



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DE GOIÁS - CÂMPUS ITUMBIARA**

MARAÍNA SOUZA MEDEIROS

**ABORDAGEM CONTEXTUALIZADA DO TEMA AGROTÓXICOS: UMA
PROPOSTA PARA O ENSINO DE QUÍMICA NO IFG – CÂMPUS ITUMBIARA**

**ITUMBIARA
2013**

MARAÍNA SOUZA MEDEIROS

**ABORDAGEM CONTEXTUALIZADA DO TEMA AGROTÓXICOS: UMA
PROPOSTA PARA O ENSINO DE QUÍMICA NO IFG - CÂMPUS ITUMBIARA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Câmpus Itumbiara, como um dos requisitos para obtenção do título de licenciado em Química.

Área de concentração: Ensino de Química

Orientadora: Prof^a Dr^a. Simone Machado Goulart

ITUMBIARA
2013

FICHA CATALOGRÁFICA

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

M488a

Medeiros, Maráina Souza

Abordagem contextualizada do tema agrotóxicos: uma proposta para o ensino de química no IFG Câmpus Itumbiara. / Maráina Souza Medeiros. -- 2013.

87f.

Trabalho de conclusão de curso (Licenciatura em Química) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Câmpus Itumbiara, 2013.

Orientadora: Prof.^a. Dr.^a Simone Machado Goulart.

1 - Química - Estudo e ensino 2 - Produtos químicos 3 - Substâncias perigosas 4 - Educação ambiental I. Goulart, Simone Machado II. Título.

CDD: 54:504

Bibliotecária: Rosiane Gonçalves de Lima Santana CRB/1-1684

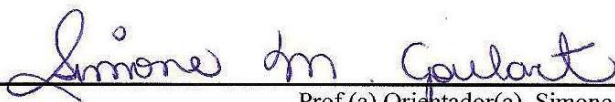
MARAÍNA SOUZA MEDEIROS

**ABORDAGEM CONTEXTUALIZADA DO TEMA AGROTÓXICOS: UMA
PROPOSTA PARA O ENSINO DE QUÍMICA NO IFG – CÂMPUS ITUMBIARA**

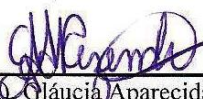
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Departamento de Química do Instituto Federal de Goiás
– IFG – Câmpus Itumbiara, como parte das exigências
do curso de Licenciatura em Química para obtenção do
título de licenciado em Química.

Área de concentração: Ensino de Química

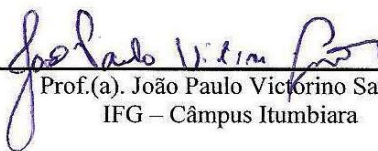
Aprovada em 08 de novembro de 2013.



Prof.(a) Orientador(a). Simone Machado Goulart
IFG – Câmpus Itumbiara



Prof.(a) Oláucia Aparecida Andrade Rezende
IFG – Câmpus Itumbiara



Prof.(a). João Paulo Victorino Santos
IFG – Câmpus Itumbiara

Itumbiara – Goiás - Brasil
Novembro - 2013

DEDICATÓRIA

À minha família pelo apoio incondicional e sempre persistente ao longo da minha trajetória acadêmica.

Em especial, ao meu pai Valterson José Medeiros, que desde a minha infância, incentivou e priorizou a educação para suas três filhas como forma de realização de seu sonho.

À minha mãe, Maria Souza Medeiros, que foi e continua sendo o meu pedestal em momentos bons e ruins de minha vida, principalmente pelo seu carinho e dedicação para comigo durante todos esses anos.

Às minhas irmãs, Janaína Souza Medeiros e Jaqueline Souza Medeiros, com as quais tive a oportunidade de estudar e dividir diversas experiências ao longo da minha graduação.

AGRADECIMENTOS

A Deus, primeiramente, pela oportunidade de estar finalizando mais uma etapa primordial de minha vida.

À minha orientadora, prof^a Dr^a Simone Machado Goulart, pela extrema diligência, paciência e disponibilidade para me orientar durante todo o processo investigativo do presente trabalho. Um exemplo de pessoa que atua com amor à profissão, que conduz seus discentes e a Ciência Química com seriedade, excelência, motivação, inspiração e anseio incondicional de melhorar a realidade educacional. Agradeço imensamente pela oportunidade e orientação que muito me valeram para o aperfeiçoamento de meus conhecimentos.

Aos demais professores do curso de Licenciatura em Química, reconheço pelos ensinamentos que me foram transmitidos ao longo da graduação. Em especial, àqueles que acreditaram em meu potencial e persistiram para contribuir na evolução do meu espírito crítico.

Aos meus companheiros de turma, que junto comigo percorreram diversas situações satisfatórias e também episódios de dificuldades, mas que serviram como lição e aprendizado.

Em especial, a aluna Monalisa Silva Almeida, pela extrema contribuição durante o processo investigativo com professores da área da Química (entrevistas semi-estruturadas).

Aos profissionais do IFG – Câmpus Itumbiara, que de forma direta e indireta, contribuíram em diversas situações ao longo de minha vida acadêmica, inclusive, aos funcionários da biblioteca, pelo atendimento sempre cordial.

À empresa de saneamento básico de Goiás, Saneago S/A regional de Itumbiara, que durante minha graduação oportunizou a experiência de trabalhar dois anos como estagiária no laboratório de controle de qualidade de águas. Foi um momento único e que guardarei sempre na memória.

Por fim, agradeço ao grupo PET Química: Educação, Ambiente e Sociedade, pela oportunidade de atuar como petiana no ano de 2013 e que de maneira excepcional está me proporcionando vivências diversas nos âmbitos de ensino, pesquisa e extensão.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AGROFIT – Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária

Conab – Companhia Nacional de Abastecimento

CTSA – Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente

EPIs – Equipamento de Proteção Individual

IFG – Câmpus Itumbiara – Instituto Federal de Goiás, Câmpus Itumbiara

ILP – Integração Lavoura Pecuária

inpEV – Instituto Nacional de Processamento de Embalagens Vazias

LMRs – Limites Máximos de Resíduos

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

PARA – Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em alimentos

POP's – Procedimentos Experimentais Padronizados

RA – Receituário Agrônomo

SNCR – Sistema Nacional de Crédito Rural

TCC – Trabalho de Conclusão de Curso

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Áreas plantadas de cana-de-açúcar no Brasil na safra 2012/2013	26
Figura 2 – Modelo conceitual de interação dos pesticidas com o solo	28
Figura 3 – Processos biológicos e bioquímicos que levam a desequilíbrios metabólicos e ataque de insetos	29
Figura 4 – Nível de toxicidade de um agrotóxico de acordo com o seu rótulo.....	31
Figura 5 – Estrutura da nicotina (à esquerda) e estrutura da rotenona (à direita)	34
Figura 6 – De que maneira os professores adquiriram a concepção do termo agrotóxicos	43
Figura 7 – Utilização do tema agrotóxicos pelos professores da área da Química	45

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Efeitos causados por exposição a agrotóxicos.....	30
Tabela 2 – Etapas fundamentais para a análise de agrotóxicos.	33
Tabela 3 – Principais características dos organofosforados, organoclorados e carbamatos....	35
Tabela 4 – Conteúdos programáticos do ensino médio que podem ser abordados a partir do conceito de agrotóxicos	36
Tabela 5 – Abordagem do tema agrotóxicos com enfoque em aspectos ambientais.....	37
Tabela 6 - Sequência didática sobre o tema agrotóxicos.....	38
Tabela 7 – Metodologias utilizadas pelos professores no tratamento de suas disciplinas específicas da Química	44
Tabela 8 – Conteúdos das disciplinas específicas citados na entrevista.....	46

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
1.1 JUSTIFICATIVA	16
2 OBJETIVOS	17
2.1 OBJETIVO GERAL	17
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	17
3 REVISÃO DE LITERATURA.....	18
3.1 ENSINO DE QUÍMICA E A NECESSIDADE DE UMA ABORDAGEM CONTEXTUALIZADA.....	18
3.1.1 Química Ambiental, Analítica e Orgânica: uma proposta para o ensino de agrotóxicos	19
3.2 A IMPORTÂNCIA DOS AGROTÓXICOS NA SOCIEDADE	20
3.3 LEIS E/OU DECRETOS QUE REGULAMENTAM A UTILIZAÇÃO DE AGROTÓXICOS NO ESTADO DE GOIÁS	22
3.3.1 Devolução de embalagens vazias de agrotóxicos.....	24
3.4 PRINCIPAIS CULTIVOS NA REGIÃO SUL DE GOIÁS.....	25
3.5 CONTEÚDOS QUÍMICOS APLICADOS AO TEMA AGROTÓXICOS.....	27
3.5.1 Agrotóxicos: descarte no meio ambiente	27
3.5.2 Agrotóxicos e os danos potenciais à saúde	29
3.5.3 Análise de resíduos de agrotóxicos em amostras de alimentos.....	32
3.5.4 Os organoclorados X Organofosforados: historicidade e principais aplicações.....	34
3.5.5 Abordagens do tema agrotóxicos em relação ao ensino de Química..	35
4 PROCEDIMENTO METODOLÓGICO	39
4.1 ELABORAÇÃO DO ROTEIRO PARA ENTREVISTA SEMI-ESTRUTURADA ..	39
4.2 UTILIZAÇÃO DO ROTEIRO DURANTE AS ENTREVISTAS SEMI- ESTRUTURADAS	40
4.3 ELABORAÇÃO DO CADERNO DIDÁTICO	40
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	42
5.1 DADOS OBTIDOS EM ENTREVISTA SEMI-ESTRUTURADA COM PROFESSORES DA QUÍMICA DO IFG – CÂMPUS ITUMBIARA	42
5.2 CADERNO DIDÁTICO – AGROTÓXICOS: UMA ABORDAGEM CONTEXTUALIZADA EM QUÍMICA AMBIENTAL, ANALÍTICA E ORGÂNICA.	46

6 CONCLUSÃO.....	48
6.1 PROPOSTA PARA TRABALHOS FUTUROS.....	48
7 REFERÊNCIAS	50
APÊNDICES	54
APÊNDICE A – Roteiro elaborado e aplicado aos professores da área da Química por meio de entrevista semi-estruturada	54
APÊNDICE B – Caderno didático - “Agrotóxicos: Uma abordagem contextualizada em Química Ambiental, Analítica e Orgânica”	56

RESUMO

A utilização da temática agrotóxicos como eixo norteador para se trabalhar conceitos químicos é de grande interesse na área de Ensino de Química principalmente quando aplicada em áreas como Química Ambiental, Química Analítica, Química Inorgânica e Química Orgânica, visto que uma das maiores preocupações na Ciência Química é o modo como os educadores conduzem suas disciplinas específicas com os seus discentes. Além de a temática proporcionar um estudo abrangente quanto às aplicações dessas substâncias e seus aspectos químicos, ela também pode despertar a importância da educação ambiental no sentido de mostrar as implicações negativas associadas ao uso indiscriminado de agrotóxicos pelo ser humano. Nesse sentido, o presente trabalho objetivou contextualizar o tema agrotóxicos com diversas áreas de concentração da Química, como a Química Ambiental, Analítica e Orgânica. Para o desenvolvimento do trabalho buscou-se a revisão de literaturas que fazem menção ao Ensino de Química associado ao conhecimento de agrotóxicos. Além disso, realizou-se um levantamento de documentos legais disponibilizados em endereços eletrônicos que tratam a normatização do uso de agrotóxicos no Brasil e, principalmente, no estado de Goiás. Para a produção de um caderno didático que poderá ser utilizado nas disciplinas de Química Ambiental, Analítica e Orgânica do IFG – Câmpus Itumbiara, realizou-se entrevista semi-estruturada com professores de áreas distintas da Química da instituição de ensino mencionada para obtenção de dados pertinentes ao assunto agrotóxicos. Os resultados alcançados em entrevista semi-estruturada e em produções literárias contribuíram para elaboração de um caderno didático sobre agrotóxicos com enfoque na contextualização destinado ao curso de Licenciatura em Química, mostrando que a temática central é suficientemente rica conceitualmente quando se trata da Química.

Palavras-chave: Agrotóxicos. Abordagem contextualizada. Caderno didático.

ABSTRACT

The use of pesticides as a guiding theme to work with chemical concepts shaft is of great interest in the Teaching of Chemistry area especially when applied in areas such as Environmental Chemistry , Analytical Chemistry , Inorganic and Organic Chemistry , as a major concern in Chemical Science is how educators lead their specific subjects with their students . Apart from the theme to provide a comprehensive study regarding the applications of these substances and their chemical aspects , it can also awaken the importance of environmental education in order to show the negative implications associated with the indiscriminate use of pesticides by humans. Accordingly, this study aimed to contextualize the pesticide issue with several concentration areas of chemistry , such as Environmental Chemistry , Analytical and Organic . To develop the study aimed to review the literature that mention the Chemistry Teaching associated with knowledge of pesticides . In addition , we performed a survey of legal documents available on email addresses that address the regulation of pesticide use in Brazil and especially in the state of Goiás For the production of a didactic book that can be used in the disciplines of Environmental Chemistry , Analytical and Organic IFG - Câmpus Itumbiara , held semi-structured interviews with teachers from different areas of chemistry teaching institution mentioned to obtain data relevant to the pesticide issue . The results achieved in semi - structured interviews and literary productions contributed to the elaboration of didactic book on pesticides focusing on contextualization for the Degree in Chemistry , showing that the central theme is conceptually rich enough when it comes to chemistry .

