos produtos produzidos, acarretando em problemas como o desequilíbrio ambiental, como menciona Souza (2005).

Em sistemas orgânicos de produção, o equilíbrio ecológico que ocorre entre os macro e microrganismos é de fundamental importância para manter as populações de pragas e doenças em níveis que não causem danos econômicos às culturas comerciais. Sistemas que utilizam adubos químicos e agrotóxicos provocam a instabilidade no ambiente e desequilíbrios na nutrição das plantas, levando ao aumento desses organismos (SOUZA, 2005, p.22)

Existem diversas técnicas para o manejo de produtos orgânicos, como por exemplo, a reciclagem de matéria orgânica, o agricultor utiliza-se de biomassa e esterco de animais, minimizando custos e tendo ganhos como: o aumento da capacidade do solo de armazenamento de água; aumento da população de organismos benéficos e úteis, como minhocas, besouros, fungos que aumentam a capacidade da planta de absorver minerais do solo, nematoides e bactérias fixadoras de nitrogênio; além de possibilitar um equilíbrio de macro e micronutrientes no solo; etc (SOUZA, 2005)

Além da utilização dos adubos orgânicos, técnicas como a suplementação de calcário e fósforo no solo que devem ser realizados com três e seis meses de antecedência ao plantio, respectivamente; a utilização de palhas ou lona plástica para cobrir o solo permitindo a retenção de água e diminuindo o crescimento de outras ervas espontâneas; a utilização de

biofertilizantes; o emprego de outras ervas para auxiliar no controle das pragas; a rotação de cultura; o emprego de defensivos biológicos e o uso das próprias sementes orgânicas possibilitam que o agricultor produza alimentos sem a utilização de agrotóxicos.(MARIANA e HENKES, 2015).

2.1.9. Propriedades físico-químicas dos agrotóxicos

As propriedades físicas e químicas dos agrotóxicos influenciam sua distribuição na atmosfera. Esses químicos podem ser encontrados nas fases gasosa, aquosa ou sólida e sua taxa de remoção está ligada a reatividade química e fotoquímica, assim como os processos de deposição seca e úmida.

Quando volatilizados, essas moléculas ficam suspensas na atmosfera, sujeitas a ação do vento, que pode conduzir as partículas tóxicas a longas distâncias e depois, regressarem novamente ao solo.

Uma vez depositado no solo ou na vegetação, o agrotóxico distribui-se pelas fases gasosa, aquosa e sólida (matéria orgânica ou inorgânica). Pelos processos de escoamento superficial e lixiviação, o agrotóxico pode atingir os recursos hídricos superficiais e subterrâneos, respectivamente, e ser adsorvido no material em suspensão ou depositado no sedimento (SPADOTTO, *et al.*, 2010 p.12).

Um outro processo que interfere na degradação dos agrotóxicos no solo é a sorção:

Sorção pode ser entendida como um conjunto de processos de atração e retenção reversível, mesmo que não completamente, de um composto nas partículas do solo. O que diferencia a adsorção da absorção é, basicamente, que a absorção de agrotóxicos envolve organismos do solo e plantas. Além disso, para existir absorção é preciso haver também a interpenetração do composto de uma fase em outra sem que haja perda de suas características iniciais – como, por exemplo, na osmose celular –, caracterizando um processo de “profundidade”. A adsorção, por sua vez, envolve processos hidrofóbicos, físicos e químicos, em que o composto passa da solução do solo para a superfície das partículas minerais e orgânicas do solo, superfície essa entendida tanto como a superfície externa quanto como a superfície dos poros, ou interna, caracterizando um fenômeno de “superfície”. Resumidamente, na absorção há a penetração do composto em um organismo, através da membrana celular, para, então, sofrer alterações; na adsorção, o composto fica aderido à superfície das partículas e pode sofrer influências da solução do solo (SPADOTTO, *et al.*, 2010 p. 13).

O processo de sorção impacta na distribuição, persistência e biodisponibilidade dos agrotóxicos no solo, pois aqueles que são móveis, podem se deslocar para camadas profundas do solo, onde a atividade microbiana tende a ser menor, aumentando a persistência desses químicos (SPADOTTO, *et al.*, 2010 p.12).

Solos com pH mais baixos e com maior teor de matéria orgânica, tendem a influenciar no processo de sorção de alguns herbicidas que são ionizáveis, como é o caso do glifosato.

[...] quando o agrotóxico iônico ou ionizado atinge o solo, pode ligar-se às cargas positivas ou negativas presentes nos componentes do solo. De maneira geral, os solos apresentam predominância de cargas negativas, e disso resulta que os herbicidas catiônicos podem ser fortemente ligados ao solo, enquanto os de caráter ácido na forma aniônica tendem a lixiviar (SPADOTTO, *et al.*, 2010 p.14).

Outro processo a ser considerado é a degradação, que ocorre no ar e na água por meio químico (oxidação, redução, hidrólise e fotólise) e no solo, por meio da biodegradação. A biodegradação diminui à medida que o agrotóxico se aprofunda no solo, tendo em vista que a presença de bactérias aeróbias (que utilizam oxigênio na degradação) que estão presentes em áreas superficiais, possui maior eficiência na degradação dos agrotóxicos em relação as bactérias anaeróbicas. Os processos de degradação biológicos são os mais importantes na eliminação de resíduos de agrotóxicos. Já a degradação química, aumenta sua importância à medida que o produto sofre lixiviação (SPADOTTO, *et al.*, 2010).

A degradação química pode ocorrer por diversos processos simultaneamente e devido a isso, deve-se levar em consideração que o produto pode ser ou não inativado após sua ação, podendo até haver etapas que ativem a ação do produto. Existem também os processos bioquímicos, que alteram a estrutura do composto e podem reduzir o agrotóxico a seus componentes básicos, como carbono, nitrogênio e fósforo, porém alguns agrotóxicos podem ser resistentes a essa quebra de moléculas, fazendo com que sua persistência no ambiente seja maior (SPADOTTO, *et al.*, 2010).

O pH do solo também interfere na eficiência da biodegradação, pois em solos com pH ligeiramente neutro ou alcalino, há a predominância de bactérias, enquanto em solos ácidos, há um número maior de fungos, sendo esses, menos eficientes na degradação (SPADOTTO, *et al.*, 2010).

Outro processo importante na degradação dos agrotóxicos é a hidrólise, um processo físico-químico que utiliza-se da água para quebrar as ligações químicas nas moléculas e substituir por componentes da água (H^+ e OH^-). No solo, dependendo do grau de umidade, a hidrólise pode ser conjugada com os processos biológicos na degradação de resíduos de agrotóxicos (SPADOTTO, *et al.*, 2010).

O pH do meio também interfere na hidrólise dos agrotóxicos, pois dependendo das propriedades da molécula, podem ser reativas em meio ácido, básico ou ambos. A temperatura também apresenta influência, pois o aumento da mesma pode elevar a reação de hidrólise (SPADOTTO, *et al.*, 2010).

Outro processo a ser considerado na degradação é a oxidação e redução, a qual, atua nas trocas químicas quando o agrotóxico é submetido a fotodegradação (catalisada pela luz) ou biodegradação (presença de microrganismos). “As reações de oxirredução também são

afetadas pelo tipo de argila e pela presença de matéria orgânica no local” (SPADOTTO, *et al.*, 2010 p. 18).

A fotólise é o método que se utiliza de fótons de energia luminosa para quebrar ligações químicas entre as moléculas de agrotóxicos. Além da fotólise direta, também pode ocorrer a indireta, na qual, funciona como catalizador para outros processos físico-químicos (SPADOTTO, *et al.*, 2010).

A Lixiviação corresponde ao processo em que o agrotóxico se penetra no perfil do solo em profundidade, esse processo é influenciado pela sorção, temperatura e umidade. A Lixiviação pode ocorrer por meio de convecção, difusão ou dispersão. Em solos bem estruturados com poros grades, ocorre a convecção, “que se caracteriza como um sistema de transporte de pistão em que a massa de soluto está concentrada em um ponto específico da coluna do solvente” (SPADOTTO, *et al.*, 2010 p.19).

Já em solos que não apresentam boa porosidade, o transporte da massa do soluto ocorre por difusão ou dispersão “Na difusão, predomina a influência dos movimentos vibratórios das moléculas, e outras forças moleculares, para produzir o movimento do soluto, enquanto, na dispersão, predomina o movimento segundo os gradientes de concentração, em que os solutos mais concentrados deslocam-se para as regiões de menor concentração” (SPADOTTO, *et al.*, 2010 p.20).

O carregamento superficial é “o transporte pela água que escorre sobre a superfície do solo, que atingiu seu ponto de saturação, e leva material dissolvido ou em suspensão” (SPADOTTO, *et al.*, 2010 p.20). Esse deslocamento do agrotóxico do seu local de aplicação pode ocorrer logo após a aplicação ou quando os mesmos estão adsorvidos em argila ou matéria orgânica e essas partículas são arrastadas, podendo ser caracterizado como um processo físico de dissipação (SPADOTTO, *et al.*, 2010).

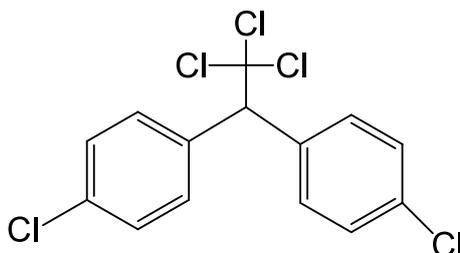
2.1.10. Conceitos disciplinares: Organoclorados - estrutura química e solubilidade

Os organoclorados são formados basicamente por cadeias de carbono ligadas a átomos de cloro. Essas cadeias são chamadas de haletos orgânicos. “Os principais representantes do grupo são: ciclohexanos (BHC, DDT, lidane, pentaclorofenol), ciclodienos (aldrin; endrin; endossulfan) (PASSAGLI, 2007).

Essas substâncias são solúveis em solventes orgânicos e pouco solúveis em água. O organoclorado mais conhecido é o DDT (diclorodifeniltricloroetano). (PASSAGLI, 2007).

Essa substância pode ser utilizada para aprofundar conteúdos disciplinares de química devido sua estrutura simples, formada basicamente por haletos orgânicos, possibilitando problematizar conteúdos relacionados a solubilidade e funções orgânicas. A estrutura do DDT está representada na figura 5.

Figura 5: Fórmula estrutural do DDT (C₁₄H₉Cl₅)



Fonte: as autoras

2.1.11. Glifosato – definição e propriedades químicas

O Glifosato é um herbicida (utilizado no controle de ervas daninhas) e está no topo dos mais utilizados no Brasil. Essa substância possui tendência carcinogênica e devido a larga utilização da mesma, “no Brasil, entre 2007 a 2016, foram notificados 6.408 casos de intoxicação relacionadas ao glifosato” (BRASIL, 2019, p.01), além de haver estudos que evidenciam que o herbicida *Roundup*, que é a base de glifosato é considerado desregulador do sistema endócrino em mamíferos (BRASIL, 2018).

Com base nesses dados do IBAMA, o Glifosato está no topo dos 10 agrotóxicos mais utilizados no Brasil no ano de 2019, como indicado na tabela 3.

Tabela 3: Ingredientes ativos mais vendidos em 2019

Os 10 ingredientes ativos (IA) mais vendidos em 2019		
Classificação	Agrotóxicos	Total (toneladas de IA) 2019
1°	Glifosato e seus sais	217.592,24
2°	2,4-D	52.426,92
3°	Mancozebe	49.162,59
4°	Acefato	28.432,50
5°	Atrazina	23.429,38
6°	Clorotalonil	16.653,05
7°	Dicloreto de Paraquate	16.398,14
8°	Malationa	13.576,47
9°	Enxofre	11.882,33
10°	Clorpirifós	10.827,78

Fonte: adaptado IBAMA / Consolidação de dados fornecidos pelas empresas registrantes de produtos técnicos, agrotóxicos e afins, conforme art. 41 do Decreto nº 4.074/2002. Dados atualizados em 15/08/2020.

O glifosato (n-fosfometilglicina) é um herbicida sistêmico, não-seletivo e de amplo espectro, utilizado em culturas alimentares e não-alimentares diversas. O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) indica o uso desses produtos na agropecuária e silvicultura na pós-emergência das plantas infestantes em culturas diversas. Além disso, destaca-se a sua aplicação como maturador de cana-de-açúcar e como dessecante nas culturas de aveia preta, azevém e soja. Quando aplicado em menor quantidade, atua como um regulador de crescimento vegetal. (BRASIL, 2019 p.02).

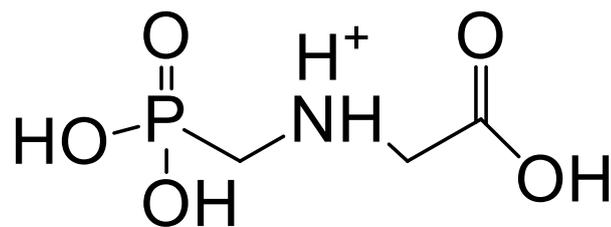
O glifosato é um composto químico organofosfato, vendido nas formas de sal de amônio ou sódio, possui três formulações comumente comercializadas “glifosato-isopropilamônio, glifosato-sesquisódio (patenteados por Monsanto e vendido como *Roundup*), e glifosato-trimesium (patenteado por ICI, atual *Syngenta*)” (AMARANTE-JUNIOR e SANTOS, 2002).

Esse Herbicida é pulverizado e absorvido pelas plantas por meio das folhas e é transportado por toda planta agindo nos sistemas enzimáticos, inibindo o metabolismo de aminoácidos, matando lentamente as ervas daninhas.

O glifosato tem fórmula molecular $C_3H_8NO_5P$ (m.m. = 169,1 g/ mol) e, na forma de sal de isopropilamônio, apresenta-se acrescido do grupo $(CH_3)_2 CHNH_3^+$ (m.m. = 228,2 g/mol)³. Em condições ambientais, tanto glifosato quanto seus sais são sólidos cristalinos, muito solúveis em água (12g/L a 25°C, para glifosato) e quase insolúveis em solventes orgânicos comuns, tais como acetona e etanol, entre outros. O Glifosato funde a 200 °C, possui densidade aparente de 0,5 g/cm³ e se apresenta bastante estável em presença de luz, inclusive em temperaturas superiores a 60 °C (AMARANTE-JUNIOR e SANTOS, 2002 p.589).

A molécula de glifosato apresenta em sua estrutura um grupo amina (NH_3), um grupo ácido carboxílico ($COOH$) e um grupo Fosfato (PO_4)⁻³. Na química, é possível trabalhar diferentes conteúdos disciplinares utilizando os agrotóxicos ou especificamente a molécula de glifosato, como propriedades periódicas, ligações químicas, solubilidade, acidez e basicidade, química orgânica etc. Nesse trabalho, discutimos sobre propriedades periódicas, ligações químicas e química orgânica a partir da molécula de glifosato. A estrutura do Glifosato está representada na figura 6.

**Figura 6 – Estrutura química do Glifosato (N- (fosfometil)glicina)
($C_3H_8NO_5P$)**



Fonte: as autoras

As moléculas de glifosato são formadas a princípio por elementos químicos, nesse sentido, é possível introduzir os conceitos de periodicidade. “A lei periódica estabelece que quando os elementos são listados, sequencialmente, em ordem crescente do número atômico, é observada uma repetição periódica em suas propriedades” (RUSSELL, 1994, p. 321). A tabela periódica moderna é organizada em grupos A e B: Os elementos do grupo A são os representativos e do B, os elementos de transição, de forma que agrupam os elementos com características semelhantes.

Além dos grupos, temos os períodos, onde os elementos são organizados de acordo com sua configuração eletrônica. “A periodicidade nas propriedades dos elementos é o resultado da periodicidade nas configurações eletrônicas de seus átomos” (RUSSELL, 1994, p. 324). Existem várias outras propriedades periódicas que podem ser discutidas, como raio atômico, energia de ionização, afinidade eletrônica, densidade, ponto de fusão, ponto de ebulição, metais e não metais etc.

Além das propriedades periódicas, a molécula de glifosato é formada por ligações químicas. “Um dos aspectos mais intrigantes da química é o estudo das forças que agem entre os átomos. Às mais fortes destas forças, denominadas ligações químicas, são forças que unem átomos formando moléculas, agrupamentos de átomos ou sólidos iônicos” (RUSSELL, 1994, p. 369). Nesse trabalho, focamos em ligações covalentes, onde ocorre o compartilhamento de elétrons entre metais e não metais.

Outro conteúdo possível de ser trabalhado é a química orgânica, desde a definição da formação de cadeias carbônicas, ligações, insaturações, ramificações e grupos funcionais (RUSSELL, 1994)

A molécula de glifosato é formada pelos elementos carbono (C); hidrogênio (H); oxigênio (O); nitrogênio (N) e fósforo (P), esses elementos estão dispostos em grupos e períodos na tabela periódica. O carbono é localizado no grupo 14, segundo período, o oxigênio, no grupo 16, segundo período e assim sucessivamente, com exceção do hidrogênio, que por possuir propriedades peculiares, não pertence a nenhum grupo. Na classificação

periódica, esses elementos, como todos os demais buscam a estabilidade da sua camada de valência, alguns seguem a regra do octeto dos gases nobres (estabilizam-se com 8 elétrons) e outros são exceções, como o hidrogênio que se estabiliza com dois elétrons (configuração do gás nobre Hélio (He)) e o carbono e fósforo que são capazes de realizar hibridização, desemparelhando elétrons e realizarem mais ligações.

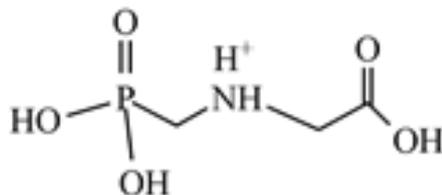
Para que ocorra essa estabilização, esses átomos realizam ligações químicas, podendo ser iônicas, onde há a transferência de elétrons de um metal para um não metal, devido a diferença de eletronegatividade (essa ligação não ocorre na molécula de glifosato, pois todos os elementos são não metais), então temos a ligação covalente, que consiste no compartilhamento de elétrons entre os átomos.

