



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE QUÍMICA**

Alécio Rodrigues Nunes

**O TEMA AGROTÓXICO NO ENSINO MÉDIO: PROPOSTA DE
UM TEXTO DIDÁTICO**

MONOGRAFIA DE GRADUAÇÃO

Brasília – DF

2º/2011



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE QUÍMICA

Alécio Rodrigues Nunes

**O TEMA AGROTÓXICO NO ENSINO MÉDIO: PROPOSTA DE
UM TEXTO DIDÁTICO**

*Monografia de Graduação em Ensino de
Química apresentada ao Instituto de Química
da Universidade de Brasília, como requisito
parcial para a obtenção do título de
Licenciada(o) em Química.*

Orientador: Wildson Luiz Pereira dos Santos

2º/2011

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a Deus, por ter me dado forças durante todo o meu curso e a quem sempre pude dirigir minhas orações nos momentos de maior dificuldade, tudo o que tenho é porque sempre esteve me guiando em suas mãos.

A minha mãe Jandira com suas palavras de carinho e amor nos momentos de turbulência me acalmando.

Aos meus irmãos Lúcio e Cintia pelos belos momentos de descontração.

Ao meu pai Zé de Tião sempre na torcida pelo seu filho.

Ao Prof. Dr. Alexandre Gustavo Soares do Prado a quem devo tudo sobre química e me trata como um filho.

A minha sogra Dona Cida pelos mimos e carinho, ao meu sogro Osvino (in Memoriam) pelas piadas, churrascos.

Ao amor da minha vida Kelly Rejane, a quem dedica a vida para meu sucesso, com amor, carinho, paciência, com palavras de incentivo, sempre me apoiando ao longo de 5 anos, e a todas as outras pessoas que contribuíram de forma direta ou indiretamente para a realização desse trabalho.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Prof. Dr. Wildson L. P. dos Santos por ter aceitado a orientação, e assim abrir outras concepções em minhas pesquisas, ao Prof. Dr. Roberto Ribeiro da Silva (Bob) pela contribuição na qualificação desse trabalho, com suas ideias e concepções sobre o ensino de química.

MUITO OBRIGADO!!!!

SUMÁRIO

RESUMO	I
INTRODUÇÃO	II
1 CIDADANIA, CTS E EDUCAÇÃO AMBIENTAL	7
1.1 EDUCAÇÃO QUÍMICA E CIDADANIA	
1.2 ESTUDOS CTS	
1.3 EDUCAÇÃO AMBIENTAL	
2 AGROTÓXICO	12
2.1 AGRONEGÓCIO	
2.2 AGROTÓXICOS NO BRASIL	
2.3 A QUÍMICA DOS AGROTÓXICOS	
2.4 AGROTÓXICOS E MEIO AMBIENTE	
2.5 QUÍMICA VERDE E AGROTÓXICO	
3 PROPOSTA DO TEXTO DIDÁTICO PARA O ENSINO MÉDIO	34
3.1 HISTÓRICO DO USO DOS AGROTÓXICOS	
3.2 QUESTÕES PARA DEBATE	
3.3 OUTRAS ATIVIDADES	
CONSIDERAÇÕES FINAIS	42
REFERÊNCIAS	43

RESUMO

Nos dias de hoje o consumismo desenfreado vem aumentando e como conseqüência começam a aparecer vários problemas. A dinâmica capitalista cada vez mais exige essa postura das pessoas, que são guiadas pelo sistema no qual estão inseridas. Um exemplo da atuação da força do sistema capitalista é na indústria alimentícia, que engloba vários outros segmentos. Diante disso, a produção mundial de alimentos aumenta cada vez mais, e um dos produtos que contribui para esse aumento é os agrotóxicos ou defensivos agrícolas que têm aumentado o seu uso. Nessa perspectiva, poucas são as pessoas que realmente entendem a verdadeira atuação desses agroquímicos no setor alimentício. Um passo importante para conter ou até mesmo desacelerar o consumo exacerbado é a informação adequada e segura, e isso passa pela educação. Nesse contexto os conteúdos CTS ganham grande importância já que vêm corroborar com a educação sem que haja necessidade ser um profissional da área para compreender o assunto.

Os estudos CTS, têm por finalidade auxiliar o professor no seu dia-a-dia, no entendimento das tecnologias, sua aplicação perante a sociedade, já que esses assuntos são corriqueiros no âmbito escolar. O resultado é um processo gradual que insere os alunos nesses espaços tecnológicos, formando assim pessoas capazes e atuantes na sociedade.

Os agrotóxicos a todo o momento aparecem em questões de concursos, na televisão ou em dados estatísticos relacionados às safras recorde. Isso é devido sua atuação na sociedade moderna, e ao seu elevado nível de importância atingido nos dias atuais. Devido a isso é inevitável que as pessoas conheçam esses agentes químicos e suas finalidades nas plantações e no ambiente e assim possam utilizar de maneira adequada.

O texto didático oferece uma abordagem que contempla alguns aspectos como conceitos, classificação e a inserção dos agrotóxicos na região Centro-Oeste, voltado para o cultivo de culturas dessa região. Ao final, pontos relevantes para discussão são levantados e toda uma abordagem da atuação dos agrotóxicos na sociedade pode ser discutida.

Palavras-chaves: CTS, Educação Ambiental, Agrotóxico.

INTRODUÇÃO

Este trabalho surge da necessidade de informar sobre o uso de agrotóxicos no ensino médio culminando na produção de um texto a ser trabalhado em sala de aula. O trabalho tratará conceitos pertinentes, e situações vividas no passado e no presente ao tema em que constituirá numa ferramenta de auxílio aos professores no cotidiano do ensino médio, levando em consideração a vivência dos alunos com o tema abordado. O trabalho se insere num contexto cujo uso de agroquímicos vem aumentando, e a população necessita de ferramentas que possam oferecer informações úteis e de seu interesse uma vez que esses produtos utilizados de forma inadequada podem oferecer problemas ambientais e à saúde humana. Os conteúdos CTS tornam-se uma ferramenta importantíssima na abordagem do tema proposto, já que agrotóxicos envolvem conceitos cientificamente aceitos, estão em constantes avanços tecnológicos, e a sociedade está em contato permanente.

O primeiro capítulo tratará dos temas CTS, suas perspectivas na educação ambiental, o surgimento do estudo e a proposta de ensino.

O segundo capítulo abordará o tema agrotóxico, a posição do Brasil no mundo quanto ao uso, à química dos agrotóxicos, os princípios da química verde e a contribuição da química para uso controlado dos agrotóxicos. O terceiro capítulo abordará a produção do texto, como se deu seu desenvolvimento e os aspectos importantes para a sua confecção.

As possíveis contribuições que o texto oferece é a informação, a construção do conhecimento, a formação de opinião, a tomada de uma melhor decisão na escolha de um alimento, conceitos, efeitos sobre a saúde, sobre o meio ambiente, a dinâmica dos agroquímicos na sociedade moderna e tantos outros. É importante salientar que o texto deverá ser utilizado como material de didático de auxílio para o professor em sua rotina escolar, e que não deva ser substituídos por outras fontes de conhecimento como livros, vídeos e etc.

O trabalho surgiu da grande dificuldade de se encontrar textos de fácil entendimento, em uma época em que estava começando um trabalho de iniciação científica. A dificuldade foi tanta, que alguns termos, muito comum em artigos científicos ficavam sem compreensão.

O objetivo é propor um texto que possa ser utilizado em sala de aula com uma abordagem no cotidiano escolar, fácil entendimento, sem uso de termos técnicos e que os alunos possam realmente explorar os conteúdos e compreender a atuação dos agrotóxicos na sociedade moderna formando uma opinião sobre o tema.

CAPÍTULO 1

CIDADANIA, CTS E EDUCAÇÃO AMBIENTAL

O presente capítulo aborda conceitos importantes de cidadania e sua relação com estudos CTS e educação ambiental, a importância da química na construção e no processo de formação de um cidadão consciente, a importância de informações necessárias para que uma pessoa exerça sua cidadania em seu cotidiano.

1.1 Educação Química e a Cidadania

Em um conceito mais moderno, cidadania é a participação de pessoas na sociedade, seja cobrando direitos ou exercendo deveres, e que para essa efetivação é necessário informações que estejam diretamente ligadas a problemas sociais cujo posicionamento encaminhe para as devidas soluções.

Nessa perspectiva o conhecimento químico fornece informações úteis, pois a sociedade passa por um processo de avanço tecnológico e que de certa forma a torna dependente desse conhecimento, uma vez que são influenciadas pelas indústrias químicas o resultado é sentido na qualidade de vida das pessoas, no ambiente, já que o avanço tecnológico proporciona várias transformações (SCHNETZLER, 2002).

O cidadão em seu cotidiano lida com vários produtos manufaturados quimicamente, sendo fundamental que conheça as substâncias do seu dia a dia, e mesmo não sendo um especialista, seja capaz de discutir ideias que o direcionem criticamente em relação a efeitos no emprego da química.

A educação na busca da cidadania apresenta a possibilidade de motivar e sensibilizar pessoas e como resultado transforma diversas formas de atuação em caminhos que dinamize a sociedade e que concretize em uma proposta de sociabilidade baseada em uma educação de participação (JACOBI, 2003).

O difícil processo de construção da cidadania, em situações de desigualdades é passado por um conjunto de questões em que implica na superação de bases, construídas sob formas de dominação em que a cultura política encontra-se presa ao sistema, e esse por sua vez é quem dita às regras de atuação do cidadão. O desafio aqui passa a ser a construção de uma cidadania ativa, configurando-se em elementos que possam ser determinantes para a

fortificação de sujeitos portadores de deveres e direitos, o cidadão, e assim assumam sua verdadeira importância na abertura dos novos espaços de participação (OLIVEIRA, 2009).

É fato que o estudo de Química nos dias atuais exerce uma forte influência em vários setores de crescimento, seja com a geração de empregos, no desenvolvimento econômico, na fabricação de medicamentos, comercialização de lâmpadas, síntese de fármacos, utilização de fertilizantes, de agrotóxicos e etc. (OLIVEIRA, 2009).

É exigido do cidadão moderno não apenas um domínio superficial nas áreas estudadas no ensino fundamental, mas sim um conhecimento com certa especificidade das disciplinas científicas do ensino médio. Obviamente para um cidadão viver melhor não é necessário um conhecimento demasiadamente específico de Química, podendo, claro, ser interessante, cujo resultado direto é o enriquecimento cultural (SANTOS, 2002).

O fato é que a escola assume um papel importantíssimo no ensino de ciências, e assim mantém uma relação próxima com o aluno e seu cotidiano. A escola deve proporcionar ao aluno um conteúdo de Química centrado na relação entre o contexto social e a informação Química, podendo assim, o cidadão participar ativamente da sociedade, já que as informações de que necessita para sua atuação serão trabalhadas na escola, tendo por princípios as questões do seu cotidiano para a promoção de um cidadão mais consciente (OLIVEIRA, 2009).

É muito mais interessante para os alunos trabalhar com as questões que envolvam o seu cotidiano, pois os mesmos conhecem os problemas da comunidade onde estão inseridos, a relação contextualização/informação torna-se um atrativo a mais, pois a solução dos problemas estará voltada a sua comunidade, o que lhe fará se sentir útil, já que estará engajado em entender a situação, pesquisar o problema e conseqüentemente contribuir com a resolução. Nesse sentido, o ensino de Química deve facilitar as relações vividas pelo aluno, já que o conteúdo Químico tem relação com o cotidiano do aluno e da comunidade, bastando apenas que o professor faça o elo, e auxilie o aluno no entendimento (CARRARO, 1997).

O professor no processo educativo é determinante para o sucesso da melhoria da educação voltada para o cotidiano dos alunos. Permitir que qualquer processo de melhoria na qualidade de ensino seja eficaz, se faz necessário atuar na formação, no desenvolvimento profissional, pessoal e social dos professores. Com ênfase principalmente na formação, deve-se contemplar um ambiente em que se privilegie o ensino, promovendo assim aprendizagens relevantes para seus alunos. Isso tem impulsionado várias metodologias que avaliem os processos de ensino aprendizagem. Vários são os cursos de formação continuada de

professores em ciências que contemplam aspectos inovadores, com a finalidade em educação em ciências (REBELO, 2008).

Os cursos de formação continuada de professores utilizam metodologias baseadas em princípios sócio-construtivistas, cuja fundamentação teórica baseia-se em ideias em que o ponto central, a aprendizagem e o desenvolvimento são produtos da interação social. Assim, o contexto e as atividades formativas do processo partem de conhecimentos, crenças, valores, vivências e experiências, que culminam na valorização do diálogo nos contextos de aplicação e nos referenciais teóricos (REBELO, 2008).

Por fim, os cursos de formação continuada de professores debatem a importância da educação, auxilia em soluções dos problemas cotidiano de sala de aula, qualifica os professores, discute ideias relevantes para o conteúdo escolar, tudo isso centrado em uma temática com perspectiva inclusiva, inovadora de educação objetivando efetivar reformas educativas relevantes para o ensino de ciências em química (LIMA, 1996).

A escola, mais do que nunca, deve impulsionar o aluno acerca do desenvolvimento social, munido das informações do conhecimento Químico que sejam relevantes dentro da sua comunidade. Assim, naturalmente ocorrerá a ampliação dos seus conhecimentos, no campo social, político e econômico. Deve-se preocupar com a construção do cidadão dinâmico, com as ideias, auxiliar o aluno na busca da sua realização pessoal, com atitudes e ações próprias perante sua vida (CARRARO, 1997).