Keywords: Pesticides. Contextualized approach. Didactic notebook.

1 INTRODUÇÃO

Os agrotóxicos são substâncias químicas que tem por finalidade o controle de pragas (animais, vegetais, bactérias ou fungos) e doenças que as plantas podem vir a adquirir. Essas substâncias também são conhecidas como defensivos agrícolas, pesticidas, praguicidas, remédio de planta e veneno. A sua aplicabilidade, em termos de larga escala, é verificada tanto na agricultura quanto nas pastagens para pecuária, além de florestas nativas e plantadas, ambientes hídricos, urbanos e industriais (PERES; MOREIRA; DUBOIS, 2003).

Os agrotóxicos são substâncias químicas que provem benefícios indiretos à produtividade, uma vez que a finalidade de sua utilização é o de evitar perdas nas safras que são geralmente causadas pelo ataque de pragas e doenças que as culturas podem vir a adquirir (RÜEGG et al., 1991).

A utilização de temas distintos para se ensinar conteúdos de Química é uma das melhores maneiras encontradas pelos docentes para chamar a atenção dos discentes, como meio de incitar o interesse do aluno pelo conteúdo proposto em sala de aula. Dentre os diversos temas contextualizadores, convém mencionar os agrotóxicos. Além de ser um eixo temático social que motiva os alunos, os agrotóxicos também são um tema rico conceitualmente, o que permite ao professor desenvolver com seus alunos conceitos químicos, biológicos, ambientais e entre outros. Essa abordagem permite aos alunos compreender a importância dos agrotóxicos na agricultura e em outros setores, além de conscientizá-los sobre o manuseio correto dessas substâncias. Como consequência, a proposta favorece o desenvolvimento intelectual (despertar do espírito crítico) do aluno para que possa intervir em diversas situações cotidianas (CAVALCANTI et al., 2010).

Trabalhos relacionados ao tema agrotóxicos apontam para objetivos como conscientizar os alunos sobre as implicações do uso dos mesmos e a sua relação com conceitos químicos, principalmente para aqueles estudantes que vivenciam a agricultura local, no manuseio desses produtos, proporcionando, assim, uma aproximação do conhecimento químico com a realidade que os cercam (BRAIBANTE; ZAPPE, 2011).

O presente trabalho de pesquisa teve por finalidade realizar um panorama dos diversos tópicos que referenciam a temática agrotóxicos, inclusive, os que faziam menção à abordagem contextualizada dos conteúdos das ciências ao assunto central. Além desta investigação central, também foram levantados dados quantitativos disponibilizados por órgãos governamentais acerca do uso de agrotóxicos no Brasil e, principalmente, na região sul de Goiás.

Dentro dessa perspectiva, a pesquisa aqui desenvolvida compreendeu os tipos bibliográfica, documental e exploratória. O período bibliográfico organizou um acervo de informações referente a pesquisas que tratam o assunto agrotóxicos e a sua relação com as disciplinas da Química. O período documental ocorreu junto a endereços eletrônicos de órgãos governamentais, buscando dados oficiais que citam o manuseio de agrotóxicos na região sul de Goiás nos últimos anos. Ainda nesse sentido foi possível identificar a existência de diversos documentos de caráter legal disponíveis para visualização e que respaldam o uso desses agroquímicos no estado de Goiás. E, por fim, o período exploratório objetivou investigar junto aos professores, por meio de entrevista semi-estruturada, quais conteúdos químicos podem ser explorados a partir dos agrotóxicos. Os resultados obtidos nos períodos bibliográfico, documental e exploratório foram convertidos em uma ferramenta de ensino denominado “caderno didático”, o qual relacionou o tema social com três áreas de interesse da Química: Ambiental, Analítica e Orgânica.

1.1 JUSTIFICATIVA

A realização da presente pesquisa se justificou por sua relevância científica na contextualização do tema com as disciplinas da Química, já que o aperfeiçoamento desse tipo de conhecimento pôde agregar grande valor ao corpo de investigações nas áreas de Química Ambiental, Química Analítica e Química Orgânica. Além do mais, a pesquisa apresentou grande caráter social, uma vez que os seus resultados obtidos ao longo da investigação poderão ser disponibilizados e reproduzidos por docentes e discentes a fim de subsidiar o trabalho do educador em sala de aula, tornando o ensino contextualizado e interdisciplinar.

Enfim, alavancar projetos de pesquisa que sustentem o tema agrotóxicos por si só já é de grande relevância. Entretanto, relacioná-lo aos conteúdos curriculares, enquanto proposta de ensino para formação de discentes, se torna um desafio interessante e de grande valia para comunidade científica. Ainda dentro desse tema, destaca-se como principal propósito a necessidade de abordagem do contexto por meio de ações relacionadas à Educação Ambiental, já que bibliograficamente, verifica-se a interdisciplinaridade do fenômeno estudado.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

O presente trabalho aqui delimitado teve como objetivo contextualizar o tema social e ambiental agrotóxicos com as diversas áreas da Ciência Química, como a Química Ambiental, Analítica e Orgânica.

2.1.1 Objetivos específicos

Os objetivos específicos consistiram em:

- Compreender a relevância do uso de agrotóxicos para identificar os motivos pelos quais houve um aumento significativo do seu uso ao longo dos anos;
- Fazer referência às leis e/ou decretos que normatizam a aplicação desses agroquímicos no país;
- Construir um panorama da agricultura regional de Itumbiara como subsídio introdutório na elaboração de aulas de Química;
- Apontar os assuntos dentro dos conteúdos de Química Ambiental, Química Analítica e Química Orgânica que podem ser contextualizados e aplicados à temática agrotóxicos;
- Verificar junto aos docentes dessas disciplinas, metodologias e/ou sugestões que possam contribuir para a contextualização do tema central do trabalho;
- Disponibilizar os resultados de contextualização, elaborados na forma de um caderno didático, aos docentes das disciplinas de Química mencionadas do IFG – Câmpus Itumbiara como ferramenta de apoio para o ensino de seus conteúdos específicos.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 ENSINO DE QUÍMICA E A NECESSIDADE DE UMA ABORDAGEM CONTEXTUALIZADA

É comum professores trabalharem conceitos químicos de forma abstrata e tradicionalista fazendo com que os alunos se distanciem cada vez mais pelo interesse em estudar a Química. Nessa perspectiva, Carraro (1997) diz que o ensino dessa forma não se torna atrativo para o aluno e nem ao menos produtivo de tal forma que possa melhorar a vivência no meio em que está inserido. Ademais, deixa de contribuir para a formação do indivíduo como membro atuante de uma sociedade.

Nesse sentido, Chassot (2003) diz que entender a ciência contribui para controlar e prever as transformações que ocorrem na natureza. Dessa forma, dedicar-se à educação ambiental, como muitos trabalhos desenvolvidos nessa área, têm-se mostrado bastante significativo no que diz respeito à busca por resoluções acerca das transformações decorrentes de situações cotidianas. Num sentido mais amplo, Chassot e colaboradores (1993, p. 47) aponta que o ensino de Química de qualidade pressupõe um vínculo entre o mundo da Química com o mundo do aluno:

A melhoria da qualidade do ensino de Química demanda uma vinculação entre o mundo da Química e o mundo do aluno – cidadão, sendo indispensável, para isso, a produção de material didático nunca pronto e acabado, mas criticamente reconstruído e elaborado por professores e alunos em caminhada que vá do concreto vivido ao abstrato pensado (CHASSOT et al., 1993, p. 47).

A contextualização como eixo norteador no ensino de Química caracteriza-se pelas relações estabelecidas entre o que o aluno já sabe sobre o contexto a ser estudado e os conteúdos específicos previstos que servem de explicação e de entendimento desse contexto. Como estratégia tem-se o conhecimento das ideias prévias dos alunos sobre o contexto e os conteúdos em estudo, caracterizando o ensino como sendo construtivista (SILVA, 2007).

O ensino da Química tem que perpassar tanto por aspectos da interdisciplinaridade (associar vários conteúdos a partir de uma única abordagem conceitual) como também por aspectos da contextualização (trabalhar conceitos químicos a partir de temas sociais, ambientais que fazem parte do cotidiano do educando). Essa abordagem conceitual, segundo Carraro (1997, p. 15) facilita as relações vividas pelos educandos, pois:

Os conteúdos deveriam surgir de informações sobre o dia-a-dia, oportunizando ao aluno posicionar-se diante das situações, baseando-se na relação do estudo da Química com os diferentes acontecimentos que ocorrem na sociedade. Assim a aprendizagem acontece de maneira participativa e integrada à vida, proporcionando ao aluno, um estudo da Química mais agradável (CARRARO, 1997, p. 15).

Em contrapartida, Zappe (2011, p. 53) diz que “buscou investigar qual a importância das oficinas temáticas para aprendizagem de Química e para a formação do estudante como cidadão”. Isto é, para o ensino se tornar dinâmico é preciso associá-lo ao cotidiano dos alunos e, por isso, considerar a relevância do tema agrotóxicos para os mesmos que convivem em regiões agrícolas é uma maneira eficaz de se trabalhar os conceitos de Química previstos nas grades curriculares.

3.1.1 Química Ambiental, Analítica e Orgânica: uma proposta para o ensino de agrotóxicos

Para uma aprendizagem ser significativa é necessário ser enriquecida pela inter-relação dos conteúdos com o contexto, ressaltando o ensino à vida do educando. O ensino deve ser adequado às realidades do conhecimento existente ou como forma de explicação/representação para os fatos citados às situações vividas pelos educandos durante circunstâncias rotineiras. As pessoas conhecem e lidam cotidianamente com muitos fenômenos relacionados à Química Orgânica, sem terem acesso às implicações as quais lhes são impostas. Além disso, indivíduos, em sua maioria, utilizam substâncias como agrotóxicos sem ao menos saber que podem aprender diversos conteúdos a partir de uma simples embalagem de Glifosato, por exemplo. Esses conteúdos podem ser desde a composição química da substância através da leitura do rótulo até informações como devolução de embalagens vazias de agrotóxicos (BRAIBANTE, ZAPPE, 2011).

A Química Ambiental é uma das áreas da Ciência Química responsável por estudar fenômenos químicos e bioquímicos que acontecem na natureza, sejam eles naturais ou causados pela ação do homem e que podem comprometer não somente a saúde do ser humano como também de todo planeta. A Química Analítica, em contrapartida, é uma área da Ciência Química que estuda aspectos qualitativos (análises e estudos da composição de amostras) e aspectos quantitativos (quantificação de um determinado elemento em uma amostra – gravimetria). Já a Química Orgânica é uma área da Ciência Química responsável por estudar, basicamente, substâncias compostas por carbono que são comumente conhecidas como compostos orgânicos. Antigamente, essa expressão “compostos orgânicos” era utilizada para

designar as substâncias produzidas por organismos vivos, vegetais ou animais (BAIRD; CANN, 2011).

Tendo em vista as definições das três áreas do conhecimento que se referem à Química, torna-se necessário ressaltar a importância de se promover a contextualização das disciplinas citadas em temas como agrotóxicos. Existem mais de mil formulações diferentes de agrotóxicos, incluindo os herbicidas, pesticidas, fungicidas, carrapaticidas, nematicidas, fumigantes, entre outros compostos orgânicos, além de substâncias utilizadas como reguladoras de crescimento, desfoliantes e desseccantes (BRAIBANTE; ZAPPE, 2011). Tais diversidades de formulações químicas permitem ao professor trabalhar vários conteúdos programáticos presentes na matriz curricular de suas disciplinas específicas no curso superior.

A temática citada tem sido muito investigada pelas universidades em geral, uma vez que existe uma grande preocupação pelos pesquisadores em elaborar trabalhos que auxiliem o professor no tratamento do Ensino de Química em todos os níveis de educação. A abordagem interdisciplinar de conteúdos da área torna-se relevante a partir do momento que se leva em consideração a inter-relação de tais conteúdos com os do cotidiano, inclusive, quando se explora conceitos de Química mediante uma temática social, como os agrotóxicos. São explorados conceitos de Química (tais como átomos, moléculas e substâncias) e suas relações com os princípios ativos dos agrotóxicos; funções orgânicas e agrotóxicos; análise de agrotóxicos em solo, água, alimentos e fluidos biológicos; a historicidade desses agroquímicos e a valorização da educação ambiental no controle de acidentes com trabalhadores rurais e na preservação dos recursos naturais (ZAPPE, 2011). Nessa perspectiva, é possível verificar que a utilização do tema como eixo norteador no tratamento de conceitos no Ensino de Química favorece uma atuação mais estimulante dos alunos e, além disso, promove o objetivo da interdisciplinaridade de conteúdos.

