



Fundação Educacional do Município de Assis
Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis
Campus "José Santilli Sobrinho"

PABLO DIEGO LEANDRO GOMES

**ESTIMATIVA DO POTENCIAL DE CONTAMINAÇÃO DE ÁGUAS POR
AGROTÓXICOS ATRAVÉS DOS METODOS, EPA, GUS E GOSS.**

**ASSIS
2013**

PABLO DIEGO LEANDRO GOMES

**ESTIMATIVA DO POTENCIAL DE CONTAMINAÇÃO DE ÁGUAS POR
AGROTÓXICOS ATRAVES DOS METODOS, EPA, GUS E GOSS.**

Trabalho de conclusão de curso de Química apresentado ao Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis, como requisito do Curso de Graduação

Orientador: Ms. Patrícia Cavani Martins de Mello
Área de Concentração: Química na agricultura

Assis
2013

FICHA CATALOGRÁFICA

GOMES, Pablo Diego Leandro

Estimativa do potencial de contaminação de águas por agrotóxicos através dos métodos, EPA, GUS, GOSS. / Pablo Diego Leandro Gomes. Fundação Educacional do Município de Assis - FEMA -- Assis, 2012.

50 p.

Orientador: Ms. Patrícia Cavani Martins de Mello.

Trabalho de Conclusão de Curso – Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis – IMESA.

1. Agrotóxicos. 2. Índice GUS. 3. Método EPA. 4. Método de GOSS.

CDD: 660
Biblioteca da FEMA

ESTIMATIVA DO POTENCIAL DE CONTAMINAÇÃO DE ÁGUAS POR AGROTÓXICOS ATRAVES DOS METODOS, EPA, GUS E GOSS.

PABLO DIEGO LEANDRO GOMES

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis, como requisito do Curso de Graduação, analisado pela seguinte comissão examinadora:

Orientador: Ms. Patrícia Cavani Martins de Mello

Analisador: Ms. Gilcelene Bruzon

Assis

2013

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho em primeiro lugar a minha companheira, Daiane e Alessandro que estiveram presente em minha vida em todos o momentos fáceis e difíceis, dedico também a minha família que sempre me apoiaram, minha mãe Divina e meu pai Manoel Bonfim, meus irmãos e também a todos os meus professores desde o início de meus estudos ate o presente momento.

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar a professora Patrícia Cavani Martins de Mello pela orientação neste trabalho, assim como a todos os outros professores (Idélcio, Mary, Marta, Ébano, Cleiton, Gilce) pela riqueza de conhecimento, a qual foi passado para mim.

A minha companheira Daiane que sempre esteve do meu lado e aos meus pais que nunca me deixaram fraquejar nos momentos difíceis e sempre estiveram presente em minha vida, mesmo estando tão distantes.

Também não posso esquecer meus amigos, eternos amigos na qual juntos crescemos grandiosamente, Saulo, Rodrigo, Gabriel, Lorena, Natan, foi muito bom ter compartilhado essa fase da minha vida, com cada um aqui descrito. Muito obrigado.

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo realizar a estimativa de risco potencial de contaminação das águas de represas, por agrotóxicos em uma área de exploração do cultivo de cana de açúcar, pertencente a uma empresa da região de Quatá. A análise foi realizada através critérios da Environmental Protection Agency (EPA), índice de GUS e método de GOSS. Nesta pesquisa, foram selecionados os agrotóxicos mais freqüentemente aplicados na cultura de cana de açúcar para o controle de plantas daninhas: Boral[®], Gesapax[®], Combine[®], Gamit[®], Gliz[®].

Após o final das análises pode-se constatar que os herbicidas, com princípio ativo, Ametrina, Clomazona e Tebutiron possuem um alto potencial de contaminação, com relação a águas subterrâneas. Com relação a águas superficiais, quando associado aos sedimentos os três princípios foram classificados com sendo de baixo potencial de contaminação, quando dissolvidos em águas foram classificados com sendo de alto potencial de contaminação. Nas análises Glifosato e Sulfentrazona não foi possível obter resultados conclusivos com relação a contaminação de águas subterrâneas por falta de dados sobre suas características físico químicas. Nas análises de contaminação de águas superficiais, o Glifosato associado ao sedimento obteve classificação média de contaminação. Dissolvido em água, foi classificado com alto potencial contaminante. A Sulfentrazona associada ao sedimento, teve resultado inconclusivo. Quando dissolvida em água foi classificado com sendo alto contaminante.

Um das maneiras mais eficientes de se prevenir potenciais contaminações de água por estes princípios ativos nos locais citados na pesquisa, seria a mudança de uso desses produtos nas proximidades das áreas. Pode-se optar pela troca desses produtos por outros produtos com mesmo efeito desejado na aplicação, mas com características físicas químicas que propiciem um baixo potencial contaminante, tanto em águas subterrâneas quanto em água superficiais.

