

# A temática dos agrotóxicos: uma análise em livros didáticos de Química do Ensino Médio aprovados no Plano Nacional do Livro Didático de 2015

Alechania Misturini  
Carolina dos Santos Fernandes

## RESUMO

O foco deste trabalho centra-se em analisar como a temática dos agrotóxicos é explorada nos livros didáticos de Química do Ensino Médio aprovados no Plano Nacional do Livro Didático (PNLD) de 2015. Foram examinadas as quatro coleções aprovadas e utilizadas nas escolas brasileiras. As coleções foram analisadas a partir dos pressupostos da Análise Textual Discursiva (ATD), em que emergiram três categorias analíticas, a saber: agrotóxicos à luz de discussão históricas; agrotóxico e as relações CTS, e agrotóxicos para desenvolver aspectos conceituais. As discussões de cunho histórico envolvendo os agrotóxicos apresentam principalmente o histórico do DDT. Os aspectos sociais e econômicos surgem durante os textos, mas as discussões são mais focadas nos impactos ambientais provocados pelos pesticidas. Já a abordagem dos aspectos conceituais se dá principalmente pela apresentação de conceitos químicos com pouca interlocução com contextos mais amplos, em especial o social. Trata-se de uma temática de relevância social com forte potencial para abordagem em sala de aula, mas que ainda é timidamente explorada, de modo geral, nas coleções analisadas.

**Palavras-chave:** Agrotóxicos. Livro Didático. Enfoque CTS.

## The subject of pesticides: An analysis in textbooks of High School Chemistry approved in the National Plan of the Didactic Book of 2015

## ABSTRACT

The focus of this work is to analyze how the subject of pesticides is explored in the textbooks of High School Chemistry approved by the National Plan of the Didactic Book (PNLD) of 2015. The four collections approved and used in Brazilian schools were examined. The collections were analyzed based on the assumptions of Discursive Textual Analysis (ATD), in which three analytical

---

**Alechania Misturini** é licenciada e bacharel em Química pela Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Química, Departamento de Química – UFSC. Endereço: Campus Universitário Trindade, CP 476, Florianópolis/SC, 88040-900, Brasil. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5873-8679>. E-mail: [alechaniam@gmail.com](mailto:alechaniam@gmail.com)

**Carolina dos Santos Fernandes** é doutora em Educação Científica e Tecnológica pela Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. Professora do Departamento de Metodologia de Ensino da UFSC. Endereço: Campus Universitário Trindade, CP 476, Florianópolis/SC, 88040-900, Brasil. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7539-7327>. E-mail: [carolina.sf@ufsc.br](mailto:carolina.sf@ufsc.br)

Recebido para publicação em 29 set. 2017. Aceito, após revisão, em 12 mar. 2018.

Acta Scientiae	Canoas	v.20	n.1	p.130-152	jan./fev. 2018
----------------	--------	------	-----	-----------	----------------

categories emerged, namely: pesticides in the light of historical discussion; pesticides and the CTS relations, and pesticides to develop conceptual aspects. The historical discussions about pesticides present mainly the history of DDT. Social and economic aspects emerge during the texts, but the discussions are more focused on the environmental impacts caused by pesticides. The approach of conceptual aspects is given mainly by the presentation of chemical concepts with little interlocution with broader contexts, especially the social ones. It is a topic of social relevance with strong potential for classroom approach, but is still timidly exploited, in general, at the analyzed collections.

**Keywords:** Pesticides. Didactic books. CTS studies.

## INTRODUÇÃO

Quando o homem primitivo se tornou sedentário devido ao desenvolvimento da agricultura, há cerca de 10 mil anos, passou a viver em comunidades e a preocupar-se em estocar mantimentos. As plantas cultivadas pelo homem não só lhe serviam de alimento, mas para inúmeros tipos de insetos, roedores e bactérias. Desde então, foram empregados compostos químicos para o combate destas espécies, consideradas pragas<sup>1</sup> por interferirem no bem-estar dos seres humanos (Braibante & Zappe, 2012).

Os problemas advindos do uso generalizado de agrotóxicos chamaram a atenção da comunidade técnica internacional, no final dos anos 1950 e início de 1960, para a necessidade de uma reavaliação quanto à eficácia destes produtos e especialmente pelos impactos ambientais causados. Intensificadas as denúncias para os efeitos nocivos ao ambiente<sup>2</sup> provocados pelo DDT (diclorodifeniltricloroetano), tal problemática recebeu maior atenção após a publicação do livro *Primavera Silenciosa*, em 1962. Nele, a pesquisadora americana Rachel Carson relata o impacto sofrido pelas aves expostas ao DDT, chamado de “elixir da morte” (Alves, 2002; Braibante & Zappe, 2012).

Neste contexto, o conhecimento químico possui papel pujante na produção de agrotóxicos, em especial para utilização no combate a pragas na plantação de alimentos. No entanto, esse desenvolvimento científico e tecnológico foi acompanhado por profundos impactos sociais e ambientais devido ao uso indiscriminado de pesticidas. Atualmente, diferentes estudos apontam a necessidade de rever o modelo agrário denominado de agricultura convencional, que faz uso de agrotóxicos em larga escala, adubos sintéticos e sementes geneticamente modificadas (Pereira, 2012).

A agricultura moderna culminou na exposição das comunidades rurais a inúmeras substâncias químicas perigosas que se estendem ao meio urbano atingindo a população de modo geral. A poluição dos rios, desmatamentos indiscriminados e contaminação de alimentos com resíduos de agroquímicos são algumas das consequências ambientais provocadas por tais práticas (Peres & Moreira, 2003).

---

<sup>1</sup> Atualmente, estudos de ecologia se utilizam do termo espécies invasoras em substituição ao termo pragas. No entanto, ainda empregaremos tal termo por ser o mais comumente tratado na literatura de forma geral.

<sup>2</sup> Cabe destacar que se compartilha de uma visão mais ampla de ambiente, na qual os problemas de saúde também são considerados problemas ambientais.

Embora os agrotóxicos sejam um tema que gera controvérsias, se reconhece a necessidade de abordar os diferentes aspectos relacionados a essa temática no âmbito da educação básica. Nesta direção, discutir tal temática à luz de referenciais que explorem dimensões ligadas à Ciência, Tecnologia e a sociedade como o enfoque CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) pode ser uma possibilidade profícua de compreender os avanços científicos e tecnológicos atrelados aos fatores sociais e ao conhecimento químico.

Com a intenção de melhor compreender como o assunto tem sido e pode ser explorado no Ensino Médio, propõe-se analisar como a temática dos agrotóxicos é explorada nas quatro coleções de livros didáticos de Química do Ensino Médio aprovados no Plano Nacional do Livro Didático (PNLD) de 2015 – uma vez que o conhecimento químico se fez e faz significativo na produção e entendimento da ação dos agrotóxicos. Cabe destacar, que o tema possui um caráter interdisciplinar e a proposta apresentada corresponde a um recorte. Assim sendo, salienta-se a possibilidade de o tema ser analisado por diferentes áreas de conhecimento a fim de propiciar uma análise mais ampla da temática, multidisciplinar por si só.