A educação como instrumento de organização da escola, deve criar bases e adequar cada vez mais à realidade do aluno, trabalhar para que as atividades propostas sejam voltadas aos interesses dos alunos auxiliando assim na formação do conhecimento, e preparando-os melhor para as mudanças impostas pela vida (SCHNETZLER, 2002).

1.2 Estudos CTS

Segundo Santos e Schnetzler (2010) é cada vez maior a preocupação com educação. Sendo assim várias discussões sobre a política em Ciência e Tecnologia em processos democráticos têm sido sempre acaloradas. De acordo com Santos e Schnetzler (2010), é o resultado da vinculação entre ensino e cidadania com respeito aos conteúdos CTS, que se tem tornado temas, títulos de vários artigos, seminários e discussões pelos meios acadêmicos (SANTOS e SCHNETZLER, 2010).

Numa tentativa de caracterizar essa vinculação entre educação científica, Santos e Schnetzler discorrem:

CTS significa o ensino do conteúdo de ciência no contexto autêntico do seu meio tecnológico e social. Estudantes tendem a integrar a sua compreensão pessoal do mundo natural (conteúdo de ciência) com o mundo construído pelo homem (tecnologia) e o seu mundo social no dia-a-dia (sociedade) (SANTOS e SCHNETZLER, 2010, p. 61).

Desde os tempos mais remotos o planeta enfrenta os mais diferenciados conflitos. Fome, miséria, degradação ambiental, poluição sonora, guerras e etc., tudo isso se agrava ano após ano, reflexo de um estilo de vida regrado a um exacerbado consumismo, dinâmica imposta pelo sistema até então vigente. Esse contexto ao longo dos tempos vem sendo questionado, o que tem levado a uma reflexão de práticas sociais e atitudes tomadas pela sociedade (JACOBI, 2003).

A dimensão que os problemas vêm tomando envolve um conjunto de elementos em que somos os atores principais e, portanto, temos um papel importantíssimo na tomada de decisão com forte impacto nas consequências geradas para as futuras gerações.

Nos dias de hoje vive-se mais próximo das grandes cidades, consequência de uma política que para viver melhor e com qualidade deve-se estar o mais próximo delas, porque somente nos grandes centros será possível encontrar educação de qualidade, bons empregos e etc. Um pensamento linear, reflexo de uma sociedade com problemas em sua formação, já que a mesma não é levada a se questionar o resultado de atitudes humanas (CASCINO, 1998).

É preciso romper com esse pensamento e começar a questionar as atitudes do sistema imposto, através de um processo educativo articulado e compromissado com as premissas da informação, sem deixar de lado o ambiente em que está inserido determinados atores. Assim é possível questionar determinados valores que norteiam a sociedade em que esses atores estão inseridos preservando os aspectos culturais básicos de cada grupo social (TAMAIO, 2000).

Com esse contexto os temas CTS vêm corroborar no auxílio aos sistemas de ensino até então vigentes fornecendo informações e delineando até então a educação, já que a educação tem um grande valor como força de libertação, instrumentação política e reflexão sobre os problemas enfrentados pelo mundo atualmente (TEIXEIRA, 2003).

Os estudos CTS segundo a literatura não são novos assim, tem sua maior atuação na década de 60 e 70 do século passado, momento em que o mundo vivia um período altamente conturbado com o auge da guerra fria, culminando na guerra do Vietnã e na corrida espacial e a crise do petróleo. Surge como um movimento em oposição ao crescimento do desenvolvimento científico-tecnológico que não apresenta até então uma relação não linear com o bem estar social como se acreditava no século XIX. Na realidade acreditava-se em um

sonho em que o desenvolvimento científico-tecnológico acabaria com todos os males e dilemas da própria humanidade e proporcionaria o conforto e bem estar social (LINSINGIN, 2002).

Um marco importante para o estudo CTS foi à publicação do livro da bióloga Rachel Carson, *A Primavera Silenciosa*, em que há relatos da guerra do Vietnã, momentos em que aconteceu o uso indiscriminado do agrotóxico DDT, utilizado como arma química, o que levantou sérias questões de natureza ambiental, social, sobre a ciência e tecnologia (REBELO, 2008).

Nos estudos CTS estão inseridos parâmetros curriculares que utilizam metodologias dentro de aspectos inovadores no ensino de ciências para promover o desenvolvimento de aptidões científicas. Dentro dessa perspectiva três direções no estudo CTS são seguidos: O campo da pesquisa, que trabalha na linha de uma reflexão sobre o pensamento acadêmico tradicional, e o resultado é a promoção de uma nova visão da ciência totalmente contextualizada com a sociedade. Outra direção é no campo político, em que é defendida a criação de mecanismos democráticos e como consequência uma regulação social da ciência e tecnologia com ênfase na facilidade de abertura na tomada de decisão em questões tecnocientífica e a última direção é a promoção da educação com a introdução de programas e disciplinas de CTS no ensino médio e por que não universitário com referência ao novo entendimento sobre ciência (LINSINGIN, 2002).

Diante desses aspectos, os estudos de CTS são vistos como objetos de ensino que motivam o ensino de ciências, são tidos como fator essencial desse enfoque a compreensão das interações em que alguns projetos são levados ao máximo, fazendo com que o conhecimento científico alcance simplesmente um papel secundário (AULER, 2001).

Os estudos CTS, além das três direções citadas, buscam um redirecionamento tecnológico, o que de certa forma contrapõe-se às teorias fortemente aceitas sobre a ciência e tecnologia, que basicamente deve resolver todos os problemas enfrentados pela sociedade. O redirecionamento diz respeito ao uso de ciência e tecnologia concebida de uma participação popular. Assim um dos objetivos centrais do tema passa a ser tomadas de importantes decisões de ciência e tecnologia colocadas em um papel menos importante ou secundário (AULER, 2001).

Os estudos CTS abrangem uma diversidade de programas aos quais enfatizam uma dimensão social da ciência e da tecnologia. Alguns autores descrevem que para serem futuros cidadãos em uma sociedade democrática se faz necessário compreender as inter-relações entre

ciência, tecnologia e sociedade perante o entendimento dos conceitos de ciência (STRIEDER, 2008).

No Brasil, as discussões sobre os estudos CTS tiveram seu início em meados dos anos 80, período em que o país vivia o final da ditadura militar, regime opressor de todas as liberdades individuais, e neste momento começava a se exigir um ensino de ciências voltado para as questões sociais, que fosse principalmente voltado para as questões democráticas. Nesse período o modelo de desenvolvimento vinha sendo discutido, e o país estava atravessando um período de transição (STRIEDER, 2008).

Somente na década de 90 é que realmente os estudos CTS ganhou uma dimensão maior no Brasil, pois começava a surgir os primeiros cursos de pós-graduação nas universidades com esse enfoque. Um dos primeiros movimentos realizados no Brasil foi a Conferência Internacional sobre o ensino de Ciências-1990-Brasília, com organização do Ministério da Educação a qual continha informações, apresentação de trabalhos e etc. sobre os estudos CTS (SANTOS, 2008).

Em 1998 surge o primeiro documento em que explicita os estudos CTS, os Parâmetros Curriculares Nacionais, oferecendo uma diretriz sobre os estudos CTS no ensino de ciências. O documento diz que o estudo CTS compete promover e habilitar para o exercício de cidadania, intervir em atitudes práticas a nível social, capacitar para discussões político-democráticas, interpretar dados de situações relevantes para a sociedade, disseminar conhecimento sobre determinado assunto, etc. (STRIEDER, 2008).

De acordo com Auler (2002), no início da década de 90 do século passado, existem poucos trabalhos com enfoque dos estudos CTS no Brasil, mas isso vem sendo superado pelo grande interesse e preocupações pelos estudos CTS. A cada momento o panorama muda e mais trabalhos têm surgido com esse enfoque. No Brasil, é crescente também o surgimento de estudos CTS, cujo princípio contemple o cotidiano do aluno, e assim estudar qual a interferência do meio em que estar inserido seus estudos. Trabalhos com dessa natureza também é sugerido por Santos (2001).

1.3 Educação Ambiental

O compromisso da Educação Química implica que a construção curricular inclua aspectos formativos para o desenvolvimento de uma cidadania planetária. No ensino de Ciências, isso exige uma base de conteúdos articulada com questões relativas a aspectos científicos, tecnológicos, sociais econômicos e políticos. O desenvolvimento curricular no ensino de Ciências com enfoque nas inter-relações Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) tem

apresentado contribuições significativas nessa perspectiva de construção de uma forma voltada para cidadania planetária em uma forte conexão com princípios da Educação Ambiental (SANTOS e MALDANER, 2010, p. 132).

O ambiente que nos cerca sempre nos forneceu todos os suprimentos necessários para as necessidades básicas e essenciais para a nossa sobrevivência, e assim oferece condições para a manutenção da vida e sua perpetuação. A dificuldade e o desafio que o ambiente oferece, foi um problema que o homem sempre buscou superar, e a superação se fez graças ao conhecimento do universo e de suas relações. Diante de tais fatos a educação ambiental que não somente trata do ambiente, mas também visa uma mudança de postura, surge como um ponto de partida para tal mudança (JACOBI,2003).

Diante do fato da população brasileira em sua maioria morar nos grandes centros urbanos, estudos têm mostrado que ao longo dos tempos vem ocorrendo uma crescente degradação do ambiente, e como consequência um aumento também da degradação das condições de vida e que por fim reflete numa crise de natureza ambiental. Tais cenários nos faz refletir sobre os desafios que ainda temos que superar e assim buscar uma alternativa que sugere uma profunda reflexão e requer mais estudos sobre a sociedade e o meio em que ela se insere (WOLF, 2008).

Alguns estudiosos como Leff (2001) descrevem que estamos caminhando sobre a impossibilidade de resolver os crescentes e muitos complexos problemas ambientais e o resultado disso seria a não reversão de suas consequências, sendo que para isso, é necessário uma profunda mudança nos sistemas de conhecimento, valores e comportamentos, resultado de um estilo de vida ditado pelo aspecto socioeconômico.

Na tentativa de mudança de atitude e discussões desse cenário, em 1977 ocorre a primeira Conferência Intergovernamental nos EUA, onde se dá início ao processo em nível global de discussões, orientações, formando assim condições que orientem sobre o valor da natureza e seu papel diante da sociedade moderna. Essas discussões têm por princípio métodos de interdisciplinaridade e de complexidade naturais do meio ambiente. Outra Conferência Internacional sobre meio Ambiente e Sociedade foi realizada na Grécia, em que é discutida a necessidade de se articular ações de natureza educativa baseada em conceitos de ética, sustentabilidade, identidade cultural, respeito ao ambiente e etc. (LEFF, 2001).

Com o contexto muito favorável, a educação ambiental surge dentro de um conjunto de práticas educacionais, inserindo uma nova consciência ecológica do meio, e que será alcançado através de uma análise detalhada de todos fatores interferentes que de alguma

forma possam alterar, ou modificar seu conjunto natural, e assim buscar alternativas ou soluções que ofereça um melhor comportamento. Esse ponto proporciona uma formação crítica e consciente, pois fornecerá ao cidadão informações úteis de como agir, atuar/modificar o que de certa forma proporcionará uma mudança de atitude, ou até mesmo de hábito (CARRARO, 1997).

A escola aqui passa a ter um papel fundamental, já que poderá auxiliar os estudantes na formação do conhecimento ambiental e de suas práticas, atuando principalmente na formação de valores e conhecimento que priorize conceitos de preservação do nosso meio.

Os alunos formados serão membros atuantes nesse processo, e assim poderão opinar em sua comunidade e auxiliar com os conceitos previamente discutidos/trabalhados em sua escola durante sua formação (CARRARO, 1997).

Assim sendo, a Educação Ambiental torna relevante para os indivíduos da sociedade, e a escola, como principal meio de comunicação, capaz de corroborar com as tomadas de decisões, a medida que passa a informar, trazendo assim a questão ambiental aos jovens, e esses por sua vez munidos de informação atuam auxiliando, seja em pesquisas ou mesmo nas comunidades em que estão inseridos, formando assim uma comunidade totalmente comprometida com o meio (JACOBI, 2003).

CAPÍTULO 2

AGROTÓXICO

O presente capítulo trata de agrotóxicos, abordando o agronegócio em seu primeiro tópico, os investimentos que são realizados na área, o montante gasto, em seu segundo tópico é o uso dele no Brasil, apresentando dados atuais. No terceiro tópico envolve a química dos agrotóxicos, em que é realizado o estudo químico dos principais agrotóxicos. Finalizando é apresentado o tópico do agrotóxico e o meio ambiente, tratando das contaminações e risco a saúde, e por fim a química verde e a relação com os agrotóxicos.

2.1 Agronegócio

Atualmente o planeta vem passando por um crescimento desordenado, e como resultado disso cresce a necessidade por mais fontes de recursos, aumento da matéria prima de primeira necessidade, além do aumento da quantidade de alimentos, maiores uso de recursos hídricos e etc.. Todos esses fatores podem exercer de certa forma alguma pressão no meio ambiente, transformando-o de maneira a fornecer todos os recursos necessários. A dinâmica desse crescimento por vezes não é feito de forma correta e muitos fatores não são levados em consideração. O resultado disso é uma degradação permanente, a custa de benefício de poucos (SANCHES, 2003).