Palavras-chave: agrotóxicos; Índice GUS; Método EPA; Método de GOSS

ABSTRACT

This study aims to perform the estimation of the potential risk of contamination of reservoirs for pesticides in a holding area of cultivation of sugarcane , a company belonging to the region Quatá . The analysis was performed using the criteria of the Environmental Protection Agency (EPA) , and GUS index method GOSS . In this research , we selected the most frequently applied pesticides in the cultivation of sugarcane for the control of weeds : Boral[®] , Gesapax[®] , Combine[®] , Gamit[®] , Gliz[®] . After the end of the analysis can be seen that the herbicide with the active ingredient, Ametrine , Clomazone Tebutiron and have a high potential for contamination with respect to groundwater. With respect to surface water , sediments when associated with the three principles were classified as being low potential for contamination , when dissolved in water were classified as being of high potential for contamination . In the analysis of glyphosate and sulfentrazone was not possible to obtain conclusive results with respect to groundwater contamination due to lack of data on their physicochemical characteristics . In the analysis of surface water pollution , Glyphosate associated with the sediment obtained average rating of contamination . Dissolved in water , it was rated a high potential contaminant. The sulfentrazone associated sediment was inconclusive . When dissolved in water was classified as being high contaminant .

One of the most effective ways to prevent potential contamination of water by these active ingredients in the locations listed in the survey , would be the change of use of these products nearby areas . You can choose to exchange these products for other products with the same desired effect in the application , but with physical characteristics that provide a low chemical potential contaminant , both in groundwater and in surface water .

Keywords : pesticides ; GUS Index , EPA Method , Method of GOSS

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	–faixa colorida verde, menor toxicologia.....	17
Figura 2	– frascos com faixas coloridas.....	19
Figura 3	_Solo.....	27
Figura 4	_Represa Faz. Santa Hermínia.....	33
Figura 5	– Represa Faz. Julio Cabral.....	33
Figura 6	–Represa Faz. Santa Helena.....	34
Figura 7	_ Represa Faz. Serra Preta.....	34
Figura 8	_ Represa Faz. Santa Marta.....	35

SUMARIO

1.	INTRODUÇÃO.....	11
2.	AGRICULTURA NO BRASIL.....	13
2.1	OPORTUNIDADE DO BRASIL.....	13
3.	AGROTOXICOS.....	15
3.1	CLASSIFICAÇÃO DOS AGROTOXICOS.....	16
3.2	CLASSIFICAÇÃO TOXICOLOGICAS DOS DEFENSIVOS AGRICOLAS.....	17
3.3	O USO DE AGROTOXICOS NO BRASIL.....	19
3.4	HERBICIDAS.....	20
3.4.1	Herbicidas Inorgânicos	20
3.4.2	Herbicidas Organicos	21
4	SOLOS.....	27
5	CONTAMINAÇÃO DE AGUAS POR AGROTOXICOS	28
6	ENSINO MEDIO	30
6.1	EXPERIMENTO PRATICO.....	31
7	MATERIAIS E METODOS.....	32
7.1	MATERIAIS.....	32
7.2	METODOS.....	32
7.2.1	Caracterização das áreas em estudo.....	32
7.2.2	Levantamento dos herbicidas utilizados nas áreas em estudo.....	32
7.2.3	Avaliação do potencial de contaminação de águas subterrâneas...	33
7.2.3.1	Critério EPA.....	33
7.2.3.2	Índice de vulnerabilidade de águas subterrâneas.....	34
7.2.4	Avaliação do potencial de contaminação de águas superficiais.....	34
8	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	36
8.1	AREAS DE ESTUDOS	36
8.2	CARACTERISTICAS FISICO QUIMICAS DOS AGROTOXICOS MAIS UTILIZADOS NA AREA EM ESTUDO.....	40
8.3	AVALIAÇÃO DOS POTENCIAIS DE CONTAMINAÇÃO DE AGUAS SUBTERRANEAS E AGUAS SUPERFICIAIS.....	40
9	CONCLUSÃO	45
	REFERENCIAS.....	46

1 INTRODUÇÃO

Com o crescimento acelerado da população no mundo, houve uma demanda ainda maior por alimentos. Isto resultou na necessidade de uma maior produção de alimentos e uma constante inovação no setor agrícola. Por outro lado o desenvolvimento populacional e agrícola também gera impactos ambientais, principalmente na tentativa de gerar maior produtividade e alimentos de maior qualidade (MELLO, 2004).

Dentre as várias práticas criadas e utilizadas para melhorar o setor agrícola, podemos destacar as inovações tecnológicas (maquinários, implementos, sistemas eletrônicos, todos de última geração). Sistemas de aplicação e uso de adubos com maior potencial de rendimento, sistemas mecanizados de plantio e colheita, que viabilizam a operação e proporcionam um maior rendimento operacional, e controle de plantas daninhas, através do uso de herbicidas. No que se refere a este último, existe um grande apelo, devido à expansão descontrolada de áreas utilizadas para a produção agrícola.