É de conhecimento notório que os professores atuantes na Educação Básica, por diferentes razões, acabam utilizando o livro didático como principal referência para elaboração de suas aulas. Portanto, o livro didático tem se mostrado protagonista no processo de ensino e aprendizagem, já que as concepções teóricas e metodológicas nele presentes acabam por condicionar a seleção e organização de conteúdos, atividades e métodos de ensino (Turin & Aires, 2016). Diante do exposto, compreender como uma temática de repercussão significativa como os agrotóxicos é explorada nas coleções de livros didáticos, configura-se um momento importante para reflexão de como tratar o assunto na Educação Básica.

## CAMINHOS METODOLÓGICOS

A temática dos agrotóxicos presente nas quatro coleções de livros didático de Química foi submetida ao procedimento analítico denominado *Análise Textual Discursiva* (ATD). Trata-se de uma análise qualitativa de informações textuais, constituída de três etapas, a saber: a unitarização em que o material analisado, denominado de *corpus*, é fragmentado em unidades de significado relacionados com o foco da pesquisa (Moraes & Galiuzzi, 2007). A segunda etapa, chamada de categorização, visa estabelecer relações entre as unidades de significado obtidas na primeira etapa. Isto é, as unidades de significado são agrupadas de acordo com critérios semânticos. Na ATD, as categorias podem ser *a priori*, já existentes na literatura em que o pesquisador enquadra seus dados; emergentes, em que surgem a partir da análise do *corpus*; ou ainda um processo de categorização misto em que há ambas as categorias (Moraes & Galiuzzi, 2007). A terceira e última etapa caracteriza a comunicação em que são construídos metatextos descritivos e interpretativos

a partir do material analisado. Os autores da ATD argumentam que uma das formas de validar a análise é através da inserção de trechos do corpus nos metatextos. Cabe destacar que na ATD não há a propriedade de exclusão mútua, pois uma unidade de significado pode ser lida em diferentes perspectivas (Moraes & Galiazzi, 2007).

Com base nos pressupostos da ATD, emergiram as categorias de análise: Agrotóxicos à Luz de Discussões Históricas, Agrotóxicos e as relações CTS, e Agrotóxicos para Desenvolver aspectos conceituais.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram analisadas as quatro coleções de livros didáticos de química aprovados no último Plano Nacional do Livro Didático (Quadro 1). Para facilitar as discussões, foi atribuído um código às coleções (de **An** a **Dn**), onde **n** é o número do volume (de 1 a 3).

Quadro 1. Coleções de livros didáticos de química aprovados pelo PNLD 2015.

Código	Coleção	Autores	Editora	Edição	Ano	Número de Volumes
<b>An</b>	Química	Eduardo Fleury Mortimer Andréa Horta Machado	Scipione	2ª	2013	3
<b>Bn</b>	Química Cidadã	Wildson Luiz Pereira dos Santos Gerson de Souza Mól (coords.)	AJS	2ª	2013	3
<b>Cn</b>	Química	Martha Reis Marques da Fonseca	Ática	1ª	2013	3
<b>Dn</b>	Ser Protagonista – Química	Murilo Tissoni Antunes (editor)	Edições SM	2ª	2013	3

Fonte: as autoras

A análise envolveu a busca das palavras-chave *agricultura*, *agrotóxicos*, *defensivo agrícola*, *pesticida*, *herbicida*, *inseticida* e *praga*, nos sumários e ao longo dos livros, a fim de encontrar os trechos que abordam tais palavras-chave. As coleções **A**, **B** e **C** foram examinadas em suas versões digitais, enquanto que **D** foi analisada em sua versão física, uma vez que não se teve acesso a versão digital.

### Descrição das coleções

#### *Coleção An*

De acordo com o Guia do PNLD para as coleções de livros didáticos da Química, tal obra apresenta uma concepção teórico-metodológica

inovadora (Brasil, 2014b). Em todos os capítulos dos três volumes há sempre momentos de apreensão da concepção inicial dos estudantes, de modo a ser problematizada ao longo do desenvolvimento dos conteúdos. A base da construção conceitual possibilita uma visão ampla, interdisciplinar e contextualizada da Química (Brasil, 2014b).

Quanto a temática dos agrotóxicos aqui investigada, a coleção de **A** apresenta poucas entradas, resumindo-se apenas ao terceiro volume (**A3**), onde é utilizada durante os textos em pequenos trechos com a finalidade de exemplificar. Em linhas gerais, a coleção explora pouco e de forma pontual o assunto em análise.

### ***Coleção Bn***

A coleção Química Cidadã apresenta um enfoque voltado para o exercício da cidadania de modo a fomentar sujeitos atuantes na sociedade (Brasil, 2014b). Os conteúdos químicos são desenvolvidos com busca de uma abordagem interdisciplinar, evidenciando as relações CTS, além de preconizar uma perspectiva socio-histórica. No início de cada capítulo há uma articulação entre conhecimentos científicos com enfoque à Química e situações geradoras de discussões, durante os textos da seção chamada “*Tema em Foco*” (Brasil, 2014b). O *Tema em Foco* é apresentado a cada capítulo e explora temáticas significativas para a sociedade como lixo e saneamento básico.

A coleção apresenta várias menções relacionadas a temática dos agrotóxicos em assuntos diferenciados como, por exemplo: consumo sustentável; separação de materiais; uma unidade que trata especificamente da agricultura; hidrosfera e poluição das águas, e recursos energéticos e energia nuclear.

### ***Coleção Cn***

A coleção busca superar visões de ensino de Química baseadas exclusivamente em regras, nomenclatura e resoluções de questões de vestibulares. Nesta direção, propicia maiores condições dos estudantes argumentarem sobre questões que relacionam ciência, tecnologia e

sociedade (Brasil, 2014b). A coleção apresenta assuntos-chave em que os conceitos químicos são estudados, e são introduzidos através de textos jornalísticos na seção “*Saiu na Mídia!*”. Nos textos propostos ao longo da obra ocorre a contextualização dos conteúdos químicos propriamente ditos, considerando também os conhecimentos prévios dos alunos, além de promover o trabalho coletivo e atividades de discussão (Brasil, 2014b).

A coleção apresenta menções à temática aqui investigada, em especial no volume 1 e 3, em *boxes*: abordando o tema separação de misturas, e exemplificando o ancoramento de agroquímicos em superfícies de sílica como proposta da Química verde. Em textos *Saiu na Mídia!*, tratando das causas da poluição atmosférica; sobre a misteriosa epidemia que assola cortadores de cana na América Central. Ao longo dos capítulos: como uma curiosidade sobre os resíduos de pesticidas em alimentos; sobre isomeria constitucional; menção da aplicação de radioisótopos na agricultura como alternativa aos agroquímicos convencionais. Ressalta-se que tais sinalizações foram feitas de forma pontual.

### ***Coleção Dn***

Na coleção Ser Protagonista, todos os conceitos abordados atualmente no Ensino Médio são explorados, valorizando os conceitos estruturadores do conhecimento químico. São propostas atividades teóricas e práticas que visam uma formação cidadã dos alunos, já que a coleção se preocupa não apenas com o desenvolvimento de conceitos, mas também valores e habilidades. A obra é dividida entre unidades e capítulos, e ao longo destes há seções que permitem correlacionar questões ambientais, contemporâneas e outras áreas do conhecimento com saberes químicos (Brasil, 2014b).