3.2 A IMPORTÂNCIA DOS AGROTÓXICOS NA SOCIEDADE

Em decorrência da necessidade do homem em produzir seu próprio sustento, verificou-se que a prática da agricultura tornou-se uma atividade cada vez mais comum desde a pré-história. A partir daí, alguns problemas referentes ao cultivo, colheita e armazenamento tomaram proporções grandiosas. Um desses problemas eram as pragas e, para combatê-las, o homem desenvolveu os agrotóxicos que, também, podem ser chamados como *pesticidas*,

praguicidas ou defensivos agrícolas, embora a terminologia agrotóxicos seja a mais citada e difundida por órgãos fiscalizadores brasileiros, como MAPA e ANVISA. Por volta de 1.000 anos atrás há relatos de que os chineses já utilizavam compostos de arsênio (como, por exemplo, Sulfeto de Arsênio) para essa finalidade (CARRARO, 1997).

Com o crescimento contínuo da população mundial e, principalmente, devido ao aumento da demanda por alimentos tem favorecido o desenvolvimento de sistemas agrícolas cada vez mais sofisticados e eficientes. Nesse sentido, o uso de agrotóxicos como alternativa para o controle de pragas durante o cultivo e após a colheita tornou-se uma ferramenta essencial tanto para garantir o crescimento da produção agrícola quanto para aumentar a qualidade da mesma. Há relatos da existência de mais de 800 compostos químicos pertencentes a 100 classes químicas diferentes, e que são registrados como ingredientes fundamentais para produção e comercialização de agrotóxicos em escala mundial (CHIARADIA, 2009).

No Brasil, em torno da década de 50, quando se emergiu a Revolução Verde, foram identificadas expressivas transformações no processo de trabalho tradicional na área agrícola, bem como as consequências provocadas tanto ao meio ambiente quanto à saúde humana. Além disso, é somente na década de 60 a 70 que a utilização de agrotóxicos teve origem no Brasil, principalmente no momento em que o campo passava por períodos de automação das lavouras com o advento de novos maquinários e o uso extensivo dessas substâncias químicas no processo produtivo. Esse cenário de progresso foi estimulado, principalmente, devido à implantação do Sistema Nacional de Crédito Rural (SNCR) com o intuito de conceder crédito aos produtores rurais à fixação de um percentual a ser gasto somente com agrotóxicos, considerados, dessa forma, como símbolo de modernização do campo (PERES; MOREIRA; DUBOIS, 2003).

Apesar de os agrotóxicos serem extremamente importantes para o aumento da produtividade e na eliminação de organismos vivos (como pragas, ervas daninhas) que atrapalham o crescimento dos cultivos, há vários problemas associados à sua aplicação, tais como a contaminação do ambiente pelo descarte inadequado dessas substâncias em recursos hídricos e/ou solos; efeitos adversos à saúde dos seres vivos e problemas associados com presença de resíduos de agrotóxicos em alimentos. Devido aos riscos associados a grandes concentrações de agrotóxicos em alimentos, no Brasil existe um órgão responsável por monitorar estes resíduos em alimentos: Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos (PARA). O PARA foi criado pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) no intuito de fiscalizar a presença desses resíduos em alimentos produzidos

nacionalmente, visto que o país apresenta um grande potencial agrícola e é considerado o maior consumidor de agrotóxicos no mundo (JARDIM; ANDRADE, 2008).

3.3 LEIS E/OU DECRETOS QUE REGULAMENTAM A UTILIZAÇÃO DE AGROTÓXICOS NO ESTADO DE GOIÁS

Como bem sabemos, os agrotóxicos são substâncias químicas biocidas que tem por finalidade combater organismos vivos que possam atrapalhar a produtividade, melhorar a qualidade do cultivo e também para fins domissanitários. No estado de Goiás, existem leis que regulamentam a utilização dessas substâncias químicas na agricultura e que dispõe sobre o controle, seu componente e outras providências. A Lei nº 12.280/94 do governo do estado de Goiás dispõe, *in verbis*:

Art. 1º - O uso, a produção, o comércio, o armazenamento, o consumo, bem como a fiscalização do uso, do consumo, do comércio, do armazenamento, do transporte interno, do destino final, das embalagens e resíduos de agrotóxicos, seus componentes e afins, no estado de Goiás, serão regidos por esta lei nos termos da Lei Federal no. 7.802, de 11 de julho de 1989 e suas respectivas regulamentações. (sic) (GOIÁS, 1994, p. 01).

Quanto ao critério de venda e compra de agrotóxicos no estado de Goiás será feita somente mediante a presença de um profissional habilitado, conforme **Art. 9º da Lei 12.280/94**:

A venda de agrotóxicos e afins aos usuários será feita mediante receituário próprio, prescrito por profissional legalmente habilitado, com formação técnica de nível superior e inscrito no Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia de Goiás – CREA – GO.

Parágrafo único – A aplicação de produtos agrotóxicos domissanitários deverá apresentar responsável técnico com formação de nível superior e que esteja inscrito no CREA – GO (GOIÁS, 1994, p. 06).

No que diz respeito aos danos causados à saúde e ao meio ambiente pelo manejo inadequado de agrotóxicos, caberá ao indivíduo se responsabilizar por tais ações de acordo com as disposições da presente lei:

Art. 10º - As responsabilidades administrativas, civil e penal pelos danos causados à saúde das pessoas e ao meio ambiente quando da produção da comercialização, da utilização e dos transportes não cumprirem as disposições desta lei, seu regimento e legislações, cabem:

- I** – ao profissional, quando comprovada a receita errada, displicente ou indevida;
- II** – ao usuário ou prestador de serviço, quando em desacordo com o receituário;

- III** – ao comerciante, quando efetuar a venda sem o respectivo receituário ou em desacordo com a receita;
- IV** – ao registrante que, por dolo ou por culpa, omitir ou fornecer informações incorretas;
- V** – ao produtor que produzir mercadorias em desacordo com as especificações constantes do registro do produto, do rótulo, da bula, do folheto e da propaganda;
- VI** – ao empregador que não fornecer e não fizer manutenção de equipamentos adequados à proteção da saúde dos trabalhadores ou dos equipamentos da produção, distribuição e aplicação dos produtos (GOIÁS, 1994, p. 07).

Além de leis sobre agrotóxicos que regulamentam a sua utilização, tanto no estado de Goiás quanto no Brasil, existem órgãos públicos responsáveis por disponibilizar informações gerais aos produtores rurais e demais membros da sociedade sobre gestão de políticas públicas que favorecem tanto a agricultura quanto a pecuária. O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) é um órgão responsável pela gestão de políticas públicas de estímulo à agropecuária, pelo fomento do agronegócio como também pela regulamentação e normatização de serviços vinculados ao setor.

Em se tratando do Brasil, o agronegócio contempla o pequeno, o médio e o grande produtor rural e o MAPA é responsável por reunir atividades de fornecimento de bens e serviços vinculados à agricultura, produção agropecuária, processamento, transformação e distribuição de produtos de origem agropecuária até o consumidor final. Segundo o MAPA:

[...] busca integrar sob sua gestão os aspectos mercadológico, tecnológico, científico, ambiental e organizacional do setor produtivo e também dos setores de abastecimento, armazenagem e transporte de safras, além da gestão da política econômica e financeira para o agronegócio. Com a integração do desenvolvimento sustentável e da competitividade, o Mapa visa à garantia da segurança alimentar da população brasileira e a produção de excedentes para exportação, fortalecendo o setor produtivo nacional e favorecendo a inserção do Brasil no mercado internacional (BRASIL, 2013, p. 01).

Além do MAPA, existe outro endereço eletrônico oficial responsável por informar dados sobre pragas, ingredientes ativos, produtos formulados, relatórios e componentes de fórmulas registrados. O órgão responsável por isso é o Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários (AGROFIT) que disponibiliza um grande banco de dados tanto para consulta aberta quanto para acesso restrito sobre o registro de agrotóxicos e afins pelo Ministério da Agricultura.

No que diz respeito aos trabalhadores, existe a FUNDACENTRO que é uma organização governamental que tem por finalidade difundir e produzir conhecimentos que contribuam para a promoção e segurança dos trabalhadores visando ao desenvolvimento sustentável, com o crescimento econômico, equidade social e proteção do meio ambiente.

3.3.1 Devolução de embalagens vazias de agrotóxicos

É praticamente comum ver o descarte inadequado de embalagens vazias de agrotóxicos nas proximidades das lavouras, em beiras de córregos ou rios e até mesmo em beiras de estradas. E apesar de ser comunicado o quão importante é a devolução das embalagens vazias, ainda há pessoas que reutilizam as embalagens de agrotóxicos para acondicionar alimentos e dentre outras funcionalidades, se tornando uma prática extremamente perigosa e ilegal (LONDRES, 2011).

Um método utilizado pelos agricultores antes da devolução das embalagens vazias de agrotóxicos ao comércio onde foi adquirido é a “tríplice lavagem”, que tem por objetivo lavar a embalagem com água por três vezes consecutivas. Os agricultores sempre são orientados a utilizarem essa água em que lavaram as embalagens nas plantações em lavouras, pois ela possui resíduos de agrotóxicos que terão o mesmo princípio ativo do produto concentrado original. Apesar de serem lavadas, as embalagens ainda oferecem riscos à saúde e ainda podem contaminar águas e solos. Tendo em vista essa realidade, a Lei dos Agrotóxicos (Lei nº 9.974/00) determina que, no prazo de até um ano após a compra do produto químico, os usuários de agrotóxicos são obrigados a devolverem as embalagens vazias aos estabelecimentos comerciais onde foram comprados ou, quando possível, a um posto ou central de recolhimento de embalagens vazias de agrotóxicos (BRASIL, 2000).

Ainda segundo a lei que rege a utilização, comercialização e transporte de agrotóxicos no país, é necessário que o profissional devidamente habilitado tenha em mãos um Receituário Agrônômico (RA) para efetuar a compra dessas substâncias químicas. Esse receituário é similar a uma “receita médica” que é exigida quando se pretende comprar medicamento de tarja preta. O receituário deve conter informações tais como: o tipo de cultura que está sendo cultivada; os problemas associados à cultura; diagnóstico; doses de aplicação; intervalo de segurança; e entre outras (BRASIL, 2000).

Enquanto os consumidores finais de agrotóxicos são responsáveis pela devolução das embalagens vazias até os estabelecimentos comerciais onde adquiriram o produto, os fabricantes de agrotóxicos são responsabilizados por receber essas embalagens das lojas em que foram recolhidas para ser realizada a incineração ou aproveitamento da embalagem para acondicionar novos agrotóxicos produzidos.

Um dos estabelecimentos responsáveis por receber embalagens vazias de agrotóxicos na região sul de Goiás é uma unidade do Instituto Nacional de Processamento de Embalagens Vazias (inpEV). Essa unidade se encontra na cidade de Morrinhos – Goiás e seu principal propósito é contribuir para a preservação do meio ambiente e do Sistema Campo Limpo, por meio da gestão autossustentável da destinação final de embalagens vazias de produtos fitossanitários, referência na prestação de serviços na área de resíduos sólidos, com envolvimento e integração de todos os elos da cadeia produtiva agrícola (inpEV, 2013).

3.4 PRINCIPAIS CULTIVOS NA REGIÃO SUL DE GOIÁS

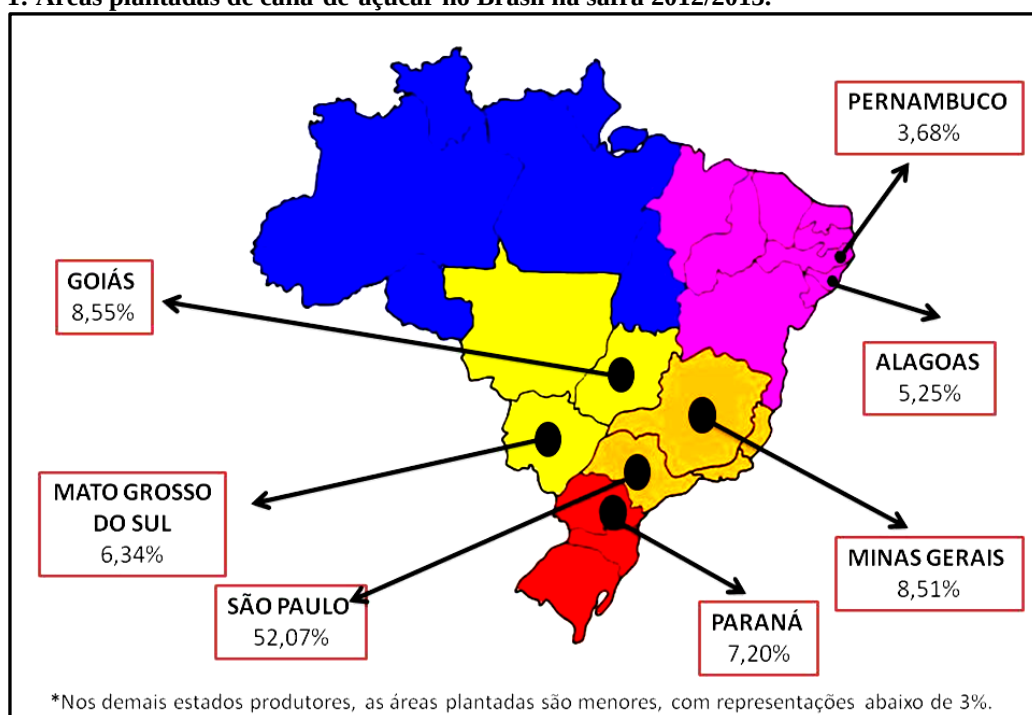
No Brasil, há registros que apontam o uso de agrotóxicos a pelo menos meio século. Prioritariamente, essas substâncias foram desenvolvidas no intuito de serem utilizadas como armamento durante a 2ª Guerra Mundial, a partir da utilização de tecnologia e várias pesquisas acerca do assunto. Apenas a partir da década de 60 que essas substâncias fitossanitárias tiveram sua utilização no combate a organismos vivos em lavouras; em domicílios para combater vetores e também para o aumento da produtividade no campo (CEVS, 2005).