Os defensivos foram introduzidos na agricultura brasileira como uma tentativa de corrigir as necessidades do solo e prevenir/eliminar as pragas que prejudicariam a produtividade. As culturas que mais utilizam defensivos atualmente no Brasil são: soja, milho, citros, cana de açúcar e algodão (VEIGA, 2007).

O maior risco de efeitos indesejados dos agrotóxicos ocorre por meio da contaminação do sistema hidrológico, que mantém a vida aquática e as cadeias alimentares a ele relacionadas, tendo-se em vista que a água é indispensável para praticamente todas as atividades humanas, das quais se destacam o abastecimento doméstico e industrial, a irrigação agrícola, a geração de energia elétrica e as atividades de lazer e recreação, além da preservação da flora e fauna (RIBEIRO e VEIRA, 2010).

Em um sistema agrícola, temos terrenos de diversas características de solos, e o produto químico ali aplicado terá uma reação diferente para cada um deles, de

acordo com suas características físico-químicas. Através das propriedades dos solos, correlacionadas às propriedades físico químicas de tais produtos, torna se interessante o desenvolvimento de estudos, que visam melhorar principalmente a mentalidade com relação ao uso de agrotóxicos e os impactos causados diretamente por tais produtos ao meio ambiente.

Esse trabalho tem como objetivo fazer o levantamento dos principais defensivos utilizados na produção de cana de açúcar na região de Quatá – SP verificando suas capacidades de retenção ao solo, ou lixiviação, através do critério EPA, critério de Goss e do índice de GUS.

2. A AGRICULTURA NO BRASIL

2.1 OPORTUNIDADES DO BRASIL

O Brasil é um país muito privilegiado por ter valiosos recursos no que diz respeito a terras agricultáveis são recursos capazes de atingir níveis de produtividade comparados com os melhores do mundo, se manejados de maneira adequada. O país está bem localizado o que gera uma boa oportunidade de vantagem co relação ao mercado mundial de alimentos, devido a seu clima favorável, custos mais baixos de terras e de produção, infra-estrutura em desenvolvimento e capacidade de obtenção de alta produtividade (YAMADA; ABDALLA 2004 p.7).

O processo produtivo da agricultura em terras brasileiras enfrenta um período em que o uso de tecnologias sustentáveis de produção vem se tornando ferramentas ideais para alta produtividade, dessa forma o uso de fertilizantes minerais tornou-se uma opção interessante no desenvolvimento da agricultura no país (YAMADA; ABDALLA 2004 p.13), assim como o uso de defensivos agrícolas no controle de insetos, fungos, ervas daninhas, que são praticas adotadas para redução de infestação em uma determinada área de interesse (LORENZI 2006 p.15).

O modelo de produção agrícola brasileiro, historicamente, baseia-se na utilização de agrotóxicos, também chamados de defensivos agrícolas, para compensar problemas do processo produtivo. Neste contexto, os defensivos foram introduzidos na agricultura brasileira como uma tentativa de corrigir as necessidades do solo e prevenir/eliminar as pragas que prejudicariam a produtividade. As culturas que mais utilizam defensivos atualmente no Brasil são: soja, milho, citros, cana de açúcar e algodão (VEIGA, 2007).

O potencial do Brasil no que se trata de expansão é enorme, e essa evolução está associada à constante preocupação com o meio ambiente. A projeção das indústrias para o crescimento da produção futura leva-nos a uma questão que necessita ser resolvida para que se possa afirmar que chegamos à melhor pratica ou manejo de

produção para a qual possamos testar todo o potencial de crescimento da agricultura brasileira, questão que trata da sustentabilidade de produção (YAMADA; ABDALLA 2004 p. 10).

3 AGROTÓXICOS

Os agrotóxicos começaram a ter sua ascensão em meio a segunda guerra mundial, quando o mundo conheceu uma revolução no que diz respeito ao controle de pragas na agricultura, através do uso do DDT. Esse produto ficou conhecido pelo baixo custo e pela grande eficiência, fazendo com que se fosse grandemente utilizado, antes que seus efeitos nocivos tivessem sido totalmente pesquisados e descobertos. O grande sucesso desse produto no combate às pragas fez com que novos compostos fossem descobertos e produzidos, fortalecendo a grande indústria de agroquímicos presentes nos dias de hoje. O crescimento do uso desses produtos químicos somados a um grande processo de desenvolvimento e distribuição de variedades modernas com capacidade superior de aproveitamento desses produtos ficou conhecido como a “revolução verde” (SOARES, 2010).

Segundo a (ANVISA), Agência Nacional de Vigilância Sanitária:

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

Os agrotóxicos além de terem o papel de proteger as culturas agrícolas contra pragas, doenças e plantas daninhas, podem também trazer graves riscos a saúde humana e ao ambiente. O uso exagerado, e muitas vezes de maneira incorreta do agrotóxico pode causar contaminação da atmosfera, solos, águas superficiais e subterrâneas além dos alimentos (SPADOTTO, 2006 p. 02).