Essa molécula possui propriedades orgânicas, pois sua base é formada por carbono e hidrogênio e possui grupos funcionais como o grupo amina e o ácido carboxílico, mas também temos um íon inorgânico na molécula, o íon fosfato.

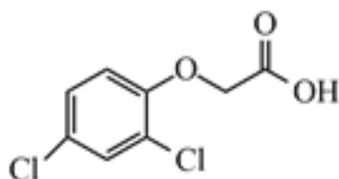
Além do Glifosato, os agrotóxicos mencionados na tabela 3 podem ser empregados na contextualização de conhecimentos de química, pois todos possuem elementos conectados por meio de ligações químicas, formando moléculas, (com exceção do enxofre (S)) que consiste em um elemento. A fórmula molecular, nomenclatura e estrutura química desses agrotóxicos podem ser observadas na figuras 7:

Figura 7: Propriedades químicas dos agrotóxicos mais utilizados no Brasil em 2019

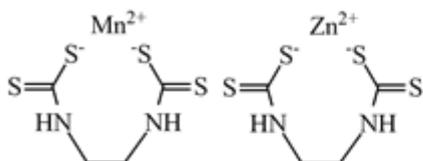
1° Herbicida Glifosato:
N- (fosfonometil)glicina ($C_3H_8NO_5P$)



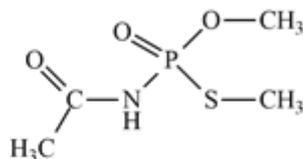
2° Herbicida 2,4 D:
Ácido diclorofenóxiacético ($C_8H_6Cl_2O_3$)



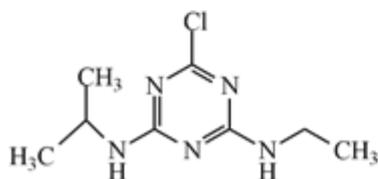
3º fungicida Mancozebe
(etileno bis-ditiocarbamato de manganês e zinco)
($C_8H_{12}MnN_4S_8Zn$)



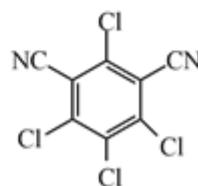
4º inseticida acefato
acetiltiofosforamidoato de O,S-
dimetilo ($C_4H_{10}NO_3PS$)



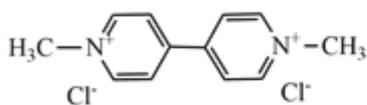
5º Herbicida Atrazina
2-cloro-4-etilenodiamino-6-
isopropilamino-s-triazina
($C_8H_{14}ClN_5$)



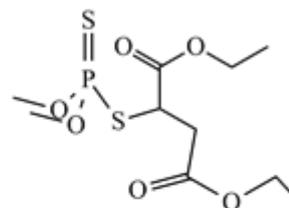
6º fungicida Clorotalonil
2,4,5,6-Tetraclorobenzeno-1,3-
dicarbonitrila ($C_8Cl_4N_2$)



7º Herbicida Dicloreto de Paraquate
1,1'-dimetil-4,4'-bipiridina-dicloreto
($C_{12}H_{14}Cl_2N_2$)

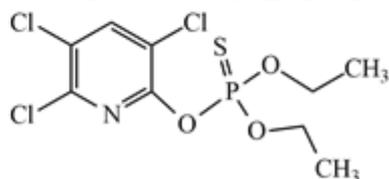


8º Inseticida Malationa
Éster dietílico de ácido 2-
(dimetoxifosfotioilto) butanodioico
Malathion ($C_{10}H_{19}O_6PS_2$)



9º Inseticida/ Acaricida Enxofre (S)

10º Inseticida Clorpirifós
Fosforotioato de O, O-Dietil O-3,5,6-
tricloloripiridin-2-il ($C_9H_{11}Cl_3NO_3PS$)



Fonte: as autoras

A partir de uma contextualização com o tema agrotóxicos como uma perspectiva socioambiental, é possível empregar e discutir conhecimentos disciplinares como cadeias carbônicas, ligações químicas, grupos funcionais, elementos periódicos, entre outros conteúdos de química.

CAPÍTULO 3

O EMPREGO DE HISTÓRIAS EM QUADRINHOS NO ENSINO DE CIÊNCIAS

LINGUAGEM EM QUADRINHOS

Nesse capítulo apresentamos a construção da Linguagem em Quadrinhos por Rama e Vergueiro (2008). Propomos a construção de uma história em quadrinhos, visando as potencialidades das mesmas no ensino. Além disso, apresentamos e discutimos o uso de software na construção dos quadrinhos e a reflexão sobre a importância da dialogicidade nas HQ.

Esse capítulo foi submetido a revista Diálogos Interdisciplinares - ISSN 2359-5051, Qualis C em Educação e está em fase de avaliação.



ISSN 2359-5051

Revista Diálogos Interdisciplinares

GEPFIP/UFMS/CPAQ

Grupo de Estudos e Pesquisa em Formação
Interdisciplinar de Professores

O EMPREGO DE HISTÓRIAS EM QUADRINHOS NO ENSINO DE CIÊNCIAS THE USE OF STORIES IN COMIC SCIENCES TEACHING

RESUMO

A integração de imagem na comunicação oral e escrita, contribui para o desenvolvimento de capacidade mais amplas de leitura e compreensão, pois a reprodução de significados e a organização de conceitos é apresentada em códigos que não podem ser pensados separadamente. Entretanto, temos poucas pesquisas que estudam caminhos para a construção de um texto alternativo com linguagem em quadrinho, num sistema narrativo composto pela linguagem multimodal. Buscando suprir essa carência realizamos o estudo que resultou nas reflexões apresentadas nesse artigo sobre a construção de uma história em quadrinhos como síntese final de uma representação interdisciplinar. A situação problema empregada aborda uma questão socioambiental, sobre o uso de agrotóxico na sociedade atual. Os resultados são exemplificados a partir de duas HQ que sinalizam que o jogo de comunicação visual e verbal solicita uma adequada alfabetização por parte do construtor e do leitor e que isso favorece a dialogicidade entre material e leitor. A mediação é fundamental informar e formar e auxiliar o leitor reconhecer os conhecimentos que foram integrados na representação interdisciplinar, usando o jogo de linguagem.

Palavras-chave: Conhecimento interdisciplinar. situação problema socioambiental. multimodal.

ABSTRACT

Image integration in oral and written communication contributes to the development of broader reading and comprehension skills, as the reproduction of meanings and the organization of concepts is presented in codes that cannot be thought of separately. However, we have little research that studies ways to build an alternative text with comic language, in a narrative system composed by multimodal language. In order to fill this gap, we conducted the study that resulted in the reflections presented in this article on the construction of a comic book as a final synthesis of an interdisciplinary representation. The problem situation employed addresses a socio-environmental issue, about the use of pesticides in today's society. The results are exemplified from two HQs that signal that the visual and verbal communication game requires adequate literacy on the part of the builder

and the reader and that this favors the dialog between material and reader. Mediation is fundamental to inform and train and assist the reader to recognize the knowledge that has been integrated into interdisciplinary representation, using the language game.

Keywords: Interdisciplinary knowledge. socio-environmental problem situation. multimodal.

3.1. INTRODUÇÃO

O estudo apresentado nesse artigo busca contribuir para minimizar a carência de pesquisas sobre o uso das histórias em quadrinhos (HQ) como material de leitura e construção de conhecimentos. Ele resultou numa proposição de referencial teórico para construção de produtos técnicos educacionais elaborados no gênero de linguagem de quadrinhos e um texto alternativo para o ensino de ciências, construído para orientar abordagem de questões socioambientais, relacionadas com o uso de agrotóxicos pela sociedade moderna.

Ressaltamos aqui o entendimento de que a escolha de um texto alternativo para tratar da temática agrotóxico, no contexto de sala de aula, levou em consideração que “[...] leitura na escola é um meio de reproduzir significados, organizar os conceitos científicos e de construir e ampliar interações sociais” (CAMPOS, 2011, p. 22). Salientamos que:

[...] texto alternativo será compreendido como um texto que, vinculado ao conteúdo didático, suplementa e aprofunda os conceitos ou temas desenvolvidos pelo professor, apesar de não possuir uma destinação didática como função prioritária, desde que revisado quanto à adequação ao ambiente escolar, pode ser utilizado para fins didáticos. [...] não precisam ser necessariamente um texto escrito, em um determinado contexto, poderiam ser uma palavra, apenas (CAMPOS, 2011, p. 26).

No caso desse trabalho, o texto alternativo será materializado com linguagem de quadrinhos, buscando construir com o jogo de mensagens visuais, escritas e orais (fala dos personagens) um caminho para fomentar um processo dialógico entre leitor e texto. Para isso,

[...] tomarmos como base o conceito de que o leitor, no processo dialógico com o texto, realiza trocas e constrói sentido do que está escrito [...] e que esse processo de construção se dá pelo dito e pelo não dito, pelo contexto sócio histórico, podemos indicar que esta troca pode ser muito mais proveitosa na interação com os diferentes gêneros textuais propiciadora de diferentes experiências e novas respostas. Deste modo, quanto mais rico de espaços para inferências do leitor o texto se apresenta, maior a troca do leitor com o texto (CAMPOS, 2011, p. 27).

A escolha da narrativa em quadrinhos considerou o fato apontado por pesquisas que pontuam que os estudantes gostam desse tipo de leitura e que elas podem ser empregadas pelos professores de diferentes formas (CAMPOS, 2011; GOUVÊA e ERROBIDART, 2017, VIANA e ERROBIDART, 2017; xx, JUNIOR e GAMA, 2017; LEITE, 2017; KUNDLATSCH e SILVEIRA; 2018; ERROBIDART e CALHEIRO, 2019).

Destacamos aqui nosso ponto de vista de que a HQ proporciona uma leitura com interação dialógica, uma comunicação entre o leitor e o texto ou com ele e a mensagem do autor, expressa na mobilização de conhecimentos, integrados por meio do jogo com linguagem oral, escrita e visual. Concordamos com a afirmativa de que essa interação entre leitor e autor ocorre porque “[...] no ato da leitura não temos nossas 'mãos livres', mas também não as temos presas e amarradas, preferimos pensar em mãos dadas, do autor e do leitor, que só por estarem juntas, proporcionando um diálogo [...] uma interação entre os dois” (REMONATTO, 2013, p. 35). Nesse caso, a “[...] leitura é vista como um processo de compreensão ativa no qual os diversos sentidos em circulação no texto são instituídos a partir da relação dialógica estabelecida entre leitor e autor” (PAES DE BARROS, 2005, p. 32).

3.2. REFERENCIAL TEÓRICO

A leitura de uma história em quadrinhos precisa promover a dialogicidade e momentos de interação discursiva aluno-HQ-professor. Isso porque

[...] diferentes estudantes leem a mesma HQ diferentemente e com vários focos. Entretanto, dentro da sala de aula, seu uso exige intencionalidade pedagógica para evitar o puro entretenimento. É preciso, portanto, equacionar a diretividade e idiosincrasia da leitura, equilíbrio ou prazer da leitura de uma HQ com a finalidade pedagógica que subsidia seu uso (JUNIOR e UCHOA, 2015, p. 93)

Por exemplo, se a HQ selecionada não apresenta relação com o conhecimento disciplinar explorado na aula ou se é escrita em outra língua, o aluno pode ter dificuldade de compreender a mensagem e é fundamental o papel de mediação do professor. Além disso, muitas vezes é necessário que o professor provoque o aluno para fazer uma leitura crítica sobre a integração das linguagens, avaliando a relação entre a mensagem visual, escrita e oral, apresentada pelo autor.

Concordamos ainda com Rama e Vergueiro (2012) ao indicarem que não se pode supervalorizar as HQ no processo de ensino ou como material para organizar aprendizagem e que a escolha didática dos quadrinhos deve levar em conta os objetivos educacionais e estar de acordo ao desenvolvimento intelectual dos alunos.

Para que o aluno possa compreender todas as mensagens presentes no quadrinho ele primeiramente precisa compreender o jogo de linguagem na qual é estruturada: visual, escrita e oral. Isso requer, um processo de alfabetização que o possibilite compreender o sistema narrativo, composto pela interação entre a linguagem visual e verbal (escrita e oral).

O quadro ou vinheta consiste na estrutura mais básica de uma HQ e é usado para materializar dentro de um espaço a mensagem que se pretende fazer entender com

linguagem visual e verbal. Ele deve materializar a informação de cima para baixo, da esquerda para a direita, pois sua leitura ocorre tal como num texto escrito, sendo a disposição dos personagens e suas falas em sequência temporal. Sua linguagem icônica sinaliza a muitos aspectos, sendo eles: “[...] enquadramentos, planos, ângulos de visão, formato dos quadrinhos, montagem de tiras e páginas, gesticulação e criação de personagens, bem como a utilização de figuras cinéticas, ideogramas e metáforas visuais” (RAMA e VERGUEIRO, 2012 p.34).

Em um único quadro é possível representar, por uma imagem fixa, um instante ou uma sequência deles, de forma que a leitura desses quadros sequenciados remete ao leitor a ideia de uma ação específica: isso caracteriza uma forma de interação com a HQ, pois solicita do leitor mobilizar conhecimentos prévios para compreender a mensagem visual da vinheta.

Concordamos com Rama e Vergueiro (2012) que se o leitor não for devidamente alfabetizado ele não compreende adequadamente as informações representadas por exemplo pelas linhas tracejadas ou contínuas que separam os quadros, pois sua interação com o material não é possível pela falta de conhecimento de isso sinalizar passado e presente do personagem ou situação ilustrada. É como passar os olhos em um texto escrito em uma língua que não domina, pode até ler a informação, mas não vai compreender o significado da mensagem se não for alfabetizado o suficiente.

Outros aspectos que precisam dessa alfabetização para a compreensão da mensagem é uso de figuras cinéticas e metáforas visuais. Por exemplo: para dar a ilusão de movimento em imagens fixas são utilizadas linhas ou pontos indicando espaço percorrido; traços curtos que rodeiam um personagem para representar oscilações; estrela irregular com um objeto no centro representando impacto ao mesmo, etc.

No caso das metáforas visuais, são representadas por símbolos ou convenções gráficas relacionadas ao senso comum, elas possibilitam que a ideia possa ser entendida de forma rápida, podendo ou não estar dentro de um balão, são exemplos: “ver estrelas”, “falar cobras e lagartos”, “dormir como um tronco” (RAMA e VERGUEIRO, 2012 p.54).

No caso da linguagem verbal oral dos personagens, ela aparece dentro de balões, assim como o pensamento deles, indicados por um prolongamento deste até a proximidade da boca de quem fala ou da cabeça do pensador: o rabicho. É importante destacar que a disposição desses balões no quadro segue a mesma ordem da escrita convencional: parte superior esquerda para a parte inferior direita indicando a ordem das falas.

As linhas que delimitam os balões também levam uma mensagem e informações ao leitor: linhas tracejadas denotam a ideia de que o personagem está falando em voz baixa; balão em nuvem com o rabicho em bolhas, representa o pensamento do personagem; tracejado em zig-zag pode representar a fala de um aparelho eletrônico ou gritos; quando o rabicho é levado para fora do quadrinho, remete a fala de um personagem que não está na cena; ligado a um balão inferior, remete a uma pausa na fala; com vários rabichos representa vários personagens falando ao mesmo tempo.

O formato das letras empregada no interior dos balões também expressam mensagens: maiores que os demais e em negrito, representam um tom de fala mais alto que o normal; menor representa tom de voz baixo; tremidas sinalizam medo ou pavor; com fontes diferentes indicam fala em outro idioma, diferente dos outros personagens presentes na cena.

Quando o indicador de fala é inserido na parte superior do quadrinho, indica a participação de um narrador na história. Esse recurso geralmente é empregado para situar o leitor “[...] no tempo e no espaço, indicando mudança de localização dos fatos, avanço ou retorno no fluxo temporal, expressões de sentimentos ou percepções dos personagens, etc.” (RAMA e VERGUEIRO, 2012, p.62).

As onomatopeias “[...] são signos convencionais que representam ou imitam um som por meio de caracteres alfabéticos” (RAMA e VERGUEIRO, 2012, p.62), representam recursos independentes dos balões e geralmente são desenhadas no local onde ocorre o som que estão representando.

Essa alfabetização é necessária ao leitor e também ao construtor de uma narrativa, que deve conhecer o jogo de linguagens e outros recursos que podem contribuir com o aspecto motivacional da leitura e compreensão das mensagens: “[...] questões como perspectiva, cores, claro/escuro, tonalidades de sombra e massa etc. Influenciam tanto no aspecto gráfico da página quanto na compreensão da mensagem” (RAMA e VERGUEIRO, 2012 p.54).

3.3.PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O recorte apresentado nesse trabalho é fruto de uma pesquisa que utilizou uma abordagem qualitativa, a qual apresenta um percurso investigativo de caráter exploratório pautado numa pesquisa bibliográfica associada a temática socioambiental do uso

A primeira versão dos quadrinhos, indicada na figura 2, apresenta a situação problema do uso de agrotóxicos pela sociedade moderna, por meio do diálogo das personagens Ana e Carmem.

Figura 2 – Versão 1 da HQ elaborada para realizar a problematização da situação problema.



FONTE 2: a pesquisa

Os quadrinhos buscam representar a sequência de abertura do método proposto por Fourez (2008) para construção de representações interdisciplinares: apresentação da situação problema aos construtores da representação interdisciplinar.

A análise dos quadros da figura 2 evidencia problemas com o emprego da linguagem em quadrinhos, segundo Rama e Vergueiro (2008): comunicação visual, oral e escrita não apresentam informações complementares ou contribuem para a inserção do leitor no contexto da discussão de forma a promover sua participação ativa na leitura.

Figura 3- Versão 2 da HQ elaborada para realizar a problematização da situação problema parte 1



FONTE 3: os autores

Na figura 3 evidenciamos que na reformulação inseriu-se um título a história em quadrinhos, aspecto pontuado por Rama e Vergueiro (2008) como necessário. Além disso,

ele foi elaborado com o objetivo de buscar a interação com o leitor, ao solicitar dele um posicionamento em relação a situação problema que será apresentada.