A questão dos alimentos é algo recorrente no mundo de hoje. É sabido que ao passo que muitos países continuam ricos, fortes, exercendo ainda mais sua soberania, com extensas plantações, milhões de hectares produtivos, recordes e mais recordes na produção de grãos, outros estão atravessando crises cada vez mais profundas, se atolando em guerras civis, milhares passam fome, sede, não tem nem sequer onde trabalhar. As custas disso é o massacre de milhões de pessoas, que lutam diariamente para sobreviver com um pouco de dignidade. Sabe-se que para uma pessoa se manter com o mínimo de suas funções básicas, é necessário que ela ao menos faça 3 refeições diárias, em uma alimentação balanceada, e faça a ingestão de líquidos de pelo menos 2,5L diariamente.

Nessa perspectiva, a alimentação deve conter frutas, legumes, verduras, carboidratos etc., alimentos ricos em vitaminas e que normalmente vem de um cultivo de terra para a mesa do consumidor. O processo que esses alimentos sofrem até o consumidor final muitas vezes é

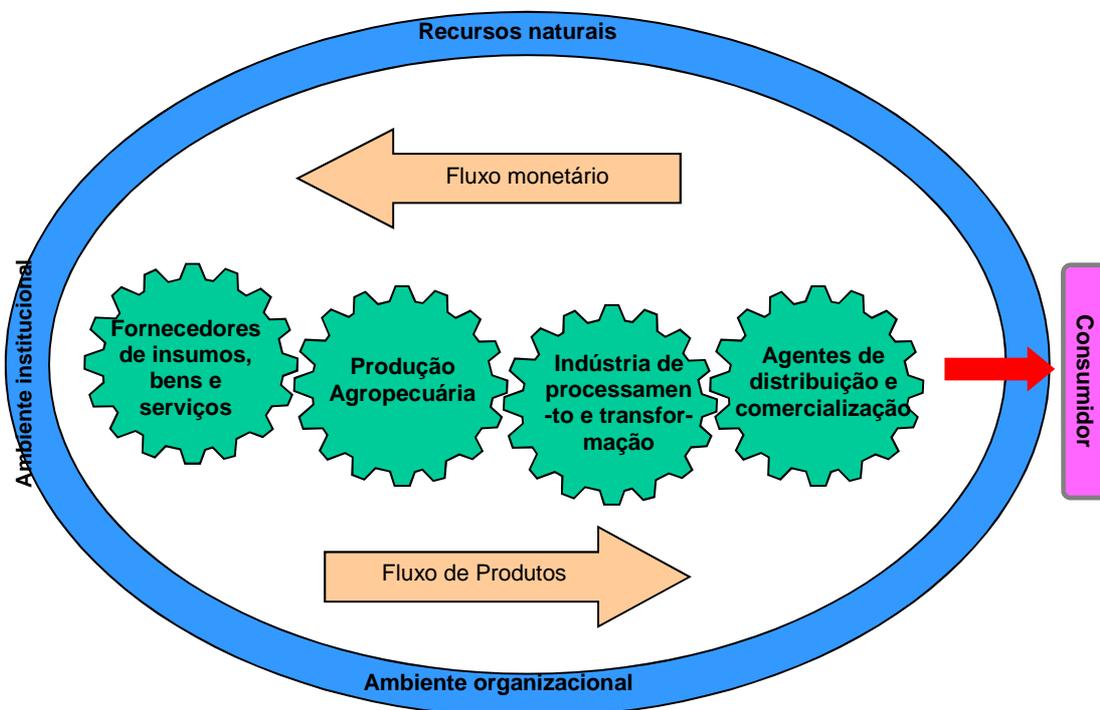
deixado de lado, o que acarreta em muitos casos problemas de contaminação, culminando assim em doenças em nosso cotidiano (SANCHES,2003).

Uma das fontes de contaminação de alimentos, ou até mesmo de água, são os produtos químicos usados no combate às pragas na lavoura. A esses produtos químicos é dado o nome de agrotóxicos, cuja finalidade é prevenir ou combater formas de vida que impeçam ou prejudique a atividade agrícola (MOURA, 2008).

A indústria dos agrotóxicos movimenta milhões por ano, para ser ter uma ideia o ramo do agronegócio criado justamente para tratar das movimentações, cotações que esse mercado necessita. O sistema envolve as somas total de operações de produção e distribuição de suprimentos, unidades de produção, escoamento, maquinaria e etc. agrícolas. É formado de cadeias produtivas em que, insumos, serviços, processamento, são elementos essenciais a fim de se levar o produtos de origem agropecuária ao consumidor final (JACOBI, 2003).

O Brasil é um país de dimensões continentais, e nessa perspectiva apresenta uma quantidade exuberante de terras, da quais muitas ainda apresentam sua vegetação natural, ou seja, intocadas, assim apresenta um excelente potencial para o agronegócio (MOURA, 2008).

Figura 1. Fluxo do agronegócio (MOURA, 2008).



O mercado mundial investe cerca de aproximadamente de US\$ 28 bilhões em produtos de origens agrícolas enquanto que no Brasil esse valor gira aproximadamente em torno de US\$ 7 bilhões anualmente, sendo que 38,9% desse valor são em agrotóxicos utilizados na região Sul. O Brasil consumiu 328.423 toneladas em 2001 de agrotóxicos,

dados esse que deve ter aumentado, já que se passaram 10 anos e a cada ano aumenta a produção na lavoura. Esses valores não expressam a espécie do agrotóxico e qual deles é o mais vendido. Analisando os maiores consumidores mundiais de agrotóxico, que representa cerca de 70% do mercado mundial, no ano de 2008 o Brasil já aparecia liderando o rank de países que mais consumia agrotóxicos (ANVISA, 2009).

No Brasil existem 33 fabricantes de produtos técnicos, sete grandes indústrias-multinacionais produtoras de agrotóxicos com 475 princípios ativos divididos em 537 produtos comerciais (RIBAS, 2009).

2.2 Agrotóxicos no Brasil

No Brasil, o uso de agrotóxico aconteceu por volta da década de 60-70 do século passado com a introdução de produtos químicos e máquinas nas lavouras, apoiado pelo plano de Sistema Nacional de crédito Rural, que oferecia empréstimos aos produtores e desse uma parte deveria ser gasta na compra de produtos químicos. Esse tipo de tecnologia trouxe de certa forma um maior crescimento na produtividade, já que era possível combater quaisquer tipos de doença que a lavoura pudesse apresentar (RIBAS, 2009).

O Brasil é atualmente o maior consumidor de agrotóxicos do mundo, respondendo pelo uso de 84% desses produtos em toda América Latina. Em 2008 o mercado de agrotóxicos movimentou 7 bilhões no país, mais que o dobro dos índices registrado em 2003 (GASPARINI, 2010).

Fato diretamente ligado aos altos investimentos é o aumento nas exportações desses produtos. Em 2008 o país já ocupa o 3º lugar nas exportações, atrás apenas dos Estados Unidos e União Europeia. Os resultados de pesquisa de 2008 revelam que apesar da crise financeira mundial, o Brasil teve produção agrícola recorde, com aumento de 9,1% em relação ao ano anterior. Tal crescimento foi motivado principalmente pelas condições climáticas favoráveis. Um exemplo é a produção de grãos, que atingiu a cifra de 154.400.000 cento e cinquenta e quatro milhões e quatrocentas mil toneladas naquele ano (IBAMA, 2010).

Figura 2. Taxa de crescimento das exportações, do Brasil, da União Europeia e dos Estados Unidos entre 2000 e 2008. Relatório Semestral – IBAMA, 2009

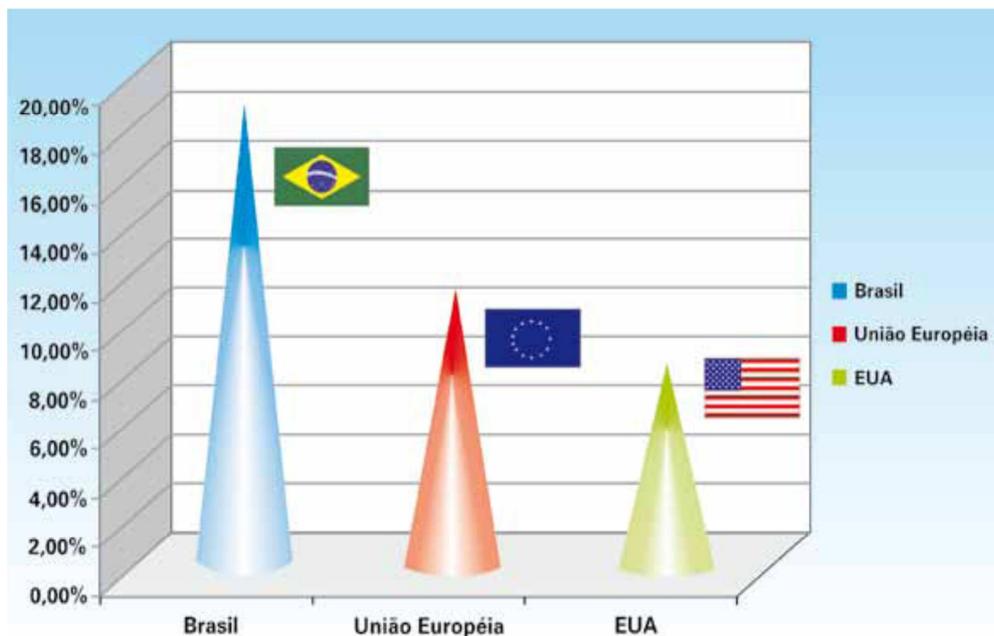


Figura 3. Consumo de Agrotóxico (GASPARINI, 2010; Mercado de Agrotóxicos, 2010).

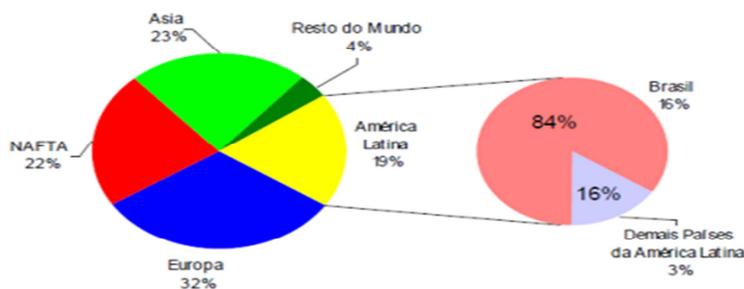
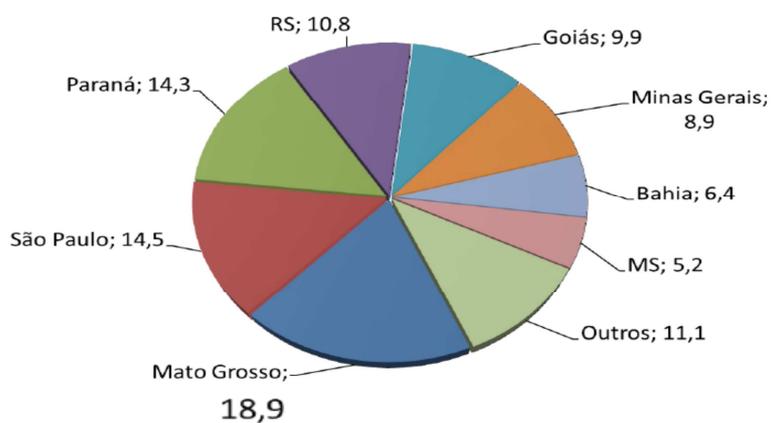


Figura 4. Uso de Agrotóxico por Estado (Relatório Semestral – IBAMA, 2009).



A facilidade de crédito também foi um atrativo, assim o produtor poderia obter o financiamento, e como consequência aplicar todo o dinheiro no preparo, manutenção e colheita da lavoura. Infelizmente toda essa facilidade não deu o suporte necessário para a qualificação às pessoas que trabalhavam no dia-a-dia com a lavoura, isso aconteceu principalmente em países em desenvolvimento. O resultado foi à exposição das comunidades a uma situação total de risco, dos quais eram ainda desconhecidos os efeitos desses produtos químicos no organismo humano, resultado de uso excessivo dos agrotóxicos nas lavouras Brasileiras.

Diante de tais fatos, começaram a surgir problemas de ordem de saúde pública, já que as pessoas passaram a adoecer, os filhos dos agricultores nasciam com problemas congênitos graves, incidências de câncer passou a aumentar em determinadas populações. Estudos demonstraram que três milhões de pessoas são contaminadas por agrotóxicos por ano no mundo e que 70% dos casos encontram-se distribuídas em países em desenvolvimento, onde a dificuldade de informação é o maior dos problemas, aliado a uma baixa educação e pouco controle ao uso desses componentes químicos. Não tendo outra fonte de renda essas populações se viam acudadas a continuar no campo trabalhando e se expondo cada vez mais (CAVALCANTI, et.al., 2010).

Esses problemas e outros tantos mais levaram vários pesquisadores a desenvolverem metodologias de forma a educar e informar contra os possíveis males causados pelos agrotóxicos, e assim não inibir o seu uso, mas ter uma consciência da melhor maneira de usar, respeitando os princípios de segurança.