O estado de Goiás se encontra na região Centro-Oeste do país, na qual a atividade agropecuária tem um maior destaque, além de extensas regiões de pastagens e lavouras. Praticamente, a metade das extensões territoriais do Centro-Oeste goiano compõe-se por latifúndios rurais, ou seja, de propriedades com mais mil hectares (BRASIL ESCOLA, 2013). Segundo Francisco (BRASIL ESCOLA, 2013), Goiás é um dos maiores produtores de tomate, milho e soja do Brasil, além de ser responsável por 33% da produção nacional de sorgo, sendo considerado o principal produtor desse grão no país. Há outros cultivos em destaque na produção do estado como algodão, cana-de-açúcar, café, arroz, feijão, trigo e alho. A pecuária, por sua vez, está em constante expansão no estado, sendo considerado atualmente, o terceiro maior rebanho bovino do país. O aspecto negativo com relação à agropecuária é que ela é a principal atividade responsável pela destruição do bioma Cerrado, visto que desencadeia constantes desmatamentos e degradação do solo.

Na região sul de Goiás, principalmente na cidade de Itumbiara, o cultivo de maior destaque é a cana-de-açúcar, principalmente pelo fato de a região ser um grande complexo agroindustrial e sucroalcooleiro. O Brasil se tornou um dos maiores produtores de cana-de-açúcar, álcool e açúcar e, na região sul de Goiás, a produção de cana-de-açúcar chegou a

77,4% no ano de 2010. A expansão da plantação de cana-de-açúcar no estado se explica pelo baixo custo com a lavoura de cana: a colheita é praticamente toda mecanizada; os custos das terras são mais baixos; são realizados muitos investimentos em tecnologia e também porque são plantadas mais variedades produtivas em conjunto com a cana (MARQUES et al., 2012). A Figura 1 mostra as áreas plantadas de cana-de-açúcar no Brasil na safra 2012/2013 de acordo com dados levantados pela Companhia Nacional de Abastecimento (Conab):

Figura 1: Áreas plantadas de cana-de-açúcar no Brasil na safra 2012/2013.



Fonte: Conab (2013).

Quanto ao setor sucroenergético, verificou-se que houve um destaque maior dentro da economia goiana, pelo dinamismo e pela sua capacidade de impulsionar os outros setores. Segundo Marques e colaboradores (2012), é uma atividade que está contribuindo para o crescimento e/ou desenvolvimento do estado, favorecendo o surgimento de indústrias, tanto na produção de açúcar e álcool quanto na geração de energia limpa. Como consequência, o setor sucroenergético está gerando mais emprego para as famílias goianas.

Basicamente, a economia goiana se constitui na exploração agropecuária que ao longo do tempo sofreu modificações devido a alterações em sua base produtiva, e também com o advento da modernização da agricultura no estado. Com isso, o complexo agroindustrial goiano tomou grandes proporções, principalmente, no manejo da cultura de soja devido à sua adaptação ao solo goiano, tipicamente o cerrado, e também pelas boas condições climáticas (FERNANDES et al., 2012). O estado de Goiás é o principal exportador de soja do país. A

soja em grãos é utilizada pelas agroindústrias da região na produção de óleos para alimentação humana e também na produção de farelos.

Outra cultura bastante comum no estado de Goiás é o milho. O cultivo do milho safrinha no Estado de Goiás, em quase sua totalidade (90%), está estabelecido na região sudoeste (Rio Verde, Montividiu, Jataí, Serranópolis, Mineiros e Portelândia) onde o município de Jataí é o maior produtor. Um dos métodos utilizados no plantio do milho safrinha é a Integração Lavoura Pecuária (ILP), que tem por objetivo a recuperação do pasto degradado que resulta na melhora das condições físicas, químicas e biológicas do solo, reduzindo assim os custos tanto nas atividades da pecuária quanto agrícola. Levando-se em consideração a produção nacional de milho safrinha no ano de 2009, o estado de Goiás contribuiu exatamente com uma produção de 9,8%, o que significa 3 765 420 hectares produzidos e exatamente 13 044 439 toneladas de milho (SILVA; PEREIRA; FREIRE, 2009).

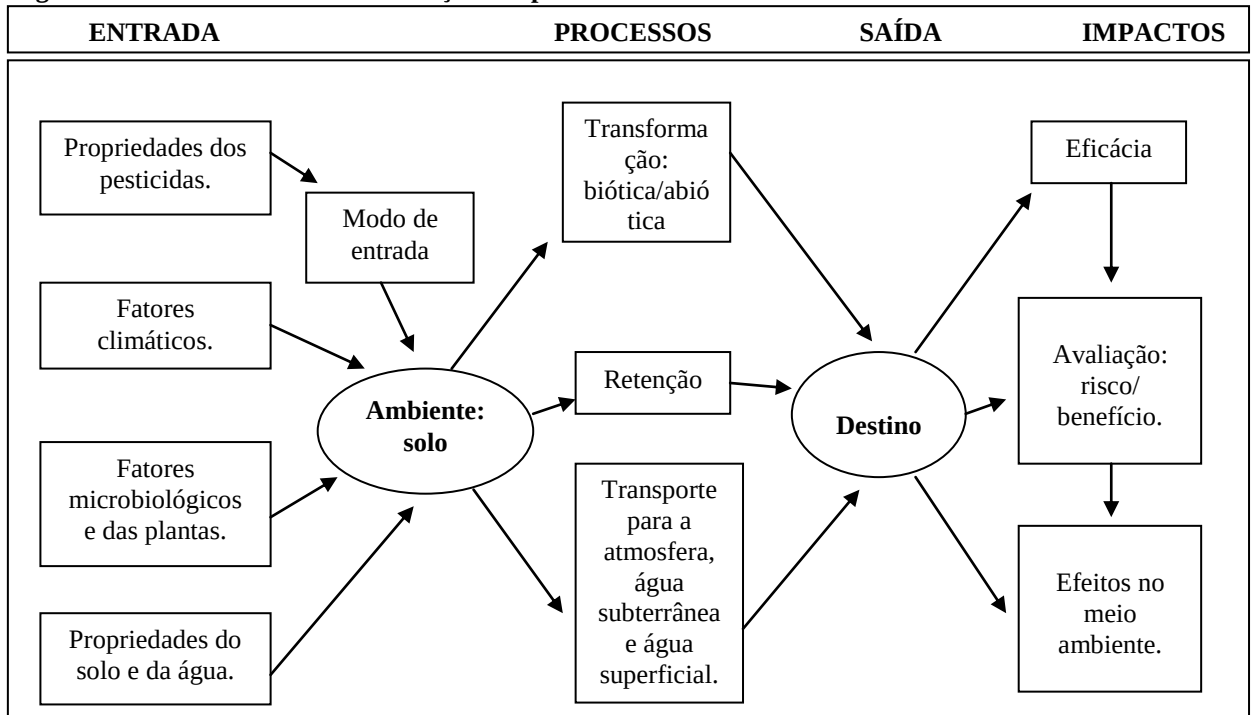
3.5 CONTEÚDOS QUÍMICOS APLICADOS AO TEMA AGROTÓXICOS

3.5.1 Agrotóxicos: descarte no meio ambiente

Alguns fatores, como propriedades físico-químicas dos agrotóxicos, bem como quantidade e frequência do uso, metodologias de aplicação, características bióticas e abióticas do meio e também condições climáticas, são pontos que podem influenciar no tempo de permanência dessas substâncias biocidas ao meio ambiente. De acordo com Ribas e Matsumura (2009), estas são condições que variam de acordo com o produto e também com a forma de aplicação. Por esse motivo não se pode determinar um modelo para explicar o comportamento desses biocidas e nem sua interação com o ambiente.

Para entender esse processo de interação do agrotóxico com o solo, a Figura 2 mostra os vários processos que predizem a ação dessas substâncias associadas às partículas do solo e com outros componentes, além de sua velocidade de evaporação, solubilidade em água e bioacumulação.

Figura 2: Modelo conceitual de interação dos pesticidas com o solo.

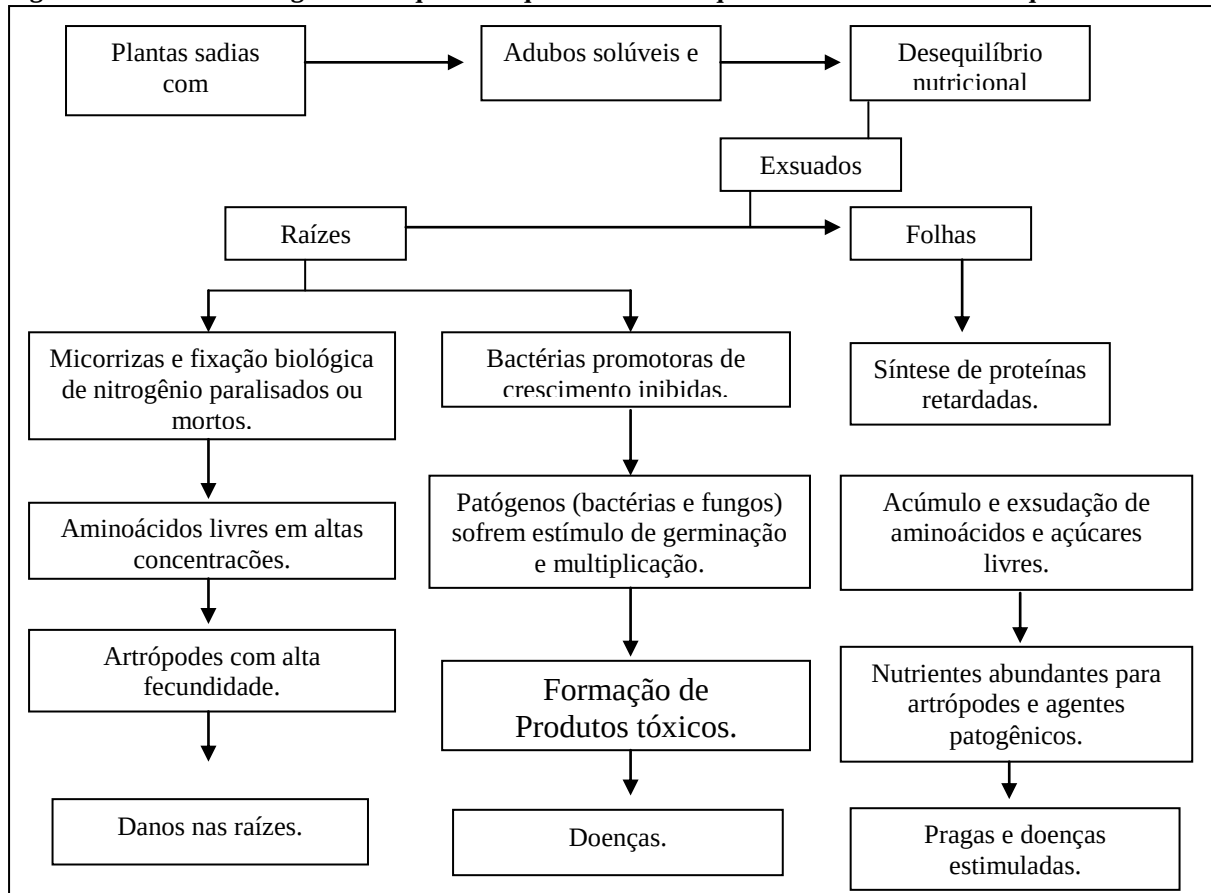


Fonte: (RIBAS; MATSUMURA, 2009).

Os agrotóxicos quando em contato com o meio ambiente podem sofrer processos de transferência (processo em que realoca a molécula sem alterar sua estrutura) ou de degradação (processo em que altera a estrutura química da molécula de agrotóxicos). Os processos de transferência podem ser do tipo erosivo, de lixiviação, absorção, adsorção, volatilização e deriva física, ocasionando diversas consequências como, por exemplo, o movimento da ação dos ventos. Já em processos de degradação eles podem ser classificados em fotoquímica, microbiana, químicos e metabolismo. Dentre as consequências pertinentes a esse processo pode-se citar a degradação microbiana.

Segundo Tokeshi (2003), a evidência de doenças em plantas e o aparecimento de insetos e pragas nas culturas nada mais são do que resultado do desequilíbrio nutricional da planta causado pelo excesso de aminoácidos e açúcares livres nas folhas e extremidades das raízes, devido à aplicação de agrotóxicos. A Figura 3 mostra como acontecem os desvios metabólicos e o ataque de insetos e ácaros que causam doenças às plantas devido à aplicação excessiva e constante de agrotóxicos. Ou seja, quando se aplica agrotóxicos ou adubos em excesso que impedem a síntese de proteínas, ocorre que os aminoácidos se acumulam nas folhas e raízes das plantas aumentando a exsudação (formação de estímulo químico que induz a germinação de esporos de fungos e bactérias, ocasionando doenças nas raízes das plantas) de aminoácidos e açúcares no solo.