Nas figuras 4 e 5 também evidenciamos o cuidado com a integração entre as linguagem visual, escrita e oral: a expressão das personagens buscam passar a mesma mensagem que a fala.

Figura 4 - Versão 2 da HQ elaborada para realizar a problematização da situação problema parte 2



FONTE 4: os autores

Figura 5 - Versão 2 da HQ elaborada para realizar a problematização da situação problema parte 3



FONTE 5: a autora

As informações apresentadas na HQ ilustrada na Figura 2 são apresentadas nos quadros da versão 2 buscando valorizar aspectos que Rama e Vergueiro (2008) pontuam como importantes para a dialogicidade do material, tais como a utilização de palavras e imagens de forma única, favorece muito mais o aprendizado, proporcionando muito mais conexões cognitivas, do que a utilização somente de palavras.

Essa HQ pode ser empregada por professores de diferentes disciplinas para problematizar a questão socioambiental do uso de agrotóxicos na sociedade moderna. Eles podem solicitar aos alunos listarem possíveis concepções que possuem sobre a situação e como poderiam reconstruir o material, apresentando mais informações.

É importante destacar que uma HQ sozinha não informa e forma sem a adequada mediação do professor: ele precisa compreender a mensagem e propor a mobilização de conhecimentos disciplinares, caso seus alunos não possuam conhecimentos relevantes para compreender a mensagem.

3.5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A HQ busca fazer o aluno se reconhecer na narrativa ao usar um cenário cotidiano: a seleção de frutas, legumes e hortaliças numa banca de supermercado. A narrativa busca inserir o leitor em um cenário aparentemente cotidiano, no qual as personagens principais da HQ, Ana e Carmem, iniciam uma conversa sobre a aparência dos tomates, cheios de manchas, que estavam na gondola do supermercado. O jogo entre as linguagens visual e verbal buscou facilitar a compreensão da situação e motivar a dialogicidade do leitor com o material, promovendo o processamento generativo, especialmente com relação aos princípios multimídia, personalização e voz.

Os resultados sugerem que a linguagem em quadrinhos tem potencial para materializar a integração de conhecimentos disciplinares e não disciplinares, a partir de diferentes pontos de vista, mas que o emprego do Pixton requer aquisição de conhecimentos sobre o software, além daqueles relacionados a linguagem em quadrinhos: balões, estilo, etc. Além disso o software não apresenta todas as formas de balões, as expressões dos personagens e cenários apesar de possibilitar adaptações, o processo não é simples. Apesar de muitas ferramentas não permitem o emprego de todas as formas de linguagem e expressões como onomatopéias.

3.6.REFERÊNCIAS

CAMPOS, Raquel Sanzovo Pires de. O uso de textos alternativos para o ensino de ciências e a formação inicial de professores de ciências. Dissertação de mestrado apresentada a Universidade Estadual Paulista, Campus de Bauru, 2011.

ERROBIDART, Nádía Cristina Guimarães; CALHEIRO, Lisiane Barcellos. A linguagem em quadrinho como ferramenta para integração de conceitos físicos numa representação interdisciplinar. **Revista de Enseñanza de la Física**, v. 31, p. 303-310.

FERREIRA, H. M.; RAGI, T. R.; LEANDRO, Y. M. A. A coesão textual em histórias em quadrinhos: uma proposta de leitura. **Revista FSA**, Teresina, v. 16, n. 6, p. 246-264, nov./dez. 2019.

FOUREZ, Gérard. Um Método para Construir uma Ilha Interdisciplinar de Racionalidade. In: FOUREZ, Gérard; MAINGAIN, Alain; DUFOUR, Barbara. **Abordagens Didáticas da Interdisciplinaridade**. Tradução de Joana Chaves. Lisboa: Instituto Piaget, 2008.

XX GOUVÊA, Sarah Mariane Ormond de; ERROBIDART, Nádía Cristina Guimarães. **Ciências**, XI., Florianópolis, p.1-11, 2017.

JUNIOR, Wilmo Ernesto Francisco; GAMA, Elton Junior Siqueira. História em quadrinhos para o ensino de química: contribuições a partir da leitura de licenciandos. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 16, n. 1, p. 152-172, 2017.

JUNIOR, Wilmo Ernesto Francisco; UCHÔA, Adjane Maia. Desenvolvimento e avaliação de uma história em quadrinhos: uma análise do modo de leitura dos estudantes. **Educación química**, v. 26, n. 2, p. 87-93, 2015.

KUNDLATSCH, Aline; SILVEIRA, Camila. A temática soluções nas histórias em quadrinhos: análise de uma atividade desenvolvida com estudantes do ensino médio. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 9, n. 5, p. 36-55, 2018.

LEITE, Bruno Silva. Histórias em quadrinhos e ensino de química: propostas de licenciandos para uma atividade lúdica. **Revista Eletrônica Ludus Scientiae**, v. 1, n. 1, 2017.

MEIRIEU, Philippe. Avaliação das Aprendizagens Interdisciplinares. In: FOUREZ, Gérard; MAINGAIN, Alain; DUFOUR, Barbara. Abordagens Didáticas da Interdisciplinaridade. Tradução de Joana Chaves. Lisboa: Instituto Piaget, 2008.

DE BARROS, Claudia Graziano Paes. **Compreensão ativa e criadora-uma proposta de ensino-aprendizagem de leitura do jornal impresso**. São Paulo: PUC-SP, 2005. Tese de Doutorado em Linguística Aplicada e Estudos da Linguagem, Programa de Pós-Graduação em Linguística Aplicada, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2005.

RAMA, Angela; VERGUEIRO, Waldomiro; BARBOSA, Alexandre; RAMOS, Paulo. VILELA, Túlio. Como usar as histórias em quadrinhos na sala de aula. Editora Contexto, 2008

REMONATTO, Angélica et al. Leitura como atividade dialógica e seu processo de ensino-aprendizagem: um projeto com o gênero história em quadrinhos. 2013.

SANTOS, Victor João da Rocha Maia. A utilização da linguagem dos quadrinhos no ensino de Ciências da Natureza na educação básica. 2019.marães. O emprego de histórias em quadrinhos

CAPÍTULO 4 – PROPOSTA DE TEXTO ALTERNATIVO

Nesse capítulo, apresentamos uma proposta de texto alternativo empregando a linguagem de histórias em quadrinhos elaborado com base nas informações apresentadas no referencial de agrotóxicos (capítulo 2).

O texto está no formato da revista que foi submetido e aceito para publicação.

**UM TEXTO ALTERNATIVO SOBRE A TEMÁTICA AGROTÓXICO COMO
FORMA DE PROMOVER A EDUCAÇÃO AMBIENTAL
AN ALTERNATIVE TEXT ON THE AGROTOXIC THEME AS A WAY TO PROMOTE
ENVIRONMENTAL EDUCATION
AN ALTERNATIVE TEXTO EN EL AGROTÓXICAS TEMA COMO A FORMA DE
PROMOVER LA EDUCACIÓN AMBIENTAL**

Luana Cristina Avelino¹

Nádia Cristina Guimarães Errobidart²

Daniele Correia³

RESUMO: Como síntese de um percurso de investigação interdisciplinar, pautado no método de Ilhas de Racionalidade Interdisciplinar, as pesquisadoras propõem um texto alternativo, que aborda o tema agrotóxicos de forma interdisciplinar na Educação Ambiental. Entendemos que o uso do texto alternativo, no contexto da sala de aula, pode suscitar processos reflexivos por parte dos professores e alunos sobre esse tema pertinente da sociedade moderna.

PALAVRAS CHAVES: agrotóxicos; texto alternativo; Educação Ambiental.

ABSTRACT: As a synthesis of an interdisciplinary path, based on the Interdisciplinary Islands of Rationality method, the researchers propose an alternative text that addresses the topic of pesticides in an interdisciplinary way in Environmental Education. We understand that the use of an alternative text, in the context of the classroom, may provoke reflective processes on the part of teachers and students regarding this pertinent theme of modern society.

KEY WORDS: pesticides; alternative text; Environmental Education.

RESUMEN: Como síntesis de un camino interdisciplinario, basado en el método Islas Interdisciplinarias de Racionalidad, los investigadores proponen un texto alternativo que aborda el tema de los plaguicidas de manera interdisciplinaria en Educación Ambiental. Entendemos que el uso de texto alternativo, en el contexto del aula, puede provocar procesos de reflexión por parte de docentes y alumnos sobre este tema pertinente de la sociedad moderna.

PALABRAS CLAVE: plaguicidas; texto alternativo; Educación Ambiental.

¹ Luana Cristina Avelino – Graduada em Licenciatura em Química pela Universidade Federal da Grande Dourados, mestranda em Ensino de Ciências pela Universidade Federal do Mato Grosso do Sul . e-mail: luanac443@gmail.com

² Nádia Guimarães Errobidart – Licenciatura Plena em Física com Doutorado em Educação. Docente da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, curso de Física Licenciatura e Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências. e-mail: nadia.guimaraes@ufms.br

³ Daniele Correia– Licenciada em Química e Doutora em Educação em Ciências. Docente da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, curso de Química Licenciatura e Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências. e-mail: d.correia@ufms.br

INTRODUÇÃO

“A Dimensão Ambiental da Educação”, como propôs Mauro Guimarães à décadas atrás continua ser referência de temática a ser incorporado ao estudo dos “[...] problemas e conflitos relativos às nossas ações e à nossa própria presença no planeta” (OLIVEIRA, 2007, p. 105).

Apesar do tempo decorrido, a importância dessa proposta para se pensar a Educação Ambiental (EA) e a formação de professores, deve-se ao fato de que as questões levantadas pelo autor são atuais se considerarmos as mazelas sociais do mundo em que vivemos e a conexão entre humanidade e natureza, como pontua a professora Michele Sato.

Humanidade e natureza estão conjugadas, pertencentes, ainda que o capital talvez quisesse ser excludente, na tessitura do poder humano controlando tudo, e até a nomenclatura revela isso: ‘recursos naturais’; ‘capital natural’; economia verde’. Para refletir sobre isso, e além, o livro traz outras perguntas que desvelam a essência da EA: ‘o que é EA, para que e como fazê-la’ são as chaves que conduzem a tessitura da obra totalmente atualizada hoje, pela consistências de seus exemplos, pela elaboração das ideias conectadas que vazam a temporalidade e espacialidade, dando um caráter de permanência (SATO, 2020, p 11-12).

O texto de edição comemorativa, traz declaração da professora Michele Sato e de muitos outros educadores ambientais sobre o caminho trilhado pela Educação Ambiental (EA) nessas duas décadas de trabalhos, em diferentes regiões do Brasil, recuperando a ideia de que:

A educação ambiental deve se debruçar sobre a natureza dos problemas socioambientais que se encontram na crítica ao atual modelo de sociedade. Procura defender uma proposta de educação ambiental crítica, que se realiza em processos educativos que vão além dos muros das escolas (GUIMARÃES, 2007, p. 85).

A discussão promovida pela EA ganhou espaço como campo de construção de conhecimentos, e muitas das pesquisas desenvolvidas sobre os mais diferentes problemas socioambientais - e são muitos - contribuíram para o desenvolvimento de atividades relacionadas aos processos de ensino e aprendizagem, dentro da escola e fora dela.

Podemos indicar que as atividades na educação básica, que exploram questões ambientais iniciaram timidamente, e geralmente estavam inseridas no contexto da abordagem conceitual de conhecimentos disciplinares de Biologia e Ecologia (VALDANHA NETO e KAWASAKI, 2015). E, apesar de ganharmos outros espaços para discussão, “os problemas socioambientais locais e globais” não são tão diferentes depois de todo esse tempo, visto que continuam refletindo nosso “[...] modelo de sociedade e sua forma de estabelecer relações com o meio” (GUIMARÃES, 2007, p. 88). Permanecemos, portanto, vivenciando uma grave crise socioambiental, apesar das muitas batalhas vencidas.

Diante da crise que persiste, a qual é em alguns aspectos mais grave do que antes, a importância desses novos espaços de discussão que visam promover uma educação ambiental em todas as disciplinas escolares é inquestionável. Todos os professores precisam capacitar-se para discutir com seus alunos questões socioambientais, conforme aponta a Diretriz Curricular Nacional de Educação Ambiental, aprovada em 2012.

Para ressaltar, por exemplo, aspectos do cotidiano das pessoas como possíveis consequências do crescente uso de agrotóxicos pela sociedade moderna é uma temática sobre qualidade dos alimentos que pode ser abordada por todos os professores. No entanto, consideramos que existe “[...] uma sensação de insegurança do(a) professor(a), gerada pela sua formação específica, que não contempla, obviamente, os amplos aspectos da temática ambiental” (OLIVEIRA, 2007, p. 106). Além da insegurança relacionada ao processo de formação de professores e como eles abordam a questão ambiental, destacamos ainda que também contribui para essa sensação de fragilidade conceitual o fato de a educação ambiental ser interdisciplinar. O professor, ao abordar uma temática ambiental, deve ultrapassar as fronteiras disciplinares e buscar a construção de um conhecimento interdisciplinar sobre temas ambientais.

No caso de um tema socioambiental como agrotóxicos, é possível explorar conhecimentos disciplinares da química, geografia e história, por exemplo. Além disso, a EA está relacionada à discussão de questões sociais, políticas, econômicas, conceituais, de saúde pública, segurança alimentar e de caráter ambiental. Essas questões perpassam toda sociedade, desde os produtores no campo aos consumidores de produtos agrícolas na cidade (FERNANDES E STUANI, 2015).

Compartilhando o entendimento da dificuldade pontuada por Oliveira (2007), esse trabalho apresenta um texto alternativo, elaborado com o objetivo de auxiliar professores da educação básica na promoção de discussões que favoreçam a EA. Apresentamos nele uma discussão sobre o uso de agrotóxicos na sociedade moderna, integrando-a numa abordagem conceitual de conhecimentos explorados em disciplinas da educação básica, como as de geografia, química, biologia e física, por exemplo.

Esse texto alternativo foi planejado e construído pelas autoras, no contexto de um processo investigativo pautado no método de Ilhas de Racionalidade Interdisciplinar, IRI (MAINGAIN, DUFOUR e FOUREZ, 2008), composto por etapas não sequenciais, as quais são discutidas no tópico seguinte.

1. O MÉTODO DE ILHAS DE RACIONALIDADE INTERDISCIPLINAR

O texto alternativo apresentado neste artigo é resultado de um processo investigativo que busca promover a interdisciplinaridade pela interdisciplinaridade, orientada pelas etapas do método de Ilhas de Racionalidade Interdisciplinar (IRI) segundo a proposição de Fourez em Maingain, Dufour e Fourez (2008). Essa escolha levou em consideração que: uma construção disciplinar não seria eficiente para promover a discussão sobre a temática complexa dos agrotóxicos; nenhum método disciplinar seria adequado para integração de ideias que não estão contempladas na sua matriz de conhecimentos.

Além disso, o uso de agrotóxico na sociedade moderna representa uma situação complexa, fortemente defendida por grupos alicerçados no ponto de vista de defesa de agronegócios e rebatida por ambientalistas, por exemplo. Esse lado contraditório justifica a construção de um texto alternativo que almeja promover uma discussão a partir de diferentes lentes e conhecimentos disciplinares.

O método empregado para construção do texto alternativo, é composto etapas que apresentam a formalização de uma prática investigativa interdisciplinar que está situada “[...] num plano mais epistemológico e [...] ligado a uma atividade de pesquisa: ele visa a construção de uma representação interdisciplinar, pelo recurso de uma metodologia transferível para uma larga gama de situações e questionamentos” (MAINGAIN, DUFOUR e FOUREZ, 2008, p. 119).

Essa atividade de pesquisa iniciou-se pela negociação e problematização de uma situação problema identificada pelas construtoras: “Como abordar o uso de agrotóxicos na sociedade moderna, promovendo a integração de conceitos disciplinares e não disciplinares?”. Finalizou-se com a proposição do texto alternativo apresentado nesse artigo, o qual materializa a síntese final ou representação complexa do percurso investigativo promovido pelo método de IRI.

Entre essas duas etapas limites, que demarcam o início e o fim de um processo investigativo, realizamos o levantamento de ideias que poderiam ser consideradas no processo. Listamos as possibilidades de abordar a temática agrotóxicos na sociedade moderna, numa perspectiva de promover a construção de conhecimentos no contexto da educação básica. Fourez (2008) denomina essa etapa de *clichê*, ou levantamento das primeiras concepções sobre o assunto.

Em seguida, avaliamos cada uma dessas ideias tomando como referência aspectos condicionantes como as orientações da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e outros valores e normas explícitas e implícitas numa discussão de um tema socioambiental controverso, como é o caso de agrotóxicos e da temática sobre seu uso nos dias atuais (panorama espontâneo).

A avaliação dessas ideias igualmente considerou alguns dos conhecimentos disciplinares que entendemos como necessários para a construção do texto alternativo, planejado para evidenciar a mobilização e integração deles, visando a educação ambiental. Do mesmo modo, avaliamos a viabilidade de apresentar informações que possibilitassem aos destinatários, professores da educação básica, utilizá-lo como um texto suplementar ao livro didático.