2.3 A Química dos Agrotóxicos

Agrotóxicos, defensivos agrícolas, pesticidas, remédios de plantas (linguagem popular), são algumas das inúmeras denominações relacionadas ao um grupo de substâncias químicas utilizadas para o combate a pragas e doenças em plantas. O decreto de 4.074 de 4 de janeiro de 2002 que regulamenta a lei de nº 7.802 de 11 de julho de 1989, define os agrotóxicos e outras substâncias cuja finalidade seja combater pragas na lavoura:

Agrotóxicos e afins são produtos e agentes de processos físicos, químicos ou biológicos, destinado ao uso nos setores da produção agrícola, nas pastagens, na proteção de florestas nativas ou plantadas e de outros ecossistemas cuja finalidade é alterar a composição da fauna ou flora a fim de preservar - lá da ação danosa de seres nocivos bem como substâncias que possam de alguma forma agir de forma nociva na lavoura. (BRASIL, 2002, p.1).

Podem ser classificados quanto ao seu grupo químico, atuação ou quanto a sua toxicidade. O quadro abaixo mostra a classificação:

Quadro 1.Classificação dos Agrotóxicos (RIBAS,2009).

Classificação	Grupo químico	Intoxicação aguda	Intoxicação crônica
INSETICIDAS	Organofosforados e carbamatos	Fraqueza Cólica abdominal Vômito Espasmos musculares Convulsão	Efeitos neurológicos retardados Alterações cromossomais Dermatites de contato
	Organoclorados	Náusea Vômito Contrações musculares involuntárias	Arritmias cardíacas Lesões renais Neuropatias periféricas
	Piretróides sintéticos	Irritação das conjuntivas Espirros Excitação Convulsão	Alergias Asma brônquica Irritação das mucosas Hipersensibilidade
FUNGICIDAS	Ditiocarbamatos	Tonteira Vômito Tremores musculares Dor de cabeça	Alergias respiratórias Dermatites Doença de Parkinson Cânceres
	Fentalamidas	-	Teratogênese
	Dinitrofenóis e pentaclorofenol	Dificuldade respiratória Hipertermia Convulsão	Cânceres Cloroacnes
HERBICIDAS	Fenoxiacéticos	Perda de apetite Enjôo Vômito Fasciculação muscular	Indução da produção de enzimas hepáticas Cânceres Teratogênese
	Dipiridilos	Sangramento nasal Fraqueza Desmaio Conjuntivites	Lesões hepáticas Dermatites de contato Fibrose pulmonar

Um exemplo de agrotóxico usado no controle de insetos é o composto que apresenta cloro em sua estrutura por isso recebe a denominação de organoclorado. Um organoclorado são hidrocarbonetos (clorados) sintetizados pelo homem, portanto não ocorrem naturalmente no ambiente. São divididos em dois grupos: baixa massa molar e alta massa molar. Organoclorados de baixa massa molar são constituídos por solventes industriais como o cloreto de vinila e alguns clorofluorcarbonos (CFCs). São compostos voláteis o que acarreta baixa acumulação na biota aquática e terrestre e alta concentração na atmosfera (YOGUI, 2002).

Organoclorados de alta massa molar são constituídos por bifenilas policloradas. São compostos classificados como poluentes orgânicos persistentes já que sua persistência ocorre devido a sua baixa degradação no ambiente por processos bióticos e abióticos, por isso são

encontrados como poluidores de ambientes aquáticos e terrestre. Devido a sua persistência e elevada lipofilicidade acumula-se na cadeia alimentar, contaminando alimentos, acumula-se nos organismos humanos através da membrana gastrointestinal, contamina animais aquáticos através da respiração (brânquias e pulmões), e em alguns casos acontece também à contaminação cutânea (GRANDE, 2003).

A toxicidade proveniente desses compostos vem do fato de serem estruturalmente diferentes das substâncias encontradas na natureza, e, portanto, alguns microorganismos não tem capacidade de metabolizá-los, o que gera a sua acumulação. Outros fatores importantes para a sua persistência em meio aquático e terrestre é a estrutura química do composto, sua solubilidade, pH e a temperatura do meio (GRANDE, 2003).

O DDT (dicloro-difenil-tricloroetano), talvez tenha sido o herbicida mais famoso, devido aos acontecimentos que levaram ao seu uso. Foi sintetizado por pela primeira vez em 1874 por Othmar Zeidler, mas em 1930 foi Paul Müller que descobriu suas propriedades como agrotóxicos. Pelas suas descobertas e aplicação Müller ganhou o Nobel de 1948.

Inicialmente era considerado um agrotóxico ideal, já que apresentava elevada toxicidade para insetos e baixo custo financeiro. Usado no combate a malária, onde se pensou que seria o componente químico a erradicar a mesma. Com o tempo ficou evidente com o seu uso que os insetos começavam a apresentar certa resistência e os primeiros sinais no ambiente com o seu uso começavam a aparecer (SANTOS, et. al, 2006).

No ambiente pode sofrer processos de redução e oxidação, do qual será formado dois produtos com elevada toxicidade. Por via oxidativa forma o DDE (dicloro-difenil-dicloroetileno), quando uma molécula do DDT perde um átomo de cloro e outro de hidrogênio. Já a via de redução apenas um átomo de cloro é perdido, formando-se assim o DDD (dicloro-difenil-dicloroetano).

O DDD é usado também no controle de insetos, já que apresenta uma elevada toxicidade para insetos em comparação ao DDT. Não apresenta toxicidade significativa para animais aquáticos. Diferentemente, o DDE apresenta pouca toxicidade para insetos, e elevada para animais aquáticos, o que de certa forma pode levar a sua acumulação. Estudos descrevem que a maioria de organoclorados que estão em ambientes aquáticos se encontra na forma de DDE (YOGUI, 2002).

Um outro representante da classe dos organoclorados é o conhecido Aldrin de fórmula $C_{12}H_8Cl_6$. É rapidamente absorvido pelo trato gastrointestinal, bioacumulativo, já que é lipossolúvel. É sintetizado pelo processo conhecido como reação de Diels-Alder, daí a

origem de seu nome. Na natureza é transformado em dieldrin e epóxidos, ambos mais tóxico que o aldrin original. No quadro acima é possível encontrar alguns dos efeitos, resultado da toxicidade desse inseticida (YOUNG, 2002).

Outro agrotóxico bastante utilizados são os organofosforados. São compostos orgânicos que apresentam o elemento fósforo em sua estrutura. Amplamente utilizado na agricultura como inseticida e herbicida, nesse último usado como regulador do crescimento de plantas.

Os primeiros compostos organofosforados foram preparados na idade média, contudo seu estudo com maior ênfase foi realizado no século XIX, com a esterificação do ácido fosfórico. Alguns anos mais tarde começaram a surgir uma sequência de estudo sobre fosfinas, tendo a partir daí um rápido avanço no desenvolvimento desses compostos (JÚNIOR, 1999).

Somente em 1930 que os estudos indicaram que os compostos de fósforos apresentavam ação inseticida e tóxica, e assim começaram aparecer os primeiros compostos fosforados na indústria com esse fim (COUTINHO, 2010).

O fósforo, eletronegatividade intermediária comparada a outros elementos, e seu número de coordenação normalmente é igual a três. Ligado pentavalentemente, possui três ligações simples e uma dupla com o átomo de oxigênio ou outros átomos bivalentes. Algumas exceções a essa regra são seus sais quaternários de fórmula química $R_4P^+X^-$. Seus compostos trivalentes são bons agentes redutores, devido aos pares de elétrons não ligantes e a fácil formação de $P=O$, assim os compostos são facilmente oxidados pelo oxigênio, ozônio e etc. (SANTOS et al, 2006).

Sua força de ligação quando ligado ao átomo de carbono é similar ao da ligação carbono-carbono, e como resultado torna os compostos organofosforados resistentes à oxidação e hidrólise (SANTOS et al, 2006).

A atividade dos compostos organofosforados está diretamente ligada com as características estruturais que o composto venha assumir, como por exemplo, o tipo de átomo ou grupo ligado ao fósforo e seu estado de oxidação (YOUNG, 2002).

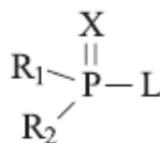
O fósforo e seus compostos estão intimamente ligados à natureza, já que são necessários para manutenção da vida. É constituinte do protoplasma, a parte viva da célula, em que encontra-se proteínas, ácidos nucleicos e etc.. O estudo da reatividade de seus compostos é algo ainda muito recente (CAVALIERE et al, 2006).

Nos dias atuais, vários compostos de fósforo são usados, principalmente compostos inorgânicos, como ácido fosfórico, muito utilizado na indústria de fertilizantes, bebidas, indústria farmacêutica, indústria de detergentes e etc. Os compostos orgânicos contendo fósforo também ganha destaque, já que vem sendo utilizados como estabilizantes na indústria de plásticos, anti-oxidantes, utilizado com organometálicos no desenvolvimento de novos compostos com aplicações variadas, uso na indústria de agrotóxicos e etc. (SANTOS et al, 2007).

Os organofosforados são produtos altamente lipossolúveis. Os utilizados como inseticidas são os menos voláteis. São rapidamente absorvidos por quaisquer via, pele, mucosas, pulmões e gastrointestinal. Sua eliminação se dar por via hepática, por isso sua contaminação prejudica as funções do fígado. Sua excreção se dar como produtos de hidrólise da urina. O uso dos compostos organofosforados como inseticida é devido a excelente atividade biológica que associada a sua instabilidade na biosfera, propiciando a meia-vida desses compostos em plantas em torno de 2 a 10 dias. Os inseticidas organofosforados surgiram numa tentativa de substituir os inseticidas organoclorados, já que apresentava baixo custo, facilidade em sua obtenção, e baixa toxicidade para vários ambientes tratados (SANTOS et al, 2007).

Os inseticidas organofosforados são ésteres ou tiois, que deriva do ácido fosfórico, apresentando sua estrutura de acordo com a figura 2, em que X pode ser O, S e Se; L pode ser halogênios, alquil, aril ou heterocíclicos, e R₁ e R₂ pode ser alquil, SR', OR' ou NHR'. Outra importante característica que coloca os inseticidas organofosforados a frente dos organoclorados é a baixa carga residual com pouca estabilidade no ambiente, limitando-se assim a acumulação em organismos vivos, caracterizando que uma taxa elevada do agrotóxico é eliminada após o contato (SANTOS et al, 2007).

Figura 5. Inseticida Organofosforado (SANTOS et al, 2007).



Os organofosforados como herbicidas atuam nas enzimas que apresentam aminoácidos no sitio ativo, inibindo as colinesterases, principalmente a acetilcolinesterases, o que aumenta o nível de acetilcolina nas sinapses provocando assim distúrbios cardiorrespiratórios em mamíferos (CAVALIERE, et al, 2006).

Um dos representantes do grupo é o Paration de fórmula química $C_{10}H_{14}NO_5PS$. É um líquido marrom, muito usado em cultura de peixe, no combate a parasitas, o que acarreta a contaminação de águas, já que é bioacumulativo. Foi o primeiro a ser estudado, levado em questão efeito da sua atividade/estrutura, surgindo como o inseticida revolucionário .

Herbicidas são compostos que aplicado às plantas reagem em seus constituintes morfológicos interferindo nos sistemas bioquímicos promovendo efeitos de grau variáveis o que poderá ou não levar a morte (GRANDE, 2003).

Os herbicidas é a classe de agrotóxico destinado para o controle de ervas-daninha, atua principalmente nas raízes, impedindo seu desenvolvimento. Classificam-se em orgânicos e inorgânicos (menos usado nos dias atuais). Os herbicidas inorgânicos eram utilizados antes do surgimento dos orgânicos, entravam em formulações não seletivas ou como dessecantes de folhagem. Não apresentavam carbono em suas estruturas, eram de origem mineral, constituída principalmente de arsênio, cobre, boro, mercúrio, enxofre, estanho ou zinco. Nos dias de hoje são poucos usados ou foram até eliminados devido à presença de mercúrio e arsênio. Um exemplo de herbicida inorgânicos é o arsenito de sódio de estrutura $NaAsO_2$, um sólido cristalino constituído de cátions de sódio e ânions $[AsO_2]_n^{-n}$ formando cadeias infinitas (COUTINHO, 2010).

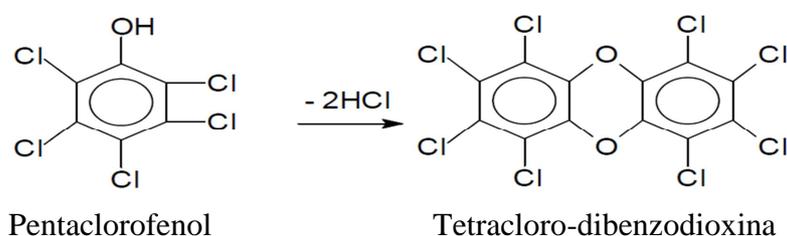
Os herbicidas orgânicos começaram a ser usado após a Segunda Guerra, com o surgimento do DDT (diclorodifeniltricloroetano), o que significa que a maioria dos seus produtos é de origem sintética.

Um representante da classe são os fenoxiacéticos. O 2,4-D talvez tenha sido o mais utilizado da classe, sua fórmula química é $C_8H_6O_3Cl_2$. É um herbicida persistente no meio ambiente, permanecendo no solo aproximadamente 90 dias. Após esse período ele se degrada formando o ácido fenóxi acético, o seu precursor, e também o precursor do agente laranja, já que esse era constituído da mistura do 2,4-D com o 2,4,5-T, usado como arma química na guerra do Vietnã. O 2,4-D apresenta massa molar 221,04 g/mol, solubilidade em água de 620 mg/L, baixa sua solubilidade em água, acumulando-se em tecidos gordurosos, o que gera um fator de risco para as pessoas, já que sua acumulação gera problema de natureza congênita (MOURA, 2008).