Figura 3: Processos biológicos e bioquímicos que levam a desequilíbrios metabólicos e ataque de insetos.



Fonte: (TOKESHI, 2003).

3.5.2 Agrotóxicos e os danos potenciais à saúde

Os benefícios oriundos da utilização de produtos como agrotóxicos, tanto na agricultura quanto em domicílios, são os mais variados possíveis. Entretanto, a utilização constante e excessiva de tais substâncias pode acarretar em uma resistência dos próprios organismos vivos (pragas, insetos e fungos) ao princípio ativo do produto aplicado, como também pode ocasionar diversos problemas ambientais e à saúde dos seres vivos em geral. Segundo Botega (2011), a contaminação ambiental e humana pelo uso indiscriminado de agrotóxicos está longe de ser um problema simples, pois são situações que recaem sobre aspectos de ordem social, econômica e cultural.

Os danos potenciais causados pela exposição ou ingestão de alimentos com resíduos de agrotóxicos, segundo Ribas e Matsumura (2009), podem ser de dois tipos: efeitos agudos (causados pela exposição a concentrações de um ou mais agentes tóxicos, capazes de causar dano efetivo aparente em um período de 24 horas) e efeitos crônicos (são aqueles que

resultam de uma exposição continuada a doses relativamente baixas de um ou mais produtos). Na Tabela 1 são apresentados os principais efeitos causados pela exposição constante e/ou a altas concentrações de agrotóxicos no ser humano.

Tabela 1: Efeitos causados por exposição a agrotóxicos.

**EFEITOS POR EXPOSIÇÃO A AGROTÓXICOS (HERBICIDAS, FUNGICIDAS,
INSETICIDAS)**

Intoxicação aguda	Intoxicação crônica
Vômito	Efeitos neurológicos retardados
Convulsão	Arritmias cardíacas
Irritação	Irritação das mucosas
Tonteira	Dermatites
Dificuldade respiratória	Cânceres
Perda de apetite	Alergias respiratórias
Sangramento nasal	Teratogênese
Enjoo	Fibrose pulmonar

Fonte: (RIBAS; MATSUMURA, 2009).

Dentre os diversos impactos associados ao uso dessas substâncias a organismos vivos, os seres humanos, em específico, são os mais prejudicados, pois a contaminação de recursos hídricos e de solos bem como o impacto direto na biodiversidade interfere negativamente na qualidade de vida dos humanos. Ademais, resíduos de agrotóxicos em alimentos e na água potável são fatores determinantes no aparecimento de doenças carcinogênicas (RIBAS; MATSUMURA, 2009; BAIRD; CANN, 2011).

Em concomitância, segundo a visão de Carneiro e colaboradores (2012, p. 35) “a evidência de danos associados ao manejo de agrotóxicos e que interferem na saúde humana alertam para a gravidade do problema, inclusive, no que diz respeito às discussões sobre índices de mortalidade no país”. O maior desafio está em desenvolver estudos acerca dos efeitos causados pela mistura de diversos ingredientes ativos em produtos agrotóxicos (ou seja, da exposição múltipla e a baixas doses), visto que em um só alimento podemos encontrar diversos ingredientes ativos.

Para que o agricultor ou qualquer trabalhador rural fique imune a qualquer risco de contaminação pelo uso inadequado de agrotóxicos, existe uma classificação toxicológica que designa o nível de toxicidade oferecido pela substância comercializada (BAIRD; CANN, 2002). Além disso, é extremamente necessária à utilização de Equipamentos de Proteção Individual (EPI), como o próprio nome diz para oferecer segurança ao trabalhador quando for

manusear substâncias tóxicas como os agrotóxicos. Na Figura 4 é ilustrado como o agricultor pode identificar o nível de toxicidade oferecido por um produto fitossanitário de acordo com a sua rotulagem.

Figura 4: Nível de toxicidade de um agrotóxico de acordo com o seu rótulo.



Fonte: (IWAMI et al., 2002).

A maioria dos agricultores desenvolvem suas atividades de preparo e aplicação de produtos fitossanitários, numa situação em que geralmente estão presentes, mistura de agrotóxicos, esforço físico do trabalhador e elevadas temperaturas. Muitas vezes essa combinação favorece uma absorção dos agrotóxicos pelo corpo humano por meio das vias respiratória e dérmica, e em menores concentrações, pela via oral (SILVA et al., 2005). Uma vez no organismo, essas substâncias irão causar quadros de intoxicação crônica ou aguda, como mostrado na Tabela 1. Por esses motivos, existe uma grande preocupação em desenvolver ações que orientem os agricultores e trabalhadores rurais no sentido da importância de se tomar certos cuidados no manuseio dessas substâncias como, por exemplo, a utilização de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs), não reutilizar embalagens vazias para acondicionar alimentos e evitar o descarte indiscriminado das embalagens no ambiente impedindo, assim, a contaminação de corpos d'água e solos.

3.5.3 Análise de resíduos de agrotóxicos em amostras de alimentos

No ano de 2001, sob a coordenação da ANVISA, vários órgãos governamentais se uniram para criar um programa nacional de monitoração de resíduos de agrotóxicos em alimentos em matrizes como verduras e frutas consumidas no país. O projeto denominado Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos (PARA) tem por finalidade “avaliar continuamente os níveis de agrotóxicos presentes em matrizes alimentares, colocando o governo a par da questão da segurança alimentar, evitando, assim, possíveis danos à saúde da população brasileira” (PERES, 2003, p. 283).

Para garantir que realmente os alimentos produzidos, comercializados e consumidos no país estão seguindo os critérios de segurança alimentar estabelecidos previamente, o órgão PARA elencou alguns objetivos primordiais quanto à análise de resíduos de agrotóxicos, como mostra Peres (2003, p. 284):

- Identificar os níveis de resíduos de agrotóxicos produzidos, comercializados e consumidos no país;
- Verificar se os resíduos de agrotóxicos excedem os Limites Máximos de Resíduos (LMRs) autorizados pela legislação em vigor;
- Verificar a presença de resíduos de agrotóxicos não autorizados pela legislação em vigor;
- Rastrear possíveis problemas e subsidiar ações de fiscalização de vigilância sanitária;
- Melhorar a estimativa de exposição por meio de dieta, como parte da reavaliação dos agrotóxicos já registrados;
- Monitorar o uso de produtos de agrotóxicos realizando um mapeamento de risco;
- Realizar negociações internacionais, principalmente, no âmbito do Codex Alimentarius e Mercosul;
- Fornecer subsídios ao Ministério da Agricultura que permitam orientar e fiscalizar os produtos na utilização de agrotóxicos;
- Disponibilizar informações à sociedade (PERES, 2003, p. 284).

Além desses objetivos específicos, o PARA também buscou elaborar Procedimentos Experimentais Padronizados (POPs), que relacionam aspectos gerenciais do programa e também sobre procedimentos a serem seguidos a respeito de coleta e remessa das amostras pelos laboratórios onde serão analisadas. A Tabela 2 mostra como deve ser feito o procedimento de amostragem e preparo de amostras antes da realização do ensaio experimental.

Tabela 2: Etapas fundamentais para a análise de agrotóxicos.

Amostragem	Preparo da amostra	Procedimentos analíticos
As amostras são coletadas em supermercados de cidades escolhidas pelo PARA e baseadas nos parâmetros de amostragem do POPs.	É nesse momento em que a matriz passa por diversos tratamentos analíticos para dispor a amostra ao nível ideal para se realizar o procedimento analítico.	Duas alíquotas de amostras devidamente homogeneizadas, sendo realizadas posteriormente análises de multirresíduo ou determinação de ditiocarbamatos.
Cada laboratório analisa um único tipo de amostra para evitar custos oriundos das análises e também para maximizar a produtividade analítica.	Alguns tratamentos analíticos: extração do analito de interesse da matriz; remoção dos interferentes e concentração.	O método multirresidual consiste em proceder com extração/partição na presença de acetona, diclorometano e éter de petróleo. Então, as alíquotas do extrato são analisadas os teores de compostos halogenados e organofosforados. Ainda com as alíquotas de extrato, com outro método instrumental, pode-se determinar a presença de fungicidas.
As amostras geralmente são enviadas aos laboratórios via aérea (após a coleta, o laboratório tem um período de 24 horas para analisar a amostra).		O método de determinação de ditiocarbamatos, as amostras são aquecidas com uma mistura de Ácido Clorídrico e Cloreto Estanoso. O sulfeto de carbono formado foi destilado, purificado por lavagem em solução de hidróxido de sódio e absorvido em solução alcoólica de acetato de cobre e dietanolamina. O produto da reação foi quantificado espectrofotometricamente como dissulfeto de carbono.

Fonte: (PERES, 2003, p. 286-287).

Existe um método analítico relativamente novo que foi desenvolvido durante os anos de 2000 a 2002: o método QuEChERS. Tal método tem sido amplamente utilizado pela comunidade científica internacional que analisa resíduos de agrotóxicos em alimentos, uma vez que diversos trabalhos na área tem utilizado o método em sua forma original ou com algumas adaptações. É uma técnica bastante eficaz, barata e simples quando se trata de análise de resíduos de agrotóxicos em matrizes complexas como os alimentos (CHIARADIA, 2009).

Tendo em vista os altos índices residuais de agrotóxicos em alimentos, verifica-se uma tendência na realização de trabalhos científicos voltados para essa investigação e, também, para o desenvolvimento, validação e otimização de métodos analíticos. Esses métodos analíticos não somente podem identificar um ou dois analitos de interesse, mas há a possibilidade de identificação de diversas classes em uma única análise denominada “determinação de multirresíduos de agrotóxicos” (JARDIM; ANDRADE, 2008).

Tomando como exemplo o cultivo da maçã no Brasil, dados mencionados por Jardim e Andrade (2008) mostram que em análises feitas com maçãs foram registrados um quantitativo de 33 diferentes tipos de agrotóxicos, sendo identificado 41 tipos de resíduos (ingredientes ativos). Além das maçãs, o monitoramento *in natura* foi realizado com alimentos como: alface, banana, batata, cenoura, laranja, mamão, morango e tomate. Visto os resultados

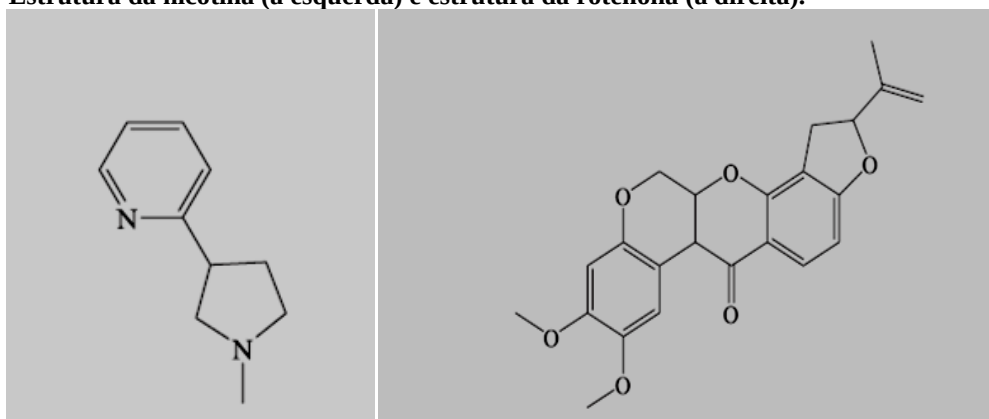
obtidos em análises, denotam que a problemática não está restrita somente ao modo de aplicação de produtos biocidas e aos limites exigidos, mas sim no uso indiscriminado de produtos agrotóxicos não autorizados para as culturas citadas.

3.5.4 Os Organoclorados X Organofosforados: historicidade e principais aplicações

Há relatos de que os primeiros inseticidas orgânicos naturais utilizados durante o século XVII são a **nicotina** e a **rotenona**. A nicotina é extraída das folhas de fumo e foi utilizada principalmente para combater insetos em jardim. A rotenona, em contrapartida, é isolada somente a partir das raízes de *Derris elliptica* e sua principal aplicabilidade eram no combate às lagartas (BRAIBANTE, ZAPPE, 2011).

A nicotina e a rotenona, como mostra a Figura 5, são compostos orgânicos que apresentam em sua fórmula estrutural elementos como carbono, hidrogênio, oxigênio e nitrogênio. A nicotina apresenta uma estrutura de cadeia cíclica enquanto que a rotenona é uma cadeia caracterizada como mista.

Figura 5: Estrutura da nicotina (à esquerda) e estrutura da rotenona (à direita).



A Tabela 3 demonstra as principais diferenças existentes entre organoclorados, organofosforados e carbamatos, principalmente no que diz respeito aos princípios ativos associados a sua aplicação.

Tabela 3: Principais características dos organofosforados, organoclorados e carbamatos.