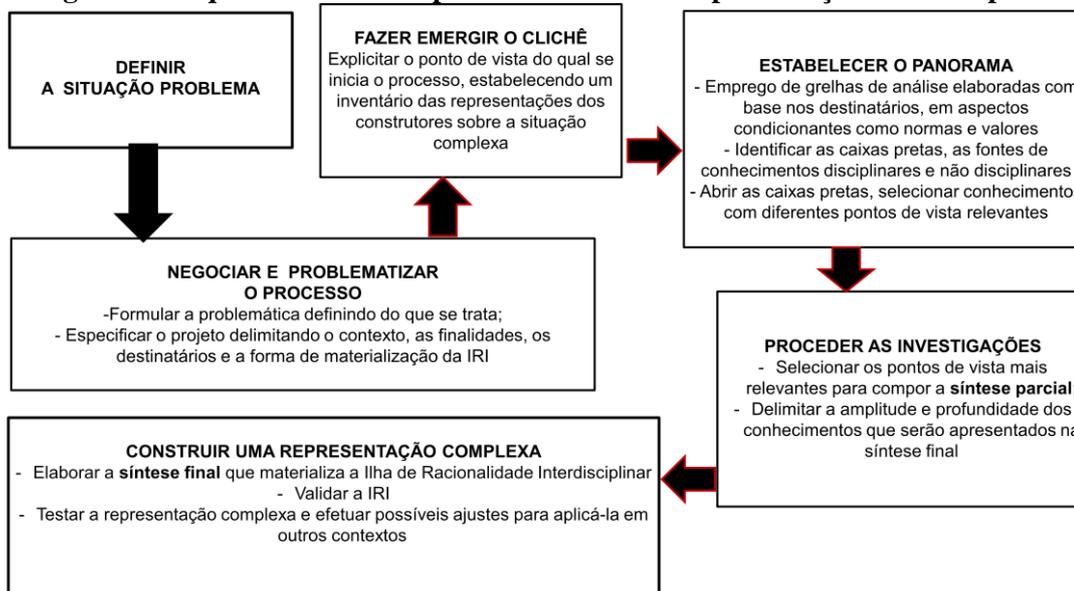
O panorama espontâneo é uma das etapas que permanece sem uma conclusão definitiva, e que geralmente é marcada por idas e vindas no percurso investigativo. Isso se justifica pelo fato de ser nesse estágio do percurso que os construtores elaboram uma modelização intermediária ou síntese parcial da representação interdisciplinar que pretendem construir. Nela, elaboramos “[...] o conjunto de **dados que poderiam ser tomados em conta**, enquanto a etapa seguinte visa selecionar e hierarquizar **aqueles que se vão efetivamente tomar em consideração**” (MAINGAIN, DUFOUR e FOUREZ, 2008, p.96, grifo dos autores).

De todos os dados coletados, selecionamos para levar em conta efetivamente, nesse artigo, alguns fundamentos que, a nosso ver, propiciam a integração de conhecimentos disciplinares explorados em geografia, química e física, e outros não disciplinares que podem promover a educação ambiental, relacionados aos aspectos sociais, políticos e econômicos.

Identificado os conhecimentos que comporiam o texto alternativo, iniciamos o processo investigativo para ampliar e aprofundar os conhecimentos selecionados, realizando uma busca por artigos científicos que possibilitassem “descobrir os princípios disciplinares e elaborar uma **representação complexa** ou **síntese final**” como sugere Maingain, Dufour e Fourez (2008, p. 103, grifo dos autores).

Na figura 6 apresentamos um esquema do processo investigativo que resultou na construção da representação interdisciplinar sobre agrotóxicos. Após vivenciado o percurso investigativo que se inicia pela definição da situação problema e negociação do processo o passo seguinte concretiza o mapeamento das concepções dos alunos sobre “do que se trata?”. Feito isso se estabelece o planejamento do projeto e inicia a construção de uma representação interdisciplinar, elaborou-se a síntese final como um texto alternativo.

Figura 6 - Esquema do método para construir uma representação interdisciplinar



FONTE 6: as autoras

Antes de apresentarmos o texto alternativo, consideramos importante discorrer sobre alguns dos condicionantes considerados na escolha do tema, sobre os conhecimentos disciplinares que comporiam a síntese final, e ainda sobre a escolha da forma de materialização da síntese final.

2. A ESCOLHA DA TEMÁTICA AGROTÓXICO

Além da complexidade e atualidade do tema agrotóxico em contexto nacional, levamos em consideração que o Estado de Mato Grosso do Sul é um grande consumidor desses produtos ou substâncias fitossanitárias, visto que ocupa uma posição de destaque como produtor de grãos no país.

Apesar de ser pensada para um cenário específico, é importante pontuar que o texto alternativo pode ser empregado em outros contextos do território nacional. Como desde 2008 o Brasil ocupa o primeiro lugar em consumo de agrotóxicos no mundo, podemos considerar o uso de agrotóxico uma temática nacional, permeada de conflitos resultantes da relação entre a produção de alimentos com o desenvolvimento econômico e a preservação do meio ambiente para manutenção da vida na Terra.

Destacamos ainda que uma abordagem disciplinar ou interdisciplinar, pautada na discussão do tema agrotóxico e buscando a EA, não é representativa apenas para alunos, filhos de pequenos ou grandes agricultores, moradores de áreas rurais. Sem dúvida esses estão em

contato direto ou indireto com os agrotóxicos, seja trabalhando na aplicação de produtos nas lavouras ou acompanhando o andamento dos processos de pulverização realizados por outras pessoas. Discutir sobre os aspectos positivos e negativos do uso de agrotóxicos na produção de alimentos é importante também para os alunos das áreas urbanas, consumidores dos alimentos cultivados nas áreas rurais com o uso de agrotóxicos. Com um risco menor, eles também estão sujeitos a intoxicação ou envenenamento por produtos fitossanitários, legais ou ilegais, usados de maneira inadequada, para aumentar a qualidade e produtividade nas lavouras.

A discussão de questões socioambientais, nos contextos de sala de aula, tais como as relacionadas à temática do uso de agrotóxicos na sociedade moderna, está presente em diferentes documentos oficiais.

A Política Nacional de Meio Ambiente e a Constituição da República Federativa do Brasil e a Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA), pela Lei nº 9.795/99, por exemplo, definem a necessidade da conscientização e sensibilização dos alunos quanto às questões ambientais para a construção de valores sociais, atitudes, conhecimentos, e competências voltadas à conservação do meio ambiente (BRASIL, 1999). A educação ambiental é apresentada nesse documento como um componente essencial e permanente da educação nacional, devendo estar presente, de forma articulada, em todos os níveis e modalidades do processo educativo, em caráter formal e não-formal (BRASIL, 1999, Art. 2º), propondo a interdisciplinaridade ou a transversalidade. Tais orientações foram reafirmadas nas Diretrizes Nacionais da Educação Ambiental (2012).

Como parte das orientações curriculares produzidas no Brasil para a EA, os Parâmetros Curriculares Nacionais para o ensino médio, o PCN+ (BRASIL, 2002) são documentos que apresentam temas e formas de abordagens para o trabalho do professores, embora quando comparadas com as evidenciadas no documento do ensino fundamental, elas ocorrem em menor quantidade. Nesses dois documentos “[...] as incursões por uma abordagem mais crítica da Temática Ambiental (TA) são ainda muito tímidas devido à falta de aspectos sociais e políticos nas orientações relativas à TA” (VALDANHA NETO e KAWASAKI, 2015, p. 491).

Na Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2017), evidenciamos a defesa de que os alunos precisam ser capacitados a utilizar diferentes linguagens para argumentar e atuar criticamente frente a questões contemporâneas como os problemas ambientais.

Na textualização de uma das competências específicas para a disciplina de geografia, por exemplo, sinaliza-se a importância de “[...] construir argumentos com base em informações

geográficas, debater e defender ideias e pontos de vista que respeitem e promovam a consciência socioambiental e o respeito à biodiversidade” (BRASIL, 2017, p. 366).

A promoção da consciência socioambiental é também indicada como competência específica de outras disciplinas, de outras áreas do conhecimento, no contexto do ensino fundamental e médio.

Utilizar diferentes linguagens (artísticas, corporais e verbais) para exercer, com autonomia e colaboração, protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva, de forma crítica, criativa, ética e solidária, defendendo pontos de vista que respeitem o outro e promovam os Direitos Humanos, a consciência socioambiental e o consumo responsável, em âmbito local, regional e global [...] No Ensino Médio, pretende-se que os estudantes **ampliem o uso das linguagens de maneira crítica, levando em conta um aprofundamento** da análise do funcionamento das diversas semioses para produzir sentidos. Os estudantes devem utilizar diferentes linguagens de maneira posicionada, assumindo uma ética solidária que respeite as diferenças sociais ou individuais e promova os Direitos Humanos, a **consciência socioambiental** e o consumo responsável, em âmbito local, regional e global. (BRASIL, 2017, p. 490-493, grifo nosso).

A forma como essas competências são apresentadas explicita a proposta da BNCC de aprofundar e ampliar as discussões iniciadas no ensino fundamental, conforme destacado no trecho da citação anterior. Além da consciência socioambiental, evidenciamos na competência 3, de ciências humanas e sociais aplicadas no ensino médio, por exemplo, que a ação realizada no contexto de sala de aula também deve buscar a promoção da ética socioambiental.

Analisar e avaliar criticamente as relações de diferentes grupos, povos e sociedades com a natureza (produção, distribuição e consumo) e seus impactos econômicos e socioambientais, com vistas à proposição de alternativas que respeitem e **promovam a consciência, a ética socioambiental** e o consumo responsável em âmbito local, regional, nacional e global (BRASIL, 2017, p. 554, grifo nosso).

Concordamos com Sakamoto (2020) que o desafio proposto tanto para o ensino fundamental como para o médio é notável, pois nos dois casos temos um processo complexo.

O desafio é grande, pois o desenvolvimento da consciência socioambiental é um processo complexo: abarca o comportamento humano e a visão de meio em que se vive. Faz-se necessário desenvolver a autonomia de pensamento e de atitudes dos sujeitos, ou seja, ao atingir a consciência do comportamento humano, com as atitudes e valores adotados pelos indivíduos e optar por escolhas de modos de vida constrói-se a sua própria identidade. O desenvolvimento desta autonomia esbarra na conjuntura mundial globalizada, com o forte estímulo para padrões de vida consumistas. Podemos concluir, na atualidade, que o modelo neoliberal, na perspectiva econômico-financeira global, com seus pressupostos éticos e padrões de produção e consumo intensificam a crise socioambiental. Presenciamos hoje o consumismo, a evolução das alterações climáticas, a escassez hídrica, o empobrecimento dos solos e a destruição da biodiversidade, a fome, a miséria, a desigualdade social, [...] O ensino de Geografia pode refletir acerca destes desafios e

contribuir para conservação e preservação dos recursos naturais; promover o progresso do desenvolvimento social, resgatando valores como a solidariedade e a coletividade, reavaliando os padrões de consumo para estilos de vida mais sustentáveis com o desenvolvimento da consciência socioambiental dos estudantes (SAKAMOTO, 2020, p. 54-55).

A conjuntura mundial globalizada e o contexto econômico-financeiro provavelmente podem falar mais alto numa discussão que busque refletir sobre os padrões de produção e consumo que sinalizam essa temática socioambiental: uso de agrotóxicos pela sociedade moderna. Entretanto, independentemente do tamanho do desafio, é preciso tentar, pois desde que o Brasil começou a ocupar o primeiro lugar no ranking mundial de consumidores de agrotóxicos, evidenciamos relatos de problemas socioambientais que ocasionam a escassez de recursos hídricos, o empobrecimento dos solos antes férteis e a destruição da biodiversidade.

É preciso discutir o aspecto contraditório dessa questão que, sem dúvidas, apresenta relevância social e educacional, conforme pontuado anteriormente. Essa discussão pode mobilizar conhecimentos que sinalizem aspectos positivos sobre o uso de agrotóxicos associados ao desenvolvimento econômico e ao aumento e qualidade da produção de alimentos. Do mesmo modo, pode também promover a discussão da consequência disso para os meios ambientais, tais como a poluição de solos e rios pelo uso indiscriminado de agrotóxicos, além de problemas relacionados com à saúde pública, como intoxicação e doenças.

Essa discussão é muito oportuna no momento atual, em que muitos Estados da federação estão vivenciando a construção do Referencial Curricular da Rede Estadual de Ensino, buscando contemplar as orientações da BNCC. É o que está acontecendo no Mato Grosso do Sul (MS), desde que a secretaria de educação do MS disponibilizou a versão final do Currículo de referência de Mato Grosso do Sul: educação infantil e ensino fundamental. Nesse momento, estamos vivenciando as discussões para construção do documento do ensino médio.

No caso do Currículo de referência de MS, evidenciamos a indicação de que a escola precisa se transformar em

[...] Espaços Educadores Sustentáveis, ou seja, em espaços que mantêm uma relação equilibrada com o meio ambiente e compensam seus impactos com o desenvolvimento de tecnologias apropriadas, de modo a garantir qualidade de vida para as gerações presentes e futuras. [...] a modificação no currículo pressupõe **a inserção da Educação Ambiental no Projeto Político Pedagógico da escola, de forma interdisciplinar** e transdisciplinar, para promoção de sujeitos críticos, éticos e pautados em atitudes sustentáveis (MATO GROSSO DO SUL, 2019, p. 39, grifo nosso).

O documento sugere que o currículo é o caminho para a inserção da EA e sua construção é uma responsabilidade da escola a partir da proposição de uma ação interdisciplinar no Projeto Político Pedagógico.

Consideramos importante fechar essa discussão sobre esses elementos norteadores do percurso investigativo, no caso a BNCC e o referencial curricular do Estado, mencionando o destaque dado à prática interdisciplinar no documento local, o Currículo de referência de Mato Grosso do Sul⁴. Nele identificamos 246 menções relacionadas à ação interdisciplinar (pesquisa interdisciplinar, aprendizagem interdisciplinar, trabalho interdisciplinar, modo interdisciplinar, forma interdisciplinar, projeto interdisciplinar).

Tal quantitativo é muito superior ao identificado na BNCC, na qual constatamos apenas três menções, sendo as duas primeiras vinculadas à possibilidade de ampliação de conhecimentos. Uma delas por meio de “trabalhos de natureza interdisciplinar” (BRASIL, 2017, p. 244), referindo-se a práticas de leitura em inglês que podem utilizar poemas ou peças de teatro, por exemplo. A outra, referindo-se a uma possibilidade de estudo interdisciplinar numa unidade temática da matemática, visto que possibilita abordar “[...] dimensões culturais, sociais, políticas e psicológicas, além da econômica, sobre as questões do consumo, trabalho e dinheiro” (BRASIL, 2017, p. 269).

A terceira menção, segundo nosso ponto de vista, explica a diferença nesse quantitativo relacionado a interdisciplinaridade, identificada na BNCC e no currículo de referência de MS: ao pontuar as relações existentes e como são suplementares os papéis desempenhados por esses documentos, a BNCC delega ao estado a proposição de decisões para assegurar as aprendizagens tidas como essenciais, que “[...] só se materializam mediante o conjunto de decisões que caracterizam o currículo em ação” (BRASIL, 2017, p. 16).

São essas decisões que vão adequar as proposições da BNCC à realidade local, considerando a autonomia dos sistemas ou das redes de ensino e das instituições escolares, como também o contexto e as características dos alunos. Essas decisões, que resultam de um processo de envolvimento e participação das famílias e da comunidade, referem-se, entre outras ações, a [...] decidir sobre **formas de organização interdisciplinar dos componentes curriculares** e fortalecer a competência pedagógica das equipes escolares para adotar estratégias mais dinâmicas, interativas e colaborativas em relação à gestão do ensino e da aprendizagem (BRASIL, 2017, p. 16).

Parece ser coerente delegar aos sistemas ou redes de ensino a responsabilidade de decidir sobre como deve ocorrer a integração dos conhecimentos disciplinares numa das

⁴ https://www.sed.ms.gov.br/wp-content/uploads/2020/02/curriculo_v110.pdf

unidades temáticas ou em temas que perpassem as três - Matéria e energia, Vida e evolução, Terra e universo. Da mesma forma, consideramos coerente o documento local sinalizar, segundo sua realidade, como irá promover a interdisciplinaridade.

Em comum, esses documentos norteadores do ato didático apresentam a indicação da necessidade de se discutir questões e problemas socioambientais em uma das suas competências específicas da geografia.

Na BNCC, verificamos essa indicação ao mencionar o estudo de geografia como [...] uma oportunidade para compreender o mundo em que se vive, na medida em que esse componente curricular aborda as ações humanas construídas nas distintas sociedades existentes nas diversas regiões do planeta” (BRASIL, 2017, p. 359). Nos dois documentos, essa preocupação é descrita numa competência específica: “Agir pessoal e coletivamente com respeito, autonomia, responsabilidade, flexibilidade, resiliência e determinação, propondo ações sobre as questões socioambientais, com base em princípios éticos, democráticos, sustentáveis e solidários” (BRASIL, 2017, p. 366; MATO GROSSO DO SUL, 2019, p.651).

Diante desse cenário e da avaliação de condicionantes como essas diretrizes que sinalizam a possibilidade da discussão de questões socioambientais e respeitando características locais, elaboramos o texto alternativo apresentado no tópico seguinte sobre agrotóxicos.

Corroboramos Santos e Oliveira (2015) ao afirmarem que a Educação Ambiental é uma ferramenta para diminuir os problemas ambientais causados pelo ser humano e que um desses danos é o uso excessivo de agrotóxicos. Eles causam desequilíbrios que ameaçam o futuro do planeta e, diante dessa situação problema, “torna-se indispensável uma educação voltada ao relacionamento humano com o ambiente em que vive” (SANTOS e OLIVEIRA, 2015, p. 138).

Essa temática geralmente é explorada junto de conhecimentos disciplinares da química, a partir das formulações dos agrotóxicos, promovendo uma discussão sobre os modelos atômicos, as propriedades da tabela periódica, ligações químicas, representações moleculares, funções orgânicas, propriedades físico-químicas dos agrotóxicos, soluções etc. (BRAIBANTE e ZAPPE, 2012; CASSIANO e MELO, 2014; BUFFOLO e RODRIGUES, 2015).

Ressaltamos, entretanto, que ela pode ser desenvolvida numa perspectiva que proporciona a interdisciplinaridade em sala de aula (FERNANDES E STUANI, 2015), junto a conhecimentos de química e que possibilitem, por exemplo, uma reflexão sobre a utilização do solo e da água na agricultura, como sugerido na disciplina de Geografia.

No Currículo de Referência de Mato Grosso do Sul, a temática agrotóxico pode ser integrada no contexto de objetos de conhecimento da Geografia como “Paisagens naturais e

antrópicas em transformação” e “impactos da atividade humana”, contemplando assim o tema contemporâneo Educação Ambiental.

Podemos discutir sobre o uso do solo para produção agrícola e a necessidade de correção dada a acidez característica do cerrado, e “identificar os cuidados necessários para utilização da água na agricultura [...] de modo a garantir a manutenção do provimento de água potável” (MATO GROSSO DO SUL, 2019, p.660).