Os fungicidas são agrotóxicos usados no controle de fungos. Tem por objetivo evitar a penetração de fungos na planta, criando assim uma capa protetora quando da sua aplicação, por isso requer uma aplicação constante, pois uma simples chuva é o suficiente para a sua remoção. Um representante da classe é o pentaclorofenol, de fórmula química C_6HCl_5O , é um

sólido cristalino de coloração cinza, sendo praticamente insolúvel em água. Usado na conservação de madeiras, protegendo de fungos e cupins, é utilizado também no tratamento de fibras têxteis para manter a sua conservação, e na preservação de adesivos a base de amidos em colas e tintas. Seu processo de obtenção envolve duas rotas sintéticas: uma hidrólise alcalina do hexaclorobenzeno com posterior tratamento com um ácido, envolve a cloração direta do fenol através de uma reação de substituição utilizando AlCl_3 como catalizador da reação. Apresenta alta toxicidade por via oral, e subcutânea. Quando em ação transforma-se em TCDD (Tetracloro-dibenzodioxina), substância de elevada toxicidade (CARRARO, 1997).

Figura 6. Fungicidas (CARRARO,1997)



Outras classes de agrotóxicos são os raticidas, destinado ao controle de roedores, os acaricidas, destinados ao controle de ácaros e os nematicidas, destinado ao controle de nematóides.

Propriedades físico-químicas dos agrotóxicos, função química, assim como frequência de uso, métodos de aplicação, características bióticas e abióticas, condições meteorológicas determinaram o destino dos agrotóxicos no ambiente. Esses processos, entretanto, podem revelar como o agrotóxico se comportará, interagindo com as partículas do solo e com outros componentes, como por exemplo, velocidade de evaporação, solubilidade em água, bioacumulação e etc. (CARRARO, 1997).

Na figura 3 é possível encontrar a classificação quanto ao nível de toxicidade dos agrotóxicos com efeitos a saúde humana.

Tabela 1. Classificação Toxicológica dos Agrotóxicos (RIBAS, 2009).

Classe toxicológica	Toxicidade	DL50	Faixa colorida
I	Extremamente tóxico	≤ 5 mg/kg	Vermelha
II	Altamente tóxico	Entre 5 e 50 mg/kg	Amarela
III	Mediamente tóxico	Entre 50 e 500 mg/kg	Azul
IV	Pouco tóxico	Entre 500 e 5000 mg/kg	Verde
-	Muito pouco tóxico	Acima de 5000 mg/kg	-

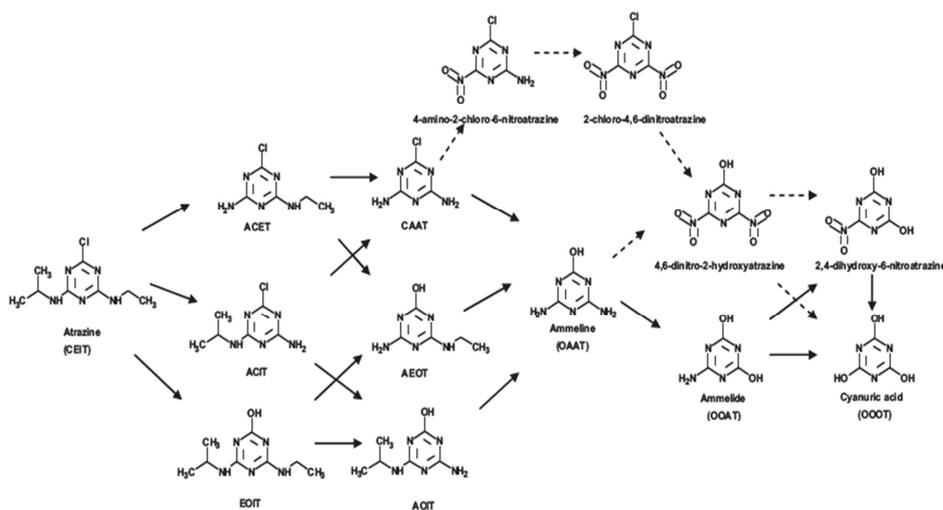
Um problema recorrente da aplicação dos agrotóxicos é a sua persistência ao meio ambiente. Esse processo depende da eficiência dos processos físicos de transformação. Sabe-se que alguns fungicidas inorgânicos podem persistir durante décadas no ambiente. Entretanto a maioria dos fungicidas orgânicos é de pouca duração apesar dos produtos de sua degradação permanecer longos períodos no ambiente. (SANTOS, et. al 2006).

Os agrotóxicos também podem sofrer, devidos aos fatores naturais, degradação. O resultado disso é a formação de produtos que também pode contribuir para a poluição ambiental. Um exemplo abaixo é a degradação do herbicida atrazina. É um herbicida que ainda é muito utilizado no Brasil. Pertence à família das triazinas, e também apresenta pouca solubilidade em água, 30 mg/L. É usado na agricultura no combate as ervas daninhas, atuando no processo de fotossíntese da erva daninha.

É um contaminante potencial para água já que apresenta um elevado potencial para escoamento, elevada persistência em solo, hidrólise lenta, baixa pressão de vapor, solubilidade baixa para moderada em água, adsorção moderada em matéria orgânica e argila. Estudos relatam que a persistência da atrazina é de aproximadamente oito meses (SANTOS, et. al 2006).

A molécula de atrazina não é facilmente degradada, apesar de alguns estudos indicarem que alguns microorganismos mostram-se capazes em decompor o herbicida em NH_3 e CO_2 , principalmente por bactérias do gênero *Rhodococcus*, *Norcadia*, *Bacillus* e *Pseudomonas* (UETA, 2003). Abaixo encontra-se uma figura em que descreve os possíveis produtos da degradação do herbicida atrazina, resultados de processos naturais.

Figura 7. Produtos da degradação do herbicida atrazina (Lopez-Muñoz, 2010).



2.4 Agrotóxico e o Meio Ambiente

Nos últimos tempos tem se observado o aumento bastante considerado do uso de agrotóxico, seja em lavouras, jardins e etc. O resultado disso é uma série de transtornos e modificações no ambiente, que se faz por contaminação de comunidades de seres vivos que compõe certos nichos ecológicos, como por acumulação nos segmentos bióticos e abióticos como água, ar e solo (MOURA, 2008).

Um dos efeitos indesejados é a contaminação de espécies não-alvo. Um claro exemplo disso é quando o agrotóxico consegue entrar em contato com recursos hídricos. Assim, como esses recursos participam da maioria dos ciclos biogeoquímicos, uma grande quantidade de seres vivos são expostos à contaminação (RIBAS, 2009).

No solo, a contaminação afeta os processos biológicos de ofertas de nutrientes, provocando uma variação na matéria orgânica, ocasionando mortes de microorganismos e invertebrados que se desenvolvem no solo. O resultado disso é a alteração da quantidade de nutrientes no solo, pois, o agrotóxico, interfere no processo de desenvolvimento de bactérias fixadoras de nitrogênio (RIBAS, 2009).

A contaminação das águas superficiais é resultado de um uso excessivo de agrotóxicos, sem que ocorra nenhum controle no manuseio, quantidades exorbitantes são lançadas ao solo, assim todo excedente é carregado por lixiviação, e o resultado é a contaminação de rios, lagos e lençóis subterrâneos. Uma vez inserido os agrotóxicos, algas, peixes, todo ambiente aquático está sujeito à contaminação, já que muitos deles são bioacumulativos (BORTOLUZZI, 2005).

Os agrotóxicos podem atingir os seres humanos de maneira direta ou indireta. De forma direta é a exposição ocupacional a que estão sujeitos milhares de trabalhadores rurais, e de forma indireta é ocasionado pela ingestão de alimentos contaminados, ou pela exposição em ambientes contaminados (GASPARINI, 2010).

Os efeitos dos agrotóxicos nos seres vivos são devastadores. A maioria acumula-se no organismo e como consequência ocorre má formação congênita, alguns são neurotóxicos, atuando diretamente no sistema nervoso, alergias respiratórias, câncer, lesões na pele entre outras. Nos animais pode ocasionar má formação no corpo, de carapaças, alteração de certos

predadores de uma região, alterando assim o equilíbrio natural, resistência química, diminuição da matéria orgânica e etc.(BORTOLUZZI, 2005).

Vários métodos hoje em dia são utilizados para o controle de agrotóxicos no meio ambiente, desde o monitoramento das substâncias presentes ou até mesmo alguns parâmetros como a respiração do solo, avaliação da presença de metais tóxicos, carga de sedimentos e de organismos, análise de fósforo, nitrogênio e carbono orgânico, todos esses parâmetros aliado a análise de moléculas de agrotóxico em microbacias hidrográficas, auxilia na determinação do nível de poluição, subsidiando a sua identificação e origem, o que permite elaborar estratégias adequadas para cada solo/área. Isso implica no monitoramento de microorganismos presentes, e como resultado verificar possíveis efeitos que os agrotóxicos possam está causando, tanto em solos como em águas de superfície (RIBAS, 2009).

2.5 Química Verde e Agrotóxico

Em meados da década de 90 começa surgir às primeiras preocupações com a questão ambiental, principalmente com os resíduos de natureza química. Assim a questão começou a ganhar corpo, em que se buscavam planos que produzisse quantidades mínimas de produtos químicos, soluções que começava desafiar as grandes produções industriais principalmente no fim da linha de produção, já que muitos produtos que não eram utilizados surgiam nessa fase da produção industrial como resíduo químico (LENARDÃO, et al, 2002).

Esse problema levou ao surgimento de uma corrente na química preocupada com as questões ambientais, e que esteja totalmente focada na redução dos impactos da atividade química no ambiente, rompendo assim com formas tradicionais do conhecimento químico, culminando assim em um setor que realmente estivesse preocupado com resultados dos processos químico no ambiente. A esse novo campo que surgia dava-se o nome de química verde (MOURA, 2008).

As primeiras ações começaram com a agência norte-americana EPA (Environmental Protection Agency) através do lançamento de programas de rotas sintéticas alternativas que tivesse como resultado a prevenção da poluição, diminuição de resíduos gerados, tudo consistindo em financiamentos de projetos de pesquisa que tivesse como base rotas sintéticas que gerasse a diminuição da poluição e produção de produtos indesejáveis. Em seguida vários programas começaram a surgir com a mesma perspectiva, premiando jovens cientistas que tivessem suas linhas de pesquisa voltada para esse tema (CARRARO, 1997).

Diante da necessidade de uma busca limpa para resíduos químicos, Lenardão 2002, definiu química verde como desenvolvimento, implementação de produtos químicos e processos para reduzir ou eliminar o uso e geração de substâncias que são nocivas à saúde e ao ambiente. Conceito que deriva de uma tecnologia com princípios limpos e já comuns em várias aplicações em processos industriais principalmente em países que há muito tempo tem uma química bastante desenvolvida, e controle rigoroso de seus resíduos produzidos, e de suas emissões, e que aos poucos ganha vários segmentos da sociedade (LENARDÃO et al, 2002).

Esse conceito surge de uma política opositora de processos químicos que oferecem de alguma forma problemas de cunho ambiental, e que possam ser substituídos por alternativas menos poluentes (LENARDÃO et al, 2002).

Os processos que surgem do conceito da química verde podem ser divididas em três categorias:

- 1- Uso de fontes renováveis ou recicladas de matéria-prima;
- 2- Elevação da eficiência energética, ou uso consciente da mesma para a produção de mesma ou superior quantidade de produtos e;
- 3- Evitar, limitar ou usar de forma planejada substâncias persistentes, bioacumulativas e tóxicas.

O terceiro tópico encaixa-se perfeitamente a temática dos agrotóxicos já que são tóxicos muitos bioacumulativos e apresenta difícil degradação (MOURA, 2008).

Baseado nas categorias acima, vários pesquisadores costumam em seus trabalhos enquadrar a química verde em 12 princípios, conhecido como princípios elementares da química verde. Esses princípios são os fundamentos principais em que se baseia a química verde, servindo assim de referências para implantação de quaisquer projetos dessa natureza, sejam em universidades, indústrias, escolas de educação básica e etc. (LEAL, 2008). Os 12 princípios seguem abaixo.

- 1- Prevenção: Evitar a produção do resíduo é a melhor opção, em vez de tratá-lo ou limpá-lo após a sua geração.
- 2- Economia de Átomos: A elaboração de metodologias sintéticas que incorporem todos os materiais de partida ao produto final.
- 3- Síntese de Produtos menos Perigosos: A síntese de qualquer composto é recomendável que se utilize substâncias que não ofereça qualquer risco de toxicidade para a saúde humana e para o ambiente.
- 4-Planejamento de Produtos Seguros: Produtos químicos devem ser planejados para determinado fim, e o mesmo não seja capaz de ser/gerar produtos tóxicos.

5-Solventes e Auxiliares Seguros: Substâncias que auxiliam reações químicas devem na medida do possível ser desconsiderada o seu uso, e em caso de uso que sejam inertes para a saúde humana e para o meio ambiente.

6- Busca pela Eficiência de Energia: É sabido que o uso de energia em processos reacionais causa impactos ambientais e econômicos e com isso devem ter seu uso limitado. Assim, na medida do possível, processos químicos devam ser conduzidos em temperatura ambiente, à pressão atmosférica de 1 atm.