Organofosforados	Organoclorados	Carbamatos
- São compostos orgânicos derivados do ácido fosfórico e seus homólogos;	- Na década de 39, o DDT (dicloro-difeniltricloroetano) foi o composto mais utilizado e que combatia grandes epidemias.	- Foi descoberto pelos Estados Unidos em 1954.
- Geralmente são utilizados na agropecuária como inseticidas;	- Aspecto negativo de organoclorados: eliminação de insetos neutros que não prejudicam as plantações.	- Este praguicida tem origem/derivação de ácido carbâmico.
- Principal função: inibir a produção da enzima colinesterase, em específico a acetilcolinesterase.	- Possuem alta estabilidade quando expostos à luz solar e temperatura ambiente.	- Tem como características alta atividade inseticida, baixa toxicidade em longo prazo e baixa ação residual.
- Alguns exemplos de organofosforados comercializados: Folidol, Azodrin, Malation, Diazinon, etc.	- Quando em contato com a epiderme de seres vivos, eles se acumulam no tecido provocando diversos tipos de câncer.	- São menos persistentes ao meio ambiente e mais biodegradável em relação aos organoclorados.
- Os organofosforados podem ser encontrados na forma de líquidos, pó, sprays e também diluídos na água ou em querosene.	- Hoje, no Brasil, o uso de organoclorados é proibido.	- Tem pouca pressão de vapor e baixa solubilidade em água.
- Apresenta uma forte atividade biológica acoplada com sua relativa instabilidade na biosfera, o que confere uma meia-vida em plantas de 2 a 10 dias.	- A descoberta das propriedades dos inseticidas organoclorados rendeu ao pesquisador Paul Müller um prêmio Nobel.	- Classes mais comercializadas de carbamatos: fenóis, oximas e compostos hidroxiheterocíclicos.

Fonte: (SILVA; CAMPOS; BOHM , 2013, p. 50-51).

Dentre os grupos químicos presentes no grupo dos inseticidas, os organoclorados, carbamatos e organofosforados são os mais perigosos e também os mais amplamente utilizados no país (SILVA; CAMPOS; BOHM, 2013). No Brasil, há estudos que revelam que aproximadamente 1200 marcas de praguicidas são comercializadas no país. Os agrotóxicos são organizados (divididos) de acordo com a classe e os grupos químicos a que pertencem. Os inseticidas, acaricidas, fungicidas e herbicidas são exemplos de classes de agrotóxicos. Já os piretroides, organoclorados, organofosforados, carbamatos, derivados da ureia, triazinas, triazóis, ditiocarbamatos, e entre outros são exemplos de grupos químicos presentes em formulações de agrotóxicos.

3.5.5 Abordagens do tema agrotóxicos relacionado ao ensino de Química

Braibante e Zappe (2011) propõem relacionar o conteúdo programático do ensino médio à temática agrotóxicos. Nessa proposta, pode-se explorar desde a tabela periódica dos

elementos químicos, conteúdo previsto no primeiro ano do ensino médio, até o conteúdo de reações orgânicas, conteúdo previsto no terceiro ano do ensino médio. Apesar de serem conteúdos programáticos do ensino médio, é possível utilizar tais conteúdos a partir dos agrotóxicos para introduzir aulas no ensino superior para a formação do aluno de graduação. A Tabela 4 denota como as autoras sugerem abordar a temática em cada ano do ensino médio regular.

Tabela 4: Conteúdos programáticos do ensino médio que podem ser abordados a partir do conceito de agrotóxicos.

1º ano do ensino médio	2º ano do ensino médio	3º ano do ensino médio
Notação e nomenclatura química	Soluções	Compostos orgânicos
• Notação e nomenclatura dos elementos químicos; • Átomos, moléculas e íons; • Número atômico; • Número de massa; • Histórico do átomo; • Configuração eletrônica nos níveis e subníveis do átomo; • Tabela periódica; • Evolução da tabela periódica; • Grupos e períodos; • Classificação dos elementos da tabela periódica; • Ligações químicas; • Valência; • Ligação iônica; • Ligação covalente, normal e coordenada.	• Soluções; • Classificação quanto ao estado físico, à natureza das partículas dispersas, à proporção entre soluto e solvente. • Concentração das soluções: percentagem, concentração em g/L e mol/L; • Equilíbrio químico • Constante de equilíbrio: Kc e Kp; • Equilíbrio iônico: pH e pOH.	• Ligações entre átomos de carbono; • Classificação dos átomos de carbono; • Classificação das cadeias carbônicas; • Funções orgânicas; • Conceito, classificação, fórmula geral, nomenclatura oficial das funções orgânicas; • Grupos orgânicos monovalentes; • Propriedades físicas: ponto de fusão, ponto de ebulição, solubilidade, densidade; • Aplicações de compostos orgânicos. • Reações orgânicas • Reações de substituição; • Reações de oxidação.

Fonte: (BRAIBANTE; ZAPPE, 2011).

Cavalcanti e colaboradores (2009), em contrapartida, sugerem a aplicação de intervenções didáticas a partir do tema agrotóxicos. As intervenções didáticas compõem-se, basicamente, de atividades diferenciadas, tais como visualização de imagem, concepções prévias dos estudantes sobre o assunto a partir de questionários aplicados, leitura, interpretação e discussão de textos com resolução de exercícios, estudo do meio, seminário temático, painel integrado, trabalho em grupo e realização de experimentos. Esse método de intervenção proporciona uma participação mais ativa dos estudantes ao longo do processo investigativo, além de promover a socialização das ideias com todos os envolvidos.

Carraro (1997) sugere uma abordagem do tema focada ao ensino Ambiental, ou seja, desenvolver tópicos que relacionem os agrotóxicos com o meio ambiente já que a maioria dos alunos convive com a agricultura local, conforme apresentado na Tabela 5.

Tabela 5: Abordagem do tema agrotóxicos com enfoque em aspectos ambientais.

**ENSINO DOS AGROTÓXICOS CORRELACIONADOS A ASPECTOS
AMBIENTAIS**

- Despertar formas de integrar o Ensino de Ciências à vida cotidiana do aluno, enfatizando a Educação Ambiental;
- Reconhecer as relações do homem com o meio ambiente e com os outros seres vivos;
- Proporcionar a integração da comunidade nas atividades desenvolvidas na escola;
- Estimular o aluno ao estudo voltado à realidade local, oportunizando desenvolver a sensibilidade frente aos problemas ambientais da comunidade;
- Criar condições para que o aluno desenvolva sua capacidade de investigação, despertando seu espírito crítico;
- Desenvolver habilidade para leitura, escrita e cálculo, como elementos básicos para a aquisição de informações;
- Fornecer informações sobre a toxicologia dos produtos químicos, através da identificação e classificação dos defensivos agrícolas;
- Identificar e analisar o produto químico, nos rótulos ou bula do defensivo agrícola;
- Permitir ao aluno detectar que não existem realidades absolutas, inquestionáveis e imutáveis;
- Levar o aluno a entender a interação do homem com a natureza, as formas de apropriação e as consequências dessas relações no equilíbrio ecológico;
- Desenvolver habilidades para identificar problemas e resolvê-los de maneira científica, para que se possam encontrar as devidas soluções;
- Criar oportunidades para que o aluno descubra que existem alternativas ao uso de defensivo agrícola em suas plantações;
- Propiciar a formação de atitudes favoráveis à preservação do Meio Ambiente e dos recursos naturais;
- Desenvolver atitudes científicas, contribuindo para a defesa da ecologia do seu bairro, de sua cidade, de seu estado e do país.

Fonte: (CARRARO, 1997).

Em virtude dos avanços tecnológicos vivenciados pela sociedade, Santos (2007) aponta que a educação deve estar associada a uma abordagem CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente) de forma a situar o educando no ambiente social e cultural, baseado nas inovações evidentes da ciência e da tecnologia. O autor enfatiza que o ensino de agrotóxicos exigirá dos professores concepções de ensino e aprendizagem não tradicionalistas, ou seja, distintas daquelas culturalmente difundidas. Ainda, segundo o autor, com base em suas investigações, sugere uma estratégia de ensino (sequência didática) com enfoque nos agrotóxicos, conforme apresentado na Tabela 6.

Tabela 6: Sequência didática sobre o tema agrotóxicos.

SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE O TEMA AGROTÓXICOS

- | |
|---|
| • Leitura de reportagens e/ou artigos que abordem o assunto; |
| • Espaço para interpretação, discussão e levantamento das concepções prévias dos alunos; |
| • Utilização de um material como suporte para o esclarecimento de dúvidas; |
| • Aplicação de texto informativo elaborado com base nos conhecimentos prévios dos alunos e na necessidade de informação, adotando como fonte o material proposto. |

Fonte: (SANTOS, 2007).

4 PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

Ao longo da realização do presente trabalho pretendeu-se, inicialmente, investigar referenciais teóricos que faziam menção ao ensino de Química associado a uma temática social e ambiental os agrotóxicos. Tal investigação teve como principal propósito nortear os caminhos para a produção de uma intervenção didática como ferramenta de apoio para os educadores de disciplinas específicas do curso de licenciatura em Química do Instituto Federal de Goiás, Câmpus Itumbiara. Para contribuir na contextualização do tema para a produção do caderno didático, também foi elaborada e executada uma entrevista semi-estruturada com professores da área da Química, principalmente com os que lecionam as disciplinas de Química Ambiental, Analítica e Orgânica.

O presente trabalho seguiu as seguintes etapas descritas abaixo:

- Revisão de literaturas que fazem menção ao ensino de Química atrelado ao conhecimento de agrotóxicos (atividades sugestivas que abordem o tema agrotóxicos);
- Levantamento de documentos legais disponibilizados em endereços eletrônicos que tratam a questão da normatização do uso de agrotóxicos no estado de Goiás;
- Elaboração de um caderno didático que aborde as disciplinas de Química Ambiental, Química Analítica e Química Orgânica a partir da revisão bibliográfica do tema e também mediante os dados obtidos em entrevista semi-estruturada com os professores das áreas citadas anteriormente.

4.1 ELABORAÇÃO DO ROTEIRO PARA ENTREVISTA SEMI-ESTRUTURADA

Nesse trabalho de investigação, um roteiro com questões foi elaborado e, posteriormente, utilizado durante as entrevistas semi-estruturadas. A entrevista semi-estruturada é um mecanismo de coleta de dados que favorece não somente a descrição dos fenômenos sociais, mas também sua explicação e a compreensão de sua totalidade além de

manter a presença consciente e atuante do pesquisador no processo de coleta de informações (TRIVIÑOS, 1987).

Para a elaboração do roteiro (APÊNDICE A), foram investigadas diversas literaturas que mencionam o tema agrotóxicos. As cinco questões presentes no roteiro basicamente buscavam verificar junto aos professores as suas percepções a respeito do assunto agrotóxicos e de como obtiveram essa concepção. Além disso, o principal objetivo da entrevista semi-estruturada era identificar quais assuntos, em suas disciplinas específicas, os professores poderiam trabalhar a partir do tema geral agrotóxicos. Para tanto, foi aberto aos professores um momento para sugerirem ideias de atividades de ensino para se trabalhar agrotóxicos em sala de aula com alunos da graduação. Ainda foi perguntado aos professores, a forma como estes trabalham suas disciplinas específicas com seus alunos (aulas expositivas dialogadas; experimentação; uso de temas sociais e ambientais para facilitar o tratamento de determinados conteúdos, etc.).

4.2 UTILIZAÇÃO DO ROTEIRO DURANTE AS ENTREVISTAS SEMI-ESTRUTURADAS

Após a elaboração do roteiro, foram aplicadas as entrevistas semi-estruturada com seis professores da instituição de ensino da rede federal, IFG – Câmpus Itumbiara. Dentre os professores entrevistados, as respectivas disciplinas de atuação eram: Química Ambiental, Química Analítica, Química Orgânica e Química dos Elementos (subdisciplina referente à área de Química Inorgânica e que faz parte da grade curricular do curso de Licenciatura em Química do IFG – Câmpus Itumbiara).

4.3 ELABORAÇÃO DO CADERNO DIDÁTICO

Mediante dados teóricos levantados nas etapas de revisão de literaturas acerca do tema agrotóxicos e também com os dados coletados em entrevista semi-estruturada com professores da área da Química (principalmente, das áreas de Química Ambiental, Analítica e Orgânica) foram, então, selecionados e reproduzidos na forma de um caderno didático.

A estruturação dessa ferramenta de apoio seguiu os seguintes critérios: 1º introdução ao tema agrotóxicos; 2º citação dos principais cultivos no estado de Goiás, o uso dos

agrotóxicos tanto em Goiás quanto no Brasil e informes gerais sobre os impactos ambientais e à saúde dos seres vivos associados ao uso indiscriminado dos agrotóxicos; 3º finalidades específicas de cada uma das disciplinas mencionadas em entrevista semi-estruturada; 4º contextualização e interdisciplinaridade da temática abordada; 5º relação das disciplinas específicas da Química (Ambiental, Analítica e Orgânica) no tratamento dos agrotóxicos.

Para finalizar a produção do caderno, foram elaboradas propostas de atividades de ensino que norteiam o tema agrotóxicos para os professores poderem utilizar no tratamento de suas disciplinas específicas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Um dos objetivos do presente trabalho foi realizar uma entrevista semi-estruturada com professores atuantes em áreas específicas da Química, tais como Química Ambiental, Analítica e Orgânica. As cinco questões abertas do questionário buscavam identificar quais as concepções dos educadores a respeito da terminologia agrotóxicos, inclusive, da forma com a qual eles obtiveram essa concepção. Além disso, as questões buscavam verificar se esses professores já trabalharam suas disciplinas específicas a partir da temática agrotóxicos e como os conteúdos químicos das disciplinas de Química Ambiental, Analítica e Orgânica poderiam ser trabalhados por meio dessa temática sugestiva. Os resultados alcançados ao longo da investigação (entrevista semi-estruturada) foram pertinentes para o desenvolvimento do caderno didático, visto que os dados coletados serviram como base na estruturação desse material didático.