Essa discussão sobre a garantia da água potável e como isso está sendo afetado pelo uso de agrotóxicos no contexto local e nacional, impacto da atividade humana sobre o meio, é o ponto de vista que destacamos nessa representação interdisciplinar sintetizada na forma de texto alternativo.

3. O TEXTO ALTERNATIVO

Neste estudo, adotaremos a expressão “texto alternativo” para referência a um texto que não o livro didático: textos poéticos, literários, jornalísticos, humorísticos, originais científicos, entre outros. Por exemplo, uma história em quadrinhos será considerada como texto alternativo quando não inserida em uma proposta didática específica do referido livro.

O texto alternativo será compreendido como um texto que, vinculado ao conteúdo didático, suplementa e aprofunda os conceitos ou temas desenvolvidos pelo professor e, apesar de não possuir uma destinação didática como função prioritária, possa ser utilizado para fins didáticos, desde que revisado quanto à adequação ao ambiente escolar. Eles podem ter as mais diversas origens e serem encontrados na divulgação científica, nos jornais, na literatura clássica, na literatura científica, etc, e poderiam ainda ser elaborados pelos próprios professores, como é o caso do nosso texto alternativo, elaborado pelas autoras deste manuscrito.

O texto foi elaborado com o objetivo de conduzir um percurso investigativo para ampliar a discussão sobre a temática apresentada na problematização, no caso o uso de agrotóxico na sociedade moderna, almejando uma reflexão que contribua para a Educação Ambiental.

Para incentivar a reconstrução da representação interdisciplinar os tópicos do texto alternativo evocam o leitor a participar de uma reconstrução alicerçada nas etapas do método de IRI. Essa reconstrução pode ser realizada na forma de linguagem de quadrinhos, cuja construção e leitura das histórias é sustentada como metodologia alternativa para ensino de Ciências (YAMAZAKI e YAMAZAKI, 2006). Outros estudos compartilham desta compreensão, adotando a história (contos, história em quadrinhos etc.) como instrumento

auxiliador nos processos de ensino e de aprendizagem em Ciências (FREITAS e RODRIGUES, 2005; GIESTA, 2002).

Iniciamos a discussão a partir de uma problematização elaborada com a utilização de algumas das tirinhas elaboradas por Alves (2014) para discutir uma situação problema da região Centro Oeste, em particular do Estado de MS.

A mensagem contida nas tirinhas e as informações apresentada nesse tópico podem ser empregadas por um professor de Geografia ou de Biologia, para discutir o Cerrado, sua fauna e flora. O ponto de vista apresentado por Alves (2014) pode ser explorado, pois incentiva o leitor a refletir sobre como a ação do homem mudou a paisagem do Cerrado.

Nos tópicos seguintes do texto alternativo, materializamos um exemplo das demais etapas do método de IRI. Apresentamos um exemplo do que Fourez (2008) denomina de etapa clichê em “O que sabemos sobre? Indicamos questões que podem ser exploradas na reconstrução da representação interdisciplinar e as questões que materializamos nesse texto alternativo.

Se a opção do professor for a reconstrução da representação interdisciplinar, buscando aprofundar ou ampliar a discussão dos conhecimentos ali integrados, uma possibilidade sugerida por Fourez (2008) é retornar à consulta aos especialistas e especialidades. Em outras palavras, sugerimos realizar a leitura dos artigos referenciados nesse trabalho e buscar neles, novas informações para produzirem um nova representação interdisciplinar sobre a temática.

Na etapa do panorama espontâneo decidimos que no texto alternativo apresentado nesse trabalho seria interessante apresentamos a integração de conhecimentos disciplinares da Geografia, Química e Educação ambiental.

Eles representam as caixas pretas que abrimos na etapa do percurso investigativo ou pesquisa bibliográfica sobre a temática. As informações aqui apresentadas foram coletadas em fontes validadas no contexto acadêmico: resultados de trabalhos científicos. Além disso, apresentamos conhecimentos não disciplinares, específicos da área técnica, como leis e relatórios elaborados por especialistas. emas numa linguagem que fosse acessível aos leitores.

4.1 A PROBLEMATIZAÇÃO

O Cerrado é o bioma que ocupa a maior parte do território da região Centro Oeste e é considerado uma grande caixa d'água, tal como indicado na Figura 2.

Figura 2 - O Cerrado como fonte de água



FONTE 2: adaptada de (ALVES, 2014, p. 125)

O Cerrado é o segundo maior bioma do Brasil, perdendo apenas para o da Amazônia, que também é uma preciosa fonte de água e importante para todo o país. Esse importante bioma rico em água, está mudando de paisagem devido à ação do homem sobre o meio ambiente.

Para aumentar a produção de alimentos, o homem, usufruindo da evolução científica e tecnológica, adentrou a paisagem do Cerrado com suas máquinas e desmatou grandes áreas como indica a tirinha da Figura 3. Essa paisagem mudou muito nos últimos 50 anos, e está cada vez mais difícil ouvir “João-bobo” cantar, vê-lo pousado em galhos de árvores nativas do nosso Cerrado.

Figura 3 - A ação do homem no Cerrado



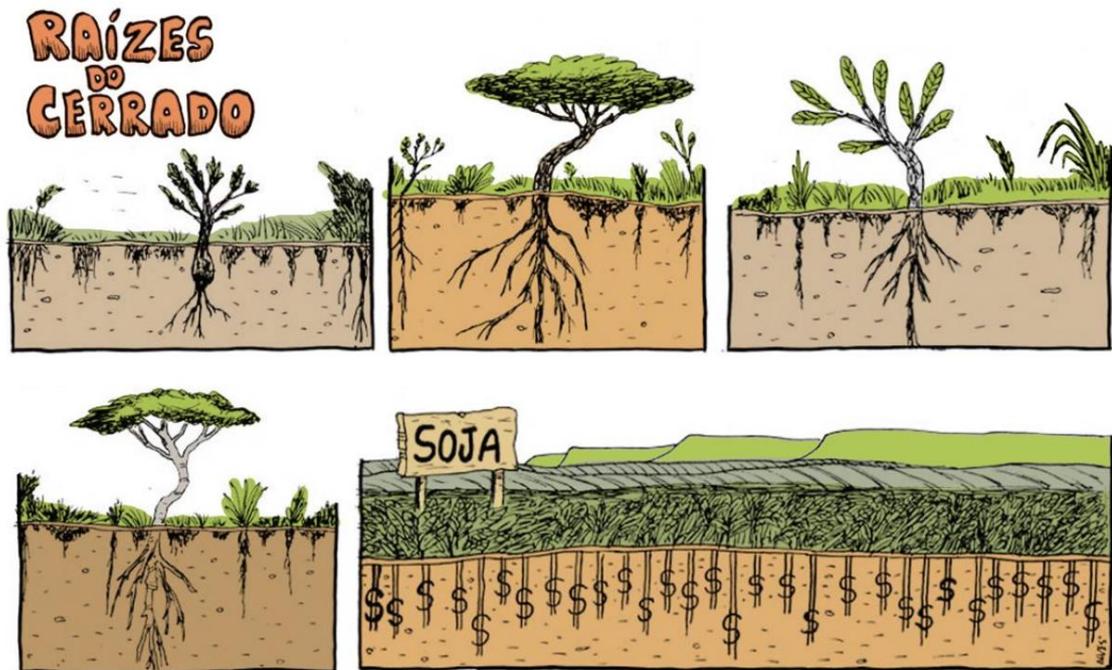
FONTE 3: adaptada de (ALVES, 2014, p 105)

O verde das lavouras de soja ou milho é a cor predominante desta nova paisagem do Centro Oeste, transformada pela ação do homem, com suas máquinas e produtos químicos. Ele rapidamente substituiu a vegetação nativa do Cerrado por grandes áreas para cultivar grãos como o de soja.

Pilotando suas máquinas, os homens adentraram os campos derrubando a vegetação nativa, coberta de espécies de arbóreo-arbustivo, para preparar a terra para receber os mais diferentes grãos. Dessa forma, produzem alimentos para o Brasil e para o mundo.

Os pés de pequi e guariroba são raros nas margens das rodovias que cortam as grandes lavouras de soja, milho ou outra cultura de grãos que predominam nessa nova paisagem. Outras raízes ocupam esses solos, como ilustrado na Figura 4.

Figura 4 - As novas raízes do Cerrado



FONTE 4: ALVES (2014, p. 122).

Mas tudo tem um preço! Para transformar esses campos em áreas produtivas, foi preciso interferir no meio ambiente. Os animais que habitavam esses campos do Cerrado tiveram que mudar de casa e hábitos alimentares, assim como alguns dos homens que ali viviam e plantavam alimentos para subsistência própria e de sua família.

4.2 O QUE SABEMOS SOBRE ?

A problematização incentiva a discussão sobre a ação dos homens na paisagem do Cerrado. Sobre como ele usou máquinas e agrotóxicos para preparar a terra ácida desse bioma em solos bons para o plantio de grãos. Chama atenção também para o preço cobrado pelo meio ambiente e como isso pode afetar a garantia de água potável.

Ao ler esse tópico de problematização como você percebeu a mensagem apresentada na tirinhas? O que sabemos sobre o Cerrado? Como ele era? O que mudou? Qual a importância de produzirmos alimentos, em grande quantidade? O uso de agrotóxicos nas lavouras representa algum risco? Já estudamos sobre isso em alguma disciplina? Quais são suas dúvidas sobre o uso de agrotóxicos na sociedade moderna?

4.3 A PAISAGEM DO CERRADO ESTÁ MAIS VERDE

O Brasil se destaca no contexto mundial como um grande produtor de grãos de soja e outros alimentos, que são exportados para outros lugares do planeta, para alimentar pessoas em diferentes continentes. A região Centro Oeste, por exemplo, contribui muito para que o país ocupe essa posição de destaque no cenário nacional, mas para isso ela foi totalmente transformada pela ação do homem. Eles orgulhosamente sugerem que transformaram uma terra estéril em celeiro do mundo. Será mesmo?

Que a paisagem mudou é inquestionável: árvores nativas como pé de pequi, araticum e tantas outras, deram lugar ao verde das intermináveis lavouras de soja. Seria fácil confirmar isso se fosse possível realizarmos uma viagem de carro, com uma trajetória que cortasse os três Estados da Região Centro Oeste, escolhida de forma que passasse por áreas originalmente ocupadas pelo Bioma do Cerrado.

Se o objetivo da viagem era apreciar a paisagem, a fauna e a flora do segundo maior bioma brasileiro, menor apenas que o Bioma da Floresta Amazônica, talvez nos decepcionaríamos com o que hoje podemos ver pela janela do carro.

O verde predominante é o das plantações de soja e milho, e o vermelho é da terra sendo removida pelas muitas máquinas que preparam o solo para uma nova safra. Ou, na pior das paisagens possíveis, vemos a fumaça das queimadas, ainda muito utilizadas para limpar as áreas de plantio, para posterior preparo com máquinas.

Existe uma grande probabilidade de que muito pouco veremos da vegetação nativa do cerrado: estratos arbóreos e arbustivo herbáceo, distribuídos aleatoriamente sobre o terreno. É cada vez mais raro ver a mata seca, o cerradão, as formações savânicas, o parque de cerrado, o palmeiral e a vereda, entre outras paisagens desse bioma. Ele,

[...] é composto por um rico mosaico de fitofisionomias, variando desde áreas abertas onde predominam gramíneas e pequenos arbustos até florestas, o avanço sobre as matas (aproximadamente 32% do bioma) foi experimentado em época anterior à Segunda Guerra Mundial (Dutra e Silva, 2017). Já as formações savânicas, que alcançam 61% do bioma e as formações campestres (7%) [...] não eram apreciadas para o uso agrícola até a década de 1950 (SILVA, 2018, p. 412).

Também serão raros os animais que ali moravam antes das grandiosas lavouras que agora reinam nessas terras, antes concebidas pelos defensores do agronegócio como solos inférteis ou fracos para a agricultura. Essas terras só começaram a contribuir para a produção de alimentos a partir do momento que os conquistadores do cerrado receberam incentivos de

programas do governo e da iniciativa privada para investir em pesquisa intensiva e tecnologias (SILVA, 2018).

Mas também é possível não nos decepcionarmos: a ação do homem sobre o Cerrado está gerando grãos numa terra antes considerada infértil. Ele agora é o celeiro do mundo!

Não podemos ignorar a importância dessa conquista se considerarmos que num período de 100 anos, de 1900 até 2000, “[...] a população do país cresceu dez vezes, alcançando a marca de 170 milhões de habitantes” (SILVA, 2018, p. 410).

Era fundamental aumentar a produção de alimentos para alimentar um número maior de pessoas, e isso foi usado como justificativa para a proliferação de lavouras no cerrado. Isso é uma conquista e não podemos desconsiderar o seu valor.

No entanto, é preciso analisar todas essas questões, e pesar o lado positivo e negativo do cerrado tornar-se o celeiro do mundo.

A extensão das lavouras de cana-de-açúcar ou soja é tamanha que nossos olhos não conseguem enxergar o local onde elas terminam, seja de um lado ou do outro da estrada. Numa viagem de carro pela região Centro Oeste, o que realmente falta são paisagens do cerrado, como sugere a tirinha na Figura 5.

Figura 5 - Novas paisagens do cerrado



FONTE 5: (ALVES, 2014, p. 106)

4.3 A QUÍMICA DESSE NOVO VERDE

O cultivo dessas lavouras nas terras do cerrado carece de correção, com produtos químicos, visto que a coloração vermelha a amarelada dos solos deve-se ao fato de que eles são ricos em minerais de ferro, como hematita (Fe_2O_3). A maior parte desse bioma “[...] é pobre em nutrientes (cálcio, potássio, magnésio e micronutrientes), apresentando alta taxa de acidez e uma grande quantidade de alumínio”, cobrindo “[...] uma área aproximada de 48%, seguido dos solos arenosos 15% e dos pedregosos 15%”.

Para transformação dessas terras inférteis em solos produtivos, o homem precisou usar uma grande quantidade de produtos ou substâncias químicas, que, além da correção, também aumentariam a produtividade e qualidade dos alimentos, dado o investimento em pesquisas e tecnologias de ponta. Aumentou-se tanto o consumo desses produtos químicos que o Brasil passou a ocupar, desde 2008, o primeiro lugar no ranking mundial de consumidores de agrotóxicos ou produtos fitossanitários.

Qual a diferença entre essas denominações? Apenas a terminologia, visto que a legislação brasileira (DECRETO N° 4.074, DE 4 DE JANEIRO DE 2002) denominava como agrotóxicos os produtos e agentes de processos físicos, químicos ou biológicos, empregados pelo setor do agronegócio seja em atividades de produção, armazenamento ou beneficiamento dos produtos agrícolas.

A mudança na terminologia ocorreu há pouco tempo, depois da aprovação do Projeto de Lei n° 3.200/2015, quando os agrotóxicos começaram a ser designados como defensivos agrícolas ou fitossanitários.

Independentemente da nomenclatura adotada, os dois documentos pontuam que esses produtos são empregados na proteção de ecossistemas nativos ou implantados com a finalidade de protegê-los contra a ação danosa de seres vivos considerados nocivos ao seu desenvolvimento.

A discussão dessa alteração na forma de denominação é um dos pontos que pode promover uma reflexão que contribua para a Educação ambiental no contexto da abordagem da temática sobre a fórmula de agrotóxico na mobilização de conhecimentos geralmente explorada na disciplina de química. Seria interessante promover a discussão sobre a mudança de denominação, tal como problematizado na figura 6, buscando a integração de conhecimentos de língua portuguesa que ajude a compreender essa modificação realizada pela lei.

Figura 6 – Mudança de denominação das substâncias químicas



FONTE 5: Autoras

Essa mudança na forma de denominação dessas substâncias pode parecer pouco significativa, mas gerou muita discussão: foi comemorada pelos defensores do agronegócio e

criticada pelos ambientalistas. O motivo da controvérsia é a suavização da terminologia. Agrotóxico sugere que a toxicidade da substância requer cuidado, pois pode agir como veneno, oferecendo perigo para a vida e o meio ambiente. A nova terminologia sugere um produto que defende os alimentos da ação das pragas e que não pode fazer mal à saúde do homem (ALMEIDA, et al; 2020).

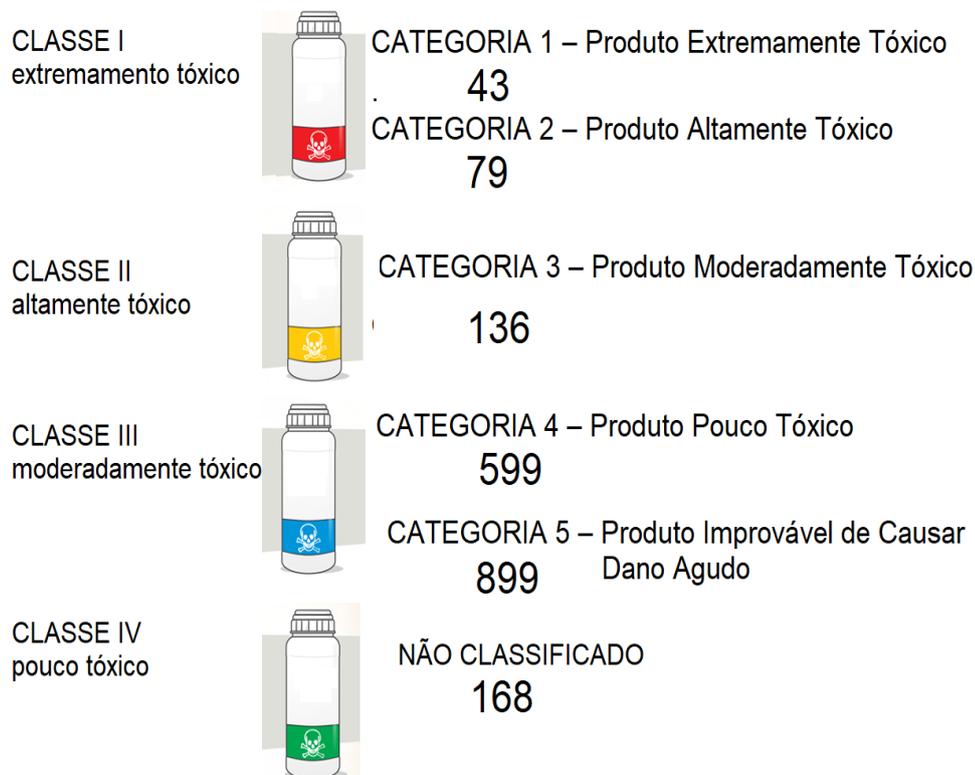
Os produtos comercializados como agrotóxicos ou defensivos agrícolas são designados conforme a finalidade associada: inseticidas, utilizados no controle de insetos; herbicidas, para controle de ervas daninhas; fungicidas, atuante no controle de fungos; nematicidas, para o controle de parasitas; raticidas, na contenção de roedores; entre outros. Independentemente do fim, se considerado como remédio ou veneno, eles são produzidos com base em substâncias químicas naturais ou sintéticas, para uso no setor do agronegócio ou ambiente doméstico, para o combate de pragas e na prevenção de doenças. (PASSAGLI, 2007; BORSOI, et al; 2014; KARAM, et al; 2015).