7-Uso de Fontes Renováveis de Matéria-Prima: Quando um processo é economicamente e tecnicamente viável com uso de matéria-prima renovável, deve-se preferi-las em detrimento de matéria-prima não renovável.

8-Evitar a Formação de Derivados: Em muitas reações se faz uso de outros reagentes com a finalidade de proteger grupos, de ativar centros, modificar estruturas, alterar/ modificar propriedades físico-químicas e etc.. Reagentes dessa natureza não devem ser utilizados ou em casos extremos, deve ter o seu uso controlado, pois seu excesso em meios reacionais podem gerar grandes quantidades de resíduos.

9-Catálise: Com o desenvolvimento de vários catalisadores, a química catalítica vem ganhando com o passar dos anos grande destaque devido sua contribuição em processos limpos e isso reflete no ambiente e consequentemente na sociedade moderna. Vários são os catalisadores capazes de despoluir águas superficiais, de influenciar a reação no produto desejado, pois tamanha é a sua seletividade. Assim sendo, o uso de reagentes catalíticos seletivos é sempre melhor que os estequiométricos.

10-Planejamento para a Degradação: O final de um processo, é necessário que o produto se degrade e gere compostos mais inertes sem qualquer persistência no meio.

11-Análise em Tempo Real para a Prevenção da Poluição: Com o desenvolvimento de outras técnicas e o avanço da engenharia, um maquinário adequado deve ser utilizado em conjunto com qualquer sistema reacional afim de monitorar/acompanhar a produção, evitando-se assim a produção de substâncias indesejadas que venha a ser nocivas.

12-Química Segura para Prevenir Acidentes: Antes de qualquer coisa, todo processo químico deve ser conduzido respeitando todas as normas de proteção individual, de segurança na utilização de reagentes químicos, de identificação de produtos químicos e suas potencialidades, com intuito de evitar grandes catástrofes como explosões, vazamentos, incêndio e etc. (LENARDÃO et al, 2002, p.124).

Em face dos 12 princípios apresentados, a química verde tem como preocupação o desenvolvimento de tecnologias e processos eficaz de combate à poluição. Obviamente a aplicação dos princípios leva a uma regulamentação, controle de uso dos produtos químicos, afim de não necessitar atitudes desnecessárias para posterior controle. Isso proporciona um controle maior nas ações, pois seremos beneficiados, e a regulamentação tem como resultado imediato a diminuição do armazenamento, tratamento de resíduos, descontaminação e o pagamento de indenizações (PRADO, 2003).

Ao longo dos anos, estudos têm revelado os impactos que o planeta vem sofrendo diante das atividades antrópicas, resultado de anos de exploração sem qualquer preocupação

com o ambiente. A mídia em seu papel de noticiar fatos e acontecimentos sempre destaca as atividades de queimada, derrubada de árvores, tudo isso ligado a algum setor de produtivo (PRADO, 2003).

Talvez a resposta para solução em parte desse problema consiste na combinação de fatores dos quais os econômicos, científicos e sociais, aliado as contribuições de preservação, culminam na tomada de medidas em que a destruição do meio ambiente seja fruto de um pensamento arcaico e superado (PRADO, 2003).

Daí surge um pensamento que incentiva e auxilia a construção de um desenvolvimento em que se supere o avanço a custa da degradação do ambiente. O desafio maior é a conscientização e o desenvolvimento de tecnologias ambientalmente corretas, com suas bases fincadas nos princípios da química verde, englobando assim todas as áreas do conhecimento, resultando em uso de reagente renováveis e inerte ao ambiente, uso de compostos seguros, uso de solvente não tóxico ou com baixíssima toxicidade, menores geração de resíduos e etc. (PRADO, 2003).

Contribuição da Química no Uso dos Agrotóxicos

A química como ciência teórica e experimental muito tem feito em pró da sociedade moderna, tanto é que seu avanço tem melhorado a qualidade de vida e como resultado imediato o aumento da expectativa de vida em alguns países como o Brasil.

Uma importante relação que de fato é resultado da evolução da química na sociedade moderna é sua abordagem no cotidiano do aluno, numa perspectiva que busca alcançar o interesse não só de alunos, mas também da sociedade a problemas de poluição ambiental, contaminação, drogas e etc., problemas esse que tem muitos conceitos químicos envolvidos (MARTINS, MARIA e AGUIAR, 2003).

Muitas são às vezes cujos principais meios de comunicação, que por falta de conhecimento superficial do assunto passa uma informação incompleta, em vez de esclarecer acabam por gerar outros conflitos, pois informações que são passadas em muitas vezes apresentam conceitos divergentes (MARTINS, MARIA e AGUIAR, 2003).

Nesse contexto o conhecimento químico no cotidiano ganha destaque. Em seu entendimento, ele deve ser apresentado em um nível apreciável para o desenvolvimento dos alunos, em que seja necessário o estabelecimento de uma relação, mesmo que mínima entre o cotidiano/química/aluno (LINSINGEN, 2002).

De fato, o tema agrotóxico é um assunto muito presente nos meios de comunicação. O seu uso está diretamente ligado à produção de alimentos, e seu uso sem devida precauções oferece risco a saúde da sociedade. O tema agrotóxico é motivador, pois é recheado de conceitos em vários segmentos como na biologia, na química, na ambiental, entre tantos outros (CAVALCANTI, et al, 2010).

A química com respeito a manejo e uso de agrotóxico tem desenvolvido vários sistemas, metodologias, ou outras fórmulas menos agressivas ao ambiente. Um sistema bastante conhecido na indústria de farmácia e que tem sido levado para o campo é o sistema de liberação controlada (MOURA, 2008).

Nesse sistema o agrotóxico é inserido numa matriz, que pode ser orgânica, inorgânica, e com a alteração de alguma propriedade físico-química é liberada controladamente por um tempo prolongado em uma única dose. Esse sistema possibilita a manutenção do nível de agrotóxico acima do qual sua aplicação seja eficaz e baixo do qual seja tóxica ao ambiente, o que difere bastante do uso convencional, em que é necessário administrar uma quantidade máxima, pois acontecem muitas perdas devido a diversos fatores, como lixiviação, degradação por fatores naturais, como a luz solar e etc. (PRADO, MOURA e NUNES, 2011).

O sistema apresenta as seguintes vantagens:

- Aumento da eficácia do herbicida;
- Redução da toxicidade;
- Utilização de menores doses;
- Proteção do agrotóxico, entre outras.

Na busca de compostos com menor persistência no meio, a indústria química desenvolveu o glifosato. É um herbicida não seletivo, mata tudo que encontra pela frente em se tratando de ervas daninhas. É o principal ingrediente do Roundup, herbicida da fábrica Monsanto, multinacional. Alguns estudos indicam pouca persistência ou nenhuma ao solo. Segundo o relatório de produtos comercializados do IBAMA, é classificado na classe III. Os estudos sobre esse herbicida ainda estão sendo realizado, e os dados até o presente momento são um pouco divergentes (IBAMA, 2010).

Outro sistema usado no auxílio da diminuição do uso de agrotóxico é o Manejo Integrado de Pragas (MIP), que emprega métodos técnicos e culturais químicos e biológicos que são elaborados através de programas que levam em princípio as características do ambiente (IBAMA, 2010).

Esse sistema favorece o uso das práticas de rotação e manejo de culturas, e o cultivo de várias espécies de plantas em um mesmo solo.

O uso de substâncias químicas que atuam no processo de comunicação entre os seres vivos de mesma espécie, principalmente insetos, são também utilizadas no controle de pragas. Essas substâncias, chamadas de feromônios tem a finalidade de atuar no comportamento, atitude, percepção, na busca por alimento, na fuga, no acasalamento, ou qualquer outra situação que propicie estado de alerta (QUADROS, 1998).

Sabendo-se disso, os pesquisadores começaram desenvolver mecanismos em forma de armadilha para atrair espécies de praga de determinada cultura, e assim diminuir as infestações. Esse tipo de prática também é muito comum no monitoramento de populações de praga, que é a referência nos métodos de controle (QUADROS, 1998).

Alternativa ao uso de agrotóxico é a agricultura orgânica. Não emprega o uso de produtos químicos na manutenção da cultura. Ambientalmente, é a técnica mais favorável, já que não requer manutenção, síntese, manejo com nenhum produto químico. Apresenta uma limitação que a desfavorece comercialmente, o preços praticado. Os preços de alguns alimentos são mais caros que seus convencionais. O problema é a demanda ser muito maior que a oferta, e assim encarece os preços, o que favorece o consumo desses produtos por apenas uma pequena parcela da população (IBAMA, 2010).

A lei de nº 10.831 que trata da agricultura orgânica diz que:

Considera-se sistema orgânico de produção agropecuária todo aquele em que se adotam técnicas específicas mediante a otimização do uso de recursos naturais e socioeconômicos disponíveis em que a respeito a integridade cultural das comunidades rurais, tendo por objetivo (BRASIL, 2003, p.1):

- 1-Oferta de produtos saudáveis isentos de contaminantes intencionais;
- 2-Preservação da diversidade biológica dos ecossistemas naturais e a recomposição ou incremento da diversidade biológica dos ecossistemas modificados em que se insere o sistema de produção;
- 3-Incrementar a atividade biológica do solo;
- 4- Promover um uso saudável do solo, da água e do ar, e reduzir ao mínimo todas as formas de contaminação desses elementos que possam resultar das práticas agrícolas;
- 5- manter ou incrementar a fertilidade do solo a longo prazo;
- 6- a reciclagem de resíduos de origem orgânica, reduzindo ao mínimo o emprego de recursos não-renováveis;
- 7- basear-se em recursos renováveis e em sistemas agrícolas organizados localmente;
- 8-incentivar a integração entre os diferentes segmentos da cadeia produtiva e de consumo de produtos orgânicos e a regionalização da produção e comércio desses produtos;

9- manipular os produtos agrícolas com base no uso de métodos de elaboração cuidadosos, com o propósito de manter a integridade orgânica e as qualidades vitais do produto em todas as etapas (BRASIL, 2003, p.1).

CAPÍTULO 3

PROPOSTA TEXTO DIDÁTICO PARA ENSINO MÉDIO

O capítulo que segue é a proposta do texto didático sobre o tema agrotóxico voltado para alunos do ensino médio em que serão abordados conceitos, informações regionais, fatos históricos, entre outros.

3.1 Histórico do uso dos Agrotóxicos

Inicialmente os agrotóxicos disponíveis eram somente aqueles que continham arsênio, mercúrio em sua composição, o que os tornavam bastante tóxicos. Eles surgiram com a finalidade de combater doenças infecto-contagiosas transmitidas por insetos de regiões de clima quente. Um exemplo de grande utilização aconteceu durante a Primeira e Segunda Guerra Mundial. Vários países Europeus nesses dois períodos se encontravam em guerra, e devido às invasões e constantes mudanças de clima os soldados estavam sujeitos a contrair doenças transmitidas por mosquitos.

No final da Primeira Guerra Mundial, o Tifo já havia causado cinco milhões de mortes. Esta doença é causada pelas fezes do piolho humano, que em contato com pequenas feridas da pele libera a bactéria responsável pela doença. Na Segunda Guerra, o Japão cortou o fornecimento de um inseticida usado no combate à praga de piolho, carrapato, e outros parasitas causadores de moléstias, devido os desvios dessas armas para fins bélicos. Comprovadamente, os agrotóxicos foram muito úteis nesses períodos, já que ajudou a salvar milhares de vida e a combater milhares de pragas além de ser usado como arma. Toda essa eficácia no combate as pragas logo se estenderia o uso dos agrotóxicos para outros setores da sociedade como agricultura (CARRARO, 1997).

Agricultura e o Centro-Oeste

Durante muito tempo, várias formulações de agrotóxicos foram usadas em países de clima quente, inclusive o Brasil, no combate a malária, febre amarela e outros hospedeiros intermediários causadores de doenças.

A agricultura sempre foi um dos principais pilares da economia brasileira. Não tardaria muito para que os agrotóxicos fossem introduzidos por aqui, já que o Brasil oferece todas as

condições favoráveis para doenças e pragas na lavoura. As primeiras unidades de agrotóxicos utilizadas no Brasil datam por volta de 1940, mas somente na segunda metade dos anos 70 é que se constituiu a indústria de agrotóxicos no Brasil (IBAMA, 2010).

Dessa forma, o setor agrícola no Brasil tem se expandido ao longo dos anos, e vários lugares tem se destacado com elevada produtividade. Um exemplo é a região Centro-Oeste.

A região Centro-Oeste é dividida em 4 unidades federativas: Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás e Distrito Federal. Apresenta uma área de aproximadamente 1.606.370 Km², o que significa possuir a segunda maior região do Brasil em extensão territorial. Entretanto é a região menos populosa do país e conseqüentemente a que apresenta a segunda menor densidade populacional, perdendo apenas para a região Norte. O resultado disto é grandes lugares com inchaço populacional e outros com enormes lugares vazios, que vem sendo utilizado para agricultura, setor em que vem se destacando essa região.

Na agricultura, a região Centro-Oeste destaca-se pelo cultivo do milho, soja, algodão, feijão, arroz entre vários outros alimentos. O Estado do Mato Grosso durante há algum tempo lidera a produção de grãos no país, correspondendo com 19,6% de participação na produção nacional (IBGE, 2011).