4.1 DADOS OBTIDOS EM ENTREVISTA SEMI-ESTRUTURADA COM PROFESSORES DA QUÍMICA DO IFG – CÂMPUS ITUMBIARA

Com os dados obtidos durante as entrevistas semi-estruturadas com seis professores da área da Química, quatro dos entrevistados admitem que a concepção do termo agrotóxicos esteja relacionada a um produto utilizado na agricultura para fins de aumento de produtividade, além de combater pragas em lavouras. Em contrapartida, cerca de duas pessoas acreditam que os agrotóxicos são substâncias químicas utilizadas não somente na agricultura, mas também na pecuária e para fins domissanitários no intuito de reduzir pragas. Tendo em vista essas duas vertentes, observa-se que o conceito não é amplo pela maioria dos entrevistados. Um material didático para dar suporte aos professores será de fundamental importância para que a contextualização do tema seja uma ferramenta para o ensino de seus conteúdos e a aproximação da realidade do aluno de Itumbiara – GO e região na aprendizagem significativa da Química.

Apesar da utilização dos agrotóxicos trazer benefícios, apenas um professor apontou, em entrevista, que há um uso indiscriminado dessa substância, não levando em conta seus impactos ambientais e que, por isso, sua aplicação deveria ser mais seletiva. Esse fato denota que a preocupação pelos professores quanto aos riscos da utilização inadequada dessas substâncias ainda é mínima e, por isso, a necessidade de uma educação com enfoque

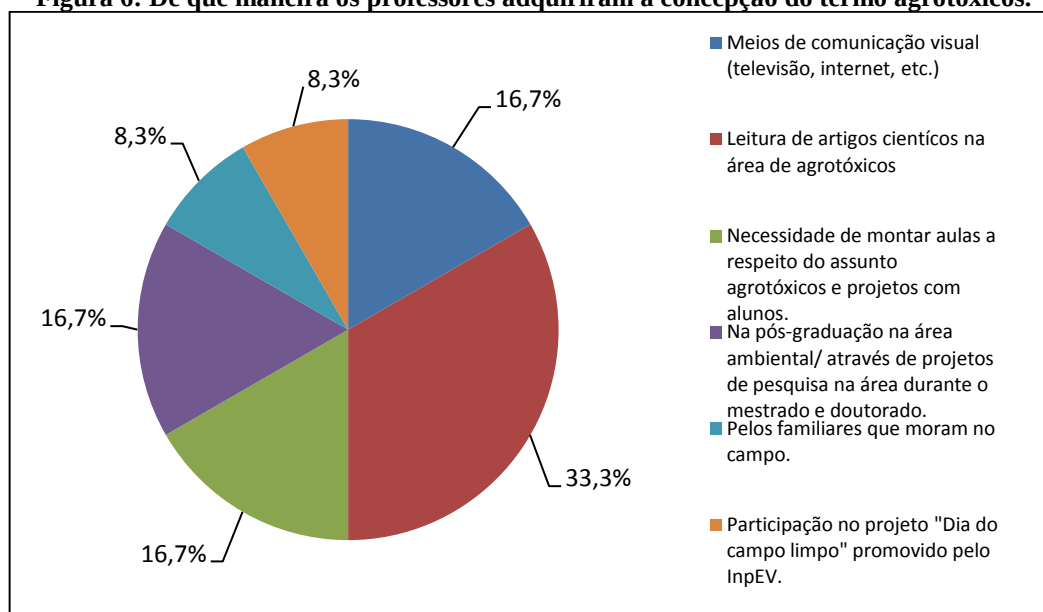
ambiental é fundamental para se divulgar e conscientizar a comunidade quanto aos aspectos negativos do uso excessivo de agrotóxicos.

Quatro dos professores entrevistados apontaram para a definição de agrotóxicos como sendo “um produto usado na agricultura para fins de aumento na produtividade”. Além disso, quatro professores apontaram que a definição dessas substâncias esteja associada a “um produto utilizado nas lavouras para combater pragas”. Uma definição mais ampla do termo agrotóxicos foi apontada por apenas um professor o qual diz que “é uma substância química utilizada na agricultura, pecuária e para fins domissanitários para reduzir pragas”.

É evidente que a definição dessa substância é bastante diversa pelos entrevistados, porém ainda foi mencionado em entrevista sobre os aspectos negativos associados ao uso excessivo de agrotóxicos e também sobre alternativas viáveis que substituem o seu uso. Um dos entrevistados ressaltou que “há um uso indiscriminado dessas substâncias sem considerar os impactos ambientais e a saúde que ele causa” e que, por isso, “deveria ser mais seletivo quanto ao seu uso na produção de alimentos como, por exemplo, a utilização da agricultura orgânica”.

Quanto à segunda questão do roteiro, é possível observar que os professores entrevistados obtiveram a concepção de agrotóxicos das mais diversas formas possíveis, desde a leitura de artigos de periódicos sobre o assunto até pelos próprios familiares que trabalhavam e/ou moravam no campo. A Figura 6 apresenta exatamente a porcentagem das respostas obtidas pelos professores, sendo visível que a maioria adquiriu a concepção do termo agrotóxicos por meio de leitura de artigos científicos que tratam o assunto.

Figura 6: De que maneira os professores adquiriram a concepção do termo agrotóxicos.



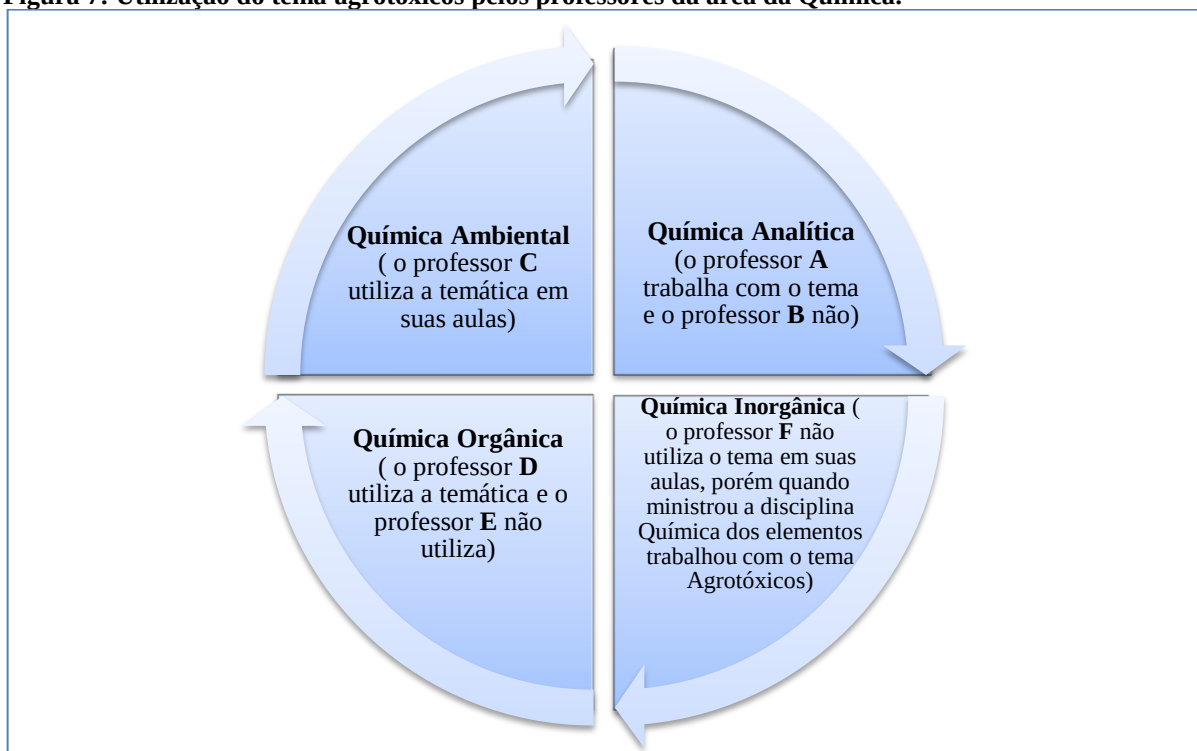
Apesar de o foco deste trabalho ser uma investigação pautada na temática ambiental e social dos agrotóxicos, um dos objetivos da entrevista foi de exatamente verificar junto aos professores como eles trabalham suas disciplinas específicas com seus alunos. A grande maioria dos entrevistados apontou que suas aulas tem característica expositiva dialogada e, sempre que possível, partem de uma abordagem contextualizada. A Tabela 6 cita como cada professor de suas áreas específicas trabalham os conteúdos químicos em sala de aula:

Tabela 6: Metodologias utilizadas pelos professores no tratamento de suas disciplinas específicas da Química.

Química Ambiental	Química Analítica	Química dos Elementos (Subdisciplina da Química Inorgânica)	Química Orgânica
• O conteúdo sempre é trabalhado de forma contextualizada com a utilização de temas como água, ar e solos.	• Aula expositiva dialogada com auxílio de data show e aulas práticas em laboratório. • Contextualização mediante proposta de trabalhos de seminários. • Aulas expositivas contextualizadas.	• Aula expositiva dialogada com auxílio de projetor e aulas práticas em laboratório.	• Aulas contextualizadas com temas sociais e/ou ambientais; • Práticas em laboratório.

É possível perceber que a maioria dos professores se preocupam em aproximar os conceitos científicos ao cotidiano do aluno como objetiva a terminologia **contextualização**. Ainda sobre a questão das metodologias aplicadas pelos docentes em aulas de Química, foi perguntado se os mesmos utilizam ou já utilizaram em algum momento a temática agrotóxicos no tratamento de conteúdos específicos da Química. Pôde-se constatar que é mínima a contextualização do tema agrotóxicos às disciplinas específicas em foco, com exceção da Química Ambiental e Química Analítica. Isso ocorre porque os professores dessas duas áreas já trabalharam com projetos de pesquisa voltados para temática agrotóxicos. A Figura 7 mostra que dentre os seis professores entrevistados, quatro já trabalharam o tema em aulas de Química:

Figura 7: Utilização do tema agrotóxicos pelos professores da área da Química.



Por fim, foram perguntados aos professores quais conteúdos da Química poderiam ser trabalhados a partir do estudo dos agrotóxicos. A Tabela 7 apresenta os conteúdos químicos apontados pelos professores das áreas de Química Ambiental, Analítica, dos Elementos (subdisciplina de Química Inorgânica) e Orgânica que poderiam ser trabalhados em sala de aula a partir da contextualização do tema agrotóxicos.

Tabela 8: Conteúdos das disciplinas específicas citados na entrevista.

Química Analítica	Química Ambiental	Química Inorgânica	Química Orgânica	Química dos elementos (subdisciplina da Química Inorgânica)
- Análise de cátions e ânions; - Seminários desenvolvidos a partir de temas ambientais (por exemplo, agrotóxicos no curso de agronomia); - Soluções e concentrações; - Análise quantitativa de substâncias poluentes; - Amostragem e preparo de amostras; - Análise instrumental focada nos níveis de agrotóxicos em diversas matrizes.	- A Química focada em alguns temas ambientais como água, solos e ar; - Dentro do tema água e solos podem-se abordar agrotóxicos em aulas expositivas, realização de seminários e resolução de exercícios.	- Não é possível contextualizar o tema com a disciplina de Química inorgânica.	- Esterioquímica - Configuração espacial de moléculas; - Sínteses orgânicas de compostos em processos industriais; - Identificação de grupos funcionais em compostos orgânicos; - Cultivo orgânico de alimentos; - Reações químicas; - Historicidade do uso de agrotóxicos; - Cálculos estequiométricos - Reatividade e solubilidade de compostos orgânicos.	- Explicação de alguns elementos da tabela periódica a partir da temática Agrotóxicos (estrutura dos organoclorados e seus impactos negativos do seu uso indiscriminado).

Durante as entrevistas semi-estruturadas, foi possível obter informações que iam além do que foi questionado como, por exemplo, informações sobre o órgão inPEV responsável por recolher embalagens vazias de agrotóxicos e que, inclusive, possui uma unidade na região sul de Goiás (na cidade de Morrinhos). Além disso, o órgão objetiva promover ações pertinentes ao ensino e a pesquisa a respeito do tema agrotóxicos. A última questão do roteiro foi extremamente importante para a produção do caderno didático, pois norteou os caminhos para a escrita da proposta didática (APÊNDICE A). A questão basicamente questionava os professores quanto a sugestões de atividades que poderiam ser trabalhadas a partir dos agrotóxicos e os resultados obtidos possibilitaram verificar que o tema permite uma abordagem conceitual extremamente rica em vários aspectos da Química, seja ela Ambiental, Analítica, Inorgânica ou Orgânica.

5.2 CADERNO DIDÁTICO – AGROTÓXICOS: UMA ABORDAGEM CONTEXTUALIZADA EM QUÍMICA AMBIENTAL, ANALÍTICA E ORGÂNICA

O caderno didático “Agrotóxicos: Uma abordagem contextualizada em Química Ambiental, Analítica e Orgânica”, apresentado no APÊNDICE B, é uma ferramenta de apoio esperada como um dos resultados desse trabalho de pesquisa. Essa produção didática foi construída com base em dados obtidos em referenciais teóricos da área de agrotóxicos (manejo de agrotóxicos no estado de Goiás e no Brasil, riscos de intoxicação causados pelo uso inadequado e exposição a essas substâncias, principais cultivos no estado de Goiás, leis que regulamentam a utilização de agroquímicos no estado, técnicas de extração para amostras que contém agrotóxicos, nomenclatura de compostos orgânicos partindo-se de exemplos de agrotóxicos e entre outros assuntos). A disposição dos conteúdos no caderno está estrategicamente organizada de forma a mostrar tanto para o aluno quanto para o professor que é possível trabalhar a contextualização e a interdisciplinaridade por meio do tema social sugerido ao longo desse trabalho.

6 CONCLUSÃO

O ensino de Química, seja ele no nível médio ou no nível superior, é um grande desafio tanto para o professor quanto para o aluno, pois a maior dificuldade dos educandos está exatamente no caráter abstrato que a área do conhecimento é caracterizada. Já no que tange aos professores, o desafio está em como trabalhar conteúdos de Química de forma agradável, mas sem comprometer as concepções científicas que norteiam a disciplina. Além disso, as metodologias de ensino tradicionalistas (exposição teórica e maçante de conteúdos da Química), em muitas situações, não conseguem motivar o aluno e nem mostrar o quanto interessante a Química pode se tornar.

O presente trabalho possibilitou vislumbrar o cenário agrícola da região sul de Goiás, principalmente, sobre o cultivo promissor da cana-de-açúcar e o setor sucroalcooleiro predominante. A investigação se tornou pertinente ao passo que favoreceu um levantamento panorâmico da importância dada pelos docentes na utilização de eixos temáticos sociais e ambientais na área da Química. Ademais, mostrou que diversos trabalhos científicos foram e estão sendo elaborados no sentido de tratar a periculosidade associada ao uso indiscriminado de agrotóxicos pelas pessoas, tanto na agricultura quanto em domicílios. Nesse sentido, o professor consegue fazer uma ponte entre o conteúdo programático previsto e o contexto social do aluno envolvido.

Com o trabalho foi possível observar que a temática agrotóxicos pode ser bem explorada extraindo-se diversos conteúdos químicos. O tema ainda é pouco explorado em sala de aula pelos professores, entretanto esse trabalho trouxe um novo olhar ao tema e destacou sua importância regional e, principalmente, o seu grande potencial para contextualização nas diversas áreas da Química. Os dados obtidos contribuíram muito para a construção do caderno didático, inclusive, no que diz respeito às sugestões de atividades que aproximam à temática agrotóxicos com conteúdos químicos.

Mediante tal realidade, a proposta desenvolvida no presente trabalho veio de encontro aos anseios delimitados a respeito do ensino de Química. A sugestão de se trabalhar tanto a contextualização quanto a interdisciplinaridade levaram a obtenção de um material didático rico em informações e, principalmente, pertinente às áreas específicas como Ambiental, Analítica e Orgânica.

4.2 PROPOSTA PARA TRABALHOS FUTUROS

Dentro da temática abordada ao longo deste trabalho é possível dar continuidade a ideia central seguindo-se tais propostas:

- Sugerir aos professores das áreas de Ambiental, Analítica e Orgânica a utilização do caderno didático produzido em suas disciplinas específicas e, verificar a receptividade dessa ferramenta, por meio de entrevista semi-estruturada, tanto pelos professores (ferramenta como método de ensino) quanto pelos alunos (ferramenta como recurso para aprendizagem significativa);
- Disponibilizar o caderno didático para outras instituições de ensino superior de Itumbiara – GO e, avaliar sua utilização em sala de aula também por meio de entrevista semi-estruturada;
- Realizar um levantamento comparativo quanto à receptividade do caderno didático em instituições de ensino superior envolvidas, como forma de avaliar e readequar a proposta didática.

REFERÊNCIAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6024: **Informação e documentação – Numeração progressiva das seções de um documento**. Rio de Janeiro, 2012.

BAIRD, Colin; CANN, Michael. **Química Ambiental**. 2ª ed. Bookman: Porto Alegre, 2002.

_____. **Química Ambiental**. 4ª ed. Bookman: Porto Alegre, 2011.

BRAIBANTE, Maria Elisa Fortes; ZAPPE, Janessa Aline. A Química dos Agrotóxicos. **Revista Química Nova na Escola**, vol.34, n.1, 2011.

BRASIL. **LEI Nº 9.974, DE 6 DE JUNHO DE 2000**. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9974.htm > Acesso em: 20/05/2013.

BRASIL. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA**. Disponível em: < <http://www.agricultura.gov.br/ministerio> > Acesso em: 27/07/2013.

BOTEGA, Márcia Palma. **O jovem como multiplicador das boas práticas agrícolas no município de Agudo, RS, Brasil**. Dissertação de mestrado. Santa Maria – Rio Grande do Sul, 2011.

CARNEIRO, F F; PIGNATI, W; RIGOTTO, R M; AUGUSTO, L G S. RIZOLLO, A; MULLER, N M; ALEXANDRE, V. P; FRIEDRICH, K; MELLO, M. S. C. **Dossiê ABRASCO** – Um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde. ABRASCO: Rio de Janeiro, 2012. 1ª Parte. p. 98.

CARRARO, Gilda. **Agrotóxico e meio ambiente**: uma proposta de Ensino de Ciências e de Química. Área de Educação Química. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1997.

CAVALCANTI, Jaciene Alves; FREITAS, Juliano Carlo Rufino de; MELO, Adriana Cristina Nascimento de; FREITAS-FILHO, João R. de. Agrotóxicos: Uma temática para o Ensino de Química. **Revista Química Nova na Escola**, vol. 32, n.1, 2010.

CEVS – **Centro Estadual de Vigilância em Saúde**. Agrotóxicos: impactos à saúde e ao meio ambiente. CEVS: Porto Alegre, 2005. p. 12.

CHASSOT, Attico Inácio. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Educação**, nº 22, 2003.

CHASSOT, Attico Inácio; SHCROEDER, Edni Oscar; DEL PINO, José Cláudio; SALGADO, Tania Denise Miskinis; KRÜGER, Verno. **Química do cotidiano**: pressupostos teóricos para a elaboração de material didático alternativo. Editora Unijuí, nº 10, 1993.

CHIARADIA, Maria Campagnolli. **Desenvolvimento, validação e aplicação de métodos para análise multirresidual de agrotóxicos em suco de laranja e tangerina utilizando CLAE-DAD, CL-EM-EM e CLUE-DAD**. Tese de doutorado. Universidade de Campinas (Unicamp), Campinas, SP, 2009.

Conab – Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento de safra brasileira: cana-de-açúcar, terceiro levantamento, abril/2013. Conab: Brasília, 2013.

FRANCISCO, Wagner de Cerqueira e. **A economia de Goiás**. 2013. Disponível em: <<http://www.brasile scola.com/brasil/a-economia-goias.htm>> Acesso em: 06/05/2013.

FERNANDES, Kellen Cristina Campos; FARIA, Sandra Santos; XAVIER, Karine Diniz; WANDER, Alcido Elenor; FIGEIREDO, Reginaldo Santana. **O complexo Agroindustrial da Soja e a Produção de Biodiesel no Estado de Goiás**. SEPLAN GO, nº 23, 2012.

GOIÁS. LEI Nº 12.280 DE 24 DE JANEIRO DE 1994. Governo do estado de Goiás. Gabinete Civil de Governadoria, Superintendência de Legislação.

Instituto Nacional de Processamento de Embalagens Vazias (inpEV). Disponível em: <<http://www.inpev.org.br/inpev/filosofia-de-atuacao>> Acesso em: 27/07/2013.

IWAMI, Alcino; FERREIRA, Celso Paiva; DINNOUTI, Luiz Aldo; BUENO, Fábio; ARAÚJO, Roberto Melo de; GONÇALVES, Tatiana; SANTIAGO, Thais. Associação Nacional de Defesa Vegetal – ANDEF. **Manual de uso correto e seguro de produtos fitossanitários/agrotóxicos**. Linea Creativa: São Paulo, 2002. p. 28.

JARDIM, Isabel Cristina Sales Fontes; ANDRADE, Juliano de Almeida. Resíduos de agrotóxicos em alimentos: uma preocupação ambiental global – um enfoque às maçãs. **Revista Química Nova**. v. 32, nº04, 2008.

LONDRES, Flavia. **Agrotóxicos no Brasil: um guia para ação em defesa da vida**. AS-PTA – Assessoria e Serviços a Projetos em Agricultura Alternativa: Rio de Janeiro, 2011.

MARQUES, Dinamar Maria Ferreira; SILVA, Tallyta Carlyne Martins da; ZOPELAN, André Luiz Miranda Silva; FIGUEIREDO, Reginaldo Santana. **Produção e preço da cana-de-açúcar em Goiás**. SEPLAN GO, nº 23, 2012.

PERES, Frederico. **É veneno ou é remédio?** Agrotóxicos, saúde e meio ambiente. Fiocruz: Rio de Janeiro, 2003. p. 384.

PERES, Frederico; MOREIRA, Josino Costa; DUBOIS, Gaetan Serge. **Agrotóxicos, saúde e ambiente: uma introdução ao tema**. Fundação Oswaldo Cruz, cap. 01, 2003.

RIBAS, Priscila Pauly; MATSUMURA, Aida Terezinha Santos. **A química dos agrotóxicos: impacto sobre a saúde e ensino**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2009.

RÜEGG, Elza Flores; PUGA, Flávio Rodrigues; SOUZA, Maria Célia Martins de; ÚNGARO, Maria Thereza S.; FERREIRA, Marilene da S.; YOKOMIZO, Yuriko; ALMEIDA, Waldemar F. **Impacto dos agrotóxicos**. 2ª ed., editora Cone: São Paulo, 1991.

SANTOS, Márcio Rômulo dos. **Agrotóxicos: uma unidade temática de ensino**. Monografia de graduação do curso de Licenciatura em Química. Belo Horizonte, Minas Gerais, 2007.

SILVA, Erivanildo Lopes da. Contextualização no ensino de Química: ideias e proposições de um grupo de professores. Dissertação de mestrado. Universidade de São Paulo (USP), São Paulo, 2007.

SILVA, Jandira Maciel da; NOVAOT-SILVA, Eliane; FARIA, Horácio Pereira; PINHEIRO, Tarcísio Márcio Magalhães. Agrotóxico e trabalho: uma combinação perigosa para a saúde do trabalhador rural. **Ciências e Saúde Coletiva**: Minas Gerais, 2005.

SILVA, Marlene Rodrigues da; CAMPOS, Ana Caroline Estrope de; BOHM, Franciele Zanardo. Agrotóxicos e seus impactos sobre ecossistemas aquáticos continentais. **Revista Saúde e Biologia (SaBios)**. v.8, n.2, 2013.

SILVA, Wagner Alves da; PEREIRA, Frederico Campos; FREIRE, Marcos César Ribeiro. **Sistemas de produção de milho safrinha para o estado de Goiás**. X Seminário Nacional de milho safrinha, Rio verde, Goiás, 2009.

TOKESHI, Hasemi. **Centro de Pesquisa Mokiti Okada (CPMO)**, 2003. Efeito dos Agrotóxicos no solo. Disponível em: <http://www.cpmo.org.br/artigos/Efeito_Agrotoxicos_Solo_Tokeshi.pdf> Acesso em: 06/05/2013.

TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação**. São Paulo: Atlas, 1987.

ZAPPE, Janessa Aline. **Agrotóxicos no contexto Químico e Social**. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2011.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Roteiro elaborado e aplicado aos professores da área da Química por meio de entrevista.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DE GOIÁS – CÂMPUS ITUMBIARA

Roteiro para entrevista semi-estruturada

Nome do professor (a): _____

Disciplina que ministra no curso de Licenciatura em Química:

() Química Analítica () Química Ambiental () Química Orgânica () Outras
Qual? _____

Instituição de ensino superior em que trabalha:

() Instituto Luterano de Ensino Superior de Itumbiara – GO/ULBRA
() Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Goiás Câmpus Itumbiara

Sexo: () feminino () masculino

1 – Qual a sua percepção quanto à definição de agrotóxicos?

2 – Como você obteve essa percepção?

3 – Como você trabalha os conteúdos de sua disciplina específica com seus alunos? Cite alguns dos métodos utilizados. Contextualiza com algum tema social e/ou ambiental?

4 – O tema agrotóxicos é trabalhado em sua disciplina específica? Caso afirmativo, dê exemplos.

5 – Após essa entrevista (semi-estruturada), você imagina mais assuntos dentro dessa temática para atividades que poderiam ser trabalhadas em sala de aula em sua disciplina específica (Química Analítica, Ambiental ou Orgânica)?

APÊNDICE B – Caderno didático - “Agrotóxicos: Uma abordagem contextualizada em Química Ambiental, Analítica e Orgânica”