A adoção de termos como, defensivos agrícolas, produtos fitossanitários, pesticidas, biocidas e agrotóxico, tem sido marcada por muitas divergências. Mas a legislação brasileira se apoiou no termo agrotóxico para designar suas diferentes categorias: inseticidas, acaricidas, fungicidas, nematocidas, bactericidas e herbicidas (SPADOTTO 2006 p. 03)

3.1 CLASSIFICAÇÕES DOS AGROTÓXICOS

Os defensivos agrícolas classificam-se em:

BACTERICIDAS: são usados para controle de doenças provocadas por bactérias.

NEMATICIDAS: são destinados ao controle de nematóides.

HERBICIDAS: são os defensivos destinados ao controle de ervas daninhas.

FUNGICIDAS: são usados no controle de doenças provocadas por fungos.

INSETICIDAS: destinam-se ao controle dos insetos.

ACARICIDAS: são os defensivos usados no combate de ácaros (CARRARO, 1997 p.45).

Alguns agrotóxicos têm como objetivo o controle ou eliminação das pragas e as doenças que prejudicam a qualidade dos produtos, diminuindo a produção e causando prejuízos ao agricultor. Pulgões, lagartas, percevejos, ácaros e outros animais facilmente visíveis a olho nú, são chamados de pragas. As doenças que se apresentam na forma de manchas, queimaduras, ferrugem, folhas murchas, são sintomas de ataque de microrganismos como fungos, bactérias, vírus que quase sempre só podem ser vistos com a ajuda de aparelhos adequados (CARRARO 1997 P.46).

Alguns produtos são de origem biológica, como o *Bacillus thuringiensis*, que é usado no controle do mosquito que transmite malária (CARRARO 1997 p.46). Observa-se, então, que tanto a dimensão química quanto a biológica serve de base para a produção e utilização dos agrotóxicos. Em especial os princípios ativos que provem da química, o potencial tóxico desses produtos, não fica apenas no foco visado, mas pode causar problemas diversos para o próprio produtor, que se beneficiaria de seu uso. Assim como outros animais também tem o seu contexto vital afetado (RODRIGUES 2006).

3.2 CLASSIFICAÇÃO TOXICOLÓGICA DOS DEFENSIVOS AGRÍCOLAS

A classificação dos agrotóxicos segundo o seu grau de toxicidade para o ser humano é de grande importância, pois fornece a toxicidade desses produtos relacionados com a Dose Letal 50 (DL50). A Lei nº 7802, de 11 de julho de 1989, regulamentada pelo Decreto nº 4074, de 04 de janeiro de 2002, publicado no DOU de 08 de janeiro de 2002, dispõe que os rótulos terão a necessidade de conter uma faixa colorida indicativa de sua classificação toxicológica (SAVOY 2011 p. 91).

A figura 1 mostra um recipiente com faixa colorida de cor verde, indicando conter no frasco uma substância pouco tóxica.



Figura 1 – Faixa colorida verde, menor toxicologia (In: fonte Google images)

A classificação toxicológica dos defensivos agrícolas é estabelecida pela Portaria nº 04 da Divisão Nacional de Vigilância de Produtos Domissanitários de 30 de abril de 1980. Os aspectos mais importantes dessa Portaria referem-se à avaliação e classificação toxicológica dos agrotóxicos (CARRARO 1997 p.50).

A classificação toxicológica consiste na análise dos dados toxicológicos de uma substância ou composto químico e identifica o risco oferecido pelo uso dessa substância ou composto químico. É feita com base na Dose Letal Média ou DL-50. Adotado universalmente este índice, é considerado de precisão relativa, uma vez que em função da espécie, sexo, idade, estado nutricional do animal e da via de penetração da substância, varia os valores apurados. Por outro lado, sob condições comparáveis de forma física, concentração e dosagem podem ocorrer fenômenos químicos e físico-químicos que tornarão o composto mais tóxico que o produto

original, como no caso do princípio ativo Parathion, que aumenta seis vezes a sua DL-50 no organismo (CARRARO 1997 p.50).

Para a identificação da Classe, os rótulos devem conter em sua parte inferior uma faixa colorida com as seguintes cores:

Classe I: Vermelho vivo, extremamente tóxico; somente devem ser utilizados por operadores profissionais licenciados, que tenham um bom conhecimento da química, usos, perigos e precauções no uso.

Classe II: Amarelo intenso, altamente tóxico; devem ser utilizados por operadores que aplicam, seguindo estritas condições controladas e supervisionadas por operadores treinados.

Classe III: Azul intenso, medianamente tóxico; seus operadores devem observar as normas rotineiras de segurança na aplicação. Esta categoria inclui agrotóxicos altamente tóxicos e todos os que possuem efeitos adversos para o ambiente e aqueles cujo uso descontrolado não é desejável.