Depois de fornecido alguns dados relativos à região Centro-Oeste, daremos maior enfoque em Brasília, cidade arquitetonicamente planejada, que inicialmente apresentava uma área destinada para a agricultura, conhecido como cinturão verde, e hoje são os condomínios que se encontram nessas regiões. Apesar disso, outras áreas para o plantio, localizadas em regiões ao redor do Distrito Federal foram se despontando, e são essas áreas responsáveis pela produção de médio e pequeno porte de tomate, feijão, e em menor proporção arroz. São culturas que foram sendo trazidas para o Centro-Oeste Brasileiro na medida em que ocorre a ocupação de espaços no Brasil-Central.

Atualmente o Centro-Oeste ocupa a maior área ocupada de tomate com destino industrial. Isso é possível graças ao clima seco durante certo período do ano o que favorece o tomateiro, a topografia do solo facilita a mecanização.

O feijão é um dos principais componentes básicos da alimentação do Brasileiro. No Centro-Oeste o período de cultivo é basicamente em três vezes ao ano, conforme a semeadura.

Vários fatores foram determinantes para cultivar soja na região Centro-Oeste, entre eles:

- A construção de Brasília, o que possibilitou melhores condições de infraestrutura;
- Incentivos fiscais, baixos valores de terra comparados aos da região Sul;
- Topografia altamente favorável;
- Alto nível tecnológico de produção e etc.

Por fim, a cultura de morango que começou a se desenvolver no Brasil a partir de 1960, destacando-se inclusive a cidade satélite de Brazlândia e redondezas pelo seu cultivo. O interesse cresce a cada ano pela alta rentabilidade que o morango proporciona ao agricultor.

Nem tudo é maravilha na agricultura. Todos os alimentos citados acima certamente são atacados por pragas que reduz sua produção, pois confere doença a safra e como consequência uma baixa colheita, já que muitas das enfermidades do campo podem levar a perdas de toda uma cultura. Os tomates, por exemplo, são atacados por traças, lagartas e ácaros e etc.. O feijão sofre com lagarta-rosca, caruncho e lesma, a soja sofre o ataque de percevejos, brocas, lagartas e etc., e o morango é atacado por fungos, pulgões e broca.

Agrotóxicos no Combate as Pragas

Os agrotóxicos, mais popularmente conhecidos como defensivos agrícolas ou pesticidas são produtos usados nos setores de produção, jardins de casas para combate do mato que prejudica a beleza do gramado, no combate a insetos que transmitem doenças, cuja função é controlar ou mesmo eliminar esses organismos considerados nocivos. O controle desses seres considerados indesejáveis é essencial para a manutenção de um ambiente limpo, conservado, saudável, livre de doenças que possa colocar em risco a saúde humana.

Os agrotóxicos em sua composição possuem agentes químicos que são tóxicos. Estes componentes são chamados de ingredientes ativos, os quais interferem na atividade biológica do alvo em questão. Assim, o ingrediente ativo é o agente químico responsável pela eficácia do agrotóxico.

A diversidade de agrotóxicos deve-se aos diferentes modos de ação que podem vir a ser contra plantas (herbicidas), insetos (inseticidas), fungo (fungicidas), bactérias (bactericida), entre outros.

As formulações de combate a esses seres nocivos apresentam componentes que muitas vezes tem aplicação em mais de uma cultura. Um exemplo é o inseticida Rumo WG. Ele ataca a broca, a traça do tomateiro. Além disso, também é usado no combate a praga da uva, melão,

batata, broca do morango e etc. Normalmente é pulverizado na lavoura, e o intervalo de aplicação até a colheita não está estabelecido pelo rótulo.

Outra formulação é o Piredan (Piretroíde), é um inseticida usado em arroz, tomate, soja. Para cada cultura existe um diferente método de aplicação, e como consequências existem também diferentes intervalos de segurança.

Esses intervalos surgem da necessidade de evitar um excesso de contaminação através do uso dos alimentos, e da exposição prolongada dos agrotóxicos ao meio ambiente, já que causam problemas sérios a saúde. Na maioria das aplicações também é recomendado para que pessoas não trafeguem pela cultura por pelo menos 24 horas. Não existe um padrão no intervalo de segurança para as diferentes culturas, mesmo fazendo-se uso de um único agrotóxico.

No combate ao mato, mais conhecido como ervas-daninha, uma formulação usada é o Herbidrin 500 BR, em que seu princípio ativo é a atrazina. Controla diversos tipos de plantas e é utilizado na lavoura de soja, sorgo e milho. O intervalo de segurança não está determinado no rótulo do produto. Isso pode ser problema, já que não limita o intervalo de uso, podendo ser utilizado indiscriminadamente.

Uma espécie de seres nocivos a algumas culturas são os fungos. Normalmente eles aproveitam as plantas para simplesmente tirar os seus nutrientes, e assim enfraquece a planta dificultando seu desenvolvimento.

Existem no mercado várias formulações usadas no combate aos fungos. É claro que cada uma atende determinada espécie de planta. Um exemplo é a Midas BR. É um fungicida a base de carbamatos. Utilizados em culturas de batatas, tomates, feijão, mamão e etc.. A cada cultura existe uma metodologia de aplicação segundo o fabricante, e conseqüentemente para cada cultura um intervalo de segurança. Para o feijão é de treze dias, enquanto que para o tomate é de sete dias. Os cuidados de manuseio são os mesmos exigidos para os agrotóxicos anteriores.

Cuidados no Uso dos Agrotóxicos

O processo de avaliação dos agrotóxicos envolve certamente várias áreas do conhecimento, já que o assunto é de debate amplo e requer vários cuidados, pois trata-se de um produto que pode ser desencadeador de várias doenças. Para efeito de cuidados com o uso é necessário classificar os agrotóxicos, e isso é possível baseando-se nos parâmetros abaixo:

- Toxicidade para vários organismos encontrados na natureza;

- Propriedades físico-químicas;
- Acúmulo em tecidos vivos;
- Deslocamento no ambiente;

Além disso, outros fatores como o risco de causar câncer, mutações genéticas, má-formações congênitas, risco de reprodução de aves e mamíferos doentes são avaliados. Dessa forma surge a seguinte classificação:

Classe – I Produto Altamente Perigoso;

Classe –II Produto Muito Perigoso

Classe – III Produto Perigoso

Classe – IV Produto Pouco Perigoso

Assim, todos os agrotóxicos que estão registrados no Brasil encontram-se registrado dentro de uma dessas classes, cujo objetivo principal é prevenir acidentes, contaminação desnecessária e possivelmente avaliar os fatores de risco de cada produto. Quanto menor a classe maior o dano causado pelo agente químico presente no agrotóxico. Mesmo sendo classificados dentro de uma dessas classes, alguns rótulos de embalagens de agrotóxicos é possível encontrar frases de alerta.

O cuidado com os agrotóxicos envolve também outros processos que não se restringem também ao estudo da química, mas outros fatores citados abaixo:

- Procure sempre que possível saber a procedência do alimento e condições de armazenamento e estoque;
- Comprar somente alimentos de época;
- Normalmente alimentos robustos, lisos, polidos é resultado do uso de agrotóxico, procure evitar alimentos dessa natureza;
- Lavar o alimento antes de comê-lo;
- Evite os alimentos que contenham alto teor de agrotóxico, se possível troque pelo de origem orgânica.

Esses cuidados são essenciais no dia-a-dia.

Contribuição da Educação Ambiental e Química Verde

A química verde é o resultado de preocupações com ambiente devido às interações antrópicas. A consequência desse surgimento é o desenvolvimento de estudos e metodologias que nos auxiliam a compreender tais transformações buscando alternativas que diminua o uso de poluentes do meio ambiente.

Alguns exemplos do avanço da química verde são os sistemas de liberação controlada de herbicidas, o manejo integrado de pragas, controle biológico, técnicas desenvolvidas com intuito de diminuir, ou até mesmo eliminar o uso de agrotóxicos na agricultura.

A liberação controlada de herbicida utiliza o mesmo princípio de liberação controlada de fármacos, não elimina o uso, mas diminui drasticamente as quantidades utilizadas. Vários estudos têm surgido com tal propósito.

O manejo integrado de pragas é outro sistema de auxílio que tenta preservar o ambiente sem coloca-lo em risco. Algumas das metodologias é a rotação de cultura, é o uso de feromônios, ou mesmo o uso de insetos para combater outros, e até mesmo o desenvolvimento de bactérias capaz de afastar certos tipos de praga.

Com o desenvolvimento de tantos aparatos tecnológico, e o ensino, cabe à educação ambiental estabelecer o elo e assim fazer entender o real significado dessas tecnologias e a importância delas em nossas vidas.

3.2 Questões para debate

O tema agrotóxico levanta muitas questões para debate por mais informações que sejam fornecidas. É um assunto bastante amplo que contempla as mais diversas áreas do conhecimento. Abaixo são levantadas algumas questões para discussão em sala de aula:

- Existe diferença entre os termos Agrotóxicos, agroquímicos, defensivos agrícolas e pesticidas?
- Será que é realmente necessário usar agrotóxico no jardim de casa?
- Quais medidas imediatas deveriam ser tomadas no controle ao uso dos agrotóxicos?
- Será que é de seu conhecimento o real impacto que o agrotóxico causa ao ambiente e a saúde humana? Seria possível um mundo sem eles?
- É comum em sua casa fazer uso de baion? Ele é considerado um agrotóxico? Seria possível substituir o seu uso?
- No comércio é muito comum encontrar vários tipos de velas que espanta mosquitos, insetos, cite uma e qual seu princípio? Será que a substância contida lá não é um agrotóxico, seria possível obter resposta para essa pergunta?
- Quais os agrotóxicos mais comercializados hoje no Brasil? Conhece algum em que o uso foi proibido?

- Quais os perigos oferecidos pelo uso dos agrotóxicos?

3.3 Outras atividades

A internet é repleta de textos, discussões reportagens sobre agrotóxicos, tudo claro a meu ver um pouco tendencioso, ou defendendo cada um seu ponto de vista. O importante é a informação, clara, concisa, e que mostre os dois lados, auxiliando na formação de opinião, e no entendimento sobre o assunto, e que os sites sejam de órgãos oficiais e que comprovem a veracidade da informação.

É possível encontrar textos no site da Embrapa-Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, cujo endereço é <http://www.embrapa.br>, informando quais pragas atacam determinada cultura e os variados métodos de combate, formas alternativas no controle de praga. A navegação do site citado é possível somente se a pessoa tenha pelo menos uma ideia do que busca, já que existe uma divisão da própria Embrapa.

No site do IBGE-Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística cujo endereço <http://www.ibge.gov.br/home/>, encontra-se dados referentes às produções anuais, de grãos e leguminosas e outras variedades de alimentos, além de vários outros dados estatísticos como os maiores produtores de cada região, como foi à cultura de determinada espécie por cada Estado.

No site de vídeo Youtube é possível encontrar o vídeo o Veneno está na Mesa de Silvio Tendler. O vídeo é de 49 minutos e relata fatos e acontecimentos do uso de agrotóxico no Brasil e no mundo, as consequências do seu uso e os resultados de análises das porcentagens de agrotóxicos encontradas em alguns alimentos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho é uma proposta de um texto didático que auxilie o professor de nível médio, em seu trabalho em sala de aula com seus alunos. A perspectiva que o texto seja mais uma ferramenta aliada a vídeos e outros textos e assim possa contribuir no ensino-aprendizagem dos alunos de nível médio, já que o tema é sempre constante nas rodas de discussões e em questões de vestibulares.

Além de contribuir sobre informações do tema agrotóxico principalmente esclarecendo conceitos, relatando um pouco fatos históricos, apresenta também uma questão regionalista voltada para a região Centro-Oeste.

Os estudos CTS tem um papel importante na medida em que auxilia a discussão entre o tema agrotóxico e a sociedade, abrindo uma nova perspectiva sobre os temas relacionados à tecnologia em química. Assim, a contribuição maior é uma garantia de um exercício pleno da educação tecnológica, com desmistificação de termos considerados complicados, produção de textos de auxílio ao professor, resultando na formação de um cidadão antes de tudo consciente e atuante na sociedade.

A Educação Ambiental a cada ano passa ser um requisito quase que obrigatório para entender todas as situações ocorridas no nosso meio ambiente. No presente trabalho apresento alguns conceitos e termos que são frutos de vários estudos ao longo dos anos. A principal ideia do texto de educação ambiental remete é uma profunda reflexão do nosso papel na atual sociedade, com vistas sobre as nossas atitudes diante dela.

A maior contribuição pessoal do trabalho é ter vivenciado algumas experiências com agrotóxicos e que serviram de base para a construção do referido texto. Contudo foi necessário passar por algumas dificuldades e situações familiares para que trabalho fosse desenvolvido.

A principal relevância é contribuir de forma significativa na aprendizagem de outras pessoas e saber que anos de estudo tem um significado ou sentido para alguém.

Os desafios ainda são enormes. Fazer as pessoas refletirem sobre suas atitudes é um trabalho que requer bastante habilidade, principalmente se elas não estão dispostas a mudar. Uma pergunta que sempre me faço é: devo ou não usar um agrotóxico no jardim de casa, somente para manter a beleza do lugar? Pergunta resultado de experiência familiar.

REFERÊNCIAS

ALONSO, Ángel V; MANASSERO-MAS, Maria A; DÍAZ, José A. A; ROMERO, Pilar A. Consensos sobre a Natureza da Ciência: A Ciência e a Tecnologia na Sociedade. Revista Química Nova na Escola. São Paulo, n. 27, p. 34-50, Fevereiro, 2008.