Quanto a temática dos agrotóxicos, é apresentada em *box*, exemplificando a extração de pesticidas da água por acetonitrila. Ao longo de textos: mencionando a contribuição de agrotóxicos e fertilizantes artificiais para a maior produção de alimentos, combate à fome e problemas ambientais; como interferentes da qualidade do ar; abordando um breve histórico do DDT; sobre a fumigação para o combate de pragas do solo. E entre exercícios, com uma questão envolvendo os resíduos de defensivos. Do mesmo modo que a coleção anterior, esta explora a temática pontualmente.

Em síntese, as quatro coleções analisadas exploram a temática dos agrotóxicos em maior ou menor grau de forma mais simplista ou mais ampliada conforme apresentado nas categorias abaixo supracitadas nos caminhos metodológicos.

### Agrotóxicos à luz de discussões históricas

Esta categoria aborda aspectos ligados a história dos agrotóxicos presentes nos livros didáticos analisados. Inúmeras substâncias químicas foram empregadas ao longo dos séculos a fim de combater pragas e vetores de doenças prejudiciais às atividades humanas. Entre estes compostos, os primeiros relatados envolvem substâncias orgânicas naturais e compostos inorgânicos altamente tóxicos (Alves, 2002; Braibante & Zappe, 2012; Bull & Hathaway, 1982).

O extrato 1, da coleção **B**, é o único que menciona o uso de compostos inorgânicos para combater pragas. Nele, há apenas a menção dos compostos inorgânicos usados na antiguidade e a primeira geração de agrotóxicos, mas estes poderiam ser utilizados como ponto de partida no estudo de ligações químicas e funções inorgânicas, por exemplo. Ou seja, o texto traz um aspecto histórico importante, mas pouco relaciona com o conhecimento químico – que é apenas mencionando, sem ser desenvolvido.

Combater pragas de lavouras, insetos ou animais transmissores de doenças sempre foi um grande desafio. Afinal, boa parte da produção se perde, vítima desses agentes. O que a Química poderia fazer para ajudar? Ela entrou nessa batalha produzindo substâncias que amenizam esse problema.



Há mais de 3000 anos, romanos, gregos e chineses já utilizavam enxofre para combater doenças e conheciam a natureza tóxica do arsênico e de outras substâncias utilizadas contra os insetos. Após a Primeira Guerra Mundial, surge a primeira geração de substâncias contra parasitas de plantas: substâncias inorgânicas compostas de flúor, arsênio, mercúrio, selênio, chumbo, boro, cobre e zinco.

Os guerrilheiros vietnamitas que combatiam os norte-americanos se escondiam na densa floresta, que conheciam como a palma da mão. Os militares norte-americanos não tiveram dúvida: jogaram um produto desfolhante (napalm) sobre as árvores para que perdessem as folhas, acabando com o esconderijo do inimigo. Causaram enorme desequilíbrio ambiental. As **substâncias organossintéticas** usadas na mistura de herbicidas do napalm são exemplos de produtos fabricados em laboratório para fins militares.

Extrato 1. **B1**, p.218.

O expressivo desenvolvimento da indústria química a partir do período entre a Primeira e Segunda Guerra Mundial propiciou o surgimento da segunda geração de agrotóxicos, as substâncias sintéticas organocloradas. Devido ao contexto de seu surgimento, e a compreensão de sua aplicabilidade na agricultura *a posteriori*, inúmeras

outras formulações foram sendo criadas pelas indústrias americana e europeia até o fim da década de 1940 (Alves, 2002; Bull & Hathaway, 1982).

É possível perceber que o resgate histórico do uso de agrotóxicos está intimamente relacionado com o desenvolvimento científico e tecnológico e os impactos sociais, remetendo às relações CTS neste processo. A abordagem histórica dada aos agrotóxicos nos livros **B1**, **B2** e **D3** menciona esta primeira aplicação para fins durante a guerra, seguido da transferência destas tecnologias para o campo. Isto pode ser ilustrado pelo extrato 2, bem como pela figura presente no extrato 1, em que os aviões estão aplicando um agente desfolhante como arma de guerra.

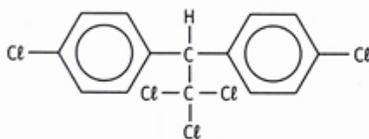
São incontestáveis suas contribuições para a preservação da vida, mesmo quando é usada para fins militares. Afinal, são inúmeras as tecnologias amplamente usadas que trazem aumento de qualidade de vida e que foram desenvolvidas para fins de guerra. Vários gases tóxicos, inseticidas e herbicidas também foram testados em guerras e posteriormente passaram a ter aplicações no controle da proliferação de pragas, reduzindo a mortalidade e aumentando a produção mundial de alimentos, com redução do seu preço e aumento de sua disponibilidade.

Extrato 2. **B2**, p.291.

Ainda quanto a segunda geração de agrotóxicos, as coleções que abordam o viés histórico dos agrotóxicos apresentam um breve histórico do DDT – como exemplificado no extrato 3 – pois não apenas seu uso foi icônico, mas também a identificação dos graves riscos associados à sua utilização.

## DDT

O DDT, também conhecido como diclorofeniltricloroetano, é o mais conhecido dentre os inseticidas do grupo dos organoclorados. Ele foi sintetizado pela primeira vez em 1874, mas foi apenas em 1939 que o químico suíço Paul Müller descobriu suas propriedades inseticidas. Por essa descoberta, ele recebeu o Prêmio Nobel de Fisiologia e Medicina, em 1948.



diclorodifeniltricloroetano

Seu primeiro uso foi durante a Segunda Guerra Mundial, no controle de insetos transmissores da malária, do tifo e da febre amarela. Posteriormente foi usado na agricultura, no Brasil e no mundo, devido a seu baixo custo e alta eficiência. Entretanto, descobriu-se que o DDT possui potencial toxicidade e se acumula na cadeia alimentar. Devido a esse efeito cumulativo, o DDT teve seu uso proibido em muitos países, entre os quais o Brasil.

Extrato 3. **D3**, p.128.

De modo geral, os fragmentos localizados nos livros envolvendo o DDT mencionam o ano em que a aplicação do mesmo como inseticida foi “descoberta”, além de servir como exemplo de composto que foi aplicado para o combate dos vetores da febre amarela, malária, tifo e peste bubônica desde a Segunda Guerra Mundial. O DDT também é destacado como um dos primeiros pesticidas que “ilustra bem a quebra do encanto”, uma vez que foi considerado de grande valia a curto prazo e posteriormente revelou-se extremamente prejudicial ao ambiente.

Nas coleções analisadas há igualmente a menção de que o desenvolvimento de substâncias orgânicas sintéticas contra insetos, expandiu-se após o “sucesso” obtido com o DDT, na busca de novos derivados organoclorados, caracterizando a segunda geração de agrotóxicos. Além disso, mencionam a proibição do DDT e outros organoclorados em diversos países a partir da década de 1970, por suas altas toxicidades e bioacumulação.

Em síntese, no material analisado, a sinalização de aspectos históricos é fundamental para compreender as questões que se colocam na atualidade. Mas tais aspectos foram identificados de forma pontual, cabendo ao professor buscar outras fontes complementares às informações trazidas nos livros didáticos. Embora, os aspectos históricos sejam sinalizados de forma sintética, não se pode negar a importância desses fatores nos livros. Isto é, a dimensão histórica auxilia na análise e compreensão dos desdobramentos presentes e futuros relacionados a temática dos agrotóxicos.