Segundo o IBGE, tivemos um aumento de mais de 150% na utilização desses produtos em um intervalo de tempo de dez anos (BRASIL, 2015), resultado da força do modelo de produção de commodities e monoculturas de grãos como soja e milho (SOARES et al, 2019).

Independentemente da denominação, esses produtos químicos eram classificados, até 2018, em quatro classes, levando em consideração o perigo associado. Eram qualificados em ordem crescente de Potencial de Periculosidade Ambiental (PPA), de classe I (menor risco) até IV (maior risco). Essa indicação, inserida nos rótulos dos produtos para auxiliar na orientação dos consumidores, levava em consideração estudos físico-químicos, toxicológicos e ecotoxicológicos.

Em ordem decrescente de periculosidade temos a classificação da Dosagem Letal (DL_{50}), levando em consideração os efeitos à saúde quando ocorre exposição do trabalhador agrícola aos produtos. A qualificação da DL utiliza indicação de periculosidade inversa à da PPA, e é trazida no rótulo do produto a partir de uma diferenciação de cores. As faixas nas cores vermelha, amarela, azul e verde, sinalizam o grau de periculosidade dos produtos, tal como indicado na figura 7.

Figura 7- Indicação da Dosagem Letal vinculada ao grau de periculosidade toxicológica do produto fitossanitários ou agrotóxicos.



Fonte 7: as autoras

Na figura 7, evidenciamos no lado esquerdo a classificação adotada até julho de 2019 (de classe I, maior periculosidade, a classe IV, de menor periculosidade), e no direito a modificação realizada pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) após uma reavaliação toxicológica. Nessa reclassificação evidenciamos a distribuição dos 1942 produtos vendidos no Brasil, detalhe que chamou a atenção de estudiosos sobre o assunto, visto que produtos que eram até 2018 considerados extremamente tóxicos, foram reclassificados como sendo de menor periculosidade.

Alguns autores questionam que essa recategorização toxicológica, vinculada aos rótulos de agrotóxicos, pode não comunicar adequadamente aos vendedores, usuários e consumidores do produto, os seus riscos. Concordamos que esse aspecto é realmente confuso se considerarmos que produtos extremamente tóxicos e altamente tóxicos apresentam uma mesma indicação de cor: faixa vermelha (GILSON, 2020; LOPES e PADILHA, 2019).

O emprego de uma mesma diferenciação entre extremamente tóxico e altamente tóxico pode ser um fator de risco para o agricultor que realiza o armazenamento desses produtos químicos em um mesmo depósito. Se esse não possuir conhecimentos técnicos, tais como os de um vendedor qualificado, ele pode não os diferenciar e não tomar os devidos cuidados ao

manuseá-los. Essa falta de cuidados ou de instrução adequada para realizar a diferenciação usando outra forma de informação é ainda mais preocupante para a classificação que emprega faixa azul. Os 599 produtos pouco tóxicos apresentam uma mesma qualificação indicativa de cor dos 899 produtos improváveis de causar danos agudos.

Essa recategorização toxicológica é realmente muito questionável (GILSON, 2020; LOPES e PADILHA, 2019). Será mesmo que uma mudança na denominação do produto pode modificar nossa forma de percebê-los? Esse é um ponto que merece debate e seria importante realizar a integração de conhecimentos não disciplinares junto a abordagem realizada na disciplina de Química, Geografia e outras que busquem a Educação Ambiental.

4.4 O NOVO VERDE DO CERRADO REFLETIDO NA ÁGUA

A discussão sobre essa temática pode parecer pouco significativa para aqueles que acham que a questão do uso indiscriminado dos agrotóxicos pela sociedade moderna é uma situação problema do campo, que afeta apenas quem vive na zona rural, pessoas que, de alguma forma, estão mais expostas ao uso desses produtos ou agentes de processos físicos, químicos ou biológicos.

Sem dúvida, tais pessoas que residem na zona rural e que vivenciam a exposição ocupacional, direta ou por proximidade, estão mais expostas aos agrotóxicos por trabalharem no agronegócio, na agricultura familiar, com assentamento e comunidades agroecológicas; enfim, por viverem disso ou morarem próximo a lavouras.

Quando utilizados, os agrotóxicos podem facilmente desviar sua finalidade primária de combate às espécies-alvo, também conhecidas como “pragas”. A toxicidade destes produtos está diretamente relacionada a efeitos não desejáveis observados em outros organismos vivos, comunidades e ecossistemas, e à contaminação dos principais compartimentos ambientais: água, solo e ar.

Os agrotóxicos se propagam facilmente no meio ambiente, sendo capazes de atingir a atmosfera e contaminar as imediações do local de aplicação graças a seu potencial de volatilização (propriedade físico-química inerente aos agrotóxicos, que varia segundo o princípio ativo), a partir do solo, água e superfície vegetal. Outros atributos físico-químicos e mecanismos que incluem a incineração de lixo contaminado, temperatura, condições meteorológicas e tipo de manejo desses produtos, também podem estar relacionados à contaminação do ar por agrotóxicos (SOUZA, et al; 2017, p. 3270).

As pessoas que vivem no contexto rural são sim mais vulneráveis às ações desses produtos. Elas estão mais expostas à contaminação por agrotóxicos e consequentes problemas de saúde, via processos de deriva do vento ou ingestão de alimentos e água contaminada. Entretanto, é importante destacar que os alimentos por eles produzidos abastecem os mercados da zona urbana e chegam até nossas mesas e, desta forma, essa é uma situação problema que afeta a todos, seja o morador do campo ou da cidade (RIGOTO, 2011).

Além dessa realidade, associada à possível contaminação dos alimentos que ingerimos diariamente, é comum no contexto urbano o emprego de muitos outros produtos químicos. Muitas vezes, sem as devidas precauções, utilizamos agrotóxicos para a capinação química, com uso de agrotóxicos classificados como herbicidas; no controle de pragas como baratas, com o uso de domissanitários inseticidas; ou no controle de vetores de doenças como a dengue.

Estudos sinalizam que o crescente uso de agrotóxicos está deixando marcas no meio ambiente e na nossa saúde. Existem indícios do “prejuízo causado sobre os insetos, a água, o solo e os peixes pelo uso dessas substâncias, muitas vezes, por alterarem seu *habitat* natural”. (LOPES e ALBUQUERQUE, 2018, p. 522).

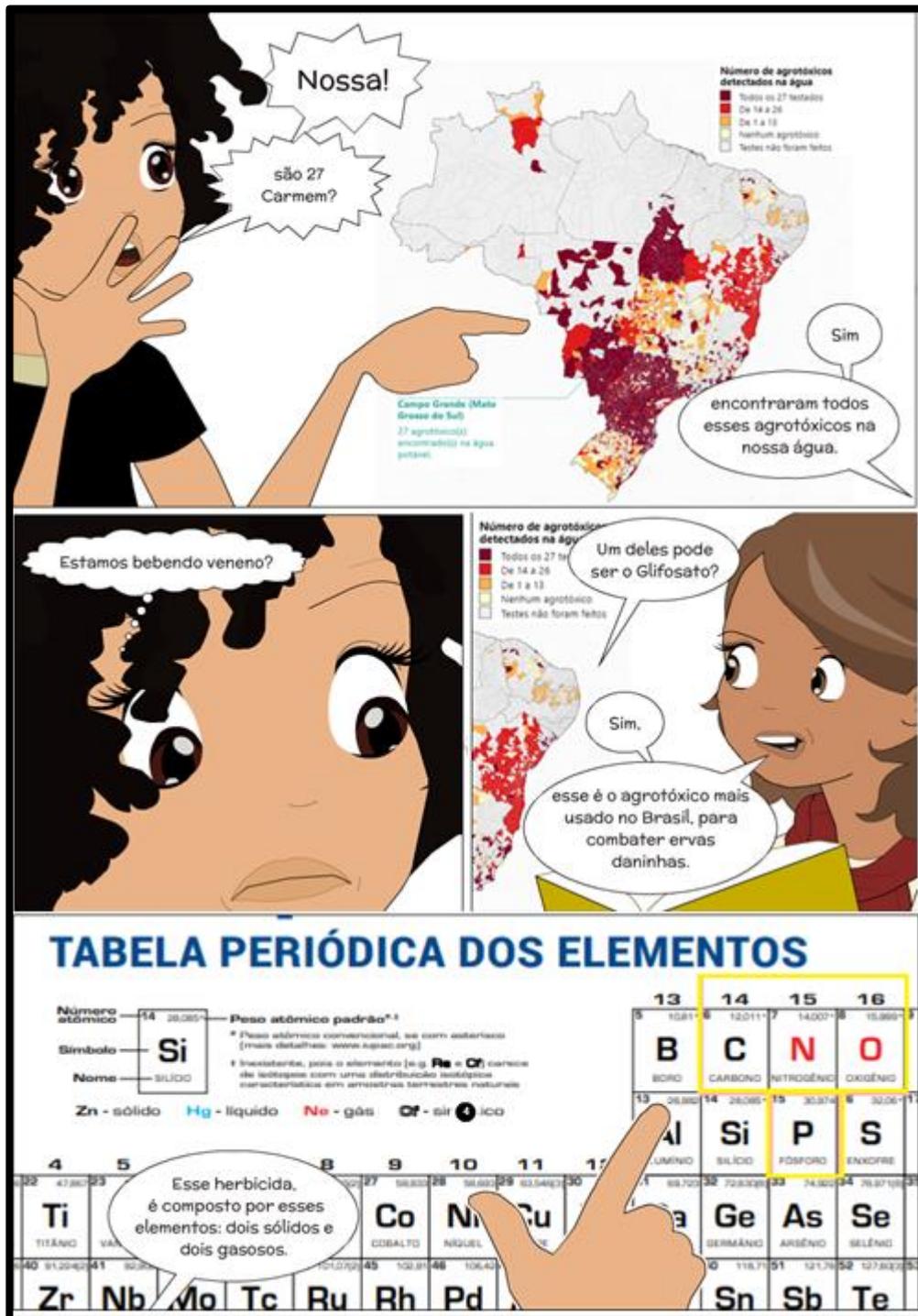
Análises feitas em amostras de águas de poços e lagos urbanos de cidades com intensa atividade agrícola evidenciam substâncias proibidas no Brasil há mais de uma década, como o Hexaclorociclohexano (HCH), os organofosforados, a cipermetrina e a malationa. Essas substâncias, presentes em muitos herbicidas, foram identificadas em amostras de águas de rios de regiões metropolitanas e também na água da chuva em regiões com grandes plantações de soja, como o Estado de Mato Grosso do Sul (LOPES e ALBUQUERQUE, 2018).

Na figura 8, comparamos esse resultado com informações disponibilizadas na base de dados do Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (Sisagua), do Ministério da Saúde.

No mapa, inserido na vinheta, visualizamos a situação da água potável consumida em diferentes regiões do Brasil. Destacamos o resultado relativo à água potável no município de Campo Grande, Mato Grosso do Sul, e verificamos uma correlação com as informações apresentadas no estudo de Bombardi (2017).

Esse mapa utilizado na Figura 8, é interativo e possibilita localizar os resultados identificados pelo Sisagua para diferentes municípios brasileiros. Pode ser empregado de outras formas para discutir a contaminação da água potável, por agrotóxicos, em diferentes localidades brasileiras.

Figura 8 - Incidência de água contaminada por agrotóxicos



(FONTE 8:elaborado pelas autoras com base nas informações disponíveis em <https://portrasdoalimento.info/agrotoxico-na-agua/>)

O resultado do levantamento realizado pelo Sisagua, em 2018, evidenciou que existem indícios de 27 tipos de agrotóxicos presentes na água potável da capital do Mato Grosso do Sul.

Chamamos a atenção para o fato que essa é uma região na qual não temos incidência de grandes lavouras de soja ou outros alimentos, como nos demais estados da região Centro Oeste.

Uma dessas substâncias identificadas na água de Campo Grande, Mato Grosso do Sul, é o Glifosato, um herbicida usado no controle de ervas daninhas que está no topo dos mais utilizados no Brasil. Esse herbicida é pulverizado e absorvido pelas plantas por meio das folhas, e transportado por toda a planta, agindo nos sistemas enzimáticos, inibindo o metabolismo de aminoácidos, e matando lentamente as ervas daninhas.

Os resultados das pesquisas sobre a contaminação da água apresentados por Bombardi (2017) sinalizam que o herbicida glifosato é identificado em amostras de água no território brasileiro numa quantidade 5000 vezes maior que em países da União Europeia.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao apresentar uma proposta de texto alternativo para discutir o tema socioambiental agrotóxicos, explorando conhecimentos disciplinares de geografia e química, e conhecimentos não disciplinares que podem contribuir para a Educação Ambiental, buscamos apresentar informações ao professor para incentivar a discussão de questões sociais, políticas, econômicas, além de conceituais.

Utilizados no contexto da sala de aula, o texto alternativo permite suscitar a reflexão sobre a temática agrotóxicos em uma perspectiva interdisciplinar, aperfeiçoando a formação intelectual e profissional dos professores e alunos.

Na construção do texto alternativo para a discussão interdisciplinar sobre agrotóxicos, integrando conhecimentos de química e de geografia, principalmente com questões socioambientais comuns da região Centro Oeste, particularmente do contexto do Estado de Mato Grosso do Sul, buscamos explicitar que há prós e contras quanto ao uso dessas substâncias químicas, seja para melhorar a qualidade do solo ou realizar o controle de pragas. Buscamos apresentar informações para fomentar uma discussão a partir de diferentes pontos de vista, tais como éticos, morais, valorativos, sociais e científicos (SAUCEDO e PIETROCOLA, 2019).

Sem dúvida, ao longo da história, tais substâncias tiveram papel importante na agricultura, pois possibilitaram o aumento da produção, necessidade decorrente do crescimento da população, que de outra forma, desencadearia a fome. No âmbito de saúde pública, desempenhou um papel fundamental ao extinguir vetores de doenças como artrópodes e insetos, principalmente em países pobres e subdesenvolvidos.

Todavia, faz-se necessário refletir também por um outro lado. Inúmeros são os problemas causados à saúde dos trabalhadores que utilizam essas substâncias ou aos

consumidores de produtos contaminados com resíduos tóxicos. Isso sem mencionar os problemas causados ao meio ambiente (PASSAGLI, 2007; BORSOI, et al; 2014; KARAM, et al; 2015).

O uso de substâncias químicas para o controle de pragas pode impactar organismos que não são alvos de sua ação, sendo assim nocivos para os mesmos. No meio ambiente, essas substâncias causam desequilíbrio ecológico, matando micro-organismos predadores, o que acaba ocasionando o aumento de outras espécies. Outro problema consiste no aumento da resistência de pragas, que se tornam imunes a essas substâncias. O solo também sofre com a dispersão de quantidades inadequadas dessas substâncias, afetando de forma direta ou indireta a macro e microfauna (BELCHIOR, et al; 2014).

Todas essas informações podem ser aprofundadas por professores e alunos, ou reconstruídas a partir do emprego de outras linguagens, como as de histórias em quadrinhos.

5. REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Bernardo Cavalcanti de ; PORTO, Liliane Jucá Lemos da Silva; SILVA, Cleyton Martins da; Construção de Histórias em Quadrinhos como Recurso Didático para Educação Ambiental. REVBEA - Revista Brasileira de Educação Ambiental, 2020, 15(3), p. 229-245.
- AMARAL, Cismara Pires; Práticas X Educação Ambiental: Oportunizando a Consciência Ecológica - Relato de Experiência, Revista Ambiente & Educação, 2018, 23(3), p. 297 – 308.
- AMARANTE-JUNIOR, Ozelito Possidônio de; SANTOS, Tereza Cristina Rodrigues ; Glifosato: Propriedades, Toxicidade, Usos e Legislação. Química Nova, 25(4), 589-593, 2002.
- ANDRADE, Maria Aparecida Silva; CONRADO, Dália Melissa; NUNES-NETO, Nei Freitas; ALMEIDA, Rosiléia Oliveira de. Agrotóxicos como questão sociocientífica na Educação CTSA. Rev. Eletrônica Mestr. Educ. Ambient., 2016, 33(1), p. 171-191.
- ALVES, Evandro. Cerrado em quadrinhos: experiências e contribuições para o ensino de Geografia. Dissertação (mestrado). Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Geociências. 2014.
- BELCHIOR, Diana Cléssia Vieira, SARAIVA, Althiéris de Souza, LÓPES, Ana Maria Córdova, SCHEIDT Gessiel Newton, Impactos de Agrotóxicos Sobre o Meio Ambiente e a Saúde Humana. Cadernos de Ciência & Tecnologia, 2014, 34(1) p. 135-151
- BORSOI, Augustinho; SANTOS, Paulino Ricardo Ribeiro; TAFFAREL, Loreno Egidio; GONÇALVES-JUNIOR, Affonso Celso. Agrotóxicos: histórico, atualidades e meio ambiente. Acta Iguazu, v. 3, n. 1, p. 86-100, 2014.
- BRAIBANTE, Mara Elisa Fortes; ZAPPE, Janessa Aline. A química dos agrotóxicos. Química nova na escola, v. 34, n. 1, p. 10-15, 2012.
- BRASIL, Comissão de Políticas de Desenvolvimento. Lei n. 9.795, de 27 de abril de 1999: Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, v. 28, 1999.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988.