Classe IV: Verde intenso, pouco tóxico; utilizados por operadores treinados que observem medidas de proteção rotineiras. Esta categoria inclui agrotóxicos comercialmente liberados, excluído o uso pelo público em geral.

Classe "0" - Sem comprovação de dano em uso normal. Agrotóxicos disponíveis ao público em geral, para usos específicos. Esses agrotóxicos não estão incluídos em outras categorias (CARRARO 1997 p.59).

Classe toxicológica	Toxicidade	DL50 (mg/kg)	Faixa Colorida
I	Extremamente tóxico	Menor que 5mg	Vermelho
II	Altamente tóxico	Entre 5 e 50	Amarelo
III	Medianamente tóxico	Entre 50 e 500	Azul
IV	Pouco tóxico	Entre 500 e 5000	Verde

Tabela 1: Classificação toxicológica (Fonte: Peres e Moreira, 2003)

A figura 2 mostra embalagens em uma seqüência de toxicologia, que são demonstradas por suas faixas coloridas indicativas, ou seja, da mais tóxica de cor vermelha para a menos tóxica de cor amarela, faltando a apenas a de menor toxicidade que é de cor verde.



Figura 2: Frascos com faixas coloridas (In: fonte Google imagem)

3.3 O USO DE AGROTOXICOS NO BRASIL

O uso de produtos químicos para controle de plantas daninhas teve início, logo no começo do século XX. Mas foi somente após 1944, que se começaram as descobertas das propriedades fito tóxicas do 2-4-D (LORENZI 2006 p.20).

No Brasil, o uso dos agrotóxicos começou a se expandir em meados da década de 40. Ao final da década de 60, o consumo se acelerou em função da isenção de impostos (SOARES 2010 p.11). Em 1965 houve a criação do sistema nacional de crédito rural, que vinculava a obtenção de crédito agrícola à obrigatoriedade, para compra de insumos (LONDRES 2011 p.15).

Outro recurso criado em 1975 foi o programa nacional de defensivos agrícolas, que gerou recursos financeiros para a criação de empresas nacionais e a instalação no país de subsidiárias de empresas transnacionais de insumos agrícolas (LONDRES 2011 p.15).

Um dos fatores mais críticos foi a forma marcante para a grande disseminação da utilização de produtos químicos no Brasil, que foi o marco regulatório, defendido e pouco rigoroso que vigorou até o ano de 1989 que facilitou grandemente o registro

de centenas de substâncias tóxicas, muitas delas já existentes e proibidas em países desenvolvidos (LONDRES 2011 p.15).

O consumo anual de agrotóxico no Brasil tem sido maior que 300 mil toneladas de produtos com registro comercial, valor dado em quantidade de ingrediente ativo (SPADOTTO 2006 p. 02). Em termos estatísticos, o Brasil, em 2003, foi classificado como oitavo país entre os maiores consumidores de pesticidas e o quarto maior mercado de pesticidas no mundo (RODRIGUES 2006). Segundo a ANVISA, em 2006, o Brasil está colocado como o segundo maior consumidor de agrotóxico do mundo.

Os agrotóxicos são usados sem nenhum controle pela sociedade brasileira. O uso intensivo está sob o interesse do que chamamos de agronegócio. Nesse contexto o Brasil acaba se tornando refém das grandes empresas do setor do agronegócio (PIGNATI 2011 p 9).

3.4 HERBICIDAS

São compostos que quando aplicados às plantas, reagem com seus constituintes morfológicos ou interferem nos seus sistemas bioquímicos, promovendo efeitos morfológicos ou fisiológicos de graus variáveis, podendo levá-las à morte parcial ou total. Os herbicidas provocam a morte parcial quando matam a parte foliar, deixando as raízes e parte do caule vivos da planta. Quando as plantas morrem, é morte total. Os herbicidas classificam-se em inorgânicos e orgânicos.

3.4.1 Herbicidas Inorgânicos

Antes do surgimento dos herbicidas orgânicos, eram usados como herbicidas de contato, atualmente em uso são raros.

É importante lembrar que muitos compostos inorgânicos utilizados em grandes quantidades eram muito tóxicos, como foi o caso do ácido cianídrico usado nos

Estados Unidos no final do século XIX, era utilizado para eliminar insetos em moradias. Apesar do tratamento ter sido inicialmente muito eficaz, depois de algum tempo, os insetos desenvolveram resistência a esse ácido (BRAIBANTE; ZAPPE 2012 p. 11) .

3.4.2 Herbicidas Orgânicos

O ponto inicial para o desenvolvimento e produção de compostos orgânicos sintéticos foi a transformação do composto inorgânico cianato de amônio em uréia, que é um composto nitrogenado que está presente na urina, e sua síntese foi realizada pelo químico alemão Friedrich Wöhler em 1828 (BRAIBANTE; ZAPPE 2012 p. 11).