## **Agrotóxicos e as relações CTS**

Esta categoria retrata mais explicitamente as relações CTS disseminadas no material analisado. Cabe destacar que o enfoque CTS no ensino envolve diferentes dimensões, conforme destacado:

Os estudos CTS buscam compreender a dimensão social da ciência e da tecnologia, tanto desde o ponto de vista dos seus antecedentes sociais como de suas consequências sociais e ambientais, ou seja, tanto no que diz respeito aos fatores de natureza social, política ou econômica que modulam a mudança científico-tecnológica, como pelo que concerne às repercussões éticas, ambientais ou culturais dessa mudança. (Linsingen *et al.*, 2003, p.125)

Conforme destacam os autores, os estudos CTS envolvem diferentes dimensões que são retratadas nas coleções analisadas com destaque para fatores socioambientais.

Atualmente, o agronegócio representa aproximadamente um terço do PIB (Produto Interno Bruto) brasileiro, sendo um setor importante de nossa economia. Estima-se que o

PIB do agronegócio deverá crescer 2% em 2017, enquanto o crescimento estimado para o PIB da economia é de apenas 1,1% (Pacheco *et al.*, 2012). Neste sentido, o extrato 4 cita tal mercado e os resultados econômicos obtidos. Apenas o livro **B1** apresenta trechos articulando questões socioeconômicas e a temática dos agrotóxicos.

Os resultados econômicos obtidos com o desenvolvimento dos insumos agrícolas têm sido muito grandes, o que tem contribuído para o abastecimento de alimentos em todo o planeta. O mercado desses produtos químicos é enorme. Por isso, os interesses econômicos para que o seu emprego na lavoura não seja substituído por outras tecnologias menos agressivas são grandes e fortes.

Extrato 4. **B1**, p.221.

Em consonância com o excerto acima, outro fato a ser observado é que, segundo dados do Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para Defesa Vegetal, a venda de agrotóxicos movimentou 9,56 bilhões de dólares em 2016 (SIDIVEG, 2017). Havendo, sem dúvidas, pressões para que o sistema atual cresça em faturamento.

Segundo Primavesi: “*a agricultura convencional é orientada exclusivamente para a produção de lucros, com suas enormes monoculturas de soja, cana e milho*” (Primavesi, 2014, p.18). O extrato abaixo comenta o modelo de agricultura atual e articula-o com questões sociopolíticas destacando o uso intensivo de insumos, visando maximização da produtividade nas vastas extensões de monocultura.

As políticas nacionais e internacionais têm privilegiado o desenvolvimento de um modelo de agricultura com alta especialização, com menor diversidade e uso de maiores quantidades de produtos químicos. Esse modelo estruturado em ricas fazendas especializadas convive ao mesmo tempo com grande número de pessoas vivendo em péssimas condições de saúde e de nutrição. Um grande paradoxo desse modelo está no fato de que as pessoas passam mais fome exatamente no local onde deveriam ser produzidos alimentos: 75% das pessoas que vivem abaixo da linha da pobreza, ou seja, ganham menos de um dólar por dia, vivem nas áreas rurais.

Extrato 5. **B1**, p.302.

A defesa para utilização do modelo convencional de agricultura é sustentada pelo argumento de que a produção em larga escala se torna inviável sem o uso de agrotóxicos. Isto é, há uma preocupação com a produção em larga escala não para alimentar a população, mas em busca do lucro exacerbado, como bem retratado no extrato 5, de modo a explicitar as relações CTS envolvidas neste contexto.

Pela elevada exigência por produtividade e grande simplificação da biodiversidade que as monoculturas possuem, tal modelo agrícola se sustenta às custas de muitos agroquímicos como, por exemplo, fertilizantes para solos desgastados e pobres em nutrientes e agrotóxicos para proteger as plantas fragilizadas de ecossistemas em desequilíbrio. E, haja visto a crescente necessidade de agrotóxicos devido à resistência adquirida pelas pragas e surgimento de novas, não há sustentabilidade no uso destas formulações, caracterizando uma espécie de ciclo vicioso (Soares, 2010).

A dita agricultura moderna fomentada no Brasil a partir da década de 1960 por interesses políticos e econômicos provocou significativas transformações sociais, como exclusão e marginalização dos trabalhadores do campo que não têm acesso aos novos insumos e recursos tecnológicos (Peres & Moreira, 2003), ocasionando o êxodo rural.

As vantagens e desvantagens do uso de agrotóxicos na agricultura, apontadas por diferentes grupos, faz com que este seja visto como um tema científico controverso (Fernandes & Stuani, 2015). Alguns fragmentos abordam a dicotomia do emprego de agrotóxicos: ao mesmo tempo que aumentam a produtividade, impactam seriamente o ambiente. O extrato 6, da obra **B1**, desenvolve de modo crítico a problemática, enquanto que outras obras apresentaram um viés simplista, mencionando-a sucintamente e associando o aumento da produtividade com a redução da fome.

O desenvolvimento tecnológico contribui de forma significativa para o aumento da produtividade agrícola, elevando a quantidade de alimentos produzida por área cultivada. Esse aumento de produtividade possibilitou uma maior disponibilidade de alimentos para a população. No entanto, a exploração agrícola tem sido a principal responsável pela destruição de áreas verdes, provocando desmatamentos, desertificação de grandes áreas, além do que o uso intensivo de produtos químicos na lavoura tem provocado sérios problemas ambientais. Diante desse quadro, surge o grande desafio sobre como conciliar produção de alimentos com preservação ambiental. Esse é um debate que suscita dúvidas e posições polêmicas, sobre as quais devemos buscar alternativas. O conhecimento químico tem sido fundamental para esclarecer muitos desses pontos e fornecer subsídios técnicos importantes que devem ser levados em conta com outros aspectos econômicos, sociais, políticos e ambientais na busca de melhores alternativas.

Extrato 6. **B1**, p.218.

Os impactos do uso de agrotóxicos à natureza são notáveis, como citado no extrato 6. É interessante uma reflexão quanto ao preço pago pela maior produção de alimentos, uma vez que as pessoas ainda passam fome e o modelo fundiário atual custa muito caro ao meio ambiente. A erradicação da fome é, sem dúvida, importante. No entanto, o agronegócio implementado atualmente não possui motivações para tentar minimizar um problema de tamanha envergadura. No final do extrato 6 é interessante a menção de que a questão dos agrotóxicos deve ser analisada considerando aspectos socioeconômicos, políticos e ambientais, denotando a preocupação da obra **B1** em exaltar as relações CTS.

Além destas unidades de significado mencionadas acima, há outras no livro **B1** que abordam de modo sucinto a desigualdade social existente no campo, bem como a necessidade de uma reforma agrária. Estas questões sociais e econômicas atreladas à temática dos agrotóxicos são férteis por permitir estudos conjuntos entre diferentes componentes curriculares, a exemplo da sociologia, história, geografia e biologia. Nos livros aqui analisados estas questões são pouco abordadas, apesar da sua importância.

No que diz respeito à poluição agrícola, esta pode ser considerada de difícil controle, uma vez que se dá de modo difuso, dificultando sua identificação e monitoramento (Bortoluzzi *et al.*, 2006). A depender do

relevo da região e do tipo de solo, os pesticidas podem se infiltrar na terra e contaminar águas subterrâneas (Borsoi, Santos, Taffarel, & Gonçalves Jr., 2014). Estes compostos também podem evaporar e ser dispersos no ar ou ser adsorvidos pelo solo.

Cada uma das coleções possui pelo menos uma menção dos agrotóxicos como exemplos de poluentes dos recursos hídricos. Entretanto, os trechos não destacam em profundidade a problemática ambiental associada. O extrato 7, da obra B2, é o que mais cita esta questão, apesar dos textos subsequentes explorarem o conteúdo químico propriamente dito sem articulação com o problema ambiental inicialmente apontado.

ALGUMAS AÇÕES COM INTERFERÊNCIA NOS RECURSOS HÍDRICOS			
Atividade	Possível ação inadequada	Consequências diretas	Consequências indiretas
Agricultura.	Práticas agrícolas inadequadas.	Perda de solo, carregado para os rios.	Assoreamento e poluição de rios.
	Aplicação inadequada de agrotóxicos e fertilizantes.	Contaminação da água e/ou eutrofização.	Rompimento dos equilíbrios biológicos.
	Captação excessiva de água para irrigação.	Subida do lençol freático.	Salinização do solo e da água.

Extrato 7<sup>3</sup>. B2, p.97 (grifo nosso).

Os temas como assoreamento dos rios, eutrofização e salinização do solo e da água, mencionados na tabela podem ser melhor desenvolvidos através de um trabalho interdisciplinar com a componente curricular biologia. O estudo dos ânions, em especial nitrato e fosfato, pode ser articulado com o do processo de eutrofização, por exemplo. Da mesma forma como a função inorgânica sais pode ser estudada no contexto da salinização das águas e solo. Estes assuntos permitem uma contextualização visando superar o estudo de conceitos químicos dissociados de situações significativas. Em suma, se os aspectos supracitados estivessem presentes, enriqueceriam a abordagem apresenta no livro.

Os problemas ambientais causados pelos agrotóxicos não são somente evidenciados nos recursos hídricos. Nesta direção, o documento dos Ministérios do Meio Ambiente e da Saúde intitulado Compromisso pela Qualidade do Ar e Saúde Ambiental define que:

Outra importante fonte de poluição atmosférica são as atividades agrossilvopastoris, que lançam para a atmosfera diversos tipos de poluentes associados a queimadas

<sup>3</sup> Parte das informações da tabela foram suprimidas e se fez um recorte apenas do item referente a discussão apresentada.

e incêndios florestais, à movimentação do solo e pulverização de fertilizantes e agrotóxicos. (Brasil, 2009, p.8)

O extrato 8, de D1, está em concordância com a citação acima, já que assinala a aplicação aérea de pesticidas como uma fonte de emissão de poluentes atmosféricos.

O fragmento está acompanhado por uma imagem que ilustra a pulverização de agrotóxicos por aeronaves. Apesar de ser a única unidade de significado que menciona a problemática atmosférica causada pelos agrotóxicos, ela se dá de modo superficial, embora não se possa negar a importância de mencionar o assunto no texto.

## Qualidade do ar

Nos dias atuais, quase todos os lugares sofrem com os efeitos da poluição atmosférica provocados localmente ou não. Nas metrópoles, por exemplo, a grande circulação de veículos que utilizam combustíveis fósseis é uma das principais causas da poluição do ar. Além de carros, caminhões e ônibus, outras fontes de emissão contribuem para a piora da qualidade do ar, como processos industriais e usinas termoeletricas. Já nas regiões rurais, a utilização de pesticidas dispersos no ar por aviões ou veículos, as queimadas de matas e lavouras e o emprego de combustíveis fósseis para movimentar tratores, geradores e máquinas são alguns exemplos de fontes de emissão de poluentes.

O Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama) considera poluente qualquer espécie química presente no ar que, pela sua concentração, torna o ar impróprio ou nocivo à saúde humana, à fauna e à flora, ou cause danos às construções, monumentos, etc.



Diferentes fontes de emissão de poluentes. Em A, caminhão liberando fumaça preta na Marginal Pinheiros em São Paulo (SP), 2012. Em B, poluição liberada pela chaminé de uma fábrica de peças de cerâmica em Boa Vista (RR), 2012. Em C, incêndio na Estação Ecológica do Taim (RS), 2013. Em D, avião pulverizando pesticida em plantação de arroz em Lagoa da Confusão (TO), 2005.

Fotografias: (A) Johnny de Franco/Futura Press, (B) Ector Sobrinho/Imagens, (C) Lupo Azeite/Agência F&S, (D) Deyan Marinov/Future Images

Os agrotóxicos também apareceram associados à temática do lixo. Tal temática é importante para o desenvolvimento da consciência ambiental dos alunos, estando intimamente relacionada aos estudos CTS. Esta problemática é maximizada tratando-se das embalagens de pesticidas, pois foram reservatórios de formulações altamente tóxicas. Para reduzir os danos que estes compostos já provocam ao ambiente, a destinação adequada das embalagens é fundamental.

A temática do lixo associada a resíduos agrícolas é abordada apenas na obra **B**: “*Um dos principais problemas do uso de insumos agrícolas é o descarte das embalagens desses produtos. [...]*” (**B1**, p.222).<sup>4</sup> Ao longo do texto *Tema em Foco* que trabalha a temática do lixo, é mencionado que o reaproveitamento nem sempre é viável, devido ao risco a saúde como, por exemplo, os frascos de agrotóxicos. Estes devem ser descartados, seguindo a orientação do fabricante. No Brasil o descarte destas embalagens é regulamentado pela Lei 12.305 (Política Nacional de Resíduos Sólidos) (Brasil, 2010).

Desde 2008 o Brasil é o maior consumidor de agrotóxicos do mundo, e um dos reflexos deste amplo uso é a elevada contaminação dos alimentos que consumimos (Carneiro, 2015). A fim de monitorar esta contaminação, a ANVISA possui o Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos, que analisa amostras de alimentos presentes na dieta da população brasileira (ANVISA, 2016). Os resultados mais recentes deste programa são alarmantes, já que 58,0% das amostras analisadas apresentaram resíduos de agrotóxicos e dentre elas, 18,3% apresentaram agrotóxicos proibidos para a cultura analisada (ANVISA, 2016).

Neste sentido, há poucos apontamentos nas obras analisadas referentes a presença de resíduos de agrotóxico nos alimentos. Na obra **D** há um exercício com um texto contextualizando uma alternativa para o consumidor que busca uma alimentação mais saudável, mas que não tem condições de adquirir produtos orgânicos. Os questionamentos que seguem o texto estão relacionados a ele e propõem reflexão crítica do tema. Já o fragmento do livro **B1** (extrato 9) se encontra ao longo de um texto *Tema em Foco*, e traz dicas para o consumidor reduzir o consumo de alimentos com agrotóxicos residuais.

---

<sup>4</sup> Tal trecho constitui a legenda da representação esquemática (imagem) da recomendação dos órgãos competentes para o descarte das embalagens de insumos agrícolas.

## Atitude sustentável

### Como selecionar alimentos com menos resíduos de agrotóxicos



Procure comprar preferencialmente frutas e verduras da época, já que para serem produzidas fora de tempo recebem elevada carga de agrotóxicos.



Retire as folhas externas das verduras, pois geralmente concentram mais agrotóxicos.



Procure descascar as frutas, uma vez que muitos resíduos dos agrotóxicos concentram-se nas cascas.



Evite legumes e frutas brilhantes: muitos deles são encerados para aumentar a conservação e a aparência, como tomates, pimentões, maçãs e peras.



Prefira alimentos de tamanho normal, pois os que possuem tamanhos maiores, em geral, foram produzidos com adubação excessiva e uso de reguladores. A boa aparência, muitas vezes, esconde uma grande quantidade de veneno.



Evite alimentos oriundos de regiões muito distantes, visto que para a sua durabilidade recebem grandes doses de conservantes.



Lave as verduras, os legumes e as frutas e mergulhe-os em solução de água (1 litro) e vinagre (4 colheres) por 20 minutos para retirar algumas substâncias indesejáveis.



Retire a gordura de todas as carnes e também a pele de aves, porque os resíduos de produtos químicos, como agrotóxicos, hormônios e antibióticos, tendem a se concentrar na gordura.



Procure reduzir o consumo dos produtos convencionais que mais recebem dosagens de agrotóxicos (pêssegos, maçãs, uvas, figos, goiabas, morangos, peras, papaias, melões, nectarinas e tomates). Tente substituí-los por produtos orgânicos.

Extrato 9. B1, p.306 (grifo nosso).

Tais dicas estão em consonância com as indicações existentes no site da ANVISA, em uma seção que reúne perguntas e respostas sobre agrotóxicos em alimentos. Nele, o consumidor é orientado a buscar comprar alimentos da época, uma vez que recebem em média uma menor carga de agroquímicos, e alimentos orgânicos ou de sistemas agroecológicos, para diminuir a exposição a resíduos de agrotóxicos nos alimentos.<sup>5</sup>

<sup>5</sup> Dados da seção do site da ANVISA sobre Perguntas e respostas sobre agrotóxicos em alimentos, recuperado em junho de 2017, de <http://portal.anvisa.gov.br/duvidas-sobre-agrotoxicos-em-alimentos>.

Cabe destacar que as medidas sinalizadas no extrato 9 não eliminam os agrotóxicos dos alimentos, mas podem auxiliar a reduzir o excesso de determinados tipos de pesticidas.

No entanto, a última indicação do extrato 9 de redução do consumo de produtos convencionais que recebam doses elevadas de agrotóxicos é questionável, uma vez que os produtos ali citados são excelentes fontes de fibras, vitaminas e sais minerais importantes na alimentação, bem como de vários compostos que contribuem para a prevenção de doenças (Brasil, 2014a).

Neste sentido, a indicação no site da ANVISA citado acima enfatiza que *“a impossibilidade de aquisição de alimentos orgânicos não deve ser motivo para a diminuição no consumo de frutas, legumes e verduras produzidos pelo sistema convencional de cultivo”*. Em linhas gerais, a problemática merece discussão em especial no espaço escolar, pois envolve uma questão polemica de ampla reflexão, qual seja: deixar de comer alimentos por conter agrotóxicos e conseqüentemente os nutrientes presentes nestes alimentos ou consumir alimentos contaminados. O destaque é para o potencial de abordagem em sala de aula do extrato 9 para além do que o livro menciona.

Há dois grandes modos de ação dos agrotóxicos, que independem da forma como foram aplicados. Os pesticidas denominados de contato agem na parte externa do alimento – sendo necessário o contato direto com a *praga* para atingi-la –, enquanto que os sistêmicos atuam no interior de polpas e folhas.<sup>7</sup> Assim, como exposto no extrato 9, descascar os alimentos, lavá-los e remover as folhas externas das verduras auxilia a remoção dos resíduos externos, principalmente no caso de agrotóxicos de contato, mas são incapazes de remover os resquícios no interior dos frutos.<sup>7</sup>

No que diz respeito a lavagem dos alimentos, a indicação presente no site da ANVISA é de colocar os alimentos de molho em água com água sanitária por 20 minutos, a fim de reduzir a presença de microrganismos indesejáveis.<sup>5</sup> Já o trecho do extrato 9 menciona o uso de uma solução diluída de vinagre para remoção de algumas substâncias indesejáveis. Neste sentido, um estudo avaliou a eficiência de processos químicos e físicos na diminuição dos resíduos de dois agrotóxicos sistêmicos e um de contato em pimentões e tomates. Verificou-se no estudo que a utilização de soluções ácidas, básicas e oxidantes reduziram os resíduos dos agrotóxicos

analisados, sendo mais eficazes que a simples lavagem com água, para as amostras estudadas (Rodrigues, 2016).

No início dos anos 1970 os agrotóxicos organoclorados foram sendo proibidos em diversos países, após a comprovação da ação danosa destes pesticidas no meio ambiente. Estes agrotóxicos já foram encontrados em diversas matrizes, denotando sua persistência na natureza, devido à grande estabilidade físico-química, não volatilidade a temperatura ambiente, além da lipofilicidade que possibilita a bioacumulação ao longo da cadeia alimentar (Borsoi *et al.*, 2014). Há sinalização da relação de questões ambientais envolvendo os resíduos de agrotóxicos, como exemplificado extrato 10.

No ambiente, é encontrado na água, no ar, no solo, nas frutas e nas verduras e nos animais. Também aparece no leite materno, contaminando bebês. Os resíduos do DDT provocaram contaminação planetária: há vestígios de DDT até em focas e pinguins da Antártida, região em que não foi usado. E a situação se agrava, pois esse produto é quimicamente estável e permanece no ambiente dezenas de anos sem ser alterado. Por isso, o DDT tem sido proibido em muitos países.

Extrato 10. B1, p.221

A menção destes impactos se dá em pequenos trechos; mas, apesar de breve, está presente e pode despertar o interesse nos alunos para buscar maiores informações. Há possibilidade de um trabalho interdisciplinar, onde os professores podem se utilizar de fontes com maior aprofundamento sobre impactos acima relatados.

Hoje já são sabidos muitos dos efeitos prejudiciais à saúde causados por agrotóxicos. Na coleção **B** são mencionados casos de intoxicação por agrotóxico com destaque para a diferença entre intoxicações agudas, que se dão rapidamente, com efeitos imediatos e intoxicações crônicas, quando os efeitos surgem a longo prazo. O extrato 11 abaixo ilustra a intoxicação humana por agrotóxicos.

Os principais danos causados ao organismo humano são reações alérgicas, queda de resistência imunológica, lesões no fígado e nos rins, atrofia nos testículos, esterilidade masculina, desenvolvimento de tumores, entre outros. As pessoas que trabalham diretamente com essas substâncias estão mais sujeitas a intoxicações agudas (efeitos imediatos) ou crônicas (efeitos em longo prazo).

*Extrato 11. B1, p.221*

Refletindo criticamente sobre a forma atual de produção de alimentos, isso nos faz buscar por alternativas que causem menos impactos ao planeta, e a agroecologia surge como uma possível resposta. A abordagem desta prática pelos livros didáticos resume-se ao livro **B1**, como ilustrado no extrato 12.

Uma das práticas da agricultura orgânica está no emprego de técnicas de sistemas conhecidos como sistemas agroflorestais. Esse sistema emprega técnicas integradas que preservam o ambiente, aproveitando melhor os recursos da propriedade rural, e interferem o mínimo possível no equilíbrio ecológico. Usam-se adubos produzidos por animais e vegetais da propriedade; os recursos hídricos são explorados racionalmente e sem contaminação; a criação de animais e o cultivo da lavoura são conduzidos de forma conjugada com a vegetação natural, preservando-a o máximo possível; o controle de pragas é feito por meio biológico, utilizando-se predadores naturais para combater animais e fungos que atacam a lavoura; não são empregados agrotóxicos, hormônios nem antibióticos.

Essa agricultura difere enormemente da convencional, apresentando as seguintes vantagens: preservação do ambiente; melhora da qualidade nutritiva e do sabor dos alimentos; não contaminação de agricultores e consumidores com agrotóxicos; aumento da produtividade a longo prazo, uma vez que, com a agricultura convencional, o solo tende a se esgotar com o passar do tempo. Entre as desvantagens dessa agricultura, podemos citar: dependem-se mais tempo e trabalho na produção; alguns frutos muitas vezes são menores; e os produtos podem chegar a custar mais do que o dobro dos alimentos produzidos pela agricultura convencional.

*Extrato 12. B1, p.304-5*

Quanto a eficiência agrônômica de uma produção que segue os preceitos agroecológicos, existem estudos que bastante contundentes. Em 26 países, foram examinadas 62 iniciativas de proteção integrada das culturas, em sistemas visando uma agricultura mais sustentável, e os resultados foram promissores. Os pesquisadores puderam concluir que o uso de agrotóxicos pode ser reduzido sem redução nas colheitas (Ferreira, 2015). Como os produtos orgânicos estão em voga atualmente, é importante discutir a respeito, principalmente no ensino formal. Assim, os alunos poderão exercer a cidadania de modo consciente ao decidir que produtos consumir por avaliar suas origens.

Em linhas gerais, a categoria Agrotóxicos e as relações CTS reflete o processo de desenvolvimento científico e tecnológico relacionado a produção e utilização de

agrotóxicos e suas implicações sociais, políticas, econômicas e principalmente ambientais. Tais aspectos reforçam as ideias de Angotti e Auth:

À medida que o uso abusivo de aparatos tecnológicos torna-se mais evidente, com os problemas ambientais cada vez mais visíveis, a tão aceita concepção exultante de ciência e tecnologia, e a finalidade de facilitar ao homem explorar a natureza para o seu bem estar começou a ser questionada por muitos. (Angotti & Auth, 2001, p.15)

Com isso, não estamos negando a importância do desenvolvimento científico e tecnológico, mas sim enfatizando a necessidade de ser acompanhado de reflexões e análise crítica dos impactos sociais tanto nos livros analisados quanto no trabalho desenvolvido em sala de aula.

### Agrotóxicos para desenvolver aspectos conceituais

Os trechos reunidos nesta categoria, em sua maior parte, são exercícios de cunho puramente conceitual que trazem a temática do agrotóxico de forma ilustrativa. Estes se utilizam das estruturas moleculares dos agrotóxicos para questionamentos quanto a presença de grupos funcionais, conceitos de massa molecular e balanceamento de reações químicas, como exemplificado no extrato 13.

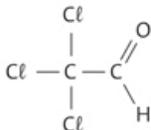
5. (Mack-SP) Em relação à equação abaixo, que representa a obtenção do DDT ( $C_{14}H_9Cl_5$ ), é INCORRETO afirmar que:

Dadas as massas molares (g/mol):

H = 1, O = 16, C = 12, Cl = 35,5



- o coeficiente x que torna a equação corretamente balanceada é igual a 2.
- o DDT é um composto orgânico oxigenado.
- se o  $C_2HCl_3O$  for um aldeído, sua fórmula estrutural será



- cada molécula de DDT contém 5 átomos de cloro.
- a massa de 1 mol de moléculas de água é igual a 18 g.

Extrato 13. C3, p.81

O exercício acima evidencia o uso da estrutura do DDT de forma ilustrativa sem uma preocupação com as diferentes dimensões que envolvem a temática. Nesta questão não é observada articulação entre contexto e conceito, pois a resolução do exercício envolve apenas assinalar as fórmulas estruturais solicitadas. Ainda assim, há alguns trechos nos livros analisados (Extrato 14, B1) que articulam de modo contextualizado os aspectos conceituais e a temática dos agrotóxicos, embora o enfoque principal seja a dimensão conceitual.

Diversas alternativas para o controle de insetos na lavoura têm sido desenvolvidas, como: uso de predadores naturais, método chamado controle biológico; esterilização por radiação nuclear; rodízio de culturas; desenvolvimento de novas espécies por engenharia genética (veja polêmica dos transgênicos no capítulo anterior) e controle químico com o uso de feromônios.

Feromônios são substâncias secretadas pelos seres vivos que permitem a comunicação com outros indivíduos da mesma espécie. É por meio da secreção dessas substâncias, por exemplo, que as formigas marcam as trilhas; as abelhas avisam a outros membros da colônia que um inimigo se aproxima; muitos insetos localizam os parceiros sexuais na ocasião do acasalamento ou avisam outros indivíduos para atacar ou se reunir em torno de algum alimento.

Os químicos têm desenvolvido técnicas de identificação e isolamento dessas substâncias, que podem ser utilizadas na agricultura para confundir os machos, que não encontram as fêmeas, ou em armadilhas que aprisionam milhares de insetos.

Extrato 14. B1, p.306

Conforme exemplificado no extrato 14, que menciona as novas tecnologias para o controle de pragas, como a marcação de insetos ou esterilização de machos da espécie através de radiação gama, feromônios e marcação de agrotóxicos para verificação dos resíduos deixados. Os feromônios são substâncias químicas usadas na comunicação entre indivíduos da mesma espécie. Descoberta em 1950, esta comunicação provoca respostas comportamentais como alarme, colaboração na produção de alimentos, acasalamento e defesa, por exemplo (Quadros, 1998).

Já a tabela do extrato 15 (B1), encontra-se em um texto *Tema em Foco*, que aborda algumas classificações e informações que abrangem a temática dos agrotóxicos.

CLASSIFICAÇÃO DOS AGROTÓXICOS					
Tipo	Grupo	Exemplo	Toxicidade	Fórmula	Fórmula estrutural
Fungicida	Sais de cobre	Calda bordalesa	pouco tóxico	$\text{CuSO}_4 \cdot \text{Ca}(\text{OH})_2$	
	Carbamatos	PCP (pentacloro-fenol)	altamente tóxico	$\text{C}_6\text{HCl}_5\text{O}$	

Extrato 15<sup>6</sup>. B1, p.219.

<sup>6</sup> Parte das informações da tabela foram suprimidas e se fez um recorte apenas do item referente a discussão apresentada.

O conteúdo químico explorado a seguir pelo capítulo (ligações químicas) não apresenta qualquer relação com a temática dos agrotóxicos, e poderia ascender dos exemplos dados pela tabela, bem como outros conteúdos como polaridade de ligações e das moléculas e forças intermoleculares – que são abordados de modo puramente conceitual nos capítulos seguintes. Assim, o aprendizado proporcionado poderia ser mais significativo do que apenas apresentar uma tabela tão rica em conteúdos sem explorá-los.

A temática dos agrotóxicos possui um potencial para exploração de conceitos químicos diversos, mas que foram pouco explorados nos livros analisados. Como, por exemplo, ao se analisar o rótulo de um determinado agrotóxico as informações que são explicitadas tais como: concentração, propiciando o estudo de substâncias e misturas e soluções; ligações químicas, ao discutir as fórmulas estruturais e moleculares do principal componente ativo dos agrotóxicos; funções inorgânicas, a exemplos de ácidos tendo em vista que o valor de pH geralmente é fornecido nos rótulos de agrotóxicos; funções orgânicas. Igualmente, é possível explorar nutrição e parâmetros físico-químicos dos solos, a exemplo: propriedade de troca catiônica; pH; temperatura. Esses parâmetros são analisados em especial na agricultura agroecológica. Cabe destacar que a sinalização da possibilidade de abordagem de diferentes conceitos químicos atrelados a temática dos agrotóxicos não deve ser feita de forma dissociada de fatores sociais.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Como discutido, a temática dos agrotóxicos tem intrínseca associação com as relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade. De modo que, este contexto explorado à luz do enfoque CTS no ensino formal propicia a formação cidadã no processo de ensino.

A partir da análise realizada observou-se que a coleção de Mortimer e Machado é a que menos aborda a temática dos agrotóxicos, e isto se dá pontualmente através de exemplos empregados durante os textos. No entanto, cabe destacar que a obra em questão explora outras temáticas de extrema relevância social. Em contrapartida, a coleção Química Cidadã elenca a maior parte dos aspectos aqui discutidos, revelando a

importância que tal coleção dá ao tema e possibilitando que a temática e seus desdobramentos sejam abordados e desenvolvidos no processo de ensino e aprendizagem.

Apesar da abordagem reconhecidamente grande em diferentes momentos, ainda há uma carência em articular o contexto dos agrotóxicos e os conceitos químicos. A contextualização poderia estar mais atrelada ao conteúdo químico. As demais coleções usam a temática a fim de exemplificar os assuntos químicos explicados, sem tê-la como objeto de análise propriamente dito. Apesar de um menor desenvolvimento deste tema, sua menção já auxilia na ruptura com o ensino fragmentado e sem conexão com aspectos da realidade. Em linhas gerais, no balanço das quatro coleções analisadas, a temática dos agrotóxicos é discutida de forma tímida tendo em vista sua relevância social e potencial na articulação com o conhecimento químico.

## REFERÊNCIAS

- Alves, J. P. A. F. (2002). *Uso de agrotóxicos no Brasil: controle social e interesses corporativos*. São Paulo: Anablume.
- Angotti, J. A. P., & Auth, M. A. (2001). Ciência e Tecnologia: implicações sociais e o papel da educação. *Ciência & Educação*, Bauru, 7(1), 15-27.
- ANVISA. (2016). *Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos (PARA): Relatório das Análises de Amostras Monitoradas de 2013 a 2015*. Brasília, DF.
- Borsoi, A., Santos, P. R. R., Taffarel, L. E., & Gonçalves Jr., A. C. (2014). Agrotóxicos: histórico, atualidades e meio ambiente. *Acta Iguazu*, 3(1), 86-100.
- Bortoluzzi, E. C., Rheinheimer, D. S., Gonçalves, C. S., Pellegrini, J. B. R., Zanella, R., & Copetti, A. C. C. (2006). Contaminação de águas superficiais por agrotóxicos em função do uso do solo numa microbacia hidrográfica de Agudo, RS. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 10(4), 881-887.
- Braibante, M. E. F., & Zappe, J. A. (2012). A Química dos Agrotóxicos. *Química Nova na Escola*, 34(1), 10-15.
- Brasil. (2009). *Compromisso pela Qualidade do Ar e Saúde Ambiental*, Brasília, DF.
- Brasil. (2010). *Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Política Nacional de Resíduos Sólidos*. Brasília, DF.
- Brasil. (2014a). *Guia Alimentar para a População Brasileira*. Brasília, DF.
- Brasil. (2014b). *Guia de livros didáticos PNLD 2015: química: ensino médio*. Brasília, DF.
- Bull, D. & Hathaway, D. (1982). *Pragas e venenos: agrotóxicos no Brasil e no terceiro mundo*. Petrópolis: Editora Vozes.

Carneiro, F. F. (2015). *Dossiê Abrasco. Um Alerta Sobre os Impactos dos Agrotóxicos na Saúde*. Rio de Janeiro: EPSJV.

Fernandes, C. S., & Stuani, G. M. (2015). Agrotóxicos no Ensino de Ciências: uma pesquisa na educação do campo. *Educação & Realidade*, 40(3), 745-762.

Ferreira, M. L. P. C. A. (2015). Pulverização aérea de agrotóxicos no Brasil: cenário atual e desafios. *Revista de Direito Sanitário*, 15(3), 18.

Linsingen, I., Bazzo, W. A., Palacios, E. M. G., Galbarte, J. C. G., Cerezo, J. A. L., Luján, J. L., Gordillo, M. M., Osorio, C., Pereira, L. T. V., & Valdés, C. (2003). *Introdução aos estudos CTS (Ciencia, Tecnologia e Sociedade)*. Madrid: Organización de Estados Iberoamericanos.

Moraes, M., & Galiuzzi, M. C. (2007). *Análise Textual Discursiva*. Ijuí: Editora Unijuí.

Pacheco, A. M., Santos, I. R. C., Hamzé, A. L., Mariano, R. S. G., Silva, T. F., & Zappa, V. (2012). A Importância do Agronegócio para o Brasil – revisão da literatura. *Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária*, 19, 1-6.

Pereira, M. C. B. (2012). Revolução Verde. In: Caldart, R. S., Pereira, I. P., Alentejano, P., & Frigotto, G. *Dicionário da Educação do Campo*. Rio de Janeiro; São Paulo: Escola Politécnica de Saude JV e Expressao Popular, 685-689.

Peres, F., & Moreira, J. C. (2003). *É veneno ou é remédio?: agrotóxicos, saúde e ambiente*. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz.

Primavesi, A. (2014). *Pergunte ao Solo e às Raízes*. [S.l.]: Marco Zero.

Quadros, A. L. (1998). Os Feromônios e o Ensino de Química. *Química Nova na Escola*, 7, 1-4.

Recuperado em maio de 2017, de <http://sindiveg.org.br/wp-content/uploads/2017/06/Release-03abr2017-FINAL.pdf>.

Rodrigues, A. A. Z. (2016). *Eficiência de Processamentos Químicos e Físicos na Remoção de Resíduos de Agrotóxicos em Hortaliças*. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais.

SIDIVEG. (2017). *Setor de defensivos agrícolas registra queda nas vendas em 2016*.

Soares, W. L. (2010). *Uso dos agrotóxicos e seus impactos à saúde e ao ambiente: uma avaliação integrada entre a economia, a saúde pública, a ecologia e a agricultura*. Tese de Doutorado. Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca, Rio de Janeiro.

Turin, J., & Aires, J. A. (2016). Programa Nacional do Livro Didático: um estudo sobre a escolha do livro didático de química por professores da rede pública de ensino de Curitiba. *Série-Estudos, Campo Grande*, 21(41), 128-152.