BRASIL. Decreto n. 4.074, de 4 de janeiro de 2002. Regulamenta a Lei no 7.802, de 11 de julho de 1989. Dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de Agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, oito jan. 2002.

BRASIL. Decreto n. 5.981 de 6 de dezembro de 2006. Dá nova redação e inclui dispositivos ao Decreto no 4.074, de 4 de janeiro de 2002, que regulamenta a Lei no 7.802, de 11 de julho de 1989. Dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de Agrotóxicos, seus componentes e afins. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 7 dez. 2006.

BRASIL. Lei n. 7.802, de 11 de julho de 1989. Dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de Agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 12 jul. 1989.

BRASIL. Lei n. 9.294, de 15 de julho de 1996. Dispõe sobre as restrições ao uso e à propaganda de produtos fumíferos, bebidas alcoólicas, medicamentos, terapias e defensivos agrícolas, nos termos do § 4º do art. 220 da Constituição Federal. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 16 jul. 1996 a

BRASIL. Lei n. 9.974, de 6 de junho de 2000. Altera a Lei no 7.802, de 11 de julho de 1989. Dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de Agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, sete jun. 2000.

BRASIL. Ministério da Educação. Lei 9.795, de 27 de abril de 1999. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, 1999.

BRASIL, Ministério da Saúde. Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos SCTIE. PORTARIA Nº 5, DE 18 DE FEVEREIRO DE 2019. Capítulo 3 –Abordagem do Paciente Intoxicado por Produtos Comerciais Formulados à base de Glifosato/ Ministério da Saúde. Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos SCTIE. – Brasília: Ministério da Saúde, 2019.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador. Agrotóxicos na ótica do Sistema Único de Saúde / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador. – Brasília: Ministério da Saúde, 2018.

BRASIL. Política Nacional do Meio Ambiente. Lei n. 6.938, de 31 de agosto de 1981. Brasília, 1981.

BRASIL. Programa Nacional de Redução de Agrotóxicos. Brasília: Comissão Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica, 2014.

CAROLINO, Katia; MACHADO, Rodrigo; SORRENTINO, Marcos; A Educação Ambiental e o Acesso à Informação Sobre os Produtos Agrícolas Alimentares. *REVB EA - Revista Brasileira de Educação Ambiental*, 2020, 15(3), p.368-383.

CAVALCANTE, Kiany S. B.; SILVA, Fernando. C; MACIEL, Adeilton P; LIMA-JÚNIOR, José Augusto S; RIBEIRO, Joaires S. dos S; SANTOS, Paulo J. C. dos; PINHEIRO, Adriano E. P; Pinheiro Educação Ambiental em Histórias em Quadrinhos: Recurso Didático para o Ensino de Ciências. *Química Nova na Escola*. 2015, 37(4), p. 270-277

FERNANDES, Carolina dos Santos; STUANI, Geovana Mulinari. Agrotóxicos no Ensino de Ciências: uma pesquisa na educação do campo. *Educação & Realidade*, v. 40, n. 3, p. 745-762, 2015.

MAINGAIN, Alain; DUFOUR, Barbara e FOUREZ, Gérard;. *Abordagens Didáticas da Interdisciplinaridade*. Tradução de Joana Chaves. Lisboa: Instituto Piaget, 2008.

FRANCISCO-JUNIOR, Wilmo Ernesto; GAMA, Elton Junior Siqueira, História em quadrinhos para o ensino de química: contribuições a partir da leitura de licenciandos. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 2017, 16(1), p. 152-172.

FREITAS, D. S.; RODRIGUES, F. L. A literatura infantil como eixo organizador do ensino de ciências, matemática, geografia e língua portuguesa. In: **ENCONTRO IBEROAMERICANO DE COLETIVOS ESCOLARES E REDES DE PROFESSORES QUE FAZEM INVESTIGAÇÃO NA SUA ESCOLA**, 4. 2005, Lajeado - RS, 2005.

GIESTA, N. C. Histórias em Quadrinhos: Recursos da Educação Ambiental. In: **RUSCHEINSKY, A. (org.). Educação Ambiental: Abordagens Múltiplas**. Porto Alegre: ARTMED, 2002. p. 157–168.

GUIMARÃES, M. Educação ambiental: participação para além dos muros da escola in: **MELLO, Soraia Silva de; TRAJBER, Rachel. Vamos cuidar do Brasil: conceitos e práticas em educação ambiental na escola**. Brasília: Ministério da Educação, Coordenação Geral de Educação Ambiental: Ministério do Meio Ambiente, Departamento de Educação Ambiental: UNESCO, 2007.

HENEMANN, Valdenea Ferreira et al. Educação ambiental pela temática dos agrotóxicos: uma análise dos documentos oficiais. 2018. Dissertação de Mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

JANKE, Nadja; TOZONI-REIS, Marília Freitas de Campos. Produção coletiva de conhecimentos sobre qualidade de vida: por uma educação ambiental participativa e emancipatória. *Ciência & Educação (Bauru)*, v. 14, n. 1, p. 147-157, 2008.

JUNGLOS, Fernanda Soares; JUGLOS, Mário Soares; BRANDANI, Julielen Zanetti; SILVA, Francisco Tiago Alves da; SGAMATE, Edmar Aguiar; MORAIS, Glauca Almeida de. Educação Ambiental: Semeando a Importância da Vegetação Durante uma Colônia de Férias. *Educação Ambiental em Ação*, 2019, 68.

KARAM, Décio; SILVA, Wilton Tavares; RIOS, João Nelson Gonçalves; FERNANDES, Rodrigo Carvalho; *Agrotóxicos*. Sete Lagoas, MG: EMBRAPA Milho e Sorgo, 2015.

MARIANI, Cleide Mary; HENKES, Jairo Afonso; Agricultura Orgânica X Agricultura Convencional Soluções Para Minimizar O Uso De Insumos Industrializados. *Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental*, 2015, 3(2), p. 315 – 338.

MATO GROSSO DO SUL. Secretaria de Estado de Educação. Currículo de referência de Mato Grosso do Sul: educação infantil e ensino fundamental. Campo Grande: SED, 2019 (Série Currículo de Referência; 1). 863p

MEIRELLES, Luiz Antonio; VEIGA, Marcelo Motta; DUARTE, Francisco. A contaminação por agrotóxicos e o uso de EPI: análise de aspectos legais e de projeto. *Laboreal*, v. 12, n. 2, p. 75-82, 2016.

OLIVEIRA, H.T. Educação ambiental – ser ou não ser uma disciplina: essa é a principal questão?! in: MELLO, Soraia Silva de; TRAJBER, Rachel. *Vamos cuidar do Brasil: conceitos e práticas em educação ambiental na escola*. Brasília: Ministério da Educação, Coordenação Geral de Educação Ambiental: Ministério do Meio Ambiente, Departamento de Educação Ambiental: UNESCO, 2007.

PASSAGLI, Marcos, Toxicologia Forense: teoria e prática/ coordenador: Marcos Passagli, Campinas, SP: Millennium Editora, 2007. (Tratado de perícias criminalísticas)

PERES, F.; MOREIRA, C.; M.; É veneno ou é remédio? agrotóxicos, saúde e ambiente./ Frederico Peres. RJ: FIOCRUZ, 2003.

SAKAMOTO, Susana Marilu Mainini. *Objetos digitais para o ensino de Geografia: contribuições para o desenvolvimento da consciência socioambiental*. Dissertação do Programa de Pós-graduação em Docência para a Educação Básica, Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências, Bauru, 2020

SANTOS, Tiarles Rosa dos; OLIVEIRA, Helena Silva; Agroecologia como temática de educação ambiental na preservação dos ecossistemas através da redução de agrotóxicos no contexto rural, *Rev. Eletrônica Mestr. Educ. Ambient.*, 2015, ed. especial, p. 135-147.

SIQUEIRA, Kelly Grace Rizzi; MENDES, ANF. Percepções dos professores de Química sobre Educação Ambiental e a investigação do tema “agrotóxico” no livro didático. XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química (XVIII ENEQ), Florianópolis-SC, 2016.

SPADOTTO, C. A.; Fundamentos e aplicações da modelagem ambiental de agrotóxicos / Claudio Aparecido Spadotto, Rômulo Penna Scorza Junior, Eliana Freire Gaspar de Carvalho Dores, Luciano Gebler, Diego Augusto de Campos Moraes. – Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2010.

VALDANHA NETO, D.; KAWASAKI, C. S. A temática ambiental em documentos curriculares nacionais do Ensino Médio. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*. v. 17, n. 2, p. 483-499. 2015

SILVA, CLAITON MÁRCIO DA. Entre Fênix e Ceres: A grande aceleração e a fronteira agrícola no Cerrado. *VARIA HISTÓRIA*, v. 34, p. 409-444, 2018.

YAMAZAKI, S. C.; YAMAZAKI, R. M. O.; Sobre o uso de metodologias alternativas para ensino-aprendizagem de ciências. In: COELHO, N. (Ed). *Educação e diversidade na sociedade contemporânea*. S.l., 2006.

CONSIDERAÇÕES EM CONSTRUÇÃO

Neste relatório apresentamos os resultados da investigação realizada a partir da seguinte questão de pesquisa: Como a linguagem de história em quadrinhos, pode ser empregada na problematização do tema agrotóxicos, promovendo a abordagem de conhecimentos disciplinares?

Verificamos numa pesquisa bibliográfica que o tema agrotóxico é pouco tratado no ensino de ciências, se considerarmos os periódicos com maior classificação Qualis estratos A1 e A2. Nos trabalhos identificados as propostas didáticas promovem a discussão de conhecimentos disciplinares da Química integrados com aspectos socioambientais relacionados com o uso crescente de agrotóxicos.

Essas pesquisas pontuam a importância de inserir no contexto escolar uma discussão ampla do aspecto contraditório do emprego dessas substâncias químicas, que de um lado contribuem para o aumento da produção de alimentos, mas que se usado de forma inadequada pode contaminar o ar, os solos, os rios e o próprio homem.

Buscando suprir essa lacuna apresentamos duas propostas de problematização que podem auxiliar professores de ciências a discutir esse lado contraditório e, se desejar, promover a construção de uma representação interdisciplinar, mobilizando pelo menos dois conhecimentos disciplinares diferentes.

Assim como os autores dos trabalhos analisados na pesquisa bibliográfica ressaltamos que o quantitativo de investigações que promovam uma problematização do tema agrotóxico no ensino é pouco expressivo, principalmente se considerarmos que o Brasil lidera o ranking do uso dessas substâncias químicas.

O crescente uso de agrotóxico e as consequências positivas e negativas disso para o homem e o meio ambiente deve ser considerada como uma situação problema complexa, pois não pode ser discutida a partir de um único ponto de vista nem com a mobilização de conhecimentos de uma única disciplina.

Nesse cenário as duas propostas de problematização desenvolvidas nessa pesquisa apresentam relevância, primeiro por promover a construção de uma representação interdisciplinar sobre agrotóxico e explorando a linguagem de história em quadrinhos.

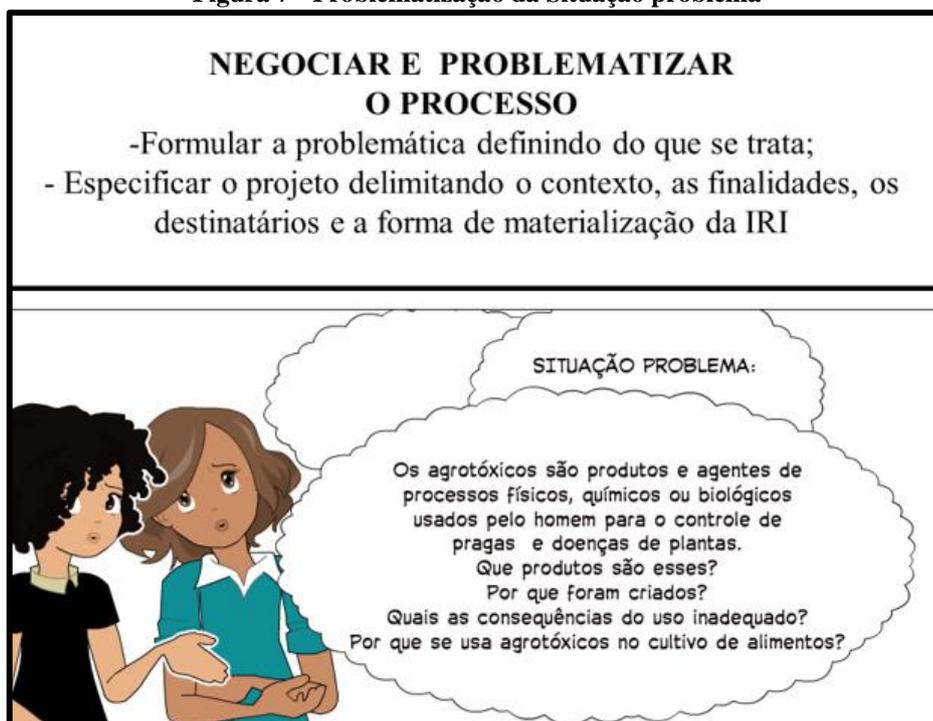
Ressaltamos que as duas problematizações apresentadas nos artigos apresentados no corpo dessa dissertação, podem desencadear a construção de representações interdisciplinares assim como as demais vinhetas apresentadas.

Para realizar essa reconstrução o professor pode empregar algumas das informações já apresentadas no capítulo 2, ou, se achar necessário, solicitar aos alunos que realizem a leitura dos trabalhos utilizados na construção do referencial sobre agrotóxicos.

Todas essas possibilidades levam em consideração o método apresentado no artigo “Um texto alternativo sobre a temática agrotóxico como forma de promover a educação ambiental”.

A negociação pode se iniciar a partir da discussão das questões indicadas na Figura 10, seguindo as propostas apresentadas nos artigos ou elaboradas pelo professor conforme sua especialidade (ensino de Física, ensino de Química, ensino de Geografia, etc).

Figura 7 - Problematização da Situação problema

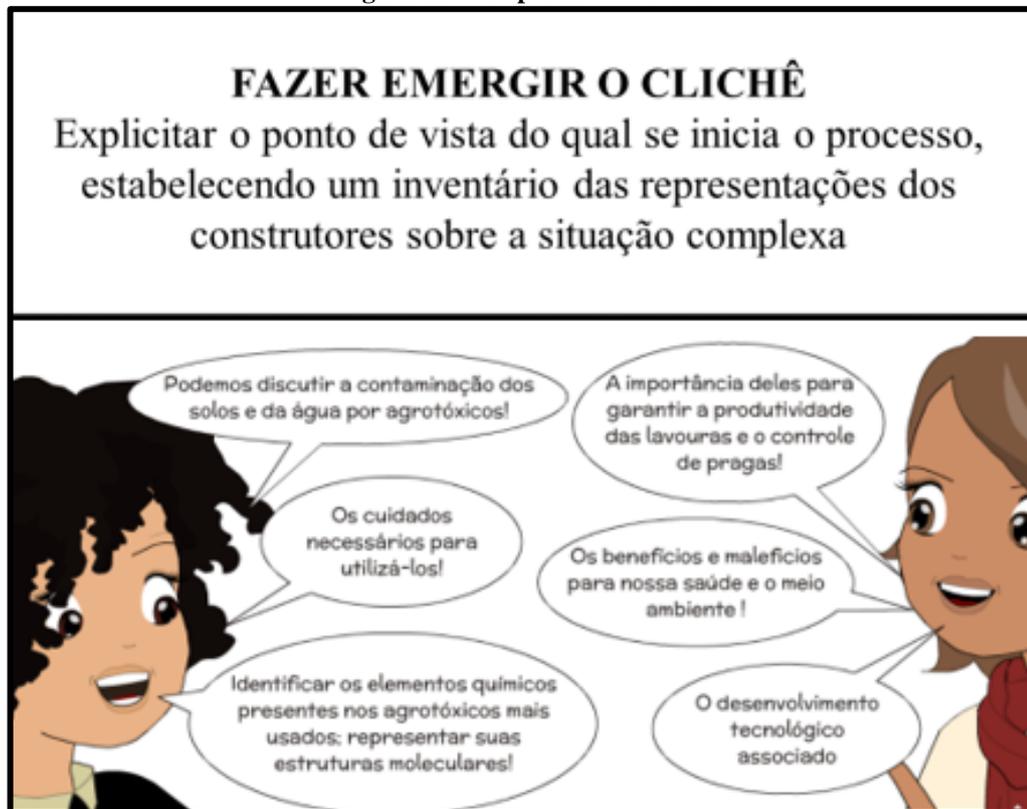


FONTE 7: as autoras

Ao formular a problemática o professor orientador precisa chamar atenção dos alunos para avaliarem adequadamente a amplitude e profundidade dos conhecimentos que pretendem explorar. Além disso é necessário escolher a forma de apresentação da representação interdisciplinar que vão construir para materializar o processo de investigação que se inicia, com a execução do método.

Após a discussão dessas situações problemas o professor pode seguir para a etapa de mapeamento das concepções dos alunos sobre as possibilidades de realizar o percurso investigativo (Figura 11).

Figura 8: Exemplo de fase clichê



FONTE 8: as autoras

Na etapa clichê o professor incentiva os alunos a listarem as questões que lhe ocorrem espontaneamente sobre a situação problema apresentada, as hipóteses levantadas e possíveis respostas elaboradas naturalmente pelo grupo no decorrer da discussão. Ter clareza do ponto de partida é importante, pois elas podem se constituir num obstáculo para a execução do projeto.

Como muitas serão os pontos de vista listados, pelos alunos, o professor precisa ter em conta os objetivos pedagógicos associados a ação pretendida, assim como as habilidades e competências dos construtores que vão realizar as ações. Como geralmente os alunos são também os destinatários da representação interdisciplinar realizada no contexto de sala de aula essa é uma das grelhas que o professor pode empregar para realizar com os alunos a negociação de como proceder na etapa do panorama espontâneo.