Aquecimento do cianato de prata na presença de oxigênio: $\text{AgCN}_{(s)} + \frac{1}{2} \text{O}_{2(g)} \rightarrow \text{AgOCN}_{(s)}$

Tratamento do cianeto de prata com cloreto de amônio: $2 \text{AgOCN}_{(s)} + \text{NH}_4\text{Cl}_{(aq)} \rightarrow \text{AgCl}_{(ppt)} + \text{NH}_4\text{OCN}_{(aq)}$

Aquecimento do cianato de amônio sólido: $\text{NH}_4\text{OCN}_{(s)} \rightarrow \text{CO}(\text{NH}_2)_{2(s)}$

Essa reação ficou conhecida como síntese de Wöhler.

Abaixo segue várias características físico-químicas dos cinco herbicidas selecionados para realização deste trabalho, herbicidas da qual são classificados como sendo do grupo dos orgânicos.

A tabela 5 apresenta as características do herbicida Boral®, cujo princípio ativo é a sulfentrazone.

Herbicida	Características	
Boral®	Grupo químico	Triazolinones
	Princípio ativo	Sulfentrazone
	Nome Químico	2',4'-dichloro-5-(4-difluoromethyl-4,5-dihydro-3-methyl-5-oxo-1H-1,2,4-triazol-1-yl) methanesulfonilide.
	Fórmula bruta	C ₁₁ H ₁₀ Cl ₂ F ₂ N ₄ O ₃ S
	Solubilidade em água	490 mg/l
	Densidade	1,21 g/ml a 25° C
	Pressão de vapor	1 x 10 ⁻⁹ mmHg a 25° C
	pK _a	6,56
	K _{ow}	1,48
	Adsorção e lixiviação	Moderada mobilidade, baixa adsorção.
	K _{oc}	Desconhecido
	Degradação	A decomposição microbiana parece ser a via mais importante de degradação do produto no solo
	Foto decomposição	Não suscetível
	Volatilização	Insignificante
	Persistência	Um período mínimo de 18 meses após a aplicação de boral 500 SC é exigido para rotação com cultura do algodão.
Meia vida	A meia-vida em solos brasileiros é, em média, de 180 dias	

FONTE: RODRIGUES; ALMEIDA 2005 p. 484 a 489

Tabela 2: Características físico química do princípio ativo sulfentrazone

A tabela 6 apresenta as características do herbicida Gesapax cujo princípio ativo é a Ametrina.

Herbicida	Características	
Gesapax®	Grupo químico	Triazinas
	Princípio ativo	Ametrina
	Nome Químico	ethyl-N4-isopropyl-6-methylthio-1,2,5-triazine-2,4-diamine.
	Fórmula bruta	C ₉ H ₁₇ N ₅ S
	Solubilidade em água	200 mg/l a pH 7,1 e 22° C.
	Densidade	1,19 g/ml.
	Pressão de vapor	8,4 x 10 ⁻⁷ mm Hg a 20 ° C.
	pKa	4,1 a 20° C.
	K _{ow}	427 a 25° C e Ph 7.
	Adsorção e lixiviação	A adsorção acaba sendo maior em solos com um maior teor de matéria orgânica argila. A ametrina adsorve bem mais do que qualquer outro composto do grupo das triazinas.
	K _{oc}	médio é de 300 ml/g.
	Degradação	A degradação biológica é de grande importância na decomposição da Ametrina.
	Foto decomposição	A fotodegradação tem menos importância no campo, exceto quando ocorre seca após o produto aplicado, o que permite com que a Ametrina permaneça na superfície do solo.
Volatilização	As perdas são insignificantes quando se fala em volatilização.	
Persistência	A meia vida é de 60 dias	
FONTE: RODRIGUES; ALMEIDA 2005 p. 20 a 29.		

Tabela 3: Características físico químicas do princípio ativo Ametrina

A tabela 7 apresenta as características do herbicida Combine® cujo princípio ativo é o Tebuthiuron.

Herbicida	Características	
Combine®	Grupo químico	O ativo é derivado da uréia
	Princípio ativo	Tebuthiuron
	Nome Químico	1-(5-tert-butyl-1,3,4-thiadiazol-2-yl)-1,3-dimethylurea.
	Fórmula bruta	C ₉ H ₁₆ N ₄ OS
	Solubilidade em água	2,57 g/l a 20° C.
	Densidade	1,25 g/ml.
	Pressão de vapor	10 ⁻⁷ mm Hg a 25° C.
	pKa	zero.
	K _{ow}	671.
	Adsorção e lixiviação	Tem maior capacidade de adsorção em solos argilosos e com alta capacidade de troca catiônica. Possui limitada mobilidade na superfície do solo.
	K _{oc}	K _{oc} médio é de 80 ml/g de solo.
	Degradação	A via de decomposição mais ocorrente desse compostos é a microbiana por N-demetilação
	Foto decomposição	Perdas insignificantes
Volatilização	Perdas insignificantes	
Persistência	Possui meia vida de 12 a 15 meses em regiões de índice pluviométrico anual de 1020 a 1520 mm e consideravelmente superior na mais secas e com um maior teor de matéria orgânica.	
FONTE: RODRIGUES; ALMEIDA 2005 p. 491 a 496.		

Tabela 4: Características físico químicas do princípio ativo Tebuthiuron

A tabela 8 apresenta as características do herbicida Gamit cujo princípio ativo é a Clomazona.

Herbicida	Características	
Gamit[®]	Grupo químico	Isoxazolidinonas
	Princípio ativo	Clomazona
	Nome Químico	2-(2-chlorobenzyl)-4,4-dimethyl-1,2-oxazolidin-3-one
	Fórmula bruta	C ₁₂ H ₁₄ ClNO ₂
	Solubilidade em água	1100 mg/l a 25 ° C
	Densidade	1,192 g/ml a 20° C
	Pressão de vapor	1,44 x 10 ⁻⁴ mm Hg a 25° C
	pKa	Zero.
	K _{ow}	350.
	Adsorção e lixiviação	
	K _{oc}	K _{oc} médio é de 300 ml/g
	Degradação	Principalmente microbiana; também química, em condições anaeróbicas.
	Foto decomposição	As perdas por fotólise no solo são mais baixas que as perdas por degradação microbiana
	Volatilização	sem informações
Persistência	Aguardar um período mínimo de 150 dias após a última aplicação de clomazona para a instalação de culturas subsequentes.	
FONTE: RODRIGUES; ALMEIDA 2005 p. 135 a 141.		

Tabela 5: Características físico químicas do princípio ativo Clomazona

A tabela 9 apresenta as características do herbicida Gliz cujo o princípio ativo e o Glifosato.

Herbicida	Características	
Gliz[®]	Grupo químico	Derivados da glicina
	Princípio ativo	Glifosato
	Nome Químico	N-(fosfonometil) glicina
	Fórmula bruta	C ₃ H ₈ NO ₅ P
	Solubilidade em água	15700 mg/l a 25° C e pH 7 (ácido)
	Densidade	1,74 g/ml (ácido).
	Pressão de vapor	1,84 x 10 ⁻⁷ mm Hg a 45° C (ácido).
	pKa	2,6; 5,6 e 10,3 (ácido).
	K _{ow}	0,0006 – 0,0017.
	Adsorção e lixiviação	Fortemente adsorvido aos colóides do solo; muito pouco lixiviável.
	K _{oc}	K _{oc} médio é de 24000 ml/g.
	Degradação	Microbiana.
	Foto decomposição	Insignificante
	Volatilização	Insignificante.
Persistência	Meia vida de 47 dias. As culturas podem ser plantadas imediatamente após a aplicação, devido à forte adsorção ao solo.	
FONTE: RODRIGUES; ALMEIDA 2005 p. 275 a 288		

Tabela 6: Características físico químicas do princípio ativo Glifosato.

4 SOLOS

O solo é um recurso vivo e dinâmico que possui grande importância na produção agropecuária bem como funcionamento de ecossistemas. Sendo também muito importante para a sobrevivência de todos os seres, pois tem importante papel na ciclagem de nutrientes, como regulador da disponibilidade e qualidade da água e no controle de inundações, atuando também na filtragem e decomposição de agentes contaminantes (BARRIOS; COUTINHO; MEDEIROS, 2011 p. 1). Dentre as diversas definições de solo uma das melhores, esta descrita no (MANUAL TECNICO DE PEDOLOGIA; IBGE 2 ed.).

Solo é a coletividade de indivíduos naturais, na superfície da terra, eventualmente modificado ou mesmo construído pelo homem, contendo matéria orgânica viva e servindo ou sendo capaz de servir à sustentação de plantas ao ar livre. Em sua parte superior, limita-se com o ar atmosférico ou águas rasas. Lateralmente, limita-se gradualmente com rocha consolidada ou parcialmente desintegrada, água profunda ou gelo. O limite inferior é talvez o mais difícil definir. Mas, o que é reconhecido como solo deve excluir o material que mostre pouco efeito das interações de clima, organismos, material originário e relevo, através do tempo.

Então podemos definir solo como sendo material mineral e/ou orgânico não consolidado na superfície da terra que serve como meio natural para o crescimento e desenvolvimento de plantas terrestres (IBGE, 2007).



Figura 3: Solo (In: Fonte Google images)

5 CONTAMINAÇÃO DE AGUAS POR AGROTOXICOS

Um dos maiores impactos da agricultura na qualidade dos recursos hídricos (água subterrânea e superficial) ocorre devido à possibilidade de contaminação desses, com resíduos de agrotóxicos. Infelizmente, têm sido crescentes as evidências sobre a presença de resíduos de agrotóxicos em amostras de água subterrâneas e superficiais em áreas agrícolas ou mesmo em áreas de captação de água para consumo humano (JUNÍOR; NÉVOLA; AYELO. 2010 p.9). E até mesmo em atmosferas distantes das áreas agrícolas onde são aplicados (SPADOTTO 2006 p. 02)

Afirma DANTAS (2011), que poluição hídrica é provocada por vários fatores, o uso de agrotóxicos e adubos em excesso é um deles, assim, grandes quantidades de substâncias tóxicas são enviadas para os rios através das chuvas.

A contaminação por agrotóxicos tanto ocorre no local da aplicação como nas áreas próximas, podendo atingir até mesmo locais mais distantes do foco da aplicação, dependendo de suas características os agrotóxicos podem permanecer nos diferentes ambientes, tais como atmosfera, solo, águas superficiais e subterrâneas. Através das suas propriedades físico-químicas, pode-se prever seu comportamento no meio ambiente, desde a aplicação até o destino final, assim como interações com o solo, com transporte desses agrotóxicos em diferentes situações, como quando dissolvidos em água ou ao associado sedimento. Alguns agrotóxicos podem ter vias de degradação químicas ou microbiana. Entretanto, algumas moléculas com alta persistência (baixa taxa de degradação) podem permanecer no ambiente sem sofrer qualquer alteração por muito tempo (CABRERA; COSTA; PRIMEL, 2008, p. 1982).

Os recursos hídricos são os mais afetados devido à prática da agricultura exigir um grande suprimento de água, o que leva ao desenvolvimento dessa atividade próximo a rios e lagos. Ao afetar tais recursos naturais, geram-se prejuízos à saúde humana e tal condição exige pesquisa e novos conhecimentos que possibilitem o

monitoramento e controle do uso de agrotóxicos no meio ambiente (MILHOME, 2009).

6 ENSINO MÉDIO

Através de atividades, em sala de aula, com objetivo de conscientização, podemos demonstrar todos os aspectos positivos e negativos relacionados ao uso de agrotóxicos, principalmente com relação a contaminação hídrica, assim como alimentos consumidos, que são cultivados a base de agrotóxicos, podendo também ser relacionados aos alimentos e agricultura orgânica que gera alimentos realmente saudáveis.

Um dos maiores desafios do ensino de Química, nas escolas de nível fundamental e médio, é construir uma ponte entre o conhecimento escolar e o mundo cotidiano dos estudantes (CAVALCANTI et al., 2010 P. 31)

Para CHASSOT (1993), a Química que se ensina deve ser ligada à realidade, entretanto, muitas vezes, os exemplos que são apresentados aos estudantes são sem exemplos do cotidiano. O professor, como salienta Chassot, usa em suas aulas a linguagem que não é a do estudante, quer dizer, fala de uma maneira que dificulta o aprendizado, deixando que os conhecimentos se percam.

Atualmente, a utilização de abordagens diferentes para se ensinar Química tem sido uma das melhores maneiras encontradas pelos professores para motivar a atenção dos alunos, fazendo com que estes se interessem pelo conteúdo. Dentre os vários temas usados como contextualizadores, convém focar os agrotóxicos (CAVALCANTI et al., 2010 P. 31).

Além de contexto motivador, agrotóxicos é uma temática rica conceitualmente, o que permite desenvolver conceitos químicos, biológicos, ambientais, entre outros, proporcionando aos estudantes compreender sua importância, de forma a conscientizá-los sobre a necessidade de uso correto dos agrotóxicos, e também favorecer o seu desenvolvimento intelectual, despertando-lhes espírito crítico, para que, dessa forma, possam interferir nos seus cotidianos (CAVALCANTI et al., 2010 P. 31).

6.1 EXPERIMENTO PRÁTICO

Demonstração de contaminação de recursos hídricos por substâncias contaminantes através do solo

O experimento é realizado criando-se uma simulação de um ecossistema terrestre onde os poluentes são lançados no solo e mostrar através do experimento que esses poluentes podem chegar até a água e causar prejuízos. Em uma primeira parte deve ser explicado o que é agrotóxico e para que servem e fazer com que os alunos entendam que a chuva arrasta as substâncias presentes no solo.

O objetivo desse experimento é mostrar que os poluentes lançados no solo também prejudicam a água.

Material

- Bandeja de plástico
- Anilina vermelha
- Um pedaço de placa de grama
- Regador pequeno
- Água

Metodologia

Colocar a placa de grama em um dos lados da bandeja de forma inclinada. O espaço abaixo estará simulando o rio. Misturar anilina na água, em seguida colocar no regador. Irrigar a grama com essa mistura. Os alunos verão que a mistura, que está simulando um agrotóxico escorreu facilmente pela grama até a parte de baixo da bandeja, que gerará uma certa discussão em sala de aula sobre potencial de contaminação por pesticidas.

7 MATERIAS E METODOS

7.