AULER, Décio; BAZZO, Walter A. Reflexões para a Implementação do Movimento CTS no Contexto Educacional Brasileiro. Ciência e Educação, Florianópolis, n.1, v. 7, p. 1-13, 2001.

BRASIL, MINISTÉRIO DA SAÚDE, ANVISA, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Reavaliação dos Agrotóxicos: 10 anos de proteção a população. Brasília, DF. Publicado em 2 de abril 2009. Disponível em <http://www.anvisa.gov.br/divulga/noticias/>, acessado em 28/07/2011.

BRASIL. Decreto n.4.074, 04 de janeiro de 2002. Dispõe sobre pesquisa, experimentação, a produção, a embalagem, 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. Brasília, D.O.U, p.1, 2002.

BRASIL. Lei n° 10.831, 23 de Dezembro de 2003. Dispõe sobre A Agricultura Orgânica e dá outras Providências.

BRASIL, MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, IBAMA, PRODUTOS AGROTÓXICOS E AFINS COMERCIALIZADOS EM 2009 NO BRASIL, Uma Abordagem Ambiental. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis-IBAMA. Relatório. Brasília, 2010, 85p

BRASIL, INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, IBGE, LEVANTAMENTO SISTEMÁTICO DA PRODUÇÃO AGRÍCOLA NO BRASIL. Pesquisa mensal de Previsão e Acompanhamento das Safras Agrícolas no Ano civil. Relatório. Brasília, 2011, 124p

BORTOLUZZI, Edson C; RHEINHEIMER, Danilo S; GONÇALVES, Celso S; PELLEGRINI, João B. R; ZANELLA, Renato; COPETTI, André C.C . Contaminação de Águas Superficiais por Agrotóxicos em função do uso do Solo numa Microbacia Hidrográfica de Agudo, RS. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. Campina Grande, v.10, n.4, p.881-887, Junho, 2005.

BRESCANSIN, Carlos P; GABRIEL, P. M. C. K; ESCORSIN NETO, J; LOPES, M; GABRIEL, M. M. A busca pela Qualidade: Validação de Metodológica na Identificação e Quantificação de Carbaril por Espectrofotometria Derivativa. Revista Visão Acadêmica, Curitiba, n.2, v. 3, p. 75-78, Julho/Dezembro 2002.

CARNEIRO, Wendell M.A. Informe Rural Etene, Mercado de Defensivos Agrícolas. 2009, 9p.

CARRARO, Gilda. Agrotóxico e Meio Ambiente: Uma Proposta de Ensino de Ciências e de Química. Porto Alegre: 1997. 95p.

CASCINO, Fábio; JACOBI, Pedro; OLIVEIRA, José F. Educação, Meio Ambiente e Cidadania: Reflexões e Experiências. São Paulo, SMA/CEAM, 1998.

CAVALCANTI, Jaciene A; FREITAS, Juliano C. R; MELO, Adriana C. N; FILHO, João R. F. Agrotóxico: Uma Temática para o ensino de Química. Química Nova na Escola. São Paulo, v.32, n.1, p. 31-36, Fevereiro, 2010.

CAVALIERE, Maria J; CALORE, Ednilson E; PEREZ, Nilda M; PUGA, Flávio R. Miotoxicidade por Organofosforado. Revista Saúde Pública. São Paulo, v. 30, n. 3, p. 267-272, Fevereiro, 2006.

COUTINHO, José L.L. Avaliação Ecotoxicológica da Exposição a uma Formulação Comercial contendo dois Pesticidas: Atrazina e S-Metalocloro. Porto, 2010, 63p.

ESTEVES, Simone A. Percepções Acerca da Ciência e da tecnologia de Alunos de Licenciatura em Ciências Biológicas tendo em vista os Estudos CTS. 2009. 210f. Dissertação de Mestrado em Educação Tecnológica- Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.

GASPARINI, Marina F; VIEIRA, Paulo F. A (in)visibilidade Social da Poluição por Agrotóxicos nas praticas de Rizicultura Irrigada: Síntese de um Estudo de Percepção de Risco em Comunidades sediadas na Zona Costeira de Santa Catarina. Revista Desenvolvimento e Meio Ambiente. Curitiba, n.21, p. 115-127, Janeiro/Junho, 2010.

GRANDE, Marcelo, D; REZENDE, Maria O; ROCHA, O. Distribuição de Compostos Organoclorados nas Águas e Sedimentos da Bacia do Rio Piracicaba/SP. Revista Química Nova. São Paulo, v. 26, n.5, p. 678-686, Fevereiro, 2003.

JACOBI, Pedro. Educação Ambiental, Cidadania e Sustentabilidade. Cadernos de Pesquisa, São Paulo, n. 118, p. 189-205, março 2003.

JÚNIOR, José F; ALVES, Maria E; GUERREIRO, André S. Intoxicação por Organofosforados. Revista Medicina Interna. Lisboa, v. 6, n. 2, p. 88-91, Dezembro, 1999.

LEAL, Adriana L; MARQUES, Carlos A. O Conhecimento Químico e a Questão Ambiental na Formação Docente. Revista Química Nova na Escola. São Paulo, n. 29, p. 30-33, 2008.

LEFF, E. Epistemologia Ambiental. São Paulo: Cortez, 2001.

LENARDÃO, Eder J; FREITAG, Rogério A; DABDOUB, Miguel J; BATISTA, Antônio C. F; SILVEIRA, Claudio C. "Green Chemistry"- Os 12 Princípios da Química Verde e sua Inserção nas Atividades de Ensino e Pesquisa. Revista Química Nova. São Paulo, v. 26, n. 1, p. 123-129, Junho, 2002.

LINSINGEN, Irlan V. O Enfoque CTS e a Educação Tecnológica: Origens, Razões, e Convergências Curriculares. Núcleo de Estudos e Pesquisas em Educação Tecnológica, Florianópolis, p.1-11, 2002.

LIMA, Maria Emília C.C. Formação Continuada de Professores de Química. Revista Química Nova na Escola. São Paulo, n. 4, p. 12-17, 1996.

LOPEZ-MUÑOZ, M. J.; AGUADO, J.; REVILLA, A. Photocatalytic removal of triazines: Evaluation of Operational Parameters. Catalysis Today. Madrid, Espanha. n. 161, p. 153-162, Novembro, 2010.

MARTINS, Andréa B; MARIA, Luiz C. S; AGUIAR, Marques P. As Drogas no Ensino de Química. Revista Química Nova na Escola. São Paulo, n. 18, p. 18-21, Novembro, 2003.

MOURA, Aline O. Síntese e Aplicação de Magadiíta na Liberação Controlada de Herbicidas. 2008. 128f. Química Inorgânica, Instituto de Química-UnB, Brasília, 2008.

NERY, Belmayr K; MALDANER, Otávio A. Ações Interativo-Reflexivas na Formação Continuada de Professores: O Projeto Folhas. *Revista Química Nova na Escola*. São Paulo, n. 2, v. 32, p. 96-103, 2009.

NETO, Maria L. F; SARCINELLI, Paula N. Agrotóxico em Água para Consumo Humano: Uma Abordagem de Avaliação de Risco e Contribuição ao processo de Atualização da Legislação Brasileira. *Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental*, n.1, v. 14, p. 69-78, Março 2009.

OLIVEIRA, Ricardo C. Química e Cidadania: Uma Abordagem a partir do desenvolvimento de Atividades Experimentais Investigativas. 2009. 150f. Dissertação de Mestrado em Educação em Ciências Humanas- Universidade Federal de São Carlos, São Paulo, 2009.

PEROSSO, Bruno G; VICENTE, Gabriel P. Destinação Final de Embalagens de Agrotóxicos e seus Possíveis Impactos Ambientais. Barretos, 2007. 95p.

PINHEIRO, Nilcéia A.M; SILVEIRA, Rosemari M.C.F; BAZZO, Walter A. Ciência, Tecnologia e Sociedade: A relevância do Enfoque CTS para o Contexto do Ensino Médio. *Revista Ciência & Educação*. Ponta Grossa, v. 13, n. 1, p. 71-74, Janeiro, 2007.

PORTAL DA AGÊNCIA DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA-ANVISA, acessado em 15/08/2011,

http://www.anvisa.gov.br/legis/decretos/4074_02.htm.

PRADO, Alexandre G. S. Química Verde, os Desafios da Química do Novo Milênio. *Revista Química Nova*. São Paulo, n.5, v.26, p.738-744, Março 2003.

PRADO, Alexandre G.S; MOURA, Aline O; NUNES, Alécio R. Nanosized Silica Modified with Carboxylic Acid as Support for Controlled Release of Herbicides. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. n. 59, p. 8847-8852, Agosto, 2011.

QUADROS, Ana L. A Água como Tema Gerador do Conhecimento Químico. *Revista Química Nova na Escola*. São Paulo, n.20, p. 26-31, Novembro, 2004.

QUADROS, Ana L. Os Feromônios e o Ensino de Química. *Revista Química Nova na Escola*. São Paulo, n. 7, p. 7-10, Maio, 1998.

REBELO, Isabel S; MARTINS, Isabel P; PEDROSA, Maria A. Formação Contínua de professores para uma orientação CTS do Ensino de Química: Um Estudo de Caso. *Revista Química Nova na Escola*, São Paulo, n. 27, p. 30-33, Fevereiro 2008.

RIBAS, Priscila P; MATSUMURA, Aida T.S. A Química dos Agrotóxicos: impacto sobre a saúde e meio ambiente. *Revista Liberato, Novo Hamburgo*, v.10, n.14, p. 149-158, jul/dez 2009.

SANCHES, Sérgio M; SILVA, Carlos H. T. P; CAMPOS, Sandro X; VIEIRA, Eny M. Pesticidas e Seus Respective Riscos Associados à Contaminação da Água. *Revista de Ecotoxicologia e meio Ambiente*, Curitiba, v. 13, p. 53-58, Janeiro/Dezembro 2003.

SANTOS, Wildson L. P; MORTIMER, Eduardo F. Uma Análise de Pressupostos Teóricos da Abordagem C-T-S(Ciência-Tecnologia-Sociedade) no Contexto da Educação Brasileira. *Revista Ensaio-Pesquisa em Educação em Ciências*. São Paulo, v. 2, n. 2, p. 1-23, Dezembro, 2002.

SANTOS, Wildson L. P. Educação Científica Humanística em Uma Perspectiva Freireana: Resgatando a Função do Ensino CTS. *Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, n.1. v.1, p. 109-131, Março 2008.

- SANTOS, Wildson L. P; MALDANER, Otávio A. Ensino de Química em Foco. 1ª ed. Ijuí: Editora Unijuí, 2010. 368p.
- SANTOS, Wildson L. P; SCHNETZLER, Roseli P. Educação em Química: Compromisso com a Cidadania. 4ª ed. Ijuí: Editora Unijuí, 2010. 160p.
- SANTOS, Vivianne, M. R; DONNICI, Cláudio L; COSTA, João B. N; CAIXEIRO, Janaína M. R. Compostos Organofosforados Pentavalentes: Históricos, Métodos Sintéticos de Preparação e Aplicações como Inseticidas e Agentes Antitumorais. Revista Química Nova. São Paulo, v. 30, n. 1, p. 159-170, Novembro, 2006.
- SANTOS, Márcio V; FREITAS, Fernando C. L; FERREIRA, Fábio A; VIANA, Rodrigo G; TUFFI, Santos L.D; FOSENCA, Daniel M. Eficácia e Persistência no Solo de Herbicidas Utilizados em Pastagens. Revista Planta Daninha. Viçosa, v. 24, n.2, p.391-398, Maio, 2006.
- SCHNETZLER, Roseli P. Concepções e Alertas sobre a Formação Continuada de Professores de Química. Revista Química Nova na Escola. São Paulo, n. 16, p. 15-20, 2002.
- STRIEDER, Roseline B. Abordagem CTS e Ensino Médio: Espaços de Articulação. 2008. 236f. Dissertação de Mestrado, FE/ Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.
- TAMAIIO, I. A Mediação do Professor na Construção do Conceito de Natureza. 2000, 141p, Dissertação de Mestrado, FE/Unicamp.
- TARDIVO, Maurício; REZENDE, Maria O. O. Determinação de Compostos Organoclorados em peixes da Bacia do Betari, Vale do Ribeira(SP). Revista Analytica. São Paulo, n.16, p. 50-60, Abril/Maio, 2005.
- TEIXEIRA, Paulo M. M. A Educação Científica sob a Perspectiva da Pedagogia Histórico-Crítica e do Movimento C.T.S no Ensino de Ciências. Revista Ciência & Educação, Porto Alegre, n. 2, v. 9, p. 177-190, 2003.
- THEISEN, Giovani. Mercado de Agroquímicos. Brasília: Embrapa. 2010, 49p.
- UETA, Julieta; Newton, Lindolfo P; Shuhama, Ilda K; Cerdeira, Antônio L. Biodegradação de Herbicidas e Biorremediação. Revista Biotecnologia, Ciência e Desenvolvimento. São Paulo, p. 10-13, Outubro, 1995.
- WOLF, Rosângela A. P; CAMARGO, Rosane. Educação Ambiental e Cidadania no Currículo Escolar. Revista Eletrônica Lato Sensu-Unicentro, Guarapuava-PR, p. 1-23, ed. 6, 2008.
- YOGUI, Gilvan T. Ocorrência de Compostos Organoclorados (Pesticidas e PCBs) em Mamíferos Marinhos da Costa de São Paulo(Brasil) e da Ilha George(Antártica). 2002. 157f. Dissertação de Mestrado em Oceanografia Química- Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.