O professor pode orientar os alunos a mapearem os conhecimentos disciplinares que estão relacionados com o tema a ser explorado, indicando como cada disciplinar escolar pode contribuir na construção da representação interdisciplinar. Quem serão os especialistas

consultados e quais as caixas pretas (questões a serem respondidas com ou sem a ajuda de terceiros) no decorrer do percurso investigativo.

É interessante num processo interdisciplinar desenvolvidos no contexto de sala de aula que as caixas pretas, ilustradas na Figura 12, apresentem relação com os conhecimentos disciplinares explorados com o grupo de alunos, pelos seus professores. Que os especialistas a ser consultados sejam os próprios professores, os livros utilizados por eles ou artigos científicos indicados pelo professor orientador da projeto a ser desenvolvido para construção da representação interdisciplinar.

Figura 9 - Indicação da etapa de escolha das caixas pretas



FONTE 9: as autoras

É fundamental a participação do professor como orientador do percurso investigativo, pois muitas vezes é preciso delimitar a profundidade e amplitude que se deseja explorar uma caixa preta. Muitas vezes é preciso auxiliar a busca de especialistas, sejam eles os professores de outras disciplinas escolares ou artigos científicos que versam sobre a situação problema que será explorada pelos alunos construtores e muitas vezes também os destinatários da representação.

Um aspecto importante do método é que as fontes consultadas apresentem relevância para a construção de uma representação interdisciplinar: os especialistas consultados devem

apresentar informações confiáveis com a devida validade científica pretendida na representação. Esse cuidado é indicado na última vinheta apresentada na Figura 13.

Figura 10 – Exemplo de investigação com abertura da caixa preta da Química

PROCEDER AS INVESTIGAÇÕES

- Selecionar os pontos de vista mais relevantes para compor a **síntese parcial**;
- Delimitar a amplitude e profundidade dos conhecimentos que serão apresentados na síntese final

Os elementos do Glifosato são esses destacados em preto.

Eles são não-metais

O carbono e o fósforo são sólidos e os outros três são gasosos.

O que significa ser não-metais?

Não sei responder isso.

E continuamos sem saber a diferença entre agrotóxicos e produtos fitossanitários.

Acho melhor pedir ajuda para a professora de química

Sem dúvidas, precisamos conversar com uma especialista.

Sim!

Ela será uma fonte confiável de informação.

FONTE 10: as autoras

As personagens Ana e Carmem, ao conversarem sobre os elementos químicos que compõem o agrotóxico mais utilizado no Brasil, se deparam com questões que o conhecimento disciplinar que possuem não fornecem respostas suficientes. Elas indicam a necessidade de procurar a professora: uma especialista no ensino de química.

Na figura 14 apresentamos um exemplo de uma representação interdisciplinar que discute a Segunda Guerra Mundial.

Figura 14 - Exemplo de história em quadrinhos explorando aspectos históricos dos agrotóxicos



FONTE: As autoras

Outra possibilidade de discussão sobre o uso do DDT na Segunda Guerra Mundial é indicada na Figura 15, ampliando a discussão sobre esses insetos.

Os piolhos que possuem estruturas bucais, chamadas de mandíbulas, são denominados mastigadores. As mandíbulas permitem que estes insetos se alimentem de pele e sua gordura, de penas ou pelos de seus hospedeiros. Por outro lado, os piolhos que possuem estrutura bucal chamada probóscide são denominados sugadores. Esta estrutura, semelhante a uma tromba, penetra na pele do hospedeiro e através do estilete obtém o alimento diretamente dos vasos sanguíneos dos hospedeiros, entre 4 a 5 vezes por dia. Os piolhos localizam os hospedeiros pelo calor emanado através de suas próprias antenas. Eles são parasitas obrigatórios e não conseguem viver fora do corpo do hospedeiro (LIMA, GOMES e GOMES, 2017, p. 2).

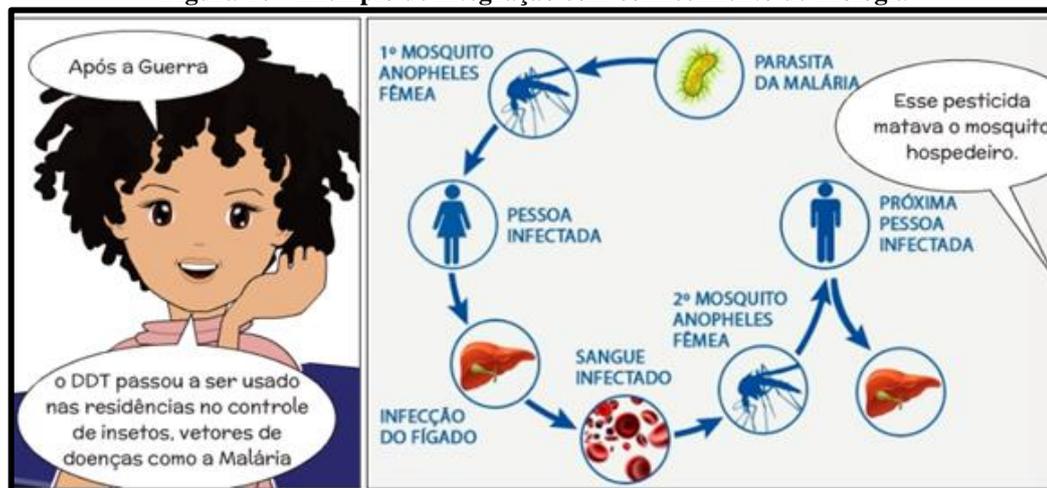
Figura 15: Exemplo de representação interdisciplinar



FONTE: as autoras

Muitas são as possibilidades de emprego das informações contidas no capítulo 2 para a construção de representações interdisciplinares que buscam a integração de conhecimentos da química ou técnicos sobre agrotóxicos com outras disciplinas. Na Figura 16 temos outra possibilidade de discussão dessas substâncias, no controle de vetores de doenças.

Figura 16 - Exemplo de integração com conhecimento de Biologia



FONTE 11: autora

Cabe ressaltar que o especialista do ensino disciplinar precisa ter consciência da amplitude e profundidade da sua especialidade e clareza da sua contribuição no desenvolvimento da representação interdisciplinar que será construída pelos alunos. Como ele previamente identificou os contextos (pedagógico e epistemológico) e os objetivos da ação que será realizada com os alunos, deve possuir clareza: dos conhecimentos disciplinares que serão integrados; das competências que serão mobilizadas e transferidas; da materialidade da síntese da representação pretendida e da síntese final atestando o trabalho interdisciplinar.

Essa clareza do professor quanto a interdisciplinaridade escolar o ajuda a orientar os alunos construtores a realizar a consulta de especialista ou artigos científicos produzidos por especialistas, realizar a triagem das informações coletas; efetuar o tratamento adequado; saber construir uma representação sistêmica e apresentá-las aos destinatários.

A construção da síntese parcial solicita um esboço de representação estabilizada da situação problema e a aprendizagem de uma metodologia para “[...] recorrer a um modelo interdisciplinar para esclarecer uma problemática” (MAINGAIN, DUFOUR e FOUREZ, 2008, p.77). No caso, caberá ao professor ensinar a realizar pesquisa bibliográfica em fontes confiáveis de informação.

Outro ponto que carece atenção do professor, enquanto orientador do percurso investigativo é controlá-lo com rigor e método, tal como a interdisciplinaridade exige para execução da integração de pelo menos duas disciplinas.

Ressaltamos que essa relação entre diferentes disciplinas proporciona que a HQ possa ser reconstruída e aprofundada em diferentes contextos disciplinares, podendo ser empregada de diversas formas pelo professor.

Mediante essa discussão, é possível reconstruir a representação interdisciplinar materializada nas vinhetas da HQ, relacionando conhecimentos científicos disciplinares e não disciplinares de forma dialógica.

O uso de HQ no ensino possui diferentes potencialidades, como despertar o interesse dos alunos na leitura, a linguagem visual e escrita, quando utilizadas da forma adequada, possibilitam uma melhor aprendizagem, além de possibilitar que o professor insira, aprofunde ou revise diferentes conhecimentos.

Precisamos destacar a importância da mediação do professor na aplicação das histórias em quadrinhos, pois ela por si só não possui o potencial de alfabetizar, é necessário que os alunos estejam inseridos e possuam conhecimentos prévios acerca dessa linguagem e que o professor construa ou busque quadrinhos de acordo com o conteúdo que está ministrando, sendo assim, o aluno precisa estar familiarizado com a linguagem em quadrinhos e com o roteiro que ela traz.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M. D; CAVENDISH, T. A; BUENO, P. C; ERVILHA, I. C; GREGÓRIO, L. D. S; KANASHIRO, N. B. D. O; ROHLFS, D. B; CARMO, T. F. M. D; A flexibilização da legislação brasileira de agrotóxicos e os riscos à saúde humana: análise do Projeto de Lei nº 3.200/2015. *Cadernos de Saúde Pública*, 33(7), e00181016, 2017.

AMARANTE-JUNIOR, O. P.; SANTOS, T. C. R.; Glifosato: Propriedades, Toxicidade, Usos e Legislação. **Química Nova**, 25(4), 589-593, 2002.

BELCHIOR, D. C. V., SARAIVA, A. S., LÓPES, A. M. C., SCHEIDT G. N., Impactos de Agrotóxicos Sobre o Meio Ambiente e a Saúde Humana. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, 2014, 34(1) p. 135-151.

BORSOI, A.; SANTOS, P. R. R.; TAFFAREL, L. E.; GOLÇALVES JUNIOR, A. C.; Agrotóxicos: histórico, atualidades e meio ambiente, **Acta Iguazu**, Cascavel, 2014, 3(1), 86-100.

BRASIL, Comissão de Políticas de Desenvolvimento. Lei n. 9.795, de 27 de abril de 1999: Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Brasília, v. 28, 1999.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988.

BRASIL. Decreto n. 4.074, de 4 de janeiro de 2002. Regulamenta a Lei no 7.802, de 11 de julho de 1989. Dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de Agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, oito jan. 2002.

BRASIL. Decreto n. 5.981 de 6 de dezembro de 2006. Dá nova redação e inclui dispositivos ao Decreto no 4.074, de 4 de janeiro de 2002, que regulamenta a Lei no 7.802, de 11 de julho de 1989. Dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de Agrotóxicos, seus componentes e afins. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 7 dez. 2006.

BRASIL, IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Indicadores de desenvolvimento sustentável**. Rio de Janeiro, 2015.

BRASIL. Lei n. 7.802, de 11 de julho de 1989. Dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de Agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 12 jul. 1989.

BRASIL. Lei n. 9.294, de 15 de julho de 1996. Dispõe sobre as restrições ao uso e à propaganda de produtos fumíferos, bebidas alcoólicas, medicamentos, terapias e defensivos agrícolas, nos termos do § 4º do art. 220 da Constituição Federal. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 16 jul. 1996 a

BRASIL. Lei n. 9.974, de 6 de junho de 2000. Altera a Lei no 7.802, de 11 de julho de 1989. Dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de Agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, sete jun. 2000.

BRASIL. Ministério da Educação. Lei 9.795, de 27 de abril de 1999. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, 1999.

BRASIL. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. Secretaria Executiva. Secretaria de Educação. Conselho Nacional de Educação. Base Nacional Comum Curricular. Educação é a base. Brasília. Disponível em:<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/abase/> acesso em: 04 set. de 2020.

BRASIL. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. Secretaria Executiva. Secretaria de Ensino Médio e Tecnológico. PCN+ Ensino Médio: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza e Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC/SEMTEC, 2002.

BRASIL, Ministério da Saúde. Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos SCTIE. PORTARIA Nº 5, DE 18 DE FEVEREIRO DE 2019. Capítulo 3 –Abordagem do Paciente Intoxicado por Produtos Comerciais Formulados à base de Glifosato/ Ministério da Saúde. Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos SCTIE. – Brasília: **Ministério da Saúde**, 2019

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador. Agrotóxicos na ótica do Sistema Único de Saúde / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador. – Brasília: **Ministério da Saúde**, 2018.

BRASIL. Política Nacional do Meio Ambiente. Lei n. 6.938, de 31 de agosto de 1981. Brasília, 1981.

BRASIL. Programa Nacional de Redução de Agrotóxicos. Brasília: Comissão Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica, 2014.

BRASIL. Senado Federal. Projeto de Lei Nº 4146, DE 2019. Acrescenta dispositivos à Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989, para introduzir conceitos relativos a produto novo, produto equivalente e avaliação de risco, e estabelecer procedimentos relativos à avaliação de risco, classificação e registro de produtos. Disponível em: <<https://legis.senado.leg.br/sdleg-getter/documento?dm=7981341&ts=1564672012569&disposition=inline>> acesso em: 09 set. Texto Original

CÂMARA, DOS DEPUTADOS. Projeto de Lei nº 6.299 de 2002. Altera os arts 3º e 9º da Lei, n. 7.802.

GARCIA, S. D.; DE LARA, T. I. C.; O impacto do uso dos agrotóxicos na saúde pública: revisão de literatura. **Saúde e Desenvolvimento Humano**, v. 8, n. 1, p. 85-96, 2020.

GILSON, Italo Kael ROCHA, Gabrielhi; SILVA, Marina Raisa Vilela da; WAMMES, Susana Weyh; LEITE, Gabrielle dos Santos; WELTER, Taísa; RADÜNZ, André Luiz; CABRERA, Liziana da Costa Agrotóxicos liberados nos anos de 2019-2020: Uma discussão sobre a uso e a classificação toxicológica. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 7, p. 49468-49479, 2020.

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Consolidação de dados fornecidos pelas empresas registrantes de produtos técnicos, agrotóxicos e afins, conforme art. 41 do Decreto nº 4.074/2002. Vendas de Ingredientes Ativos por UF, 2019. Disponível em: <https://www.ibama.gov.br/agrotoxicos/relatorios-de-comercializacao-de-agrotoxicos#sobreosrelatorios>. Acesso em 20/10/2020.

JARDIM, I. C. F.; ANDRADE, J. A.; Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos: Uma Preocupação Ambiental Global. Um Enfoque às Maçãs. **Química Nova**, v. 32, n. 4, p. 996-1012, 2009.

KARAM, D.; SILVA, W. T.; RIOS, J. N. G.; FERNANDES, R. C.; Agrotóxicos. Sete Lagoas, MG: **EMBRAPA Milho e Sorgo**, 2015.

LOPES, Erica Valente; PADILHA, Norma Suelí. Retrocessos no sistema de comunicação de riscos na rotulagem de agrotóxicos: a classificação da ANVISA. **Revista de Direito Ambiental e Socioambientalismo**, v. 5, n. 2, p. 55-76, 2019.

MARIANI, C. M.; HENKES, J. A.; Agricultura Orgânica X Agricultura Convencional Soluções Para Minimizar O Uso De Insumos Industrializados. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, 2015, 3(2), p. 315 – 338.

MEIRELLES, Luiz Antonio; VEIGA, Marcelo Motta; DUARTE, Francisco. A contaminação por agrotóxicos e o uso de EPI: análise de aspectos legais e de projeto. *Laboreal*, v. 12, n. 2, p. 75-82, 2016.

PASSAGLI, M., Toxicologia Forense: teoria e prática/ coordenador: Marcos Passagli, Campinas, SP: Millennium Editora, 2007. (Tratado de perícias criminalísticas)

PEREIRA, R. A.; COSTA, C. M. L.; LIMA, E. M.; O impacto dos agrotóxicos sobre a saúde humana e o meio ambiente. **Revista Extensão**, v. 3, n. 1, p. 29-37, 2019

PERES, F.; MOREIRA, C.; M.; **É veneno ou é remédio? agrotóxicos, saúde e ambiente.**/ Frederico Peres. RJ: FIOCRUZ, 2003.

PIGNATI, W. A.; MACHADO, J. MH; CABRAL, J. F.; Acidente rural ampliado: o caso das " chuvas" de agrotóxicos sobre a cidade de Lucas do Rio Verde-MT. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 12, n. 1, p. 105-114, 2007.

RECENA, Maria Celina Piazza; CALDAS, Eloisa Dutra. Percepção de risco, atitudes e práticas no uso de agrotóxicos entre agricultores de Culturama, MS. **Revista de Saúde Pública**, v. 42, p. 294-301, 2008.

RIGOTTO, R. M.; AGUIAR, A. C.; . Invisibilidade ou invisibilização dos efeitos crônicos dos agrotóxicos à saúde? Desafios à ciência e às políticas públicas. **RIPSA Rede Interagencial de Informações para a Saúde**. 2015. p.47-90.

RUSSEL, John B. Química Geral. Vol 2. 2ª edição. São Paulo: Ed. 1994.

RUSSEL, John B. Química Geral, Volume 1, 2.ª Edição. 1994.

SILVA, G. B.; BOTELHO, M. I. V. O processo histórico da modernização da agricultura no Brasil (1960-1979), Campo-Território. **Revista de Geografia Agrária**, v. 9, n. 7, p. 362- 387, 2014.

SOUZA, G. S.; COSTA, L. C. A.; MACIEL, A. C.; REIS, F. D. V.; PAMPLONA, Y. A. P.; Presença de agrotóxicos na atmosfera e risco à saúde humana: uma discussão para a Vigilância em Saúde Ambiental. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 22, n. 10, p. 3269-3280, 2017.

SOARES, P; SPOLADOR, H. F. S. Eficiência técnica da produção de milho no estado de São Paulo: uma abordagem por metafronteira estocástica. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 57, n. 4, p. 545-558, 2019.

SOUZA, J. L.; Agricultura Orgânica: Tecnologias para produção de alimentos saudáveis. Vitória, ES: Incaper, 2005, 257 p

SPADOTTO, C. A.; Fundamentos e aplicações da modelagem ambiental de agrotóxicos / Claudio Aparecido Spadotto, Rômulo Penna Scorza Junior, Eliana Freire Gaspar de Carvalho Dores, Luciano Gebler, Diego Augusto de Campos Moraes. – Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2010.