



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CAMPUS AGRESTE  
NÚCLEO DE FORMAÇÃO DOCENTE  
CURSO DE QUÍMICA – LICENCIATURA

JESSICA DAMIANA DOS SANTOS SILVA

**O ESTUDO DE CASO E A TEMÁTICA “AGROTÓXICOS” COMO ESTRATÉGIA  
PARA O DESENVOLVIMENTO DA CAPACIDADE DE TOMADA DE DECISÃO**

Caruaru  
2019

JESSICA DAMIANA DOS SANTOS SILVA

**O ESTUDO DE CASO E A TEMÁTICA “AGROTÓXICOS” COMO ESTRATÉGIA  
PARA O DESENVOLVIMENTO DA CAPACIDADE DE TOMADA DE DECISÃO**

Monografia apresentada a Coordenação do Curso de Química – Licenciatura da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de Licenciada em Química.

**Área de concentração:** Ensino de Química.

**Orientadora:** Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Flávia Cristina Gomes Catunda de Vasconcelos.

Caruaru

2019

Catálogo na fonte:  
Bibliotecária – Simone Xavier - CRB/4 – 1242

S586e Silva, Jessica Damiana dos Santos.  
O estudo de caso e a temática “agrotóxicos” como estratégia para o desenvolvimento da capacidade de tomada de decisão. / Jessica Damiana dos Santos Silva. - 2019.  
87 f. il. : 30 cm.

Orientadora: Flávia Cristina Gomes Catunda de Vasconcelos.  
Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Universidade Federal de Pernambuco, CAA, Licenciatura em Química, 2019.  
Inclui Referências.

1. Agrotóxicos. 2. Estudo de casos. 3. Ciência – Estudo e ensino. I. Vasconcelos, Flávia Cristina Gomes Catunda de (Orientadora). II. Título.

CDD 371.12 (23. ed.)

UFPE (CAA 2019-434)

JESSICA DAMIANA DOS SANTOS SILVA

**O ESTUDO DE CASO E A TEMÁTICA “AGROTÓXICOS” COMO ESTRATÉGIA  
PARA O DESENVOLVIMENTO DA CAPACIDADE DE TOMADA DE DECISÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Química-Licenciatura da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de Licenciada em Química.

Aprovada em: 17/12/2019.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Profa. Dra. Flávia Cristina Gomes Catunda de Vasconcelos (orientadora)  
Universidade Federal de Pernambuco

---

Profa. Dra. Ana Paula de Souza de Freitas (Examinadora Interna)  
Universidade Federal de Pernambuco

---

Profa. Me. Maria Fabiana da Silva Costa (Examinadora Interna)  
Universidade Federal de Pernambuco

## AGRADECIMENTOS

*Só quem se arrisca merece viver o extraordinário.*

(Filipe Ret)

Acima de tudo, agradeço a Deus por ter me dado forças durante todo o tempo, até mesmo quando eu quis desistir. Fé!

Agradeço aos meus pais, Veronica e Janailton, por acreditarem no meu potencial e fazerem o possível para me auxiliar em todas as etapas da minha vida. Ao meu irmão, Rafael, que mesmo caçula, me fez várias críticas construtivas. Amo vocês!

Além disso, agradeço a minha vó, Maria Helena, por todo o cuidado e apoio e a todos os meus familiares que, mesmo de longe, torceram por mim.

Agradeço também aos meus amigos e companheiros acadêmicos – Saimon, Julio, Mayara, Natália, Gerssyka e Silwellem – pelas risadas, conselhos e desabafos. À Hohana por toda a ajuda e pelos puxões de orelha quando eu direcionei o foco para o que não valia a pena. Aprendi muito com vocês. Obrigada!

Por fim, agradeço a minha orientadora, Flávia Vasconcelos, por todo o conhecimento compartilhado e a todos os professores que contribuíram, de alguma maneira, para a minha formação. Que eu possa me tornar uma profissional tão qualificada quanto vocês.

## RESUMO

Os Parâmetros Curriculares Nacionais e a Base Nacional Comum Curricular, documentos norteadores da Educação Básica do Brasil, destacam a importância de ser ofertada nas instituições de ensino uma educação que desenvolva nos estudantes habilidades e competências que os capacitem para a vida em sociedade. Dentre estas habilidades, destacamos a capacidade de tomada de decisão como sendo relevante na resolução de problemas do cotidiano. Dessa forma, no presente trabalho nos dispomos a investigar como a temática “Agrotóxicos”, em uma abordagem sociocientífica, desenvolve a capacidade de tomada de decisão em estudantes do Ensino Médio. Para tal, utilizamos o método de ensino por estudo de caso, no qual dez (10) estudantes de uma escola do interior de Pernambuco, divididos em pequenos grupos, resolveram um caso intitulado “O Mistério dos Cajueiros” que aborda a baixa produtividade de uma lavoura de castanha de caju na cidade de Agrestina-PE. Por meio de uma sequência didática constituída de três momentos – entrega do caso e pesquisa na Internet sobre possíveis causas que explicassem essa baixa produtividade, discussão acerca dos 10 mitos e verdades sobre agrotóxicos e entrega da solução e avaliação do estudo de caso pelos participantes – os estudantes tiveram que: identificar o problema contido no caso, analisar aspectos sociocientíficos associados a ele e efetuar a tomada de decisão frente ao caso. Essa tomada de decisão foi realizada conforme um modelo normativo de tomada de decisão proposto por Kortland (1996), sistematizado na forma de questões norteadoras. A coleta de dados foi realizada por meio de gravações em áudio, respostas escritas das questões norteadoras e questionário avaliativo sobre o estudo do caso “O Mistério dos Cajueiros”. Os mesmos foram analisados com base nos princípios da Análise de Conteúdo e interpretados à luz dos referenciais teóricos que norteiam este trabalho. A partir disso, identificamos que, mesmo havendo uma discussão sobre os malefícios dos agrotóxicos para a saúde e o meio ambiente, durante o processo de tomada de decisão, em suas respostas os estudantes priorizaram os aspectos econômicos e sociais, levando a maioria dos grupos a escolher a utilização de agrotóxicos como solução para o problema envolvido no caso. De modo geral, concluímos que a utilização da temática em questão, envolvida em um estudo de caso, possibilita o desenvolvimento da capacidade de tomada de decisão, habilidade que poderá servir para a resolução de problemas em outros contextos vivenciados pelos discentes. Por fim, apresentamos no trabalho temáticas sugeridas pelos estudantes que poderão ser abordadas em futuras pesquisas na forma de estudo de caso, como a “Legalização da maconha” e a “Feira de Caruaru”. Nosso intuito é, por meio destas e da própria temática

“Agrotóxicos”, investigar – à posteriori – as suas contribuições para o ensino de conteúdos químicos na perspectiva sociocientífica.

**Palavras-chave:** Agrotóxicos. Estudo de caso. Tomada de decisão. Formação Cidadã.

## ABSTRACT

The National Curriculum Parameters and the Common National Curriculum Base, guiding documents of the Basic Education of Brazil, highlight the importance of being offered in educational institutions an education that develops in students skills and competences that enable them for life in society. Among these skills, we highlight decision-making ability as relevant in everyday problem solving. Thus, in the present work we are willing to investigate how the theme “Pesticides”, in a socio-scientific approach, develops the decision-making capacity of high school students. For this, we used the case study teaching method, in which ten (10) students from a school in the countryside of Pernambuco, divided into small groups, solved a case entitled “The Mystery of the Cashew Trees” that addresses the low productivity of a Cashew nut farming in the city of Agrestina-PE. Through a didactic sequence consisting of three moments - case delivery and Internet research on possible causes that explain this low productivity, discussion of the 10 pesticide myths and truths and solution delivery and case study evaluation by participants - Students had to: identify the problem contained in the case, analyze the socio-scientific aspects associated with it and make the decision making on the case. This decision making was performed according to a normative decision making model proposed by Kortland (1996), systematized in the form of guiding questions. Data collection was performed through audio recordings, written answers to the guiding questions and evaluative questionnaire about the case study "The Mystery of the Cashew Trees". They were analyzed based on the principles of Content Analysis and interpreted in the light of the theoretical references that guide this work. From this, we identified that, even though there is a discussion about the harmful effects of pesticides on health and the environment, during the decision-making process, in their answers students prioritized economic and social aspects, leading most groups to choose to use pesticides as a solution to the problem involved in the case. In general, we conclude that the use of the subject in question, involved in a case study, enables the development of decision-making ability, which can serve to solve problems in other contexts experienced by students. Finally, we present in the work themes suggested by the students that may be approached in future research in the form of case study, such as “Marijuana Legalization” and “Caruaru Fair”. Our intention is, through these and the very theme "Pesticides", to investigate – in the future – their contributions to the teaching of chemical contents in the socio-scientific perspective.

**Keywords:** Agrochemicals. Case study. Decision Making. Citizen formation.

## **LISTA DE FIGURAS**

Figura 1 – Modelo normativo para o processo de tomada de decisão.....	25
Figura 2 – Tipos de intoxicação por agrotóxicos.....	31

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Competências e habilidades na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias de acordo com a BNCC.....	20
Tabela 2 – Respostas dos alunos para a Questão A.....	52
Tabela 3 – Respostas dos alunos para a Questão B.....	53
Tabela 4 – Respostas dos alunos para a Questão C.....	54
Tabela 5 – Respostas dos alunos para a Questão D.....	55
Tabela 6 – Respostas dos alunos para a Questão E.....	55
Tabela 7 – Respostas dos alunos para a Questão F.....	57
Tabela 8 – Respostas dos alunos para a Questão G.....	57
Tabela 9 – Respostas dos alunos para a Questão H.....	58
Tabela 10 – Temáticas sugeridas pelos estudantes para abordagem em estudos de casos.....	65

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1– Classificação toxicológica dos agrotóxicos.....	29
Quadro 2 – Especificidades e grupos químicos de alguns tipos de agrotóxicos.....	30
Quadro 3 – Propriedades do glifosato.....	30

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Agrotóxico é a mesma coisa que pesticida e defensivo agrícola.....	44
Gráfico 2 – Os agrotóxicos não fazem mal à saúde.....	45
Gráfico 3 – Os agrotóxicos contaminam o meio ambiente.....	46
Gráfico 4 – Alimentos transgênicos têm menos agrotóxicos.....	47
Gráfico 5 – Não é possível ter grandes plantações sem utilizar agrotóxicos.....	48
Gráfico 6 – Os agrotóxicos não são utilizados na agricultura orgânica.....	49
Gráfico 7 – Alimentos hidropônicos não têm agrotóxicos.....	50
Gráfico 8 – Alimentos orgânicos são mais caros do que os cultivados com agrotóxicos.....	51
Gráfico 9 – Respostas para a afirmação 2 da escala Likert.....	60
Gráfico 10 – Respostas para a afirmação 3 da escala Likert.....	61
Gráfico 11 – Respostas para a afirmação 4 da escala Likert.....	62
Gráfico 12 – Respostas para a afirmação 5 da escala Likert.....	62
Gráfico 13 – Respostas para a afirmação 6 da escala Likert.....	63
Gráfico 14 – Respostas para a afirmação 8 da escala Likert.....	64
Gráfico 15 – Respostas para a afirmação 9 da escala Likert.....	64

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABCBio	Associação Brasileira das Empresas de Controle Biológico
Anvisa	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
BPL	Boas Práticas de Laboratórios
DCNEM	Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
Ibama	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IDEC	Instituto Brasileiro de Defesa do Consumidor
LDB	Lei de Diretrizes e Bases da Educação Básica
OCNEM	Orientações Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
OMS	Organização Mundial da Saúde
OPAS	Organização Pan-Americana de Saúde
PCN+	Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais
PCNEM	Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
PL	Projeto de Lei
SNA	Sociedade Nacional de Agricultura
TCC	Trabalho de Conclusão de Curso

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>15</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>18</b>
2.1	OBJETIVO GERAL .....	18
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	18
<b>3</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>19</b>
3.1	O ENSINO DE CIÊNCIAS NO ÂMBITO DOS DOCUMENTOS OFICIAIS.....	19
3.2	ESTUDO DE CASO COMO MÉTODO DE ENSINO .....	22
<b>3.2.1</b>	<b>A tomada de decisão na abordagem sociocientífica</b> .....	<b>24</b>
<b>3.2.2</b>	<b>Aplicações de estudos de casos no ensino de Química</b> .....	<b>26</b>
3.3	RELAÇÕES ENTRE AGROTÓXICOS, SAÚDE E MEIO AMBIENTE .....	28
<b>3.3.1</b>	<b>A temática “Agrotóxicos” no ensino de Química</b> .....	<b>33</b>
3.4	A SEQUÊNCIA DIDÁTICA NO ENSINO POR TEMÁTICA.....	34
<b>4</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	<b>37</b>
4.1	TIPO DE PESQUISA.....	37
4.2	CAMPO DE APLICAÇÃO E SUJEITOS .....	37
4.3	ELABORAÇÃO DO CASO .....	37
4.4	COLETA DE DADOS .....	38
4.5	ANÁLISE DOS DADOS .....	40
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>42</b>
5.1	ORIENTAÇÕES INICIAIS E DEBATE SOBRE OS 10 MITOS E VERDADES SOBRE AGROTÓXICOS.....	42
5.2	O PROCESSO DE TOMADA DE DECISÃO PARA A RESOLUÇÃO DO CASO.....	51
<b>5.2.1</b>	<b>Identificação do problema</b> .....	<b>51</b>
<b>5.2.2</b>	<b>Desenvolvimento de critérios</b> .....	<b>53</b>
<b>5.2.3</b>	<b>Geração de alternativas</b> .....	<b>54</b>
<b>5.2.4</b>	<b>Avaliação das alternativas</b> .....	<b>55</b>
<b>5.2.5</b>	<b>Escolha da solução</b> .....	<b>56</b>
5.3	AVALIAÇÃO DOS ESTUDANTES SOBRE O ESTUDO DE CASO .....	59
<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>68</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>70</b>
	<b>APÊNDICE A - CASO “O MISTÉRIO DOS CAJUEIROS”</b> .....	<b>76</b>

<b>APÊNDICE B – AVALIAÇÃO DOS ESTUDANTES SOBRE O ESTUDO DE CASO “O MISTÉRIO DOS CAJUEIROS” .....</b>	<b>77</b>
<b>ANEXO A – 10 MITOS E VERDADES SOBRE OS AGROTÓXICOS .....</b>	<b>78</b>
<b>ANEXO B – QUESTIONÁRIO DICOTÔMICO ACERCA DOS 10 MITOS E VERDADES SOBRE AGROTÓXICOS .....</b>	<b>86</b>
<b>ANEXO C – QUESTÕES NORTEADORAS PARA A SISTEMATIZAÇÃO DO PROCESSO DE TOMADA DE DECISÃO CONFORME O MODELO DE KORTLAND (1996).....</b>	<b>87</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Neste trabalho versamos sobre o estudo de caso como método de ensino que viabiliza o desenvolvimento do pensamento crítico e a tomada de decisão diante de um problema sociocientífico. Considerando que o tema abordado no caso deve possuir natureza controversa, relevância social e relação com a ciência e a tecnologia (RAMSEY, 1993 *apud* SANTOS, 2002), elaboramos um caso envolvendo a temática “Agrotóxicos”, que se faz cada vez mais presente na sociedade brasileira devido às recentes liberações de registros de novos agrotóxicos (IDEC, 2019).

Nesse sentido, o estudo de caso possibilita a abordagem de aspectos sociocientíficos, definidos por Santos (2002, p. 23) como “questões ambientais, políticas, econômicas, éticas, sociais e culturais relativas à ciência e tecnologia”. Assim, temas que contemplem estas questões podem incentivar, nos estudantes, o interesse pela ciência, a investigação e a tomada de decisão para a solução do problema. Tais características podem ser observadas com o auxílio do modelo normativo de tomada de decisão proposto por Kortland (1996) (Figura 1, pág. 25).

Ademais, ressaltamos que a metodologia do estudo de caso não é utilizada apenas como modalidade de ensino. O estudo de caso também serve para fins de pesquisa qualitativa, através da investigação aprofundada de um objeto social (BOCHI; PESSUTO; DELL’AQUA, 1996).

Enquanto estratégia de ensino, em especial no ensino de Química, o estudo de caso tem se propagado consideravelmente nos últimos anos. Levantamentos bibliográficos feitos por Sá e Queiroz (2010) revelam um número alto de trabalhos envolvendo estudos de casos relacionados às diversas áreas da Química. Porém, a maior parte desses trabalhos está voltada para abordagens no Ensino Superior.

Tal realidade está presente também nos Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC) da Universidade Federal de Pernambuco - Centro Acadêmico do Agreste no curso de Química-Licenciatura. Isto porque, ao realizarmos uma pesquisa no banco de dados da biblioteca, utilizando as palavras-chave “estudo de caso” e “ensino”, encontramos, entre os anos 2014 a 2018, apenas dois TCC: Silva, A. (2015) e Silva, M. (2017). Ambos tiveram como campo de pesquisa uma instituição de ensino superior, no curso de Química-Licenciatura.

Mais recentemente, em termos de Ensino Médio, nos anais do XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química identificamos trabalhos sobre estudos de casos envolvendo

temáticas como alisamento capilar (GONÇALVES; OLIVEIRA, 2016) e medicamentos (GIROLAMO *et al.*, 2016), com o propósito de ensinar conceitos de ligações intermoleculares e funções orgânicas, respectivamente. Logo, estes trabalhos demonstram que estudos de casos devem ser elaborados com temas de interesse do estudante, favorecendo a significação dos conteúdos dentro da sua realidade.

Estas temáticas, além de propiciarem uma aprendizagem contextualizada, podem ser utilizadas para a discussão de aspectos sociocientíficos e resolução de problemas a partir do pensamento crítico e da tomada de decisão (KORTLAND, 1996; SANTOS, 2002; SANTOS, 2007; SANTOS; MORTIMER, 2009).

No que se refere ao uso da temática “Agrotóxicos”, são reportados, na literatura, os trabalhos de Cavalcanti *et al.* (2010) e Lacerda, Campos e Marcelino-Jr. (2012). O primeiro trabalho parte da temática para introduzir conteúdos de Química em turmas do Ensino Médio enquanto explora os impactos do uso de agrotóxicos sobre o meio ambiente e a saúde humana. O segundo traz uma abordagem mais ampla acerca da agricultura, analisando o uso de fertilizantes, sua composição e impactos no solo.

Compreendemos, então, que a temática “Agrotóxicos” possibilita um ensino contextualizado agregado a uma discussão sociocientífica, implicando também no desenvolvimento de habilidades, dentre elas, a tomada de decisão. Neste trabalho, procuramos investigar, além da tomada de decisão, habilidades como capacidade de resolver problemas, se comunicar de forma oral e escrita, aprendizagem colaborativa e pensamento crítico (HERREID, 1998b; SÁ; QUEIROZ, 2010). Enfatizamos, ainda, que o ensino de conteúdos químicos associados à referida temática poderá ser explorado em trabalhos posteriores.

Partindo desses pressupostos e considerando a escassez de trabalhos que utilizam o método de ensino por estudo de caso no Ensino Médio, elaboramos o seguinte problema de pesquisa: Como a temática “Agrotóxicos” em um estudo de caso, por meio da abordagem sociocientífica, pode estimular a capacidade de tomada de decisão em estudantes do Ensino Médio?

Consideramos que um estudo de caso que envolva a temática “Agrotóxicos” potencializa a contextualização do ensino, o que estimula o interesse dos alunos pela ciência visto que, nestes cenários, é possível observá-la em situações reais. Além disso, no processo de resolução do caso, os alunos podem adquirir ou desenvolver capacidades investigativas, argumentativas, de comunicação oral e escrita e de trabalho em grupo (SÁ, 2006).

Diante disso, no presente trabalho, elaboramos e desenvolvemos um estudo de caso intitulado “O Mistério dos Cajueiros” que objetivou de forma geral analisar a capacidade de

tomada de decisão nos estudantes do Ensino Médio em um estudo de caso envolvendo o uso de agrotóxicos, em que se propõe investigar os motivos que levaram à baixa produção de uma lavoura de castanha de caju com o intuito de analisar a capacidade de tomada de decisão dos alunos do Ensino Médio frente a um problema sociocientífico. Durante o processo de resolução do caso foram trabalhadas questões sociais, econômicas, ambientais e éticas atreladas à ciência. Isto porque, na elaboração de um bom caso, é imprescindível a presença destes tópicos (SÁ; QUEIROZ, 2010).

Os participantes desta pesquisa foram alunos do 3º ano do Ensino Médio de uma Escola de Referência localizada na cidade de Caruaru, no agreste pernambucano. Estes resolveram o estudo de caso em três encontros, de acordo com a disponibilidade de tempo concedida pela escola.

Em resumo, este trabalho está organizado em seis partes: Introdução; Objetivos; Revisão de Literatura – abrangendo os documentos oficiais da educação, o método de ensino por estudo de caso, as relações entre os agrotóxicos, saúde e o meio ambiente, a utilização desta temática no ensino de Química e a sequência didática como suporte para tal – Metodologia, Resultados e Discussão e Considerações Finais.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

Analisar a capacidade de tomada de decisão nos estudantes do Ensino Médio em um estudo de caso envolvendo o uso de agrotóxicos.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Identificar as contribuições da temática “Agrotóxicos” no desenvolvimento da capacidade de tomada de decisão.
- Observar quais aspectos sociocientíficos são identificados pelos estudantes ao longo do processo de tomada de decisão, com base no modelo normativo de Kortland (1996).

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

Esta pesquisa está fundamentada em trabalhos de autores que descrevem o uso de estudos de casos e da temática “Agrotóxicos” no ensino de Ciências. Estes recursos podem promover uma contextualização para o ensino de conceitos específicos ou para o desenvolvimento de habilidades, como as sugeridas pelos documentos oficiais da educação brasileira.

#### 3.1 O ENSINO DE CIÊNCIAS NO ÂMBITO DOS DOCUMENTOS OFICIAIS

A Lei Federal nº 9.394/1996, mais conhecida como Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), criada com o intuito de disciplinar a educação escolar, define como dever do Estado assegurar aos brasileiros a educação básica obrigatória e gratuita dos 4 (quatro) aos 17 (dezesete) anos de idade. Isto é, a educação infantil, o ensino fundamental e, como última etapa da educação básica, o Ensino Médio (BRASIL, 1996).

Em seu Art. 2º, a LDB afirma que a educação deve favorecer o desenvolvimento dos educandos como cidadãos qualificados para o trabalho (BRASIL, 1996). Para enfatizar este objetivo, foi criada a Lei nº 11.741/2008, que incluiu na LDB a Educação Profissional Técnica, com o intuito de preparar os educandos para o exercício de profissões técnicas.

Entretanto, apesar de a preparação dos estudantes para a atuação profissional ser relevante, o Ensino Médio não pode destinar-se somente a isto. Com o respaldo das Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (DCNEM) formuladas em 1998, o currículo escolar deve ser organizado considerando, entre outros, os princípios de interdisciplinaridade, contextualização e autonomia (BRASIL, 1998). Estes aspectos são essenciais para estabelecer uma aprendizagem significativa, que não propicie um ensino fragmentado.

À vista disso, as DCNEM propõem uma formação integral do educando, possibilitando, no processo de ensino e aprendizagem de conhecimentos científicos, o desenvolvimento do senso crítico para compreender e lidar com os problemas histórico-culturais da sociedade (BRASIL, 1998).

Partindo desses pressupostos, surgem os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) elaborados em 2000, a fim de “difundir os princípios da reforma curricular e orientar o professor, na busca de novas abordagens e metodologias” (BRASIL, 2000, p. 4). Estas abordagens devem estar voltadas para aulas interdisciplinares e

contextualizadas, que ao estabelecerem relações entre diferentes dimensões, não só curriculares, mas sociais, façam com que o estudante perceba o conhecimento aprendido como útil em sua vida.

No que concerne às Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, os PCNEM destacam que essa área deve oferecer aos estudantes mais do que um treinamento específico. Isto é, a partir da compreensão do mundo e do entendimento de processos científicos e tecnológicos inseridos na sociedade, os discentes são capazes de realizar julgamentos e ações no intuito de melhorar a cidadania e contribuir para a evolução do conhecimento científico (BRASIL, 2000).

Corroborando com estes documentos, no ano de 2017 foi sancionada a Lei nº 13.415, que, entre as alterações feitas na LDB, inseriu fundamentos da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que designa “aquilo que os estudantes devem aprender na Educação Básica, o que inclui tanto os saberes quanto a capacidade de mobilizá-los e aplicá-los” (BRASIL, 2018, p. 12).

No Ensino Médio, a BNCC direciona a aprendizagem de acordo com as áreas de conhecimento já estabelecidas pelas DCNEM (1998): (Linguagens e suas Tecnologias, Matemática e suas Tecnologias, Ciências da Natureza e suas Tecnologias, Ciências Humanas e Sociais Aplicadas). Em cada área, os estudantes devem desenvolver competências específicas no processo de aprendizagem. Cada competência envolve também um conjunto de habilidades que devem ser alcançadas.

Na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, são estabelecidas três competências específicas, das quais destacamos, na Tabela 1, duas de suas respectivas habilidades uma vez que remetem ao objetivo geral do presente trabalho.

Tabela 1 - Competências e habilidades na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias de acordo com a BNCC

<b>Competências</b>	<b>Habilidades</b>
- Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global (p. 539).	- Avaliar potenciais prejuízos de diferentes materiais e produtos à saúde e ao ambiente, considerando sua composição, toxicidade e reatividade, como também o nível de exposição a eles, posicionando-se criticamente e propondo soluções individuais e/ou coletivas para o uso adequado desses materiais e produtos (p. 541).
- Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens	- Analisar e debater situações controversas sobre a aplicação de conhecimentos da área de Ciências da Natureza (tais como [...] controle de pragas, entre outros), com base

próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais [...] (p. 539).	em argumentos consistentes, legais, éticos e responsáveis, distinguindo diferentes pontos de vista (p. 545).
--	--

Fonte: BRASIL (2018)

Em conformidade com estes princípios, os PCN+ do Ensino Médio, elaborados como Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais, estabelecem competências gerais a serem desenvolvidas na aprendizagem das Ciências da Natureza e da Matemática. A primeira – representação e comunicação – diz respeito à linguagem científico-tecnológica, envolvendo nomenclaturas, símbolos, códigos etc. A segunda – investigação e compreensão – engloba, dentre outros, a construção de modelos e escalas para a compreensão de fenômenos naturais e teorias (BRASIL, 2002).

Nesse sentido, os PCN+ trazem exemplos de conteúdos e atividades que o professor deve utilizar em sala de aula para estimular o desenvolvimento das competências gerais e das competências específicas de cada componente curricular (Biologia, Química, Física e Matemática). Além disso, propõem temas estruturadores que promovem a articulação do conhecimento em torno de um eixo central.

Na disciplina de Química, por exemplo, sugere-se nove temas, dos quais cinco abordam as transformações químicas em termos de fenômenos do cotidiano, trocas de energia, modelos de constituição da matéria e grandezas de medida (BRASIL, 2002). Os demais temas fazem uma relação entre o homem e a natureza, enfatizando a extração e síntese de recursos para a sua sobrevivência através do conhecimento químico.

Ressaltamos que, embora estes temas não sejam obrigatórios para a organização do currículo escolar, uma prática pedagógica que vise articular o conhecimento científico à realidade do estudante deva utilizá-los como norte.

Esta articulação do conhecimento pode se dar a partir da contextualização do ensino, discutida nas Orientações Curriculares para o Ensino Médio (OCNEM), de 2006, as quais reiteram que os temas estruturadores não devem servir como padrão para todas as escolas, mas ser escolhidos mediante o contexto e interesses de cada uma. Acrescentam, ainda, que é possível ensinar e aprender Química a partir de temas como cosméticos, medicamentos, agrotóxicos, alimentos e muitos outros, com base em livros paradidáticos ou revistas de divulgação científica.

É importante destacar que a utilização destes e outros temas, como os sugeridos pelos PCN+, não se restringem apenas a ensinar e aprender uma disciplina específica, pois o ensino-

aprendizagem de forma contextualizada não se desmembra das outras áreas do conhecimento, sejam elas correlatas ou não.

De forma geral, a contextualização e a interdisciplinaridade se fazem necessárias para que se consiga atingir o que propõe a própria LDB, quando afirma que a educação deve preparar o estudante para o exercício da cidadania; e os demais documentos oficiais da educação brasileira, que sugerem um ensino-aprendizagem articulado às diferentes esferas do indivíduo.

Logo, seguindo as recomendações dos documentos oficiais da educação brasileira para o ensino das Ciências, em especial no ensino de Química visto que a temática “Agrotóxicos” é sugerida nessa disciplina nas OCNEM (2006), abordaremos na próxima seção as potencialidades do estudo de caso como método de ensino para a formação de cidadãos críticos, que se posicionam frente a problemas sociocientíficos com base nas diferentes áreas do conhecimento.

### 3.2 ESTUDO DE CASO COMO MÉTODO DE ENSINO

A estratégia de ensino por estudo de caso surgiu a partir da Aprendizagem Baseada em Problema (*Problem Based Learning*), na qual os alunos devem resolver, por meio da investigação, um problema proposto por eles ou pelo professor. Dessa maneira, “é um método que oferece aos estudantes a oportunidade de direcionar sua própria aprendizagem e investigar aspectos científicos e sociocientíficos, presentes em situações reais ou simuladas” (SÁ; QUEIROZ, 2010, p. 12).

Estas situações são chamadas de casos e devem ser elaboradas seguindo um conjunto de etapas que possibilitarão o alcance dos objetivos de aprendizagem. Herreid (1998a, p. 163-164, tradução nossa) estabelece 11 aspectos que caracterizam um bom caso, dos quais destacamos:

- Ter acontecido nos últimos cinco anos, pois para parecer real, a história precisa envolver um problema atual;
- Criar empatia com os personagens principais, não só para deixar a história mais atraente, mas porque os atributos pessoais dos personagens influenciarão a tomada de decisão;
- Conter citações para adicionar vida e drama à história, facilitando o desenvolvimento da empatia;
- Provocar conflitos, fundamentando-se em questões controversas.

Além disso, Sá (2010) definiu três tipos principais de casos: casos estruturados, em que o problema é apresentado de forma clara e possui várias soluções; casos mal-estruturados, que não definem explicitamente o problema, sendo necessário que os estudantes o identifiquem e proponham as soluções cabíveis; e os casos de múltiplos-problemas, que possuem vários problemas relacionados ao problema principal, que também devem ser solucionados pelos estudantes.

Estes casos podem ser aplicados em sala de aula de diferentes formas. Herreid (1998b) classifica-as em quatro formatos:

- *Tarefa individual*: neste tipo de abordagem enquadram-se histórias produzidas pelos estudantes, tais como teses, análises de livros, peças ou qualquer história que possua um enredo, que são estudadas de forma individual.
- *Leitura*: isto pode se dar de duas formas. Na primeira, dois professores com opiniões diferentes debatem um caso na sala de aula. Na segunda, um professor representa dois papéis, debatendo com ele mesmo.
- *Discussão*: neste formato é apresentado um caso e a turma deve discuti-lo junto com o professor. Por instigar o posicionamento dos estudantes, é considerado o melhor método.
- *Atividades em pequenos grupos*: o destaque desse modelo dá-se pelos resultados trazidos pela aprendizagem colaborativa.

Como é possível observar, cada formato possui suas potencialidades. Cabe, portanto, ao professor escolher o mais pertinente aos seus objetivos pedagógicos. Além disso, um estudo de caso pode se dar com a combinação de diversos formatos, como no trabalho de Jones (1997), que envolveu, em um júri simulado sobre uma droga abortiva, todos os quatro citados anteriormente.

Vale ressaltar que os pontos fortes potencializados por um estudo de caso dependem, em grande parte, de um planejamento eficiente. Assim, com o intuito de nortear os docentes que desejam elaborar estudos de casos, Sá e Queiroz (2010) sugerem alguns passos que devem ser seguidos previamente, tais como:

- *Escolha do assunto principal a ser destacado no caso*: é indicada a abordagem de um tema controverso e de interesse dos alunos;

- *Elaboração de uma lista com todos os conceitos/habilidades/attitudes que se pretende abordar através da aplicação do caso:* é importante que o caso dê condições para o desenvolvimento destes pontos;
- *Elaboração de uma lista dos possíveis personagens do caso:* que possuam relação com o assunto destacado;
- *Elaboração de uma série de questões para discussão em sala de aula:* esta discussão poderá desencadear o pensamento crítico dos estudantes.

Entretanto, para o desenvolvimento de uma estratégia de ensino por estudo de caso, o docente não precisa necessariamente utilizar um caso de sua autoria. Isto porque é possível aplicar estudos de casos já relatados em periódicos e anais de eventos, desde que sejam coerentes com o contexto da turma.

Ao considerar tais pressupostos, a estratégia de ensino por estudo de caso pode manifestar competências significativas nos alunos. Dentre elas, destaca-se a tomada de decisão, que “é um processo fundamental na formação da cidadania” (SANTOS; MORTIMER, 2001, p. 95) e que decorre de discussões e reflexões sobre temas sociocientíficos de relevância social. Tal processo pode se dar a partir de diversas etapas. Na seção 3.2.1 destacamos os modelos normativos de tomada de decisão desenvolvidos por diferentes autores. Entre eles, o modelo proposto por Kortland (1996), que foi utilizado na resolução do caso elaborado para este trabalho.

### **3.2.1 A tomada de decisão na abordagem sociocientífica**

A tomada de decisão é uma competência que pode ser possibilitada pela abordagem sociocientífica e pelo método de ensino por estudo de caso. A forma com que essa decisão pode ser tomada vem sendo discutida por diversos autores nas últimas décadas, que sugeriram diferentes modelos para o processo de tomada de decisão.

Dentre eles, o modelo de McConell (1982) propõe que sejam analisados os custos e benefícios de todas as alternativas de ação possíveis para a solução de um problema. A seleção da melhor ação vai acontecer de acordo com julgamento de valores de quem toma a decisão.

Anos depois, dois modelos similares podem ser citados, pois partem da existência de um problema que deve ser reconhecido pelos alunos. Para Piel (1993 *apud* SANTOS; MORTIMER, 2001), isto é feito através de questionamentos aos estudantes, que são levados a

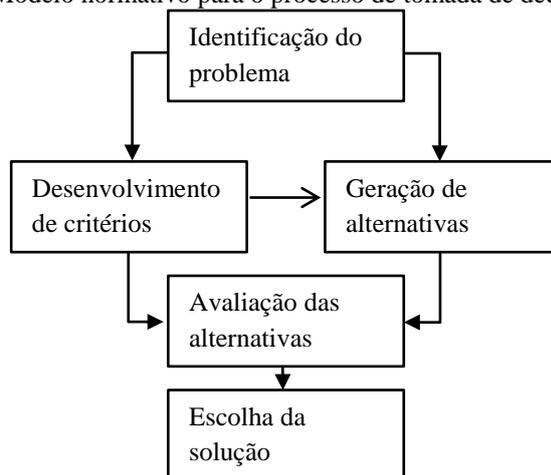
pensar os motivos da situação ser um problema, quais fatores contribuem para tal e qual seria a solução adequada. Zoller (1993 *apud* SANTOS; MORTIMER, 2001) propõe etapas mais detalhadas, que exigem seleção e análise de dados e planejamento de uma estratégia apropriada para a solução do problema, além do julgamento de valores dos alunos.

Outro modelo, proposto por Ratcliffe (1997) e utilizado com estudantes adolescentes de 15 anos de idade, conteve seis passos que incluíam a sugestão de alternativas para o problema e a escolha da mais adequada a partir de vantagens e desvantagens encontradas em pesquisas. A autora justificou a escolha do público pelo fato de nessa idade os indivíduos ainda estarem formando suas opiniões acerca de problemas sociais.

Apesar de todos esses modelos serem reconhecidos como válidos, uma vez que os passos a serem seguidos implicam na tomada de decisão, utilizamos neste trabalho o modelo normativo proposto por Kortland (1996), representado na Figura 1, pois o consideramos mais acessível.

No referido modelo, a partir da identificação do problema, são estabelecidas alternativas para a sua solução, considerando questões sociais, econômicas, ambientais e éticas. Em seguida, estas alternativas são julgadas pelos estudantes para que a melhor solução seja escolhida. Por fim, são determinadas as ações necessárias para colocar em prática esta solução.

Figura 1 - Modelo normativo para o processo de tomada de decisão



Fonte: Adaptado de Kortland (1996, p. 675, tradução nossa)

O esquema apresentado é indicado para pessoas que estão aprendendo sobre o processo de tomada de decisão, servindo como um *checklist* para que nenhum aspecto importante passe despercebido (KORTLAND, 1996). Cabe salientar que, embora não destacada pelo autor, estabelecemos uma relação entre as etapas do desenvolvimento de

critérios e a geração de alternativas. Isso porque quando o estudante pensa em uma solução para o problema e elabora critérios que a tornam inválida, necessariamente ele é levado a gerar alternativas.

Tratando da estratégia de ensino por estudo de caso, o modelo de Kortland (1996) pode ser útil para casos estruturados, mal-estruturados ou de múltiplos problemas, como definiu Sá (2010). Entretanto, apesar de sua utilidade na resolução de casos, em consulta aos periódicos *Investigações em Ensino de Ciências*, *Experiências em Ensino de Ciências e Química Nova na escola*, encontramos apenas um (1) trabalho que o utilizou de forma direta (SILVA; OLIVEIRA; QUEIROZ, 2011) e um (1) em que ele foi mencionado (SILVA; QUEIROZ, 2019).

De forma geral, o processo de tomada de decisão é necessário para a formação de cidadãos críticos. Em estudos de casos, esta tomada de decisão é propiciada quando envolve problemas sociocientíficos.

Estes problemas podem ser explorados no ensino de Ciências. À título de exemplo, no ensino de Química, identificamos trabalhos que avaliam as concepções dos alunos quanto ao desenvolvimento de suas habilidades propiciadas por um estudo de caso (SOUSA; ROCHA; GARCIA, 2012; PAZINATO; BRAIBANTE, 2014), e percepções de professores que utilizaram esse método em sala de aula (FREITAS-REIS; FARIA, 2015; FARIA, 2014).

### 3.2.2 Aplicações de estudos de casos no Ensino de Química

Como citado anteriormente, a utilização do estudo de caso enquanto metodologia de ensino pode propiciar experiências de aprendizagem relevantes. No ensino de Química, esta prática pode ser empregada para:

- Introduzir conteúdos específicos;
- Demonstrar a aplicação de conceitos químicos na prática;
- Desenvolver a habilidade em resolver problemas;
- Desenvolver a habilidade de comunicação oral e escrita;
- Desenvolver a habilidade de trabalho em grupo;
- Desenvolver o pensamento crítico (SÁ; QUEIROZ, 2010, p. 31).

A combinação destes aspectos está relacionada à contextualização do ensino, uma vez que utiliza um tema real para elucidar conteúdos científicos. Por outro lado, contextualizar o ensino não significa simplesmente relacioná-lo com o cotidiano, mas incitar o desenvolvimento de cidadãos críticos frente aos problemas sociais, utilizando o conhecimento científico para resolvê-los (SANTOS, 2007).

Logo, os conteúdos de química selecionados para o estudo de caso devem possibilitar uma abordagem sociocientífica. Esta abordagem pode ser feita por meio de temáticas, fenômenos científicos do cotidiano ou de perguntas aos estudantes sobre problemas sociais, econômicos, ambientais, científicos e culturais (SANTOS; MORTIMER, 2009).

Dentre as diversas áreas da Química, a que mais se destaca na produção de estudos de casos é a Química Ambiental (SÁ; QUEIROZ, 2010). Isto pode ser justificado pela quantidade de problemas envolvidos nesta área (*e.g.* poluição, aquecimento global, redução das espécies etc.), que induzem o pensamento crítico dos estudantes. Como exemplos, temos o caso “SOS Mogi-Guaçu: mortandade de peixes no pesqueiro Recanto do Sentado” (SILVA; OLIVEIRA; QUEIROZ, 2011), aplicado no ensino médio; e o caso “Termelétrica Suape III” (SAMPAIO; BERNARDO; AMARAL, 2016), que problematiza esse tipo de usina com licenciandos de Química.

Os casos que envolvem outras áreas da Química buscam alcançar aspectos sociocientíficos – sociais, ambientais, econômicos, culturais, políticos e éticos – de forma coadjuvante ao ensino de conceitos, como nos trabalhos relacionados à Físico-Química. Isto é decorrente das dificuldades apresentadas pelos alunos na aprendizagem desta disciplina (SÁ; QUEIROZ, 2010).

Vale ressaltar que o ensino e a aprendizagem dos conceitos devem se dar a partir da contextualização entre a temática e os conteúdos de Química presentes no caso. Entretanto, até mesmo esta contextualização deve ser feita de maneira apropriada. Isto é, simplesmente citar exemplos de aplicação destes conceitos dentro da temática não é garantia de aprendizagem, é necessário problematizá-la para incitar o pensamento crítico dos alunos (SANTOS, 2007).

Dito isso, consideramos que a temática “Agrotóxicos” contextualizada em um estudo de caso pode contribuir para o desenvolvimento de habilidades e aprendizagem de conteúdos químicos, como afirmam Sá e Queiroz (2010). Então, na próxima seção apresentamos os agrotóxicos em termos de sua composição química, legislação brasileira e seus impactos na sociedade e no meio ambiente. Além disso, exploramos sua aplicabilidade no ensino de Química.

### 3.3 RELAÇÕES ENTRE AGROTÓXICOS, SAÚDE E MEIO AMBIENTE

De acordo com o Art. 2º, inciso I, da Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989, agrotóxicos são:

Os produtos e os agentes de processos físicos, químicos ou biológicos, destinados ao uso nos setores de produção, no armazenamento e beneficiamento de produtos agrícolas, nas pastagens, na proteção de florestas, nativas ou implantadas, e de outros ecossistemas e também de ambientes urbanos, hídricos e industriais, cuja finalidade seja alterar a composição da flora ou da fauna, a fim de preservá-las da ação danosa de seres vivos considerados nocivos; substâncias e produtos, empregados como desfolhantes, dessecantes, estimuladores e inibidores de crescimento (BRASIL, 1989).

Com o passar dos anos, descobriu-se que alguns destes produtos causam danos à saúde humana e ao meio ambiente, como o desenvolvimento de câncer e deficiências no sistema reprodutivo (IDEC, 2016). Assim, torna-se necessário o controle sob o uso destas substâncias no trabalho agrícola.

O 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 as competências cabidas aos Ministérios da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Saúde e do Meio Ambiente em relação aos agrotóxicos, que incluem, dentre outras, o controle de qualidade, importação e exportação, instruções de uso e divulgação de novos registros. Esta última é explorada no Art. 31, que veda o registro de agrotóxicos:

- VII - que se revelem mais perigosos para o homem do que os testes de laboratório, com animais, tenham podido demonstrar, segundo critérios técnicos e científicos atualizados; e
- VIII - cujas características causem danos ao meio ambiente (BRASIL, 2002).

Entretanto, apesar destas proibições e mesmo sendo comprovados os malefícios trazidos por estes produtos, o Brasil ainda é um dos países que mais fazem uso destas substâncias. Como prova, o Projeto de Lei (PL) nº 6299/2002, criado com o intuito de diminuir as restrições estabelecidas na Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989, para o registro e fiscalização de novos produtos, foi aprovado seis anos depois de sua estruturação, especificamente em junho de 2018. A partir de então, os pesticidas (termo adotado no texto do PL) podem ser liberados pelo Ministério da Agricultura mesmo sem o parecer do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama) e da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) (CÂMARA, 2018).

Vale salientar que a Anvisa se mostrou contrária ao PL nº 6299/2002 e alegou que o mesmo não garante segurança ao agricultor e aos alimentos uma vez que o sistema de controle de agrotóxicos torna-se debilitado (ANVISA, 2018).

Com o PL em vigor, no mês de fevereiro de 2019, o Governo aprovou o registro de 19 novos agrotóxicos, sendo que 12 destes são considerados altamente tóxicos (IDEC, 2019). Sabendo que esta classificação de toxicidade é feita com base nos danos causados ao meio ambiente e à saúde, esta ação do Governo representa uma ofensa à sua pátria.

Via de regra, os agrotóxicos são agrupados em quatro classes que variam em ordem decrescente de risco e que devem ser indicadas por cores específicas nos rótulos das embalagens, de acordo com o Quadro 1.

Quadro 1 - Classificação toxicológica dos agrotóxicos

<b>Classe Toxicológica</b>	<b>Classificação</b>	<b>Cor no rótulo da embalagem</b>
I	Extremamente tóxicos	Vermelho
II	Altamente tóxicos	Amarelo
III	Medianamente tóxicos	Azul
IV	Pouco tóxicos	Verde

Fonte: Barrigosi [200-]

Estes riscos ambientais devem ser determinados por meio das Boas Práticas de Laboratórios (BPL), um programa criado pelo Ibama, através da Portaria IBAMA nº 139 de 21.12.94, com o objetivo de direcionar os estudos e testes laboratoriais sobre os efeitos dos agrotóxicos no meio ambiente e controlar a eficácia destes resultados.

De maneira geral, eles podem provocar diversos transtornos ao meio ambiente, como a contaminação do solo e das águas subterrâneas e a intoxicação de espécies não-alvo (que não atrapalham a produção agrícola), como a espécie humana (PERES; MOREIRA, 2003). Estes fatores devem ser levados em consideração pelo agricultor que, ao identificar um problema em seu cultivo, costuma utilizar agrotóxicos de maneira descontrolada.

Na saúde humana, os danos podem ocorrer de acordo com a exposição a agentes de diferentes classes. Os critérios de toxicidade destes agentes foram estabelecidos por meio de testes laboratoriais em animais, calculando a quantidade do ingrediente ativo do agrotóxico necessária para matar 50% da população de animais testados (BARRIGOSI, [200-]). Este cálculo é denominado de Dose Média Letal ( $DL_{50}$ ) e é representado pela relação entre as massas do ingrediente ativo e a do animal, em mg/kg. Isto é pertinente porque a capacidade letal de uma substância depende da sua concentração no corpo do indivíduo (BRAIBANTE; ZAPPE, 2012).

Os agrotóxicos podem ser classificados também quanto à sua finalidade, de acordo com a praga combatida e ao grupo químico pertencente. O Quadro 2 destaca três das diversas classes existentes.

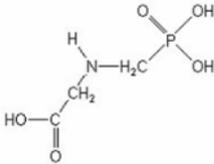
Quadro 2 - Especificidades e grupos químicos de alguns tipos de agrotóxicos

<b>Tipo</b>	<b>Finalidade</b>	<b>Grupo químico pertencente</b>
Inseticidas	Combater insetos, larvas e formigas.	Organofosforados; Carbamatos; Organoclorados; Piretróides
Fungicidas	Combater fungos.	Etileno-bis-ditiocarbamatos; Trifenil estânico; Capta; Hexaclorobenzeno
Herbicidas	Combater ervas daninhas.	Glifosato; Paragat; Pentaclorofenol; Derivados do ácido fenoxiacético; Dinitrofenóis

Fonte: OPAS (1996)

De acordo com a Anvisa, os agrotóxicos do grupo químico organofosforado são os mais tóxicos aos trabalhadores rurais (ANVISA, [200-]). A agência destaca também que o herbicida à base de glifosato é o mais utilizado. Algumas de suas características são apresentadas no Quadro 3.

Quadro 3 - Propriedades do glifosato

<b>Nome químico</b>	N-(phosphonomethyl)glycine
<b>Fórmula bruta</b>	$C_3H_8NO_5P$
<b>Fórmula estrutural</b>	
<b>Grupo Químico</b>	Glicina substituída
<b>Classe</b>	Herbicida
<b>Classificação toxicológica</b>	IV

Fonte: Anvisa [200-]

Para a Monsanto, empresa que desenvolveu o primeiro herbicida à base de glifosato (Roundup®) nos Estados Unidos da América em 1974, este herbicida é eficaz no combate a plantas daninhas em dezenas de cultivos diferentes. As plantas daninhas são indesejáveis porque competem com os cultivos por ingredientes vitais, como água e nutrientes do solo. A Monsanto [200-] afirma ainda que, se utilizado conforme indicações técnicas, o glifosato não é nocivo à saúde ou ao meio ambiente.

Após 11 anos de estudos sobre os impactos toxicológicos deste herbicida, no início do ano de 2019, a Anvisa concluiu o que a Monsanto já havia afirmado e ressaltou que o

glifosato não causa mutações genéticas, câncer, malformação fetal ou problemas de reprodução (SNA, 2019).

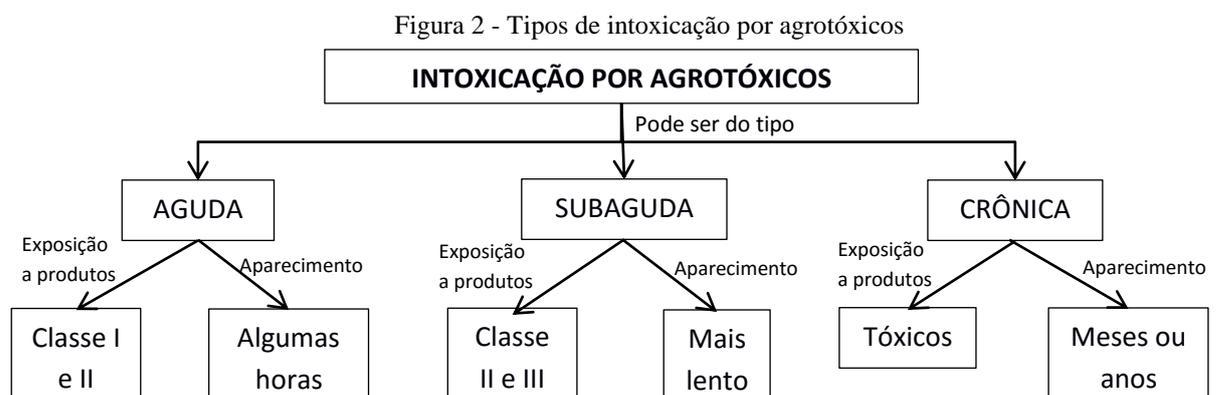
Entretanto, pesquisas ligadas à Organização Mundial da Saúde (OMS) relatam que este ingrediente ativo é muito prejudicial à saúde humana, mesmo pertencendo à classe toxicológica IV. Algumas das consequências à exposição podem ser dores abdominais, vômitos, excesso de líquido nos pulmões, dores de cabeça, perda de consciência, destruição de células vermelhas do sangue (SAWADA, 1988 *apud* RODRIGUES *et al.*, 2009) e até mesmo abortos (ARBACKIE *et al.*, 2001 *apud* RODRIGUES *et al.*, 2009).

À título de exemplo, a dissertação de mestrado de Lima (2017) mostrou que o glifosato no estado do Piauí contaminou o leite materno de 64% das mulheres avaliadas no seu estudo, sendo que 87% delas não tiveram contato direto com agrotóxicos. Além disso, acredita-se que o glifosato é responsável também pelo alto número de abortos e má-formação registrados em um hospital do Piauí (FELIZARDO, 2018).

Logo, os perigos não se limitam aos trabalhadores rurais que utilizam esta substância em suas lavouras, mas também aos indivíduos que ingerem alimentos contaminados. A contaminação desses alimentos pode ser comprovada pelo Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos (PARA), coordenado pela ANVISA e outros órgãos de vigilância sanitária.

Além da exposição direta e da ingestão, uma enfermeira, do hospital citado, afirma ainda que as mulheres que trabalham cozinhando e limpando as fazendas também são contaminadas pela inalação indireta do agrotóxico (FELIZARDO, 2018).

É importante destacar que os impactos toxicológicos dos agrotóxicos na saúde dependem de vários fatores, entre eles as características do produto, do indivíduo e as condições de exposição (OPAS, 1996). Ao considerar estas variáveis, é possível identificar qual o tipo de intoxicação apresentada, de acordo com o esquema representado na Figura 2.



Fonte: Esquema construído a partir de OPAS (1996)

Os sintomas apresentados por cada tipo de intoxicação dependem, além dos fatores citados anteriormente, do tipo de agrotóxico e de seu grupo químico ativo. No caso das intoxicações crônicas, os danos causados pela exposição a diferentes produtos tóxicos costumam ser irreversíveis (OPAS, 1996).

No Brasil, um levantamento realizado pela Agência Pública, com base nos dados do Ministério da Saúde no período de 2007 a 2017, revelou números alarmantes de casos de intoxicação por agrotóxicos. Segundo a pesquisa, 26 mil pessoas foram intoxicadas por agrotóxicos nesse período, das quais a maioria foi curada, mas 1.824 delas morreram e 718 ficaram com sequelas (FONSECA, 2018). A Pública destaca ainda dois principais viés responsáveis pelas intoxicações: acidentes e suicídios. Nos casos de acidentes, os que mais sofreram foram os trabalhadores com baixa escolaridade. As tentativas de suicídio foram cometidas por mais de 12 mil pessoas, das quais 1.582 resultaram em morte.

Os dados são preocupantes, e considerando todos os riscos trazidos pelo uso de agrotóxicos, é importante discutir alternativas eficientes para o controle da produção agrícola que não sejam nocivas ao meio ambiente ou à saúde humana.

Neste sentido, surgem os biodefensivos, que combatem as pragas das lavouras sem trazer prejuízos ambientais. Com isso, a Associação Brasileira das Empresas de Controle Biológico (ABCBio) foi fundada em 2007 com o intuito de reunir as empresas que desenvolvem produtos biológicos para o combate de pragas na agricultura e facilitar os trâmites de registro. Atualmente, já existem 70 indústrias no Brasil dentro desse ramo, ampliando a utilização da técnica para dez milhões de hectares (G1, 2018).

Dentre os diversos biodefensivos (como são chamados os produtos), destacam-se a vespa *trichogramma*, que deposita seus ovos dentro dos ovos de várias espécies de pragas a fim de eliminá-las. Isto acontece quando a larva *trichogramma* nasce e se alimenta do conteúdo do ovo da praga. Após se tornar adulta, a vespa repete todo o processo ao longo da plantação (ABCBio, 2018).

O conhecimento destas alternativas é importante para que os trabalhadores rurais reduzam ou eliminem o uso de agrotóxicos em suas plantações. Entretanto, para tal, é necessário que haja uma divulgação maior acerca dos riscos trazidos pelos agrotóxicos e dos benefícios dos biodefensivos. Uma forma de promover essa divulgação é nas escolas, visto que parte dos alunos são oriundos da Zona Rural e têm como renda familiar a agricultura.

Assim, na próxima seção discutimos os agrotóxicos como temática no Ensino de Química, na qual é possível promover uma discussão sociocientífica e estimular o pensamento

crítico dos estudantes, que ao conhecerem o quão nocivos os agrotóxicos podem ser ao meio ambiente e a saúde humana, possam reduzir o seu uso.

### 3.3.1 A temática “Agrotóxicos” no Ensino de Química

Na seção 3.1 discutiu-se que as OCNEM atentam para o uso de temas que contextualizem o ensino de Química. Dentre eles, destacam-se os agrotóxicos, que podem ser explorados com base em notícias, artigos de jornais e outros meios a partir da relação entre conhecimento científico e tecnologia (BRASIL, 2006).

À vista disso, Braibante e Zappe (2012) estabeleceram uma tabela de conteúdos de Química contemplados por esta temática em cada série do Ensino Médio, que vai desde a introdução à química, partindo do estudo da tabela periódica até as reações orgânicas, que geralmente são estudadas no 3º ano. Esta organização é relevante para que a temática “Agrotóxicos” possa ser inserida de acordo com o conteúdo programático da disciplina, estabelecendo a sistematização do conhecimento de forma contextualizada.

Esta variedade de conteúdos de Química associados aos agrotóxicos pode ser comprovada também na literatura. No periódico *Química Nova na Escola* foram localizados, entre outros, o trabalho de Cavalcanti *et al.* (2010) que descreve atividades realizadas com estudantes das três séries do Ensino Médio, relacionando agrotóxicos com diversos conteúdos de Química, como funções inorgânicas e orgânicas; e o de Lacerda, Campos e Marcelino-Jr. (2012) que descreve a aplicação de uma situação-problema sobre agricultura com alunos do 1º ano do Ensino Médio abordando os conceitos de substâncias, misturas e elemento químico. Os resultados apresentados por estes autores enfatizam a relevância desta temática para o ensino de Química. A relevância da temática “Agrotóxicos” se refere à relação entre conhecimento científico e sociedade evidente nas discussões sobre o uso de agrotóxicos. Assim, ao englobar estas questões, considera-se que a temática pode proporcionar a contextualização do ensino de Química. Além do mais, ela pode ser explorada em qualquer contexto, visto que, devido ao vasto comércio de alimentos, seus impactos não atingem apenas uma população local, mas o Brasil como um todo.

De maneira geral, a temática possibilita o ensino e aprendizagem de conceitos químicos a partir de situações específicas e o desenvolvimento de competências necessárias para uma formação cidadã que detém do conhecimento científico, pode estar vinculada à conteúdos específicos de Química (para o ensino e aprendizagem de conceitos visualizados em situações específicas) ou, de maneira mais ampla, desenvolver competências necessárias

para uma formação cidadã, como o pensamento crítico e a capacidade de tomada de decisão a partir do conhecimento científico.

Considerando a importância da contextualização do ensino de Química para o desenvolvimento de cidadãos críticos, e acreditando na potencialidade dos temas estruturadores propostos pelas OCNEM, é possível explorar o ensino e aprendizagem de conteúdos químicos a partir da temática “Agrotóxicos”. Isto porque estas substâncias estão em uso no país desde a década de 50 com o intuito de melhorar a produção e combater pragas e doenças na agricultura (PEREZ; MOREIRA, 2003).

Então, uma forma de utilizar esta temática em sala de aula é através da estruturação de uma sequência didática. Algumas das características desse tipo de metodologia de ensino são apresentadas na próxima seção.

### 3.4 A SEQUÊNCIA DIDÁTICA NO ENSINO POR TEMÁTICA

Dentre os autores que discutem acerca de sequências didáticas, destaca-se Zabala (1998) que em seu livro intitulado “A Prática Educativa: como ensinar” discute as relações entre professor, aluno e conteúdo, partindo da finalidade da educação, analisando os processos de aprendizagem, a organização dos conteúdos e a importância da avaliação formativa.

Nesse contexto, uma sequência didática pode ser definida como uma série de atividades ordenadas e articuladas desenvolvidas com uma intencionalidade pedagógica, da qual o professor e o aluno devem estar cientes (ZABALA, 1998).

O mesmo autor afirma também que na elaboração de uma sequência didática é necessário levar em consideração alguns fatores que devem ser incluídos na articulação das atividades, como:

- *Determinação dos conhecimentos prévios e Provocação de conflitos cognitivos:* Para que os alunos consigam traçar relações entre os conhecimentos prévios e os novos conteúdos estudados;
- *Conteúdos significativos e funcionais:* É importante que eles sejam de interesse dos meninos e das meninas;
- *Adequação ao nível de desenvolvimento de cada um:* Para que a aprendizagem dos novos conteúdos se torne possível a todos;

- *Criação de zonas de desenvolvimento proximal:* Nas quais os alunos conseguem, mediante a ajuda necessária, superar desafios e construir a aprendizagem.
- *Promoção de uma atitude favorável:* Motivando a aprendizagem dos novos conteúdos;
- *Estimulação da autoestima:* Isso é alcançado quando o aluno percebe que o mérito por sua aprendizagem é dele;
- *Aquisição de habilidades relacionadas com o aprender a aprender:* Ou seja, o desenvolvimento da autonomia.

Então, reconhecendo a relevância de cada um destes pontos, quanto mais fatores uma sequência didática conseguir englobar, mais potencial ela possui. Entretanto, articular atividades deste tipo não é uma tarefa simples. Isto porque exigem do professor um planejamento minucioso, que muitas vezes não é possível ser feito, seja por falta de tempo ou pela falta de habilidade na estruturação de sequências didáticas.

Se o caso for a falta de conhecimento sobre esta metodologia de ensino, Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2009) podem auxiliar neste processo. Os autores tratam de sequência didática na perspectiva de momentos pedagógicos, que devem ser constituídos em três etapas:

- *Problematização inicial:* Neste primeiro momento, o professor levanta questões em relação a um determinado tema a fim de conhecer o posicionamento dos alunos. À medida que eles vão expondo seus pensamentos, o professor vai questionando-os cada vez mais, até que a situação se torne um problema que não pode ser resolvido apenas com os conhecimentos que eles possuem até o momento.
- *Organização do conhecimento:* Agora, ao perceber quais conhecimentos os alunos detêm e quais ainda precisam ser construídos para a solução do problema, o professor realiza atividades que proporcionem o entendimento de novos conceitos.
- *Aplicação do conhecimento:* Por fim, neste momento o objetivo é fazer com que os alunos percebam que os conhecimentos adquiridos para resolver aquela situação não se restringem a ela. E que o conhecimento científico não pode ser utilizado somente para resolver os problemas propostos pelos livros-textos, mas ser aplicado em situações reais ou rotineiras.

Desta forma, considera-se que estes três momentos pedagógicos possibilitam uma aprendizagem que faça sentido para os estudantes, uma vez que há a aplicabilidade do conhecimento científico.

De maneira geral, os aspectos apontados por Zabala (1998) na articulação das atividades e as características dos momentos pedagógicos propostos por Delizoicoiv, Angotti e Pernambuco (2009) estão diretamente relacionados com os atributos do ensino e da aprendizagem descritos nos documentos oficiais da educação. Isto é, o ensino contextualizado que estimula o desenvolvimento de habilidades e competências.

Nesse caso, a combinação destas concepções é útil na elaboração de uma sequência didática baseada em uma temática controversa, tais como as sugeridas pelas OCNEM. Portanto, na próxima seção será descrito o percurso metodológico que norteará a aplicação de uma sequência didática em uma turma de 2º ano do Ensino Médio com a temática “Agrotóxicos”.

## 4 METODOLOGIA

Esta seção trata da caracterização da pesquisa quanto ao tipo, campo de aplicação e sujeitos, coleta dos dados e sua respectiva análise.

### 4.1 TIPO DE PESQUISA

O percurso que seguimos neste projeto baseou-se na perspectiva de uma pesquisa mista, qualiquantitativa, de caráter participante. A qual é “realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo e no qual os participantes representativos da situação ou do problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo” (THIOLLENT, 1985, p. 14). Dessa forma, como neste trabalho buscamos investigar a viabilidade de uma estratégia metodológica envolvendo a temática “Agrotóxicos” em um estudo de caso para o desenvolvimento da capacidade de tomada de decisão, consideramos pertinente este tipo de abordagem.

### 4.2 CAMPO DE APLICAÇÃO E SUJEITOS

Participaram de forma voluntária nesta atividade, dez (10) alunos do 3º ano do Ensino Médio de uma Escola de Referência localizada na cidade de Caruaru, agreste pernambucano, implicando em um maior engajamento deles no sentido de resolver o caso.

A escolha da turma citada não se deu de forma arbitrária, isto porque o objetivo da pesquisa foi desenvolver nos estudantes a capacidade de tomada de decisão, e como esses estudantes estão saindo do Ensino Médio, entendemos que eles construíram, ao longo de sua trajetória escolar, habilidades necessárias para que isso seja possível, como o pensamento crítico e o julgamento de valores. Além do mais, como o caso elaborado baseou-se em uma situação de uma cidade do agreste pernambucano, esses estudantes poderiam se sentir motivados a realizar o estudo de caso.

### 4.3 ELABORAÇÃO DO CASO

O caso intitulado “O Mistério dos Cajueiros” (APÊNDICE A) foi elaborado com base no contexto social e econômico da cidade de Agrestina, agreste pernambucano. De acordo

com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (2016), a Agropecuária contribuiu significativamente para o Produto Interno Bruto (PIB) do município.

Em 2010, o IBGE realizou uma pesquisa na cidade a respeito da produção agrícola de lavouras permanentes e concluiu que as maiores, em termos de toneladas produzidas, eram as de banana, manga e coco-da-baía. Dentre as demais, a lavoura de castanha-de-caju também apresentou uma produção significativa. Entretanto, no ano de 2015, o IBGE afirmou que a produção de castanha-de-caju reduziu cerca de 70% no município, sendo este um dos motivos para este alimento ter sido escolhido para a elaboração do caso em questão.

Ademais, como este estudo de caso objetivou a exploração do tema “Agrotóxicos”, a solução do caso pode se basear nos estudos apresentados pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), que descreve sobre a produção e comercialização agrícola. Em uma de suas publicações, intitulada Sistema de Produção do Caju (2016), são abordados os desafios que uma lavoura de castanha-de-caju pode enfrentar, tais como pragas e doenças que atingem os cajueiros.

De modo geral, “O Mistério dos Cajueiros” narra a história de um produtor de castanha-de-caju da cidade de Agrestina-PE que se depara com disfunções em seus cajueiros, comprometendo a sua produção e tornando vulnerável a situação econômica da sua família.

Portanto, o papel dos estudantes foi identificar o problema, investigar suas possíveis causas e propor a melhor solução, levando em consideração os impactos sociais, econômicos, ambientais e éticos causados por ela.

#### 4.4 COLETA DE DADOS

Para a coleta de dados, executamos uma proposta didática com base no que discorrem Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2009) sobre a abordagem temática em sala de aula em momentos pedagógicos, nos princípios de sequência didática descritos por Zabala (1998) e em métodos e recursos utilizados por referenciais teóricos em estudos de casos no ensino de Ciências (PAZINATO; BRAIBANTE, 2014); (SILVA; OLIVEIRA; QUEIROZ, 2011); (SÁ; QUEIROZ, 2010). Além disso, as estratégias de utilização do caso foram, de acordo com Herreid (1998b), no formato de discussão e de atividades em pequenos grupos. Nesse sentido, realizamos três intervenções na escola, cada uma com duas (2) horas de duração, nas datas e horários disponibilizados pela gestão e pelo docente da turma.

Na primeira, entregamos aos alunos o caso “O Mistério dos Cajueiros” e solicitamos que se dividissem em dois grupos de três integrantes e um grupo de quatro integrantes, uma

vez que uma das formas de aplicação do caso seria em pequenos grupos (HERREID, 1998b). Em seguida, orientamos os grupos a realizarem pesquisas na internet, via celular, para adquirir informações relacionadas ao caso. Vale destacar que não indicamos nenhuma palavra-chave para essa pesquisa, pois o objetivo era que os estudantes fossem capazes de identificar – por conta própria – os assuntos envolvidos no caso e tirassem suas próprias conclusões. Assim, a partir das informações coletadas, os estudantes deveriam começar a pensar no problema presente no caso e em sua solução.

Por fim, informamos que o material pesquisado deveria ser registrado no caderno para posterior consulta. Estes registros tiveram como objetivo auxiliar os estudantes a realizarem o estudo de caso com base no modelo normativo de tomada de decisão de Kortland (1966).

Na segunda intervenção, ocorrida duas semanas depois, discutimos com os participantes o texto do IDEC (2018) (ANEXO A ) a respeito dos 10 mitos e verdades sobre os agrotóxicos. Para tal, entregamos a eles 10 afirmações, na forma de questionário fechado, que deveriam ser classificadas como mito ou verdade (ANEXO B). A partir de suas respostas, debatemos sobre os motivos que os levaram a concluir suas escolhas e apresentamos as respostas corretas de acordo com o IDEC (2018). Essa etapa foi gravada em áudio.

Após o debate, retomamos o estudo de caso a fim de instruir os grupos quanto à sua realização. Isto é, quais etapas deveriam ser seguidas para que fosse possível solucionar o caso. Então, apresentamos o modelo normativo para o processo de tomada de decisão proposto por Kortland (1996) (Figura 1), definindo o que deveria ser feito em cada etapa. Além disso, considerando que poderiam surgir dificuldades neste processo, entregamos aos estudantes questões norteadoras (ANEXO C) que tinham como função ajudá-los a chegar a uma solução para o caso, enquanto refletiam sobre questões sociocientíficas.

Ao final, solicitamos que os grupos se reunissem, em outro momento, para discutir, entre seus integrantes, as características do problema e então efetuar a tomada de decisão. Como eles possuíam as pesquisas realizadas na internet e participaram da discussão sobre os 10 mitos e verdades sobre os agrotóxicos, esse era o momento de solucionar o estudo de caso.

Na quarta, e última intervenção, cada grupo apresentou sua solução para “O Mistério dos Cajueiros” de forma oral e escrita, justificando-a pelas respostas dadas às questões norteadoras.

Para finalizar essa proposta didática, foi feita uma avaliação individual por parte dos alunos acerca do estudo de caso, na forma de um questionário semiaberto (APÊNDICE B), contendo dez (10) questões fechadas na forma de uma escala Likert de 3 pontos – concordo, indeciso e discordo – e uma (1) questão aberta com sugestões de temáticas regionais para

serem investigadas em um estudo de caso. Esse questionário foi construído com base em Sá (2006), no que se refere aos benefícios proporcionados por este método, e em um questionário utilizado por Vasconcelos (2011) em um de seus trabalhos.

#### 4.5 ANÁLISE DOS DADOS

A análise dos dados aconteceu em três etapas, seguindo a ordem dos tipos de atividades contidas na proposta didática. Dito isso, nos baseamos nos preceitos metodológicos da Análise de conteúdo, que designa

um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando a obter, por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens (BARDIN, 2011, p. 47).

Na primeira etapa, analisamos os questionários dicotômicos e a discussão em áudio acerca dos 10 mitos e verdades sobre agrotóxicos, relacionando os resultados obtidos com os principais referenciais que abordam esse tema.

Em seguida, direcionamos a análise para o modelo normativo de tomada de decisão proposto por Kortland (1996). Nessa etapa, buscamos observar o posicionamento dos grupos frente às questões norteadoras (ANEXO C). Isso porque as respostas provenientes dessas questões estabelecem relação entre um tema controverso – agrotóxicos – e questões sociocientíficas. Tornando, pois, a tomada de decisão possível de ser verificada.

No caso “O Mistério dos Cajueiros”, a partir da avaliação do uso de agrotóxicos e seus impactos sociais, econômicos, ambientais e éticos, os estudantes são levados a tomar uma decisão e, assim, resolver o estudo de caso. Logo, para saber se este objetivo foi alcançado, analisamos a etapa de escolha da solução. Nela, observamos se os estudantes julgaram todas as variáveis relacionadas ao problema, por meio das questões F, G e H (ANEXO C), para propor uma solução adequada, segundo seus julgamentos.

Na terceira parte da análise, investigamos os questionários semiabertos (APÊNDICE B) de forma a identificar dificuldades e vantagens relativas ao estudo do caso “O Mistério dos Cajueiros” no que tange à sua aplicabilidade e resolução em grupo, bem como sua influência na reflexão sobre o uso de agrotóxicos. Além disso, agrupamos em categorias as sugestões de

temáticas – dadas pelos discentes para posteriores estudos de caso – e discutimos a relevância destas para a região do agreste pernambucano.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta seção apresentamos e discutimos os resultados da pesquisa em questão. Estes estão distribuídos em três partes. A subseção 5.1 trata sobre as orientações iniciais para a realização do estudo de caso pelos estudantes e do debate acerca dos 10 mitos e verdades sobre agrotóxicos. Na subseção 5.2 analisamos todo o processo de tomada de decisão, seguindo o modelo normativo de tomada de decisão de Kortland (1966), que sucedeu em diferentes soluções para o caso “O Mistério dos Cajueiros”. Na última parte, a subseção 5.3, apresentamos as avaliações dos estudantes sobre a experiência com o referido estudo de caso.

### 5.1 ORIENTAÇÕES INICIAIS E DEBATE SOBRE OS 10 MITOS E VERDADES SOBRE AGROTÓXICOS

No primeiro encontro entregamos o caso “O Mistério dos Cajueiros” - elaborado pelas autoras - aos estudantes e solicitamos que realizassem pesquisas na internet, via celular, a fim de recolher quaisquer informações que julgassem relevantes para solucionar o caso. Entretanto, por falhas na conexão de internet oferecida pela escola, apenas um grupo, o qual será identificado como Grupo A ao longo desse texto, conseguiu reunir informações e discutir as possíveis causas do problema.

Pouco depois, esse mesmo grupo sugeriu uma solução para o caso, que se baseou em um relato de um agricultor que, ao ter sua plantação atacada por pragas, utilizou insetos, mais especificamente ácaros, para combatê-las. Esse exemplo é semelhante ao uso da vespa *trichogramma*, que combate pragas depositando seus ovos dentro dos ovos de diversas pragas para alimentar-se do seu conteúdo (ABCBio, 2018). A referida forma de controle agrícola engloba o uso de bio defensivos, produtos biológicos que têm a função de combater pragas sem prejudicar o meio ambiente ou a saúde.

Como nem todos os grupos conseguiram realizar a pesquisa na escola, solicitamos que a fizessem em casa e apresentassem as informações reunidas no próximo encontro. Então, no segundo encontro, outro grupo (identificado por Grupo B) afirmou que após pesquisar sobre doenças que afetam o cajueiro, identificou duas causas para o problema envolvido no caso. A primeira seria a antracnose, uma doença que ataca o cajueiro e que segundo um dos integrantes do grupo (Aluno 9), “*deixa a folha seca, furada, mata o caju antes do caju crescer. O cajueiro florou, no primeiro fruto a castanha já vai ficando podre antes dele conseguir se desenvolver*”.

Percebendo que havia confusão entre a identificação do fruto do cajueiro, questionamos ao discente qual seria o fruto produzido pelo cajueiro: a castanha ou o caju? E o mesmo afirmou com convicção que seria o caju. Então, esclarecemos que o cajueiro possui o fruto (castanha) e o pseudofruto (caju) e que é comum acreditar que o caju é o fruto, pois suas características (cor, sabor adocicado e praticidade para comê-lo) se assemelham às de outros.

A segunda causa apresentada pelo Grupo B foi o mofo preto, um tipo de fungo que de acordo com um discente do grupo (Aluno 9) “*tira bastante a produtividade do cajueiro, chegando a quase nada. Pode deixar também o caju com folhas furadas, quebradas e essas coisas*”. Com base nas causas apresentadas, indagamos qual seria a solução indicada pelo Grupo B, o qual afirmou que “*toda solução que encontrou sugeria retirar ele (o cajueiro) do local afetado e aplicar agrotóxico uma vez por semana*”. Logo, percebemos que a solução mais prática e imediata, além de única apresentada, é a utilização de agrotóxicos, mas não há nenhuma reflexão acerca dos impactos que essas substâncias podem trazer no ecossistema da região.

Por fim, perguntamos ao terceiro grupo (Grupo C) as causas e soluções para “O Mistério dos Cajueiros”, mas os integrantes alegaram não ter feito a pesquisa até aquele momento. Logo, não conseguiram sugerir nenhuma solução.

Diante das soluções apresentadas pelo Grupo A e Grupo B e para fomentar um debate acerca dos agrotóxicos, que possivelmente influenciaria a tomada de decisão dos discentes no estudo de caso, distribuímos 10 afirmações, contidas em um *e-book* do IDEC (2018), que deveriam ser julgadas como mito ou verdade, de forma individual.

Após recolhermos as respostas, esclarecemos o que seria mito e verdade, de acordo com o IDEC (2018) para que fosse possível não só sanar as dúvidas dos estudantes quanto a cada afirmativa, mas fazer com que eles refletissem sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde e no meio ambiente, bem como os interesses econômicos por trás da liberação do uso dessas substâncias.

Nesse momento cada estudante poderia exercer o pensamento crítico e posicionar-se durante a discussão, características da aplicação de casos no formato de discussão (HERREID, 1998b).

A fim de ilustrar o julgamento dos alunos sob cada afirmação, elaboramos uma série de gráficos que apresentam, de forma percentual, a quantidade de respostas classificadas como mito ou verdade.

O Gráfico 1 ilustra os resultados da primeira afirmativa.

Gráfico 1 – Agrotóxico é a mesma coisa que pesticida e defensivo agrícola.



Fonte: a autora.

Uma possível razão para a maior porcentagem de estudantes julgar a afirmativa 1 como verdade tem a ver com o conceito de agrotóxico não ser tão difundido, apesar de estar contido no Art. 2º, inciso I, da Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989 como um produto com a finalidade de preservar a fauna e a flora contra pragas e que pode estimular ou inibir o crescimento de plantações (BRASIL, 1989).

A confusão pode ser causada também porque o agrotóxico é popularmente conhecido como “veneno” e os termos pesticida e defensivo agrícola geralmente aparecerem em contextos que remetem ao uso de veneno, mas menos perigosos que o agrotóxico. Como prova disso basta observarmos o texto do Projeto de Lei 6299/2002, aprovado em 2018, que chama os agrotóxicos de pesticidas e libera seu uso sem a avaliação do Ibama e da Anvisa (CÂMARA, 2018).

Entretanto, como previsto em lei, agrotóxico não é somente um tipo de produto, mas todas as substâncias usadas para combater pragas, sejam elas insetos, fungos, ervas daninhas etc. (OPAS, 1996). Sendo assim, pesticida e defensivo agrícola não é o mesmo que agrotóxico uma vez que não abrangem um conjunto de produtos que combatem diversos tipos de pragas.

Diante disso, destacamos essa diferença para os discentes, pois acreditamos que disseminar o conceito de agrotóxico pode contribuir para que as pessoas, ao se atentarem para o perigo trazido pelos herbicidas, pesticidas, fungicidas ou qualquer tipo de agrotóxico, comecem a evitar o consumo de alimentos cultivados com tais substâncias.

Considerando que a maioria das pessoas acredita que agrotóxico é “veneno”, as respostas contidas no Gráfico 2 são coerentes.

Gráfico 2 – Os agrotóxicos não fazem mal à saúde.



Fonte: a autor.

Fazemos uma ressalva para a quantidade de alunos (mesmo pequena) que julgaram a afirmativa 2 como verdade, pois, uma vez acreditando que os agrotóxicos não são nocivos à saúde, esses indivíduos podem por em risco não só a sua, ao utilizar esses produtos, mas a de todas as pessoas que venham a consumir alimentos que os contenham.

Com isso, explicamos para os alunos que muitas pessoas creem que esses produtos não fazem mal à saúde porque é o que os fabricantes de agrotóxicos afirmam ao realizarem seus próprios testes. Como exemplo podemos citar a empresa que produz o herbicida glifosato, a Monsanto, que enfatiza que seu produto não apresenta perigo à saúde ou ao meio ambiente [200-] desde que usado segundo suas instruções.

Porém, a prova de que os agrotóxicos são de fato perigosos está na sua classificação de toxicidade, que vai de pouco tóxicos a extremamente tóxicos (BARRIGOSI, [200-]), em que a exposição a diferentes classes implica em intoxicações aguda, subaguda ou crônica nos indivíduos expostos (OPAS, 1996), comprovados por estudos feitos pela OMS. No caso do glifosato, os sintomas podem ser, entre outros, destruição de células vermelhas do sangue (SAWADA, 1988 *apud* RODRIGUES *et al.*, 2009) e até mesmo abortos (ARBACKIE *et al.*, 2001 *apud* RODRIGUES *et al.*, 2009).

Sendo reconhecida a periculosidade dos agrotóxicos para a saúde, enfatizamos para os discentes que o consumo de alimentos contaminados também resulta em intoxicações como as citadas anteriormente. Abordamos isso a partir das afirmativas 3 e 4, que tratavam, respectivamente, sobre o acúmulo de agrotóxicos nas cascas das frutas e hortaliças e se a lavagem desses alimentos seriam suficientes para a remoção dessas substâncias.

A afirmativa 3 foi classificada como verdade por todos os estudantes, enquanto que a 4 foi julgada como mito. As decisões, unânimes, dos estudantes para as respectivas

afirmativas apresentam coerência em seu julgamento uma vez que reconhecem a contaminação iminente trazida pela ingestão de alimentos que contém agrotóxicos. Desses, 80% dos estudantes afirmaram que os agrotóxicos fazem mal à saúde (na afirmativa 2). Entretanto, para os 20% que afirmaram o contrário, a contaminação não representa um perigo à saúde. Com base nesses dados reconhecemos a necessidade de propagar informações concisas acerca dos malefícios trazidos pelos agrotóxicos para que todas as pessoas tenham conhecimento dos perigos a que estão sendo expostas.

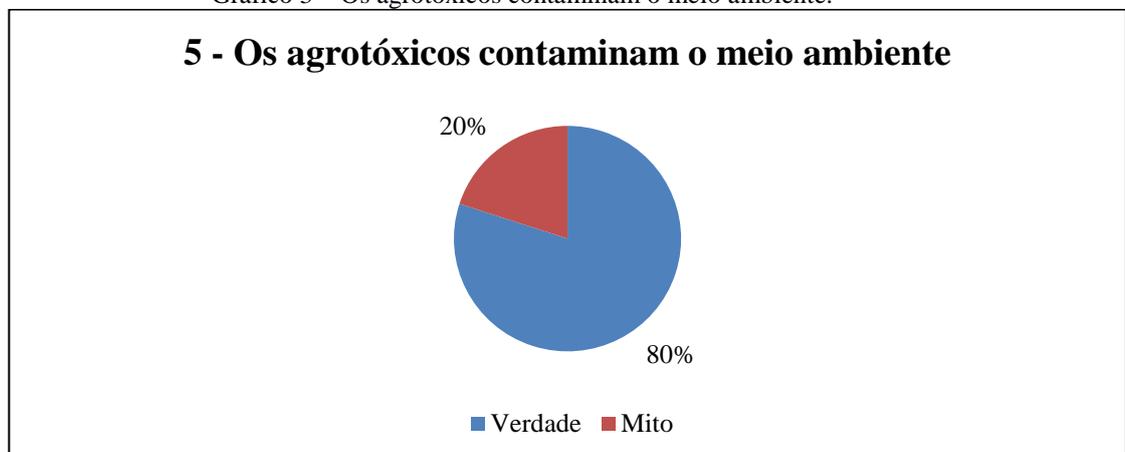
As afirmativas 3 e 4 têm respaldo nas análises de alimentos feitas entre 2013 e 2015 pelo Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos (PARA), o qual comprovou a existência de resíduos de agrotóxicos não só nas cascas, como no interior dos alimentos (ANVISA, 2016).

Além disso, a contaminação por agrotóxicos foi comprovada também no estudo de Lima (2017), no qual o herbicida glifosato foi encontrado no leite materno de 64% das mulheres avaliadas, sendo que a maioria delas não teve contato direto com o produto.

Sendo assim, a contaminação pode ter ocorrido durante seu trabalho nas cozinhas e na limpeza das fazendas (FELIZARDO, 2018). Esse fato só ressalta que todos, trabalhando ou não com agrotóxicos, devem preocupar-se com o uso dessas substâncias nas lavouras e resistir aos atos governamentais, como o Projeto de Lei 6299/2002 aprovado em 2018, que liberam cada vez mais essas substâncias no Brasil.

Após discutirmos sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde, direcionamos o olhar para sua relação com o meio ambiente. Então, no Gráfico 3 estão representadas as respostas dos estudantes sobre a afirmativa 5.

Gráfico 3 – Os agrotóxicos contaminam o meio ambiente.



Fonte: a autora.

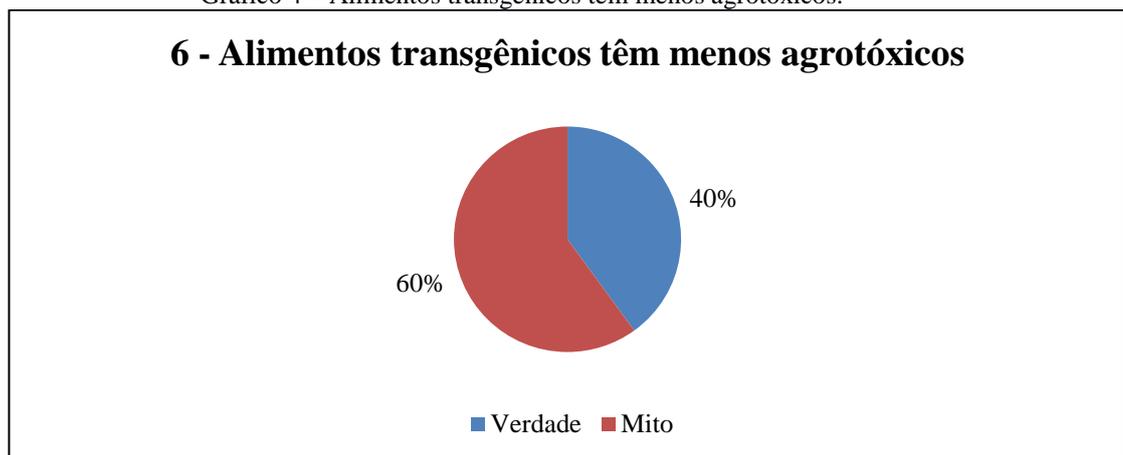
Observa-se que a maior parte dos estudantes tem ciência de que os agrotóxicos contaminam o meio ambiente. Além do mais, no momento do debate, uma estudante afirmou que “*eles podem contaminar o solo*” (ALUNA 3 – GRUPO A) e quando perguntamos de que forma isso acontece, outro estudante afirmou que é “*quando eles (os produtores) colocam agrotóxicos pelos aviões*” (ALUNO 10 – GRUPO C). De fato, a pulverização de agrotóxicos nas lavouras atinge não só a plantaçã, mas o solo, os lençóis subterrâneos e seres vivos da região (PERES; MOREIRA, 2003).

É provável que os estudantes que alegaram que os agrotóxicos não contaminam o meio ambiente não tivessem conhecimento, até então, de que todos os agrotóxicos estão classificados como extremamente tóxicos, altamente tóxicos, medianamente tóxicos ou pouco tóxicos com relação à saúde e ao meio ambiente (BARRIGOSI, [200-]).

Segundo Peres e Moreira (2003), estes produtos são responsáveis pela contaminação do solo, águas e espécies que não afetam a produção agrícola. Ou seja, os agrotóxicos podem afetar todo o ecossistema de uma lavoura e provocar uma reação em cadeia com base na exposição dos indivíduos e na cadeia alimentar. Vale destacar, ainda, que estes impactos ambientais são determinados por testes realizados pelo IBAMA.

Dentro da discussão acerca do uso de agrotóxicos, buscamos envolver os alimentos transgênicos<sup>1</sup>, pois seu cultivo e consumo também costumam ser alvo de problematização em todo o mundo. No Gráfico 4 apresentamos as respostas dos estudantes a afirmativa 6.

Gráfico 4 – Alimentos transgênicos têm menos agrotóxicos.



Fonte: a autora.

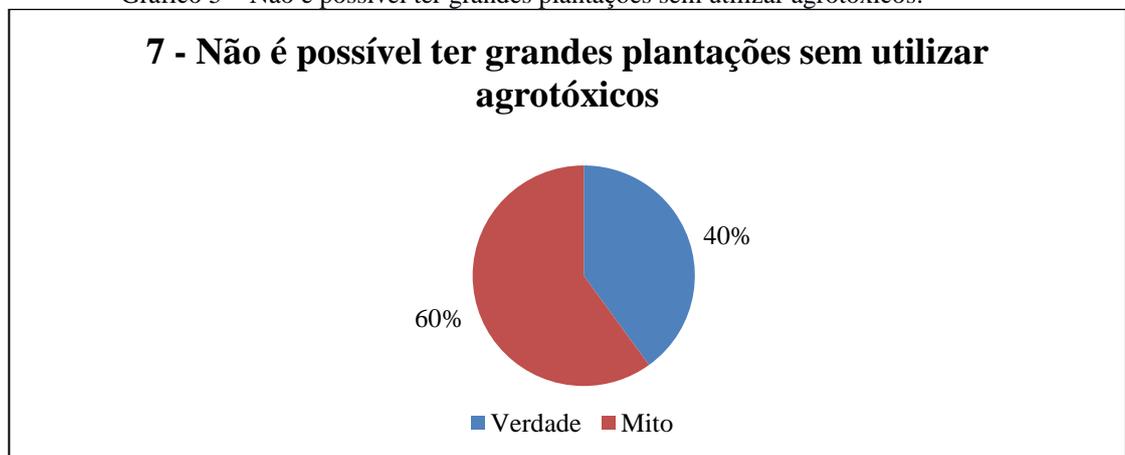
<sup>1</sup> “Os transgênicos são alimentos modificados geneticamente com a alteração do código genético. Ou seja, quando são inseridos nos organismos genes provenientes de outro [...]. A inserção de genes de resistência a agrotóxicos em certos produtos transgênicos faz com que as pragas e as ervas-daninhas (inimigos naturais) desenvolvam a mesma resistência, tornando-se “super-pragas” e “super-ervas”” (IDEC, 2019). Disponível em: <<https://idec.org.br/consultas/dicas-e-direitos/saiba-o-que-sao-os-alimentos-transgenicos-e-quais-os-seus-riscos>>. Acesso em 11 nov de 2019.

Para considerarmos coerentes estas respostas questionamos, no momento da discussão, se os estudantes sabiam o que era um alimento transgênico, e uma estudante deu o seguinte exemplo: “*é tipo assim, tem um milho e ele tá com uma peste, aí o agricultor vai e modifica aquela semente para que ela se adapte melhor à temperatura do sol*” (ALUNA 3 – GRUPO A).

A definição dessa aluna justifica o motivo dela ter julgado a afirmativa 6 como verdade, pois para ela a modificação da semente a torna mais resistente, fazendo com que não precise de agrotóxicos. Essa é exatamente a ideia que os produtos transgênicos querem passar para a população para que sua aceitação seja cada vez maior. Entretanto, o IDEC (2018) afirma que um estudo realizado no Brasil durante 12 anos concluiu que o uso de agrotóxicos em plantações de transgênicos quase duplicou. Diante disso, ressaltamos a necessidade de que as pessoas busquem informações acerca dos alimentos que chegam diariamente às suas mesas.

A afirmativa 7 remete à ideia de que grandes plantações, com alta produtividade, só são possíveis devido ao uso de substâncias que impedem e combatem o ataque de pragas. As respostas dos estudantes estão apresentadas no Gráfico 5.

Gráfico 5 – Não é possível ter grandes plantações sem utilizar agrotóxicos.



Fonte: a autora.

Um dos estudantes (Aluno 9) afirmou, durante a discussão, que “*é possível, mas a produtividade é baixa*”. Mais uma vez é possível associarmos esse pensamento dos estudantes às propagandas do agronegócio, que, ao exibirem grandes latifúndios agrícolas (geralmente de monocultura), induzem a ideia de que a utilização de agrotóxicos é imprescindível. A partir disso, pequenos produtores são desmotivados a cultivarem grandes plantações, pois possuem pouco capital para investir em agrotóxicos.

Entretanto, segundo o IDEC (2018), isso é mito, pois é possível cultivar alimentos sem a utilização de venenos desde que os cultivos sejam variados, pois a monocultura deixa o solo mais suscetível ao ataque de pragas. Então, indagamos aos discentes por que o solo fica mais vulnerável e o Aluno 9 respondeu que “*os nutrientes são muito absorvidos e o solo fica infértil*”. Logo, policultura é uma alternativa eficiente para o cultivo de alimentos livres de agrotóxicos e mais ricos em nutrientes – uma vez que o solo não é enfraquecido – e para a preservação do ecossistema da região.

Estes alimentos que não possuem agrotóxicos são chamados de orgânicos e é disso que a afirmativa 8 trata. Observamos no Gráfico 6 as respostas dadas pelos estudantes.

Gráfico 6 – Os agrotóxicos não são utilizados na agricultura orgânica.



Fonte: a autora.

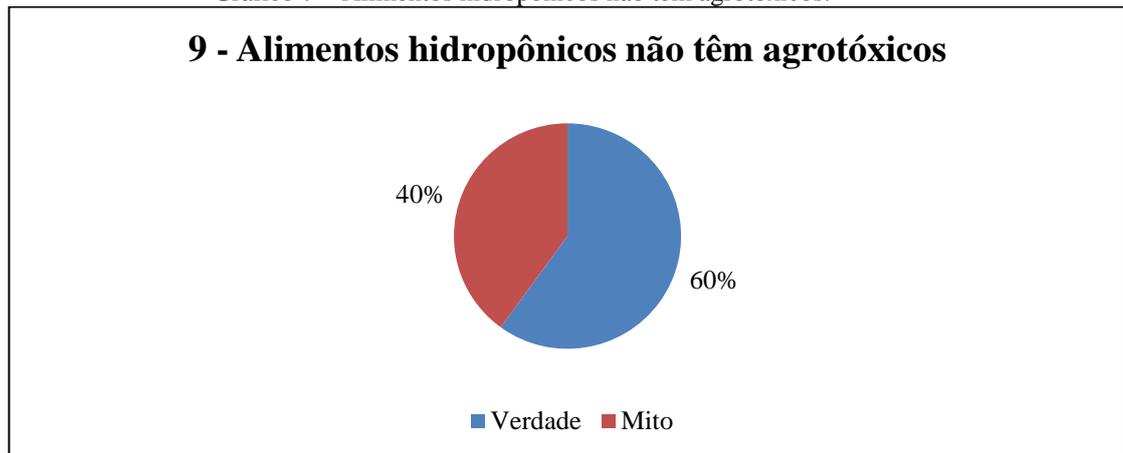
Como citamos anteriormente, alimentos orgânicos são cultivados sem agrotóxicos, então os estudantes que marcaram a afirmativa 8 como mito não conheciam essa definição, mas provavelmente já ouviram o termo, pois é comum que supermercados possuam uma sessão exclusiva para esses alimentos (na afirmativa 10 retomaremos essa questão comercial).

Uma razão para que esses alimentos não necessitem de agrotóxicos é a diversidade no cultivo, evitando o desgaste do solo e favorecendo o crescimento de alimentos ricos em nutrientes e mais resistentes a pragas (IDEC, 2018). Com isso, percebe-se que a propagação de informações semelhantes a afirmativa 7 são equivocadas, pois a possibilidade de se ter grandes plantações sem utilizar agrotóxicos depende, em grande parte, de uma policultura.

A afirmativa 9 exigiu que os estudantes refletissem acerca dos alimentos hidropônicos<sup>2</sup>. Os resultados estão apresentados no Gráfico 7.

<sup>2</sup> “O hidropônico é um alimento produzido sem a presença do solo e sempre em ambiente protegido, ou seja, em estufa. Cultivado sobre suportes artificiais, em água, recebe soluções químicas para nutrição e tratamento de eventuais doenças”

Gráfico 7 – Alimentos hidropônicos não têm agrotóxicos.



Fonte: a autora.

Embora a maior parte dos alunos tenha marcado a afirmativa como verdade, ficou claro durante a discussão que eles não conheciam o termo “hidropônico”. Entretanto, após terem conhecimento do significado, a maior parte passou a crer que tal afirmativa era verdade, possivelmente por imaginar que alimentos cultivados em água, sem contato com o solo, não estão sujeitos ao ataque de pragas.

De acordo com o IDEC (2018), o termo “hidropônico” pode parecer um sinônimo de “orgânico” e por isso que as pessoas acabam acreditando que eles não possuem agrotóxicos, quando na verdade esse tipo de alimento pode ou não conter agrotóxicos, dependendo da escolha do produtor. Assim, a confusão dos termos pode fazer com que as pessoas consumam alimentos hidropônicos com a certeza de que não serão contaminadas, mas isso não é garantido.

A última afirmativa, de número 10, retoma a discussão sobre os alimentos orgânicos, mas agora problematizando os aspectos econômicos ligados a eles.

Gráfico 8 – Alimentos orgânicos são mais caros do que os cultivados com agrotóxicos.



Fonte: a autora.

Mais uma vez nota-se nas respostas dos alunos a influência vinda da indústria agrícola, na qual, a fim de justificar a utilização de agrotóxicos, destaca-se o fator econômico como elemento essencial na decisão do uso e consumo de alimentos contaminados por este tipo de produto. Porém, o IDEC (2018) afirma que o preço dos alimentos orgânicos pode ser equivalente aos com agrotóxicos ou até mais baratos, dependendo de onde são vendidos.

Entretanto, as informações acerca do alto custo dos produtos orgânicos continuam sendo disseminadas pela indústria. Assim, cada vez mais as pessoas que possuem pouco poder aquisitivo são induzidas a consumir alimentos com agrotóxicos. Dessa forma, a grande indústria agrícola continua crescendo, o governo aprovando – deliberadamente – novos tipos de agrotóxicos e os agricultores e consumidores se contaminando.

## 5.2 O PROCESSO DE TOMADA DE DECISÃO PARA A RESOLUÇÃO DO CASO

Para compreendermos os motivos que levaram os estudantes a propor determinadas soluções para o caso “O Mistério dos Cajueiros”, precisamos analisar todas as etapas do modelo normativo de tomada de decisão proposto por Kortland (1996), o qual exige que os estudantes ponham em prática o pensamento crítico e o julgamento de valores até que seja efetiva a tomada de decisão, e conseqüentemente, a escolha da melhor solução para o caso.

### 5.2.1 Identificação do problema

A primeira etapa a ser cumprida na resolução de um problema é a sua delimitação. Então, após orientarmos os alunos sobre essa etapa e disponibilizarmos as questões

norteadoras contidas no Anexo C, cada grupo entregou – por escrito – as seguintes respostas para a referida etapa, contidas na Tabela 2.

Tabela 2 – Respostas dos alunos para a Questão A.

<b>A) Explique qual é o principal assunto abordado no caso.</b>	
GRUPO	RESPOSTA
A	<i>“A produção dos cajueiros que é afetada e, conseqüentemente, diminui afetando o meio ambiente e o produtor”.</i>
B	<i>“O principal assunto são as doenças do cajueiro do Senhor Luciano que é a antracnose”.</i>
C	<i>“O cajueiro foi infectado por mais de uma doença causada por fungos, tanto no campo agrícola como no próprio cajueiro. É possível notar a presença da antracnose”.</i>

Fonte: a autora.

Casos como “O Mistério dos Cajueiros”, que não apresentam o problema de forma clara, exigindo que os alunos o identifiquem, são chamados de mal estruturados (SÁ, 2010). Com base nas respostas dadas pelos grupos, percebemos que eles conseguiram identificar um ou mais problemas no caso “O Mistério dos Cajueiros”.

Os Grupos B e C afirmaram que o problema estaria associado às doenças que atacam o cajueiro, citando a antracnose como uma delas. Além disso, embora o Grupo B tenha apresentado somente a antracnose na entrega das questões, no momento da socialização das soluções encontradas, o grupo também citou o mofo preto como causador da diminuição da produção do Senhor Luciano.

O Grupo A, por outro lado, não apresentou um motivo para a produção dos cajueiros ter diminuído, mas mencionou as conseqüências da baixa produção para o meio ambiente e o produtor. Então, notamos que alguns aspectos da tomada de decisão, como a relação de causa e consequência associada a aspectos ambientais, sociais e econômicos, já se fazem presentes na primeira etapa do modelo normativo de tomada de decisão apresentado pelo Grupo A, o que pode levar a uma tomada de decisão mais precisa.

### 5.2.2 Desenvolvimento de critérios

Essa etapa é caracterizada pelo julgamento de valores dos estudantes, que surge no momento que eles são levados a associar os problemas identificados a fatores sociais, econômicos, ambientais e éticos. Com isso, os estudantes impulsionam o desenvolvimento da sua capacidade de tomada de decisão.

Diante disso, apresentamos na Tabela 3 as relações, feitas pelos estudantes, entre tais fatores e os problemas identificados no caso “O Mistério dos Cajueiros”.

Tabela 3 – Respostas dos alunos para a Questão B.

<b>B) Como o problema apresentado no caso envolve questões sociais, econômicas, ambientais e éticas? Justifique.</b>	
GRUPO	RESPOSTA
A	<i>“O problema afeta sócio e economicamente o produtor, já que a produção das castanhas de caju é sua principal fonte de renda. Também afeta o meio ambiente, já que, como a tese explica, o solo e os alimentos estão nitidamente afetados”.</i>
B	<i>“Envolve as questões sociais porque afetou todos da família do Senhor Luciano. Econômico: porque eles não têm renda para se manter. Ambientais: porque é uma doença que se espalha e pode afetar outros cajueiros”.</i>
C	O grupo não apresentou resposta.

Fonte: a autora.

Observando o posicionamento dos grupos A e B, notamos semelhanças no que se refere aos fatores sociais, econômicos e ambientais. Isso pode ser consequência das pesquisas realizadas pelos alunos, que podem ter tido as mesmas fontes ou até mesmo pode ter havido troca de informações entre os grupos.

Outra semelhança entre as respostas é ausência das questões éticas associadas aos problemas identificados. Salientamos, então, que no momento de socializar as soluções encontradas grande parte dos estudantes afirmou não saber fazer essa relação ética. Acreditamos que essa dificuldade pode estar associada à falta de conhecimento sobre o significado da ética, a qual está associada aos valores morais dos indivíduos.

Por fim, como o Grupo C não informou o motivo de não ter respondido a Questão B, acreditamos que não houve desenvolvimento de critérios por parte deles. Assim, não analisar todos os fatores externos que se relacionam com o problema, implica na escolha de uma

solução que beneficie apenas um aspecto visto que não há preocupação quanto seus impactos na sociedade, na economia, no meio ambiente, dentre outros.

Por isso, enfatizamos a necessidade de contemplar cada etapa do modelo normativo de tomada de decisão (Identificação do problema, desenvolvimento de critérios, geração de alternativas, avaliação das alternativas, escolha da solução), pois isso garante que nada passe despercebido no processo de escolha da melhor solução (KORTLAND, 1996). Ou seja, a tomada de decisão deve ocorrer somente após a investigação, pensamento crítico e julgamento de valores a respeito do problema e suas relações sociocientíficas.

### 5.2.3 Geração de alternativas

Nessa etapa os estudantes são levados a pensar em possíveis soluções para o problema, baseando-se nos seus conhecimentos prévios e nos resultados de suas pesquisas, que podem conter exemplos de problemas semelhantes aos do caso. A Tabela 4 expõe as medidas geralmente utilizadas em situações de baixa produtividade agrícola, onde há ataque de pragas.

Tabela 4 – Respostas dos alunos para a Questão C.

<b>C) Que tipos de medidas, normalmente, são tomadas diante da situação apresentada no caso?</b>	
<b>GRUPO</b>	<b>RESPOSTA</b>
A	<i>“Geralmente o uso de agrotóxicos ou medidas para correção da acidez do solo”.</i>
B	<i>“Ou o cajueiro é retirado para a doença não se espalhar ou tentam tratar ele através de produtos químicos”.</i>
C	<i>“A aplicação de produtos como agrotóxicos para a recuperação do cajueiro”.</i>

Fonte: a autora.

Aparentemente, todas as alternativas que os estudantes citaram envolvem o uso de agrotóxicos. Os grupos A e C explicitam o termo, enquanto o Grupo B se refere a produtos químicos, possivelmente para amenizar a gravidade dos agrotóxicos.

Com base nas respostas do Grupo A, entendemos que este encontrou, ainda, situações em que a correção da acidez do solo resolveu problemas semelhantes ao do caso “O Mistério dos Cajueiros”, descartando a necessidade de utilizar agrotóxicos. Isso é relevante, pois mostra que esses estudantes não se limitaram a adotar à medida que, apesar de mais comum e mais cômoda, é a mais prejudicial à saúde e ao meio ambiente.

Com isso ressaltamos a importância de oferecer aos estudantes um ensino de ciências baseado em temáticas sociocientíficas, que lhes dê a oportunidade de exercer o pensamento crítico. Isto é, como ressaltam as DCNEM, de 1998, capacitá-los para lidar com os problemas histórico-culturais da sociedade.

#### 5.2.4 Avaliação das alternativas

Depois de geradas as alternativas, é o momento dos estudantes avaliarem qual delas se adequa melhor à solução do caso em questão, considerando os fatores sociais, econômicos, ambientais e éticos listados por eles na etapa de desenvolvimento de critérios. A partir desse julgamento, os estudantes escolhem ou descartam as alternativas. Isso pode ser observado na Tabela 5.

Tabela 5 – Respostas dos alunos para a Questão D.

<b>D) As medidas acima citadas são suficientes para resolver o problema? Explique.</b>	
GRUPO	RESPOSTA
A	<i>“Não, pois é necessário um equilíbrio no processo de resolução do problema uma vez que ao pensar apenas no lado econômico, os lados social e ético são deixados de lado com o uso de agrotóxicos”.</i>
B	<i>“Sim, porque se uma não der certo a outra acaba resolvendo o problema”.</i>
C	<i>“Não, pois além do processo de medicação da planta é necessário fazer uma manutenção do solo, evitando que o cajueiro volte a ser infectado”.</i>

Fonte: a autora.

Caso os grupos considerem que as alternativas escolhidas não são suficientes para resolver o problema uma vez que não englobam todos os fatores sociocientíficos, eles devem sugerir medidas mais pertinentes. É possível observamos isso na Tabela 6.

Tabela 6 – Respostas dos alunos para a Questão E.

<b>E) Que outras medidas são importantes e que deveriam ser tomadas?</b>	
GRUPO	RESPOSTA
A	<i>“Desenvolver pesquisas a fim de com a própria praga acabar com o problema. Por meio das relações ecológicas – competição – entre as pragas. Referência: ácaros que foram combatidos com outros ácaros na plantação de morango”.</i>
B	<i>“Sempre ficar de olho para ver se os sintomas não estão aparecendo novamente e</i>

	<i>sempre manter a planta protegida com a ajuda de agrotóxico”.</i>
C	<i>“Usar substâncias desde o início do plantio para que futuramente não haja risco de perda da plantação”.</i>

Fonte: a autora.

Percebemos que os grupos B e C não sugerem, exatamente, outras medidas, pois ambas as respostas remetem aos agrotóxicos, ressaltando que o uso desses produtos deve ser feito desde o início da plantação. Tal medida, apesar de parecer eficiente, não deveria ser considerada posto que os estudantes conheceram, por meio de 10 mitos e verdades, os males causados pelos agrotóxicos ao agricultor e ao consumidor. No caso de um agricultor que faz uso de agentes tóxicos frequentemente, os danos à sua saúde podem ser irreversíveis (OPAS, 1966).

À vista disso, notamos que esses grupos não buscaram contemplar todos os fatores sociocientíficos, entendidos por Santos e Mortimer (2009) como os sociais, econômicos, ambientais e culturais. O que notamos nas respostas dos discentes é que o fator econômico envolvido no problema (renda do agricultor comprometida) se sobrepôs aos demais.

O Grupo A, por outro lado, trouxe uma alternativa não nociva ao meio ambiente e à saúde, que utiliza as relações ecológicas para acabar com as pragas. Essa alternativa já havia sido sugerida por este grupo no primeiro encontro (seção 5.1), em decorrência da pesquisa inicial realizada. Portanto, é provável que após analisar de forma detalhada todas as questões envolvidas no caso “O Mistério dos Cajueiros” e entender, por meio dos 10 mitos e verdades, os males causados pelos agrotóxicos, o Grupo A tenha entendido que esta medida é mais adequada que o uso de agrotóxicos nas lavouras.

### **5.2.5 Escolha da solução**

Finalmente, após identificar o problema, associá-lo a fatores sociais, econômicos, ambientais e éticos, procurar e avaliar alternativas para a resolução do caso, chega o momento da escolha da solução do problema. Essa solução estava respaldada em vantagens e desvantagens, sempre relacionadas aos aspectos sociais, econômicos, ambientais e éticos, buscando favorecer a todos ou não prejudicar um deles. Podemos observar as soluções indicadas pelos grupos A, B e C nas tabelas 7 e 8.

Tabela 7 – Respostas dos alunos para a Questão F.

<b>F) Que medida foi indicada como a mais adequada para solução do caso? Justifique o porquê.</b>	
GRUPO	RESPOSTA
A	O grupo alegou que as Questões E e F são semelhantes, portanto repetiram a mesma resposta nesta questão.
B	<i>“Retirar a área infectada e aplicar agrotóxico por três vezes porque você não perde o cajueiro”.</i>
C	<i>“O uso de agrotóxicos para combater as doenças que estão localizadas na planta”.</i>

Fonte: a autora.

Com base nestas respostas, observamos, finalmente, a tomada de decisão pelos estudantes acerca do caso “O Mistério dos Cajueiros”. A partir disso, notamos que somente o Grupo A escolheu uma solução que não utiliza agrotóxicos, mas biodefensivos similares aos produzidos pelas empresas da ABCBio, como a vespa *trichogramma* que se alimenta dos ovos das pragas (ABCBio, 2018). Isso nos leva a crer que houve uma preocupação por parte dos estudantes quanto à utilização dessas substâncias, que pode ser decorrente do debate sobre os 10 mitos e verdades e das pesquisas realizadas pelo grupo, que relatam seus impactos negativos na saúde e no meio ambiente.

Por outro lado, os demais grupos, mesmo cientes dos perigos dos agrotóxicos, escolheram que a solução ideal para o caso “O Mistério dos Cajueiros” seria aplicar agrotóxicos na lavoura, pondo em risco de contaminação o Senhor Luciano (agricultor retratado no caso), sua família, os consumidores das castanhas de caju e o ecossistema da região. Isso porque essas substâncias causam transtornos ao meio ambiente e a intoxicação não só das pragas, como também do ser humano (PERES; MOREIRA, 2003).

A partir das soluções propostas, os grupos apresentaram as vantagens e desvantagens de cada uma, de acordo com a Tabela 8.

Tabela 8 – Respostas dos alunos para a Questão G.

<b>G) Apresente as vantagens e desvantagens da opção escolhida para solução do problema, em relação a outras possíveis soluções.</b>		
GRUPO	VANTAGENS	DESVANTAGENS
A	<i>“Equilíbrio ecológico e solo fértil”.</i>	<i>“Alto investimento no processo de pesquisa”.</i>
B	<i>“Você continua com o cajueiro”.</i>	<i>“É muito caro por causa dos</i>

		<i>agrotóxicos”.</i>
C	<i>“Com o uso das substâncias no cajueiro o risco de perda da plantação vai diminuir”.</i>	<i>“Como os agrotóxicos são produtos fortes, acabam prejudicando a saúde do consumidor”.</i>

Fonte: a autora.

Ao elencar tais tópicos, os estudantes consideram que as vantagens da solução escolhida se sobressaem às desvantagens. Tal atitude está diretamente relacionada ao julgamento de valores que é exigido no processo de tomada de decisão, não só no modelo normativo de Kortland (1996), como no de McConell (1982) e no de Zoller (1993 *apud* SANTOS; MORTIMER, 2001).

Esse julgamento de valores, associado ao pensamento crítico, é favorecido quando os discentes são levados a refletir sobre os impactos sociais, econômicos, ambientais e éticos causados pela solução escolhida. Logo, na Tabela 9 é possível observar os impactos identificados pelos estudantes.

Tabela 9 – Respostas dos alunos para a Questão H.

<b>H) Como a aplicação da medida escolhida se reflete no dia a dia das pessoas envolvidas no caso, levando em consideração aspectos sociais, econômicos, ambientais e éticos?</b>	
GRUPO	RESPOSTA
A	Não apresentou resposta.
B	<p><i>“Vantagens:</i></p> <p><i>Social – Porque a família vai ter sua renda.</i></p> <p><i>Econômica – Não vai afetar muito a renda.</i></p> <p><i>Ambientais – Vai curar os cajueiros doentes.</i></p> <p><i>Desvantagens:</i></p> <p><i>Social – Não vai ter desvantagem.</i></p> <p><i>Econômica – Eles vão gastar um pouco de dinheiro para manter os cajueiros saudáveis.</i></p> <p><i>Ambiental – Muitos materiais químicos”.</i></p>
C	<i>“Não existe nenhuma solução que beneficie os aspectos sociais, econômicos, ambientais e éticos ao mesmo tempo. Automaticamente, quando se escolhe um, outro não é possível realizar. Nos aspectos sociais, ajudaria as pessoas que detém do caju como um meio de sobrevivência, conseqüentemente, ajudando na</i>

---

	<i>economia daqueles a quem são fornecidos os cajus. Nos aspectos ambientais, poderia prejudicar ecossistemas presentes”.</i>
--	---

---

Fonte: a autora.

Apesar do Grupo A ter se posicionado nas questões anteriores à H, fazendo relações entre possíveis soluções e aspectos sociocientíficos, o mesmo não elencou as vantagens e desvantagens para cada um destes aspectos. Entretanto, na sua resposta para a Questão G foram citados os lados ambiental e econômico, nas vantagens e desvantagens, respectivamente.

No que se refere ao Grupo B, identificamos que o aspecto econômico se sobrepôs aos demais. Isto é, os estudantes se preocuparam em resolver o problema financeiro do agricultor a qualquer custo, mesmo que a solução escolhida signifique pôr em risco à sociedade e o meio ambiente. Entretanto, acreditamos que houve um equívoco na interpretação do aspecto social, pois, além de ter sido restringido à família do agricultor ao invés de toda a sociedade, ainda foi dito que a solução escolhida não traria nenhuma desvantagem social. Apesar disso, ter apresentado como desvantagem ambiental “muitos materiais químicos”, nos faz crer que estes estudantes se remeteram ao uso de agrotóxicos, tendo dos seus impactos negativos à natureza.

Por último, a resposta do Grupo C para a questão H indica que o mesmo teve dificuldade em escolher uma solução que contemplasse, de maneira positiva, todos os aspectos sociocientíficos. Assim, o julgamento de valores – para escolher quais deles seriam mais importantes – se fez crucial. Notamos, ainda, que a escolha da solução (Questão F) desse grupo não foi arbitrária, pois mesmo considerando que o uso de agrotóxicos “*poderia prejudicar ecossistemas presentes*” (GRUPO C), o grupo escolheu que seria mais importante beneficiar – economicamente – as pessoas que sobrevivem da lavoura de castanha de caju.

Uma vez efetivada a tomada de decisão por meio do caso “O Mistério dos Cajueiros”, é pertinente recebermos as avaliações dos estudantes acerca do estudo de caso, considerando as dificuldades associadas à identificação dos aspectos sociocientíficos, a reflexão acerca da temática “agrotóxicos” e a experiência de ter realizado o trabalho em grupo.

### 5.3 AVALIAÇÃO DOS ESTUDANTES SOBRE O ESTUDO DE CASO

Nessa etapa nos preocupamos em conhecer as concepções dos alunos sobre a realização do estudo de caso por meio de uma escala Likert de três pontos. Isso é importante

para traçarmos relações entre essas concepções e as soluções propostas uma vez que estas foram elaboradas e entregues em grupo, mas as avaliações foram individuais. Dessa forma, conseguimos inferir sobre a participação de cada estudante na realização da atividade, dificuldades enfrentadas e a eficácia do trabalho em grupo, como também conhecer quais temáticas os estudantes consideraram relevantes explorar em futuros estudos de caso.

A primeira afirmativa permitia aos estudantes avaliar se houve dificuldade em identificar o problema do caso “O Mistério dos Cajueiros”. Dentre as avaliações realizadas, 25% concordaram que houve dificuldade. Isso pode ser decorrente do caso ser mal estruturado e não explicitar o problema, exigindo que os estudantes realizassem pesquisas para delimitá-lo (SÁ, 2010). Porém, como todos os grupos apresentaram os problemas contidos na Tabela 4, inferimos que as dificuldades enfrentadas individualmente foram sanadas pelas discussões entre integrantes do mesmo grupo.

Após a identificação do problema, buscamos saber se foi difícil, para os estudantes, solucioná-lo. O Gráfico 9 esclarece essa questão.

Gráfico 9 - Respostas para a afirmação 2 da escala Likert.



Fonte: a autora.

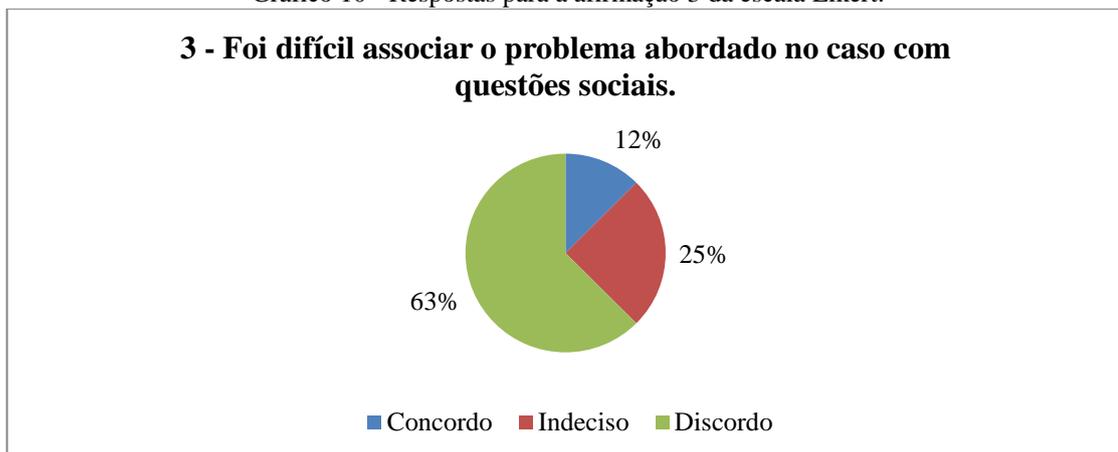
Aparentemente, a maior parte dos estudantes considerou fácil elaborar uma solução para “O Mistério dos Cajueiros”. Isso pode ser justificado pelo fato dos grupos terem se apegado a uma dimensão e subestimado às demais. Como exemplo, temos o Grupo B que priorizou a dimensão econômica do problema. Dessa forma, elaborar uma solução que beneficie um único aspecto não é tão difícil quanto uma que prioriza todos os aspectos sociocientíficos.

A pequena porcentagem que considerou essa elaboração difícil pode conter membros do Grupo C, uma vez que estes afirmaram – na questão H – que “*não existe nenhuma solução*”

*que beneficie os aspectos sociais, econômicos, ambientais e éticos ao mesmo tempo*”. Isso indica que, possivelmente, os integrantes tentaram encontrar uma solução que contemplasse todos. Com base nessas informações e nas respostas da etapa de escolha da solução (subseção 5.2.5), consideramos que o estudo do caso “O Mistério dos Cajueiros” contribuiu para o desenvolvimento da habilidade em resolver problemas e de comunicação oral e escrita nos estudantes (SÁ; QUEIROZ, 2010).

Na mesma linha de pensamento, questionamos sobre a dificuldade em relacionar o problema identificado com questões sociais, econômicas, ambientais e éticas, solicitadas na etapa de desenvolvimento de critérios (subseção 5.2.2). Isto é, quais aspectos sociocientíficos tinham sido mais acessíveis aos estudantes. As respostas estão representadas nos Gráficos 10, 11, 12 e 13, respectivamente.

Gráfico 10 - Respostas para a afirmação 3 da escala Likert.



Fonte: a autora.

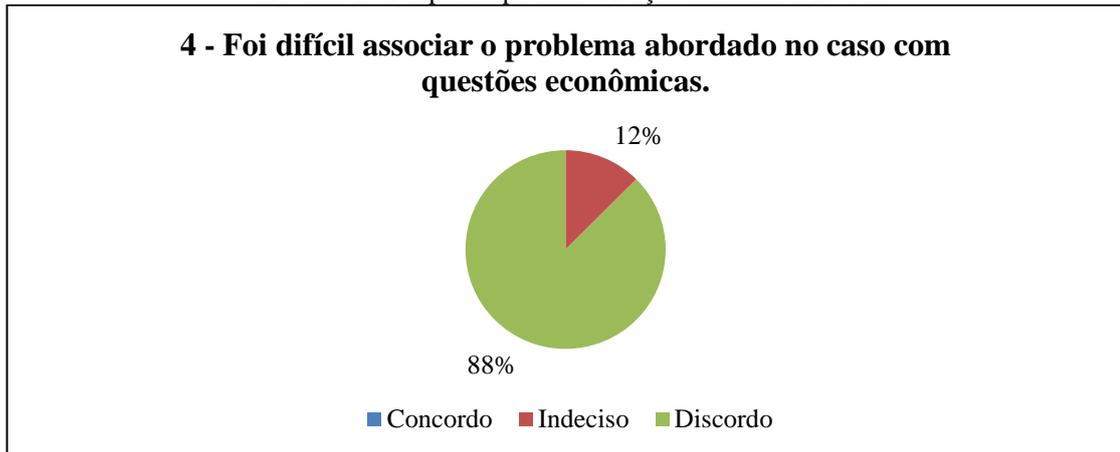
De maneira geral, observamos que os estudantes conseguiram associar os problemas identificados a questões sociais. Para os grupos A e B, notamos na etapa de Desenvolvimento de critérios (subseção 5.2.2) que essas questões se referem à renda familiar do produtor (Seu Luciano), logo, estariam correlacionadas com questões econômicas.

Em relação ao Grupo C, na etapa de escolha da solução – subseção 5.2.5 (Tabela 9) – também observamos a união entre as questões sociais e as econômicas. Porém, o grupo mencionou os impactos do problema não só para a família do produtor, mas para todos os indivíduos que, de alguma forma, sobrevivem da produção de castanhas de caju. Isso é notável no texto do “O Mistério dos Cajueiros”, o qual afirma que parte da economia da cidade onde se passa o caso, advém da agricultura.

Portanto, acreditamos que um possível motivo para as porcentagens de estudantes que concordaram ou ficaram indecisos no Gráfico 10 tenha sido a dificuldade em considerar, de forma dissociada, os aspectos sociais dos econômicos.

Diante dessa aparição conjunta dos aspectos econômicos – renda familiar e de outros comerciantes de castanha de caju – compreendemos as respostas do Gráfico 11.

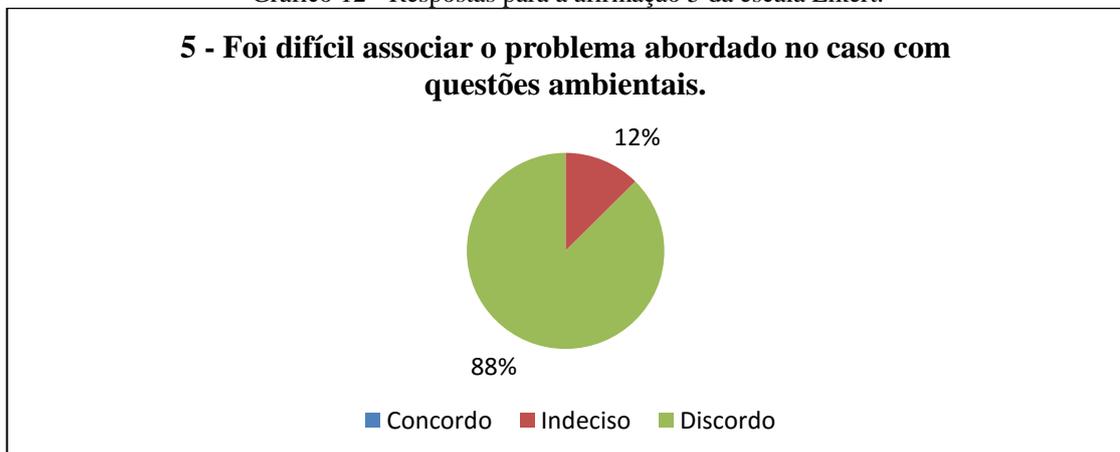
Gráfico 11 - Respostas para a afirmação 4 da escala Likert.



Esses resultados eram esperados uma vez que, no caso “O Mistério dos Cajueiros”, o relato do produtor de castanha de caju traz questões econômicas, enfatizando que a sua renda e a de seus familiares depende de sua lavoura. Então, como notamos na etapa de desenvolvimento de critérios (subseção 5.2.2) os grupos envolveram essas informações nos problemas identificados por eles.

Em relação à identificação dos aspectos ambientais, a maior parte dos estudantes alegou não ter tido dificuldade, de acordo com o Gráfico 12.

Gráfico 12 - Respostas para a afirmação 5 da escala Likert.



Analisando as respostas da etapa de desenvolvimento de critérios (subseção 5.2.2), observamos que os grupos A e B identificaram, como questões ambientais, a deficiência dos cajueiros e seu impacto no solo. Como o caso “O Mistério dos Cajueiros” discorre sobre um problema agrícola, a associação com questões ambientais é mais evidente, o que justifica 88% dos discentes não terem considerado difícil fazer essa relação.

No que tange às questões éticas, ficou claro na Tabela 5 que os estudantes não fizeram relação entre elas e o problema uma vez que não apresentaram essa informação. Assim, os resultados do Gráfico 13 não têm coerência uma vez que a não apresentação das questões éticas nos faz deduzir que os estudantes tiveram dificuldade em elencá-las.

Gráfico 13 - Respostas para a afirmação 6 da escala Likert.

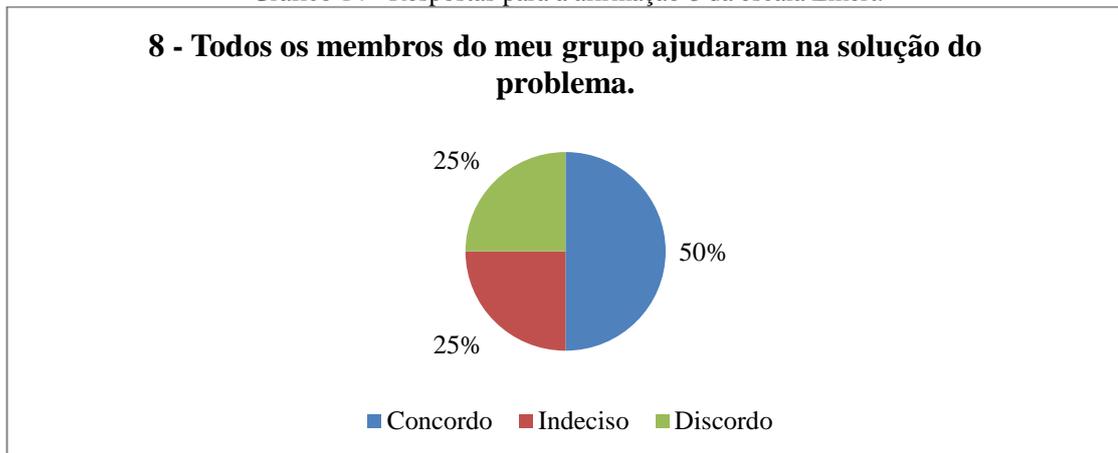


Portanto, podemos concluir que a análise dos aspectos sociocientíficos supracitados nos gráficos 10, 11, 12 e 13 fez com que o estudo do caso “O Mistério dos Cajueiros” contribuísse para desenvolver o pensamento crítico dos estudantes (SÁ; QUEIROZ, 2010).

Outro item importante a ser avaliado nesse estudo de caso é o trabalho em grupo, pois o estudo de caso pode ser utilizado para “desenvolver a habilidade de trabalho em grupo” (SÁ; QUEIROZ, 2010, p. 31) que tem como vantagem a aprendizagem colaborativa (HERREID, 1998b). Assim, a viabilidade desse formato para o caso “O Mistério dos Cajueiros” foi percebida na afirmação 7, na qual todos os estudantes afirmaram que gostaram de realizar o estudo de caso em grupo.

Diante desse dado, acreditamos que a participação efetiva de todos os membros do grupo tenha sido um dos fatores que o influenciaram. Entretanto, analisando o Gráfico 14, percebemos que essa hipótese não foi confirmada.

Gráfico 14 - Respostas para a afirmação 8 da escala Likert.

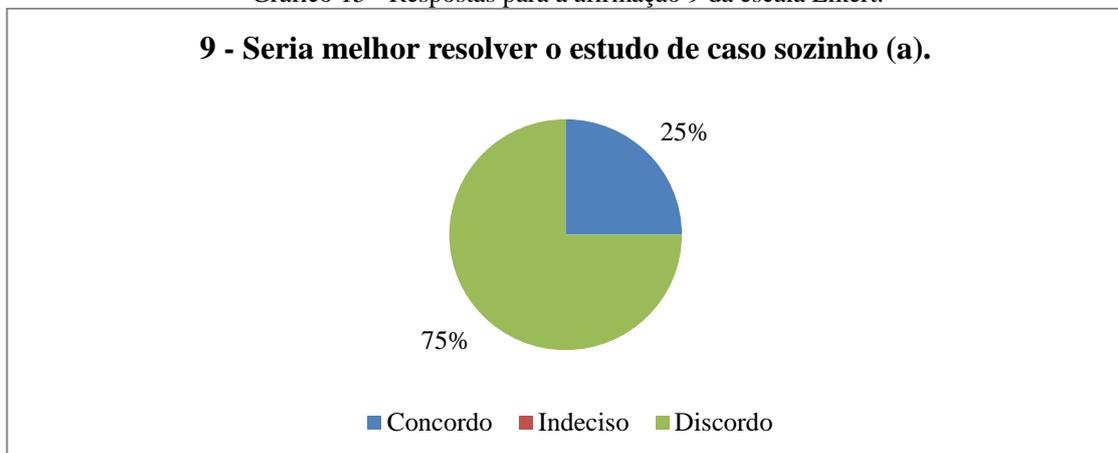


Fonte: a autora (2019).

Apesar de não sabermos a razão de não haver a participação de todos, com os resultados do Gráfico 14, refletimos sobre as soluções apresentadas pelos grupos para o problema e presumimos que poderiam haver mudanças nas mesmas se houvesse a participação de todos os membros.

Nessa perspectiva, é pertinente saber se os estudantes preferiam resolver o estudo de forma individual. O Gráfico 15 exibe os resultados obtidos.

Gráfico 15 - Respostas para a afirmação 9 da escala Likert.



Fonte: a autora.

A partir desses resultados, inferimos que, mesmo não havendo a participação de todos os membros do grupo – como observamos no Gráfico 15 – os discentes não gostariam de ter resolvido o estudo de caso sozinho. Assim, acreditamos que os membros que participaram, efetivamente, do estudo de caso contribuíram de forma positiva para a solução do mesmo.

Por fim, como as soluções para os problemas identificados pelos grupos perpassavam pelo uso de agrotóxicos, além de ter havido o debate sobre os 10 mitos e verdades acerca

dessas substâncias tóxicas, consideramos pertinente saber se o estudo de caso proporcionou aos estudantes uma reflexão sobre essa temática. Obtivemos a resposta “concordo” de forma unânime para a afirmação 10, revelando que tal reflexão de fato ocorreu. Porém, mesmo havendo essa reflexão, dois grupos acreditaram que a melhor solução para o caso seria o uso de agrotóxicos, nos fazendo crer que sua prioridade incluiu apenas os aspectos econômicos relacionados ao caso, deixando de lado os malefícios trazidos por essas substâncias.

Portanto, inferimos que a temática “Agrotóxicos”, a partir de um estudo de caso, é adequada para a abordagem de aspectos sociocientíficos uma vez que é atual e próxima da realidade de todos, seja pelo uso dessas substâncias pelos agricultores ou pelo consumo de alimentos contaminados. Logo, contribui para o desenvolvimento do pensamento crítico dos estudantes e a capacidade de tomada de decisão.

Nessa perspectiva, a Base Nacional Comum Curricular sugere a abordagem desse tema no ensino de Ciências da Natureza, de forma implícita, ao determinar o desenvolvimento de habilidades que envolvem a análise de materiais tóxicos e seus prejuízos à saúde e ao meio ambiente; e o debate, bem fundamentado, sobre temas controversos, como o controle de pragas (BRASIL, 2018).

Então, a partir das contribuições trazidas por essa temática, solicitamos – na Questão 11 – que os estudantes sugerissem temáticas da sua região que poderiam ser exploradas por um estudo de caso. Em seguida, agrupamos as respostas semelhantes e as categorizamos de acordo com os aspectos sociocientíficos que estão associados a cada uma delas, de acordo com a Tabela 10.

Tabela 10 – Temáticas sugeridas pelos estudantes para abordagem em estudos de casos.

Resposta	Aspectos sociocientíficos				
	Sociais	Ambientais	Econômicos	Políticos	Éticos
Preservação do meio ambiente: Descarte do lixo, poluição, poluição do rio Ipojuca	X	X	X	X	X
Corrupção	X		X	X	X
Liberação da maconha no Brasil	X		X	X	X
Feira de Caruaru	X	X	X	X	

Fonte: a autora.

De acordo com Ramsey (1993 *apud* SANTOS 2002), um tema sociocientífico deve ser de natureza controversa, de relevância social e ter relação com ciência e tecnologia. Assim, identificamos nas respostas dos estudantes que eles apresentaram temáticas de cunho social, perpassando pelas quatro outras variáveis, sendo preponderantes as questões econômicas e éticas. Ademais, as respostas “Corrupção” e “Preservação do meio ambiente” podem ser diretamente relacionadas por envolverem aspectos políticos geralmente discutidos em épocas de eleições e esquecidos após esse período. Porém, mesmo sendo responsabilidade governamental a criação de políticas públicas para a preservação do meio ambiente, ressaltamos que, sem a participação da sociedade, estas políticas nunca serão capazes de sanar os mais variados tipos de poluição.

Nesse sentido, as referidas temáticas poderiam ser exploradas em um estudo de caso que envolvesse os malefícios decorridos da poluição do meio ambiente, como surtos de doenças respiratórias. A partir disso, os estudantes deveriam propor soluções para evitar futuros surtos, recorrendo a ações governamentais e sociais.

Por outro lado, a temática “Feira de Caruaru” abrange aspectos sociais, econômicos, ambientais e políticos da região. Isso porque, além de ser Patrimônio Cultural Imaterial do Brasil, a feira é responsável por gerar – semanalmente – em torno de 20 a 40 milhões de reais (IPHAN, 2009). Apesar dos seus benefícios para a região do agreste pernambucano, a feira apresenta problemas de logística devido a sua dimensão e falta de estrutura adequada, além de problemas ambientais como o descarte inadequado de lixo.

A diversidade de questões envolvidas nessa temática permite a elaboração de diferentes estudos de casos como, por exemplo, uma situação em que a feira cresce tanto – de maneira desorganizada – que acarreta na diminuição de compradores devido à dificuldade de transitar naquele ambiente.

Outra temática citada pelos estudantes foi a “Liberação da maconha no Brasil” uma vez que em outros países essa erva já é liberada para uso recreativo e medicinal. No Brasil, entretanto, é uma questão polêmica seja para fins medicinais ou não. Após muitas discussões pelo poder legislativo e em outras esferas da sociedade, no dia 3 de dezembro de 2019, a ANVISA liberou a fabricação e a comercialização de medicamentos feitos à base de *Cannabis*, desde que sejam seguidas as normas estabelecidas pela agência (ANVISA, 2019).

Como o plantio da maconha é proibido em território nacional, é necessária a importação desse insumo para a fabricação dos medicamentos, o que aumenta o custo da produção e influencia diretamente no preço final para o consumidor. Dessa forma, pessoas que possuem baixa condição social não terão fácil acesso a esses medicamentos.

Vale destacar que o uso da maconha para fins recreativos é considerado infração penal e sua comercialização é crime. No ano de 2006, foi outorgada a Lei de nº 11.343/06 que

institui o Sistema Nacional de Políticas Públicas sobre Drogas - Sisnad; prescreve medidas para prevenção do uso indevido, atenção e reinserção social de usuários e dependentes de drogas; estabelece normas para repressão à produção não autorizada e ao tráfico ilícito de drogas; define crimes e dá outras providências (BRASIL, 2006).

A partir dessas informações, seria possível desenvolver um estudo de caso que apresentaria um problema em que um indivíduo de classe baixa descobre que tem epilepsia e não conhece tratamentos eficazes para a redução das crises. A partir de investigações, os estudantes deveriam indicar possíveis tratamentos para essa doença, podendo surgir discussões acerca do uso da maconha para fins medicinais e as dificuldades de acesso à mesma.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O método de ensino por estudo de caso associado a uma abordagem sociocientífica permeia o desenvolvimento de habilidades primordiais para a vida em sociedade, como a tomada de decisão, que auxilia na resolução de diversos problemas do cotidiano. Uma das formas de estabelecer discussões sociocientíficas é por meio de temáticas que possibilitam a contextualização do ensino. A título de exemplo, as Orientações Curriculares Nacionais para o Ensino Médio sugerem, para a disciplina de Química, a contextualização da temática “Agrotóxicos”.

A relevância dessa temática encontra-se na atual condição do país, que durante o ano de 2019 liberou centenas de agrotóxicos para uso nas lavouras, até mesmo os que são proibidos em outros países. Logo, por ser um tema da realidade de todos os brasileiros, uma vez que nem sempre é possível sabermos a procedência dos alimentos ingeridos, consideramos que por meio dele os estudantes podem refletir sobre os impactos causados por essas substâncias na saúde e no meio ambiente. Durante o processo de reflexão sobre a temática, é possível também aprender conteúdos químicos e desenvolver habilidades.

Com base nisso, o objetivo deste trabalho foi analisar a capacidade de tomada de decisão nos estudantes do Ensino Médio em um estudo de caso envolvendo o uso de agrotóxicos. Para tal, elaboramos um caso intitulado “O Mistério dos Cajueiros”, baseado na baixa produção de castanha de caju na cidade de Agrestina, no agreste pernambucano, o que acarreta na diminuição da renda de um produtor. Por meio do estudo desse caso, os estudantes tiveram que considerar os aspectos sociais, econômicos, ambientais e éticos envolvidos no problema para tomar uma decisão que o resolvesse.

Notamos que na maioria das soluções indicadas pelos estudantes os aspectos sociais e econômicos se sobressaíram aos ambientais e éticos. Isto é, mesmo após termos discutido acerca dos 10 mitos e verdades sobre agrotóxicos, a maior parte das soluções escolhidas para resolver o problema identificado no caso foi a utilização dessas substâncias. Por outro lado, um grupo de estudantes apresentou uma solução que utilizava biodefensivos, agentes não nocivos ao meio ambiente e à saúde.

Vale salientar que todos os estudantes afirmaram, no questionário avaliativo, que o estudo de caso lhes proporcionou uma reflexão acerca do uso de agrotóxicos, porém apenas a resposta que descartou esse uso indica que houve reflexão acerca dos malefícios causados por esses agentes.

Acreditamos que os motivos que levaram a esses resultados possam ter sido o pouco tempo disponibilizado pela escola para realizarmos a pesquisa; por ser final de ano letivo e os estudantes estarem envolvidos em outras atividades como vestibulares, Exame Nacional do Ensino Médio e as próprias avaliações internas da escola. Além disso, o fato da discussão sobre agrotóxicos não ser tão recorrente nas salas de aula pode ter levado os estudantes a responderem o estudo de caso de acordo com seus conhecimentos empíricos, mesmo tendo realizado pesquisas na internet. Dessa forma, consideramos que a discussão possibilitada pelos 10 mitos e verdades sobre agrotóxicos pode não ter sido suficiente para que houvesse uma reflexão crítica por parte dos discentes acerca da temática.

Ressaltamos também que, embora o objetivo do trabalho tenha sido investigar o desenvolvimento da capacidade de tomada de decisão, não descartamos a possibilidade de analisar, à posteriori, a aprendizagem de conteúdos químicos possibilitados pela temática “Agrotóxicos” em outros contextos escolares.

Além dessa, também é possível explorar conteúdos químicos em sala de aula por meio das temáticas sugeridas pelos estudantes na Tabela 10 (p. 61). Por exemplo, por meio da temática “Liberação da maconha no Brasil” seria possível estudar as reações químicas ocorridas no corpo humano após o consumo da maconha. Quanto à temática “Feira de Caruaru”, poderia ser elaborada uma situação-problema com foco na conservação dos alimentos comercializados na feira para o ensino de cinética química.

De maneira geral, enfatizamos a importância de contextualizar o ensino por meio de situações nas quais os estudantes precisem se posicionar frente a problemas de cunho social, ambiental, econômico, ético, entre outros. Isso porque, ao mesmo tempo em que é possível aprender conteúdos científicos, os alunos desenvolvem habilidades que serão úteis para toda a vida.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). **Agrotóxico, herbicida e pesticida**. [200-]. Disponível em: <[http://portal.anvisa.gov.br/resultado-de-busca?p\\_p\\_id=101&p\\_p\\_lifecycle=0&p\\_p\\_state=maximized&p\\_p\\_mode=view&p\\_p\\_col\\_id=column-1&p\\_p\\_col\\_count=1&\\_101\\_struts\\_action=%2Fasset\\_publisher%2Fview\\_content&\\_101\\_assetEntryId=2861541&\\_101\\_type=content&\\_101\\_groupId=219201&\\_101\\_urlTitle=agrotoxico-erbicida-e-pesticida&inheritRedirect=true](http://portal.anvisa.gov.br/resultado-de-busca?p_p_id=101&p_p_lifecycle=0&p_p_state=maximized&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_count=1&_101_struts_action=%2Fasset_publisher%2Fview_content&_101_assetEntryId=2861541&_101_type=content&_101_groupId=219201&_101_urlTitle=agrotoxico-erbicida-e-pesticida&inheritRedirect=true)>. Acesso em: 09 abr. 2019.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). **Agrotóxicos: Anvisa é contrária ao PL 6299/02**. (2018). Disponível em: <[http://portal.anvisa.gov.br/rss/-/asset\\_publisher/Zk4q6UQCj9Pn/content/agrotoxicos-anvisa-e-contraria-ao-pl-6299-02-/219201](http://portal.anvisa.gov.br/rss/-/asset_publisher/Zk4q6UQCj9Pn/content/agrotoxicos-anvisa-e-contraria-ao-pl-6299-02-/219201)>. Acesso em: 14 abr. 2019.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). **Cannabis: Dicol delibera sobre plantio e registro**. (2019). Disponível em: <[http://portal.anvisa.gov.br/noticias/-/asset\\_publisher/FXrpx9qY7FbU/content/produto-de-cannabis-aprovado-regulamento-para-uso-medicina/219201?p\\_p\\_auth=ZIGn24YS&inheritRedirect=false&redirect=http%3A%2F%2Fportal.anvisa.gov.br%2Fnoticias%3Fp\\_p\\_auth%3DZIGn24YS%26p\\_p\\_id%3D101\\_INSTANCIE\\_FXrpx9qY7FbU%26p\\_p\\_lifecycle%3D0%26p\\_p\\_state%3Dnormal%26p\\_p\\_mode%3Dview%26p\\_p\\_col\\_id%3Dcolumn-4%26p\\_p\\_col\\_count%3D2](http://portal.anvisa.gov.br/noticias/-/asset_publisher/FXrpx9qY7FbU/content/produto-de-cannabis-aprovado-regulamento-para-uso-medicina/219201?p_p_auth=ZIGn24YS&inheritRedirect=false&redirect=http%3A%2F%2Fportal.anvisa.gov.br%2Fnoticias%3Fp_p_auth%3DZIGn24YS%26p_p_id%3D101_INSTANCIE_FXrpx9qY7FbU%26p_p_lifecycle%3D0%26p_p_state%3Dnormal%26p_p_mode%3Dview%26p_p_col_id%3Dcolumn-4%26p_p_col_count%3D2)>. Acesso em: 07 dez. 2019.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). **Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos – PARA: Resultados de 2013 a 2015**. 2016. 13 slides. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/documents/111215/0/PARA+-+Apresenta%C3%A7%C3%A3o+dos+resultados+-+2013+a+2015.pdf/f22c936a-4796-464c-9680-916c29b2bb5c>>. Acesso em: 17 nov. 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE CONTROLE BIOLÓGICO (ABCBio). **Com série no YouTube, ABCBio ajuda a disseminar o uso de Biodefensivos na agricultura Brasileira**. Disponível em: <<http://www.abcbio.org.br/conteudo/noticias/com-serie-no-youtube-abcbio-ajuda-a-disseminar-o-uso-de-biodefensivos-na-agricultura-brasileira/>>. Acesso em: 08 maio. 2019.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.

BARRIGOSI, J. A. F. **Uso de agrotóxicos**. [200-]. Agência Embrapa de Informação Tecnológica. Disponível em: <<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/arroz/arvore/CONT000fohgb6co02wyiv8065610dc2ls9ti.html#>> Acesso em: 07 abr. 2019.

BOCCHI, S.C.M.; PESSUTO, J.; DELL’AQUA, M.C.Q. Modelo operacional do estudo de caso como estratégia de ensino na disciplina de enfermagem médico-cirúrgica: avaliação dos alunos. **Rev.latino-am.enfermagem**, Ribeirão Preto, v. 4, n. 3, p. 99- 116, dezembro 1996.

BRAIBANTE, M.E.F.; ZAPPE, J.A. A Química dos Agrotóxicos. **Química Nova na Escola**, v. 34, n. 1, 2012.

BRASIL. **Decreto nº 4.074**, de 4 de janeiro de 2002. Regulamenta a Lei no 7.802, de 11 de julho de 1989, que dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, 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.

BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Lei nº 9.394/96, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional.

BRASIL. **Lei nº 11.741**, de 16 de julho de 2008. Altera dispositivos da Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, para redimensionar, institucionalizar e integrar as ações da educação profissional técnica de nível médio, da educação de jovens e adultos e da educação profissional e tecnológica.

BRASIL. **Lei nº 11.343**, de 23 de agosto de 2006. Institui o Sistema Nacional de Políticas Públicas sobre Drogas - Sisnad; prescreve medidas para prevenção do uso indevido, atenção e reinserção social de usuários e dependentes de drogas; estabelece normas para repressão à produção não autorizada e ao tráfico ilícito de drogas; define crimes e dá outras providências.

BRASIL. **Lei nº 13.415**, de 16 de fevereiro de 2017. Altera as Leis nos 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, e 11.494, de 20 de junho 2007, que regulamenta o Fundo de Manutenção e Desenvolvimento da Educação Básica e de Valorização dos Profissionais da Educação, a Consolidação das Leis do Trabalho - CLT, aprovada pelo Decreto-Lei no 5.452, de 1o de maio de 1943, e o Decreto-Lei no 236, de 28 de fevereiro de 1967; revoga a Lei no 11.161, de 5 de agosto de 2005; e institui a Política de Fomento à Implementação de Escolas de Ensino Médio em Tempo Integral.

BRASIL. **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.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular: Ensino Médio**. Brasília, 2017.

BRASIL. Ministério da Educação. **Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Brasília, 1998.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Orientações Curriculares para o Ensino Médio**. v. 2. Brasília, 2006.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília, 2000.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais**. Brasília, 2002.

BRASIL. **Projeto de Lei nº 6299**, de 2002, do senado federal, que altera os arts 3º e 9º da Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989, que dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, 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.

CÂMARA DOS DEPUTADOS. **Comissão especial aprova parecer que muda legislação brasileira sobre agrotóxicos**. 2018. Disponível em: <<https://www2.camara.leg.br/camaranoticias/noticias/AGROPECUARIA/559559-COMISSAO-ESPECIAL-APROVA-PARECER-QUE-MUDA-LEGISLACAO-BRASILEIRA-SOBRE-AGROTOXICOS.html>>. Acesso em: 15 abr. 2019.

CAVALCANTI, J. A.; FREITAS, C. A.; MELO, A. C. N.; FILHO, J. R. F. **Química Nova na Escola**, v. 32, n. 1, 2010.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. 3 ed. São Paulo: Cortez, 2009.

FARIA, F. L. **O estudo de caso aplicado ao ensino médio: o olhar do professor e do aluno sobre essa Estratégia de ensino**. 2014. 118 p. Dissertação (Mestrado em Química) - Programa de Pós-graduação em Química: Educação em Química, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2014.

FELIZARDO, Nayara. **Um aborto a cada quatro grávidas**. 2018. Disponível em: <<https://theintercept.com/2018/09/17/agrotoxico-aborto-leite/>>. Acesso em: 05 maio 2019.

FONSECA, B. **26 mil brasileiros foram intoxicados por agrotóxicos desde 2007**. 2018. Disponível em: <<https://apublica.org/2018/08/26-mil-brasileiros-foram-intoxicados-agrotoxicos-ultimos-dez-anos/>>. Acesso em: 26 mar. 2019.

FREITAS-REIS, Ivoni; FARIA, F. L. Abordando o tema alimentos embutidos por meio de uma estratégia de ensino baseada na resolução de casos: os aditivos alimentares em foco. **Química Nova na Escola**, v. 37, n. 1, p. 63-70, 2015.

G1. **Indústria de produtos biológicos fatura R\$ 500 milhões por ano no Brasil**. 2018. Disponível em: <<https://g1.globo.com/economia/agronegocios/agro-a-industria-riqueza-do-brasil/noticia/2018/10/01/industria-de-produtos-biologicos-fatura-r-500-milhoes-por-ano-no-brasil.ghtml>>. Acesso em: 09 maio 2019.

GIROLAMO, M. M. et al. **O estudo de funções orgânicas presentes em medicamentos através de um estudo de caso**. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA (ENEQ), 18, 2016, Florianópolis. Anais... Florianópolis: SBQ, 2016, 1v.

GONÇALVES, C.; OLIVEIRA, A. M. **Estudo de caso: Utilização do formol em alisamento capilar para ensinar conceitos de ligações intermoleculares à luz da perspectiva Freireana**. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA (ENEQ), 18, 2016, Florianópolis. Anais... Florianópolis: SBQ, 2016, 1v.

HERREID, C. F. Sorting potatoes for Miss Bonner - bringing order to case-study methodology through a classification scheme. **Journal of College Science Teaching**, v. 27, n. 4, p. 236-239, 1998b.

HERREID, C.F. What makes a good case? **Journal of College Science Teaching**, v. 27, n. 3, p. 163-169, 1998a.

INSTITUTO BRASILEIRO DE DEFESA DO CONSUMIDOR (IDEC). **10 mitos e verdades sobre agrotóxicos**. São Paulo: IDEC, 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE DEFESA DO CONSUMIDOR (IDEC). **Governo aprova o registro de 19 agrotóxicos**. 2019. Disponível em: <<https://idec.org.br/noticia/governo-aprova-o-registro-de-19-agrotoxicos>>. Acesso em: 24 mar. 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE DEFESA DO CONSUMIDOR (IDEC). **Idec defende banir uso de agrotóxico que compõe o agente laranja**. 2016. Disponível em: <<https://idec.org.br/em-acao/em-foco/idec-defende-banir-uso-de-agrotoxico-que-compe-o-agente-laranja>>. Acesso em: 24 mar. 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Produto Interno Bruto dos Municípios**. 2016. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pe/agrestina/pesquisa/38/46996?ano=2016>>. Acesso em: 04 mar. 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Produção Agrícola - Lavoura Permanente**. 2010. Disponível: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pe/agrestina/pesquisa/15/11863?ano=2010>> Acesso em: 04 mar. 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Produção Agrícola - Lavoura Permanente**. 2015. Disponível: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pe/agrestina/pesquisa/15/11863?ano=2015>> Acesso em: 04 mar. 2019.

INSTITUTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO NACIONAL (IPHAN). **Feira de Caruaru**. Brasília: IPHAN, 2009.

JONES, M. A. Use of a Classroom Jury Trial To Enhance Students' Perception of Science as Part of Their Lives. **Journal of Chemical Education**, v. 74, n. 5, p. 537, 1997.

KORTLAND, K. An STS case study about students' decision making on the waste issue. **Science Education**, v. 80, n. 6, p. 673-689, 1996.

LACERDA, C. C.; CAMPOS, A. F.; MARCELINO-JR., C. A. C. Abordagem dos Conceitos Mistura, Substância Simples, Substância Composta e Elemento Químico numa Perspectiva de Ensino por Situação-Problema. **Química Nova na Escola**, v. 34, n. 2, p. 75-82, 2012.

LIMA, I. P. **Avaliação da contaminação do leite materno pelo agrotóxico glifosato em puérperas atendidas em maternidades públicas do Piauí**. 2017. 68 f. Dissertação (Mestrado em Saúde da Mulher) - Programa de Pós-graduação em Saúde da Mulher, Centro de Ciências da Saúde, Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2017.

McCONNELL, M. C. Teaching about science, technology and society at the secondary school level in the United States: an education dilemma for the 1980s. **Studies in Science Education**, n. 9, p. 1-32, 1982.

MONSANTO. **Glifosato em 6 Passos**. [200-]. Disponível em: <<https://descubra.monsanto.com.br/glifosato/>>. Acesso em: 14 abr. 2019.

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE. **Manual de vigilância da saúde de populações expostas a agrotóxicos**. Representação do Brasil: Brasília, 1996.

PAZINATO, M. S. BRAIBANTE, M. E. F. O estudo de caso como estratégia metodológica para o ensino de química no nível médio. **Revista Ciências & Ideias**, v. 5, n. 2, p. 1-18, 2014.

PAZINATO, M. S. BRAIBANTE, M. E. F. Oficina Temática Composição Química dos Alimentos: Uma Possibilidade para o Ensino de Química. **Química Nova na Escola**, v. 36, n. 4, p. 289-296, 2014.

PEREZ, F.; MOREIRA, J. C. Agrotóxicos, saúde e ambiente: uma introdução ao tema. In: PEREZ, F.; MOREIRA, J. C (Orgs). **É veneno ou é remédio?** agrotóxicos, saúde e ambiente. 384 p. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 2003.

RATCLIFFE, M. Pupil decision-making about socio-scientific issues within the science curriculum. **International Journal of Science Education**, v. 19, n. 2, p. 167-82, 1997.

RODRIGUES, H. G.; BATISTA, M. T. A.; FONSECA, L. C.; AVERSI-FERREIRA, T. A. Efeitos de pesticidas sobre a fragilidade osmótica de eritrócitos - Uma breve revisão. **Biotemas**, v. 22, n. 1, p. 7-16, 2009.

SAMPAIO, A. A. M.; BERNARDO, D. L.; AMARAL, E. M. R. Análise de Uma Estratégia de Estudo de Caso Vivenciada por Licenciandos de Química. **Química Nova na Escola**, v. 38, n. 2, p. 173-180, 2016.

SANTOS, W. L. P. **Aspectos sócio-científicos em aulas de química**. 2002. 338 f. Tese (Doutorado em Educação) - Curso de Doutorado da Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2002.

SANTOS, W. L. P. Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. **Ciência & Ensino**, v. 1, especial, p. 1-12, 2007.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Abordagem de aspectos sociocientíficos em aulas de Ciências: possibilidades e limitações. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 14, n. 2, p. 191-218, 2009.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Tomada de decisão para ação social responsável no ensino de ciências. **Ciência & Educação**, v. 7, n. 1, p. 95-111, 2001.

SILVA, A. G. **Uso do estudo de caso para promover a aprendizagem significativa de um tema sociocientífico em licenciandos em química**. 2015. 76 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Química-Licenciatura) - Centro Acadêmico do Agreste, Universidade Federal de Pernambuco, Caruaru, 2015.

SILVA, M. M. **Estudo de caso para o estudo de cinética química:** quimiosseletividade em reações de oxidação promovidas por compostos de coordenação do tipo oxo-diperoxo. 2017. 63 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Química-Licenciatura) - Centro Acadêmico do Agreste, Universidade Federal de Pernambuco, Caruaru, 2017.

SILVA, O. B.; OLIVEIRA, J. R. S.; QUEIROZ, S. L. SOS Mogi-Guaçu: Contribuições de um Estudo de Caso para a Educação Química no Nível Médio. **Química Nova na Escola**, v. 33, n. 3, p. 185-192, 2011.

SILVA, G. B.; QUEIROZ, S. L. Sensibilidade Moral de Licenciandos em Química diante de Conflito Ético na Prática Científica. **Química Nova na Escola**, v. 41, n. 1, p. 69-81, 2019.

SISTEMA DE PRODUÇÃO DO CAJU. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, v. 2, n. 1, 2016.

SOCIEDADE NACIONAL DE AGRICULTURA (SNA). **Anvisa:** glifosato não causa danos graves à saúde. 2019. Disponível em: <<https://www.sna.agr.br/anvisa-glifosato-nao-causa-danos-graves-a-saude/>>. Acesso em: 20 abr. 2019.

SOUSA, R. S.; ROCHA, P. D. P.; GARCIA, I. T. S. Estudo de Caso em Aulas de Química: Percepção dos Estudantes de Nível Médio sobre o Desenvolvimento de suas Habilidades. **Química Nova na Escola**, v. 34, n. 4, p. 220-228, 2012.

SÁ, L. P. **A argumentação no ensino superior de química:** investigando uma atividade fundamentada em estudos de caso. 2006. 165 f. Dissertação (Mestrado em Química Analítica) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

SÁ, L. P. **Estudo de casos na promoção da argumentação sobre questões sócio-científicas no ensino superior de química.** 2010. 278f. Tese (Doutorado em Química) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2010.

SÁ, L. P.; QUEIROZ, S. L. **Estudos de casos no ensino de química.** 2. ed. Campinas, SP: Editora Átomo, 2010.

THIOLLENT, Michel. **Metodologia da Pesquisa-Ação.** São Paulo: Cortez, 1985.

VASCONCELOS, F. C. G. C. **Utilização de recursos audiovisuais em uma estratégia FlexQuest sobre radioatividade.** 2011. 215 f. Dissertação (Mestrado em Ensino das Ciências) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2011.

ZABALA, Antoni. **A prática educativa:** como ensinar. Porto Alegre: Artmed, 1998.

## APÊNDICE A - CASO “O MISTÉRIO DOS CAJUEIROS”

**Um bom caso é atual**

### O Mistério dos Cajueiros

**Um bom caso narra uma história**

No ano de 2015, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) realizou uma pesquisa na cidade de Agrestina-PE. Como a cidade possui aproximadamente 27 mil habitantes e parte de sua economia advém da agricultura, a intenção foi verificar se houve grandes alterações em termos de produção agrícola desde 2010, quando foi realizada a última pesquisa na região.

**Um bom caso é relevante ao leitor**

**Um bom caso inclui citações**

Seu Luciano é produtor de castanha-de-caju e há alguns anos vem sofrendo com a pouca produtividade de seus cajueiros. Em entrevista ao IBGE ele afirmou:

- De uns tempos pra cá minha produção de castanhas diminuiu bastante. Meus cajueiros não são mais os mesmos, os ramos estão quebradiços, algumas folhas estão secas e furadas, poucos são os frutos que se aproveitam, pois muitos murcham e ficam pretos assim que brotam. Além do mais, algumas castanhas estão aparecendo com furos, tornando-se inviáveis para comercialização. Estou muito frustrado, pois a minha renda e a de meus familiares dependem dessa lavoura.

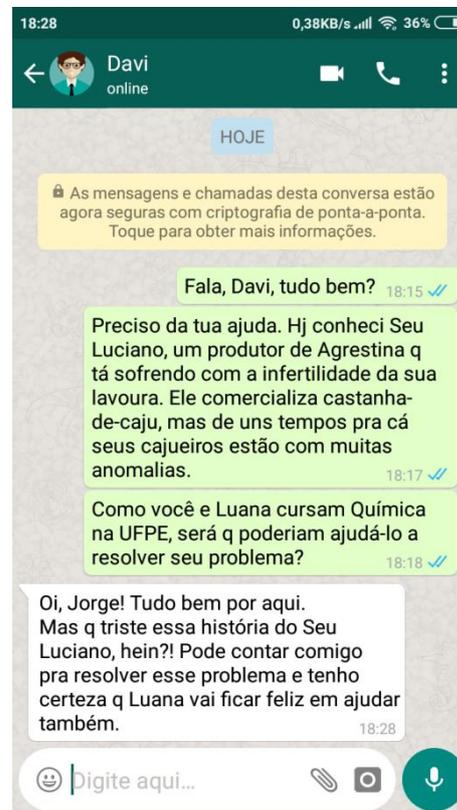
Jorge, o agente de pesquisas e mapeamento do IBGE, comovido com a situação de Seu Luciano, conversou com alguns de seus amigos que cursam Química na Universidade Federal de Pernambuco a fim de arrumar uma solução para o problema:

**Um bom caso possui generalidade (pode ocorrer em outros locais)**

**Um bom caso possui drama e suspense**

**Um bom caso força uma decisão**

**Um bom caso provoca um conflito**



**Um bom caso deve ter utilidade pedagógica**

Vocês são os amigos de Jorge e devem ajudar Seu Luciano a revitalizar a sua lavoura. O que ele deve fazer para resolver os problemas que estão ocorrendo em seus cajueiros?

**Um bom caso produz empatia com os personagens principais**

**APÊNDICE B – AVALIAÇÃO DOS ESTUDANTES SOBRE O ESTUDO DE CASO “O MISTÉRIO DOS CAJUEIROS”**

Afirmação	Avaliação		
	Concordo	Indeciso	Discordo
1. Tive dificuldade em identificar o problema do caso “O Mistério dos Cajueiros”.			
2. Tive dificuldade em elaborar uma solução para o caso “O Mistério dos Cajueiros”.			
3. Foi difícil associar o problema abordado no caso com questões sociais.			
4. Foi difícil associar o problema abordado no caso com questões econômicas.			
5. Foi difícil associar o problema abordado no caso com questões ambientais.			
6. Foi difícil associar o problema abordado no caso com questões éticas.			
7. Gostei de realizar o estudo de caso em grupo.			
8. Todos os membros do meu grupo ajudaram na resolução do problema.			
9. Seria melhor resolver o estudo de caso sozinho (a).			
10. Considero que este estudo de caso me ajudou a refletir sobre o uso de agrotóxicos.			
11. Considerando a região que você vive, quais problemáticas podem ser exploradas dentro de um método de estudo de caso?			

Fonte: Adaptado de Vasconcelos (2011)

## ANEXO A - 10 MITOS E VERDADES SOBRE OS AGROTÓXICOS



### ÍNDICE

<b>PRECISAMOS FALAR SOBRE AGROTÓXICOS</b> .....	<b>3</b>
<b>VOCÊ SABIA QUE</b> .....	<b>4</b>
<b>MITOS E VERDADES</b>	
1. Agrotóxico é a mesma coisa que pesticida e defensivo agrícola .....	5
2. Os agrotóxicos são inofensivos à saúde humana .....	6
3. Os agrotóxicos podem se acumular nas cascas das frutas e hortaliças .....	7
4. É só lavar bem os alimentos que os agrotóxicos são removidos .....	8
5. Os agrotóxicos contaminam o meio ambiente .....	9
6. Alimentos transgênicos têm menos agrotóxicos .....	10
7. Não é possível ter grandes plantações sem utilizar agrotóxicos .....	11
8. Os agrotóxicos não são utilizados na agricultura orgânica .....	12
9. Alimentos hidropônicos não têm agrotóxicos .....	13
10. Alimentos orgânicos são mais caros dos que os cultivados com agrotóxicos .....	14



## PRECISAMOS FALAR SOBRE AGROTÓXICOS

No país que lidera o *ranking* mundial de consumo de agrotóxicos e que ao mesmo tempo pode aprovar um projeto de lei que facilita ainda mais o acesso a esses venenos, torna-se fundamental, mais do que nunca, trazer à luz questões sobre o tema.

Em tempos de *fake news*, esclarecer termos e mostrar evidências são formas de ampliar o debate sobre agrotóxicos, deixando claro seus riscos para a população e para o meio ambiente.

Para isso, o Idec (Instituto Brasileiro de Defesa do Consumidor) pesquisou quais mitos ainda persistem sobre o assunto com o objetivo de propor alternativas mais saudáveis e sustentáveis para o consumo de alimentos no Brasil.

Boa leitura!



## VOCÊ SABIA QUE

- ▶ O Brasil é o **maior consumidor de agrotóxicos do mundo**.
- ▶ A **área plantada (em hectares)** no País cresceu 52% de 2000 a 2017.
- ▶ Nesse mesmo período, a **venda de agrotóxicos e de outros produtos relacionados** no País aumentou 232%.
- ▶ De **504 agrotóxicos que têm seu uso permitido** aqui, 30% destes são proibidos na União Europeia, alguns há mais de uma década.
- ▶ A **água potável brasileira pode ter até 500 microgramas por litro de glifosato** - um dos agrotóxicos mais utilizados no País, e principal produto utilizado na produção de soja. Esse número é 5 mil vezes maior do que o limite permitido na União Europeia.
- ▶ Em 2018, o Projeto de Lei nº 6299/02, conhecido como **Pacote do Veneno** ganhou força. São diversas mudanças que facilitam o uso de agrotóxicos no Brasil.
- ▶ Em 2017, diversas organizações da sociedade civil lançaram a plataforma **#ChegaDeAgrotóxicos**, que tem como objetivo barrar o pacote, oferecendo como alternativa a aprovação da Phara (Política Nacional de Redução de Agrotóxicos).

**AGORA QUE VOCÊ JÁ SABE DE TUDO ISSO,**

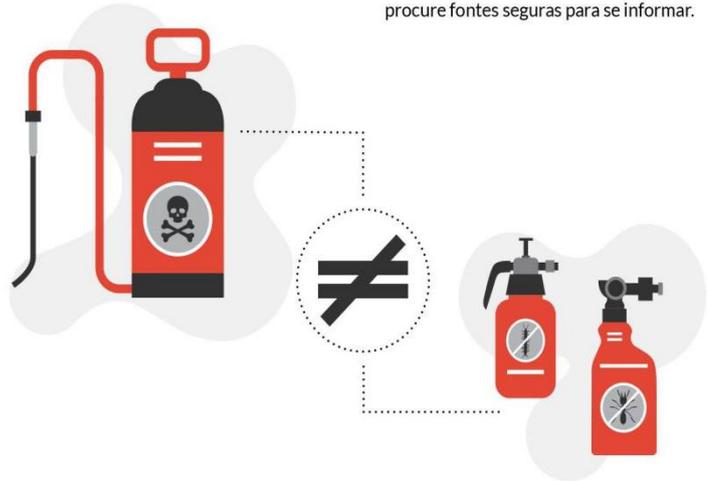
**CONHEÇA 10 MITOS E VERDADES SOBRE AGROTÓXICOS.**

1.

**AGROTÓXICO É A MESMA  
COISA QUE PESTICIDA E  
DEFENSIVO AGRÍCOLA**

**✗ MITO**

Apesar de os três serem usados para matar pragas e pestes que afetam as plantações, eles não são iguais. A principal diferença é: dentre esses nomes, agrotóxico é o único termo **previsto em lei**, que abrange e representa um grupo de venenos, como pesticidas, fungicidas, herbicidas etc.



▲ VOLTAR PARA O ÍNDICE 5

### ? POR QUE HÁ CONFUSÃO?

A indústria agrícola gosta de afirmar que os três termos são iguais, para esconder os seus perigos e confundir a população, já que a palavra agrotóxicos indica facilmente os riscos do uso dessas substâncias.

Então, não se deixe enganar. Sempre que ouvir afirmações como essa, desconfie e procure fontes seguras para se informar.

2.

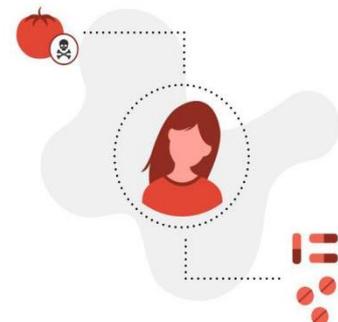
**OS AGROTÓXICOS NÃO  
FAZEM MAL À SAÚDE**

**✗ MITO**

De acordo com a **ONU** (Organização das Nações Unidas), os agrotóxicos matam 200 mil pessoas por ano em todo o mundo por intoxicação aguda. No Brasil, em média, sete pessoas são intoxicadas por dia. De 2007 a 2017, 1.824 pessoas morreram devido ao uso de agrotóxicos e outras 718 pessoas tiveram sequelas, segundo informações do **Ministério da Saúde**. Mesmo com esses números alarmantes, estima-se que apenas um em cada 50 casos é notificado.

### ? POR QUE HÁ CONFUSÃO?

Segundo seus fabricantes, se usados de acordo com as instruções, os agrotóxicos não fazem mal à saúde. Porém, essa afirmação se baseia em resultados de testes de laboratórios realizados em animais, em sua maior parte financiados pelos próprios fabricantes. Além do conflito de interesses, esses testes também não levam em conta as múltiplas exposições a diferentes ingredientes ativos presentes nos agrotóxicos e os efeitos da exposição prolongada.



▲ VOLTAR PARA O ÍNDICE 6

### VOCÊ SABIA?

Em 2018, o jardineiro estadunidense Dewayne Johnson conseguiu na Justiça uma **indenização equivalente a US\$ 289 milhões** da fabricante Monsanto, por ter desenvolvido câncer após anos exposto ao agrotóxico glifosato. Para o júri, a empresa tinha o dever de alertar sobre os riscos à saúde decorrentes da exposição prolongada ao veneno.

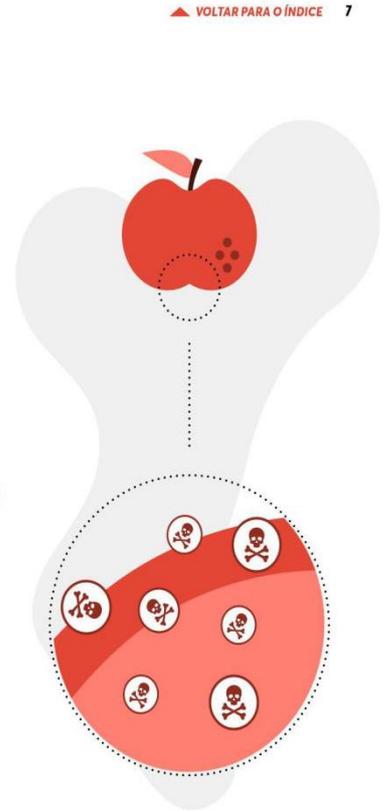
# 3.

**OS AGROTÓXICOS  
PODEM SE ACUMULAR  
NAS CASCAS DAS  
FRUTAS E HORTALIÇAS**

✓ **VERDADE**

Devido à sua composição, os agrotóxicos podem se acumular não só nas cascas, como também no interior dos alimentos e nos tecidos dos seres vivos. O veneno percorre toda a cadeia alimentar, uma vez que contamina plantas e insetos que serão consumidos por animais e, em última instância, serão consumidos pelo ser humano.

Um indicador que pode ser usado para verificar a contaminação por agrotóxicos é o leite materno. Em **estudo realizado no Piauí**, 62% das mães que participaram da pesquisa tinham seu leite contaminado por glifosato. Já na cidade de Lucas do Rio Verde (MT), polo do agronegócio no Mato Grosso, verificou-se a **contaminação de leite humano** por vários tipos de agrotóxicos, dentre eles os organoclorados como o DDT (Dicloro-Difenil-Tricloroetano).



# 4.

**É SÓ LAVAR BEM OS  
ALIMENTOS QUE OS  
AGROTÓXICOS SÃO  
REMOVIDOS**

✗ **MITO**

**Segundo a Anvisa** (Agência Nacional de Vigilância Sanitária), a lavagem dos alimentos não retira completamente os resíduos dos agrotóxicos, pois muitos deles penetram no alimento, impedindo assim que se remova completamente o veneno. Análises da **própria agência**, assim como **um estudo do Greenpeace**, revelam a presença de resíduos de agrotóxicos em aproximadamente 60% das amostras, e irregularidades em 30%.



## 5.

OS AGROTÓXICOS

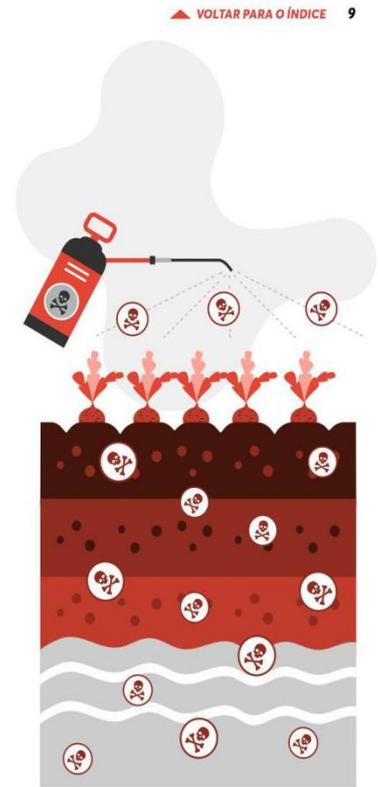
CONTAMINAM O

MEIO AMBIENTE



VERDADE

A utilização de agrotóxicos não só é prejudicial à saúde humana, como também é responsável pela contaminação do meio ambiente. Isso acontece porque o veneno dificilmente se dissolve em água e tem grande facilidade de penetrar nos tecidos dos seres vivos. **Um estudo realizado entre 1992 e 2011 pela Embrapa** (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) evidenciou a contaminação do solo e da água por agrotóxico nas cinco regiões do Brasil. O **Dossiê da Abrasco** (Associação Brasileira de Saúde Coletiva) também traz provas sobre a contaminação dos recursos naturais, além de artigos científicos que demonstram a presença de agrotóxicos em água para o consumo humano, poços subterrâneos, sedimento de lagoas e em amostras de ar e chuva coletados em pátios de escolas.



## 6.

ALIMENTOS

TRANSGÊNICOS TÊM

MENOS AGROTÓXICOS



MITO

Quando o debate sobre a utilização de transgênicos se iniciou no Brasil, uma das principais promessas feitas por seus defensores era a de que o cultivo dos OGMs (Organismos Geneticamente Modificados) traria uma diminuição do uso de agrotóxicos, por conta do desenvolvimento de plantas resistentes a pragas. O que aconteceu foi exatamente o contrário: um **estudo de monitoramento realizado no Brasil** entre 2000 e 2012 mostrou que houve um aumento de 1,6 vezes de uso de venenos em plantações de OGMs dentro do período.

As lavouras de soja, por exemplo, uma das principais apostas das grandes empresas de transgenia, lideram o consumo de agrotóxicos no Brasil. O aumento chegou a três vezes e não teve correlação com aumento da produtividade na mesma proporção.



POR QUE HÁ CONFUSÃO?

Os alimentos transgênicos são organismos geneticamente modificados que foram inseridos nas lavouras mundo afora com a justificativa de terem uma melhor qualidade e serem mais resistentes, diminuindo a dependência de agrotóxicos. Contudo, isso não acontece. Como explicado ao lado, essas plantações necessitam ainda mais desses produtos.



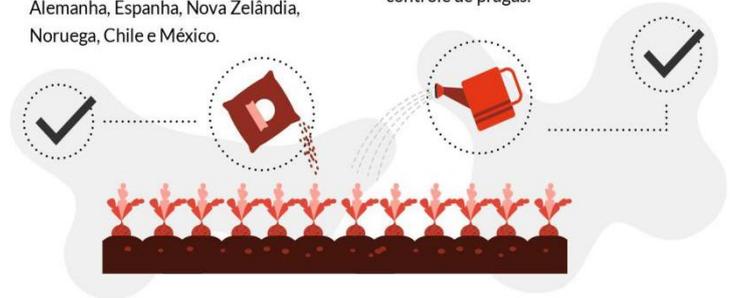
## 7.

**NÃO É POSSÍVEL TER  
GRANDES PLANTAÇÕES  
SEM UTILIZAR  
AGROTÓXICOS**

**✘ MITO**

Segundo **relatório da Federação Internacional de Movimentos de Agricultura Orgânica**, a área total dedicada ao plantio de orgânicos no mundo atingiu 57.8 milhões de hectares em 2016, área equivalente a 90% de todo o território utilizado para cultivo no Brasil, um dos maiores produtores agrícolas do planeta.

O **MST** (Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra) do Rio Grande do Sul é responsável pela maior produção de arroz orgânico da América Latina, tendo colhido 27 mil toneladas na safra 2016-17. Além de ofertar alimentos de base agroecológica no Brasil, o movimento também exporta para os Estados Unidos da América, Alemanha, Espanha, Nova Zelândia, Noruega, Chile e México.



▲ VOLTAR PARA O ÍNDICE 11

**? POR QUE HÁ CONFUSÃO?**

Muitas pessoas se sentem confusas devido à propagação de informações falsas de que não é possível produzir alimentos sem a utilização de agrotóxicos. Nos sistemas de plantação orgânica e agroecológica, existe um equilíbrio maior em relação à variedade de alimentos plantados e à preservação e a saúde dos solos. Dessa forma, as plantações ficam menos suscetíveis a desequilíbrios que comprometem o desenvolvimento saudável dos alimentos e, somente quando necessário, são utilizados adubos orgânicos ou métodos biológicos para o controle de pragas.

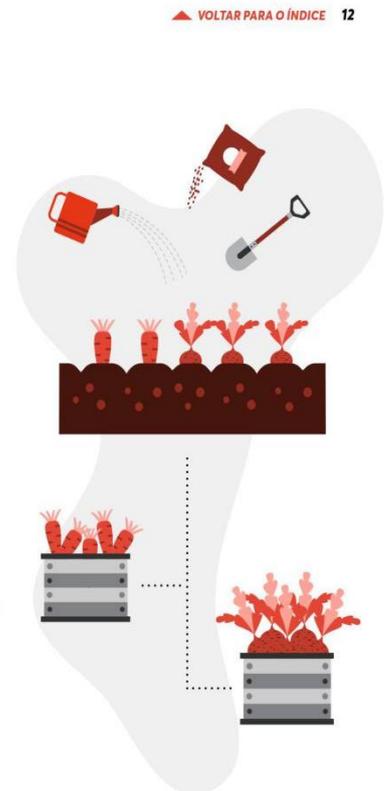
## 8.

**OS AGROTÓXICOS  
NÃO SÃO UTILIZADOS  
NA AGRICULTURA  
ORGÂNICA**

**✔ VERDADE**

Essencialmente, os alimentos orgânicos são conhecidos por serem produzidos sem o uso de produtos químicos, como agrotóxicos, fertilizantes dessa natureza ou sementes transgênicas. Como não utilizam agrotóxicos e outros produtos relacionados, esse método de plantio respeita o ciclo natural das plantas e do solo, o que faz com que os alimentos sejam **mais saudáveis**, cresçam com mais fibras e outros nutrientes.

Outro aspecto relevante é que as plantações orgânicas promovem uma maior biodiversidade em comparação ao modelo que prioriza a monocultura e a utilização de agrotóxicos. É o que concluem **327 dos 396 estudos** analisados pela **FAO** (Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação). Isso significa, além da preservação, uma maior variedade de alimentos e oferta de nutrientes.



▲ VOLTAR PARA O ÍNDICE 12

## 9.

ALIMENTOS

HIDROPÔNICOS NÃO

TÊM AGROTÓXICOS

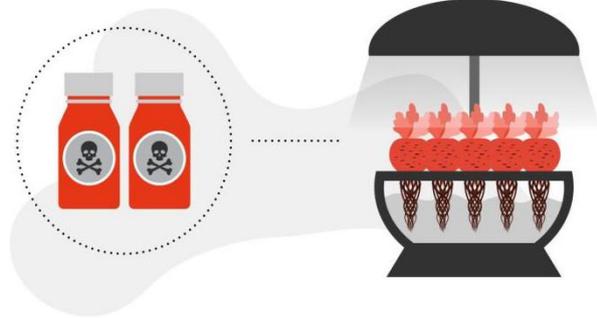
X MITO

Como os alimentos hidropônicos são cultivados na água, sem nenhum contato com o solo, eles precisam receber o aporte de nutrientes e de outras substâncias, e é nessa hora que muitos produtores optam por utilizar agrotóxicos para matar as pragas e pragas que podem aparecer.



## POR QUE HÁ CONFUSÃO?

O significado de hidropônico não é totalmente conhecido e muitas pessoas acham que é um sinônimo de orgânico. Mas, como foi explicado acima, esse alimento pode ou não conter agrotóxicos.



▲ VOLTAR PARA O ÍNDICE 13

## VOCÊ SABIA?

Alimentos orgânicos são identificados, principalmente, de duas maneiras: por meio do selo federal do **SisOrg** (Sistema Brasileiro de Avaliação de Conformidade Orgânica) e da Declaração para Venda Direta, emitida pelo Mapa (Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento), que permite que agricultores familiares **vendam alimentos diretamente ao consumidor**, mesmo que não tenham o selo.

## 10.

ALIMENTOS ORGÂNICOS

SÃO MAIS CAROS DO

QUE OS CULTIVADOS

COM AGROTÓXICOS

X MITO

Vários fatores podem afetar o preço final dos alimentos, como custos da produção, do transporte, local de compra e até gastos com certificação, no caso dos orgânicos. Uma pesquisa do **Instituto Kairós e do Instituto Terra Mater**, por exemplo, mostrou que uma cesta de 17 produtos orgânicos comprada em uma feira é 50% mais barata do que a mesma cesta comprada no supermercado. Diversas pesquisas já realizadas no Brasil demonstram que os **orgânicos podem custar mais barato** ou ter preços equivalentes aos dos cultivados com agrotóxicos, isso irá depender, principalmente, do local de compra.



## POR QUE HÁ CONFUSÃO?

Na hora de comparar os preços dos alimentos, muitas pessoas só conhecem os produtos vendidos em grandes redes de supermercados, em que os orgânicos são considerados alimentos exclusivos para as classes média e alta. Existem diversos locais de venda de frutas e hortaliças que

têm seus preços mais acessíveis. Conheça os mais próximos de você no **Mapa de Feiras Orgânicas** do Idec.

▲ VOLTAR PARA O ÍNDICE 14

## VOCÊ SABIA?

O governo brasileiro incentiva o uso de agrotóxico nas plantações por meio de medidas fiscais, como a **isenção do IPI** (Imposto sobre Produtos Industrializados) e do **ICMS** (Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços), em alguns estados. Apenas em 2017, o governo brasileiro abriu mão de **R\$ 1,3 bilhões** com essas medidas, valor que poderia ser utilizado para incentivar a produção e consumo de alimentos orgânicos e agroecológicos. É importante dizer também que a maior parte desses produtos cultivados com esses benefícios não chegam à nossa mesa. Na verdade, eles fazem parte das **commodities** agrícolas para exportação, como soja, milho e algodão.

## FICHA TÉCNICA

### Coordenação Executiva do Idec:

Elicí Maria Checchin Bueno

### Conselho Diretor do Idec:

Marilena Lazzarini (presidente), Fátima Pacheco Jordão, Geórgia Patrício Pessoa, Marcelo Gomes Sodré, Marcos Pó, Mariângela Sarrubbo Fragata, Marijane Vieira Lisboa e Mário Scheffer

### Organização:

Hélen Freitas

### Pesquisa e produção de textos:

Deborah Romeu, Hélen Freitas, Jéssica Ribeiro e Rafael Arantes

### Revisão:

Hélen Freitas, Jéssica Ribeiro e Rafael Arantes

### Projeto gráfico:

Trella Comunicação e Elaine Rodrigues

### Supervisão:

Ana Paula Bortoletto, André Corrêa e Teresa Liporace

### Realização:

**idec**  
Instituto Brasileiro de  
Defesa do Consumidor

Idec - Instituto Brasileiro de Defesa do Consumidor

Rua Desembargador Guimarães, 21  
Água Branca - CEP 05002-050 - São Paulo-SP  
Telefone: 11 3874-2150  
alimentos@idec.org.br  
www.idec.org.br

### Apoio:



Naturskyddsforeningen

Outubro de 2018

**idec**  
Instituto Brasileiro de  
Defesa do Consumidor

www.idec.org.br

**ANEXO B – QUESTIONÁRIO DICOTÔMICO ACERCA DOS 10 MITOS E  
VERDADES SOBRE AGROTÓXICOS**

<b>Afirmativa</b>	<b>Mito</b>	<b>Verdade</b>
1. Agrotóxico é a mesma coisa que pesticida e defensivo agrícola		
2. Os agrotóxicos não fazem mal à saúde		
3. Os agrotóxicos podem se acumular nas casacas das frutas e hortaliças		
4. É só lavar bem os alimentos que os agrotóxicos são removidos		
5. Os agrotóxicos contaminam o meio ambiente		
6. Alimentos transgênicos têm menos agrotóxicos		
7. Não é possível ter grandes plantações sem utilizar agrotóxicos		
8. Os agrotóxicos não são utilizados na agricultura orgânica		
9. Alimentos hidropônicos não têm agrotóxicos		
10. Alimentos orgânicos são mais caros do que os cultivados com agrotóxicos		

Fonte: IDEC (2018)

**ANEXO C - QUESTÕES NORTEADORAS PARA A SISTEMATIZAÇÃO DO  
PROCESSO DE TOMADA DE DECISÃO CONFORME O MODELO DE  
KORTLAND (1996).**

<b>Questão</b>	<b>Objetivo</b>
A) Explique qual é o principal assunto abordado no caso.	Identificação do problema
B) Como o problema apresentado no caso envolve questões sociais, econômicas, ambientais e éticas? Justifique.	Desenvolvimento de critérios
C) Que tipos de medidas, normalmente, são tomadas diante da situação apresentada no caso?	Geração de alternativas
D) As medidas acima citadas são suficientes para resolver o problema? Explique. E) Que outras medidas são importantes e que deveriam ser tomadas?	Avaliação das alternativas
F) Que medida foi indicada como a mais adequada para solução do caso? Justifique o porquê. G) Apresente as vantagens e desvantagens da opção escolhida para solução do problema, em relação a outras possíveis soluções. H) Como a aplicação da medida escolhida se reflete no dia a dia das pessoas envolvidas no caso, levando em consideração aspectos sociais, econômicos, ambientais e éticos?	Escolha da solução

Fonte: Adaptado de Sá e Queiroz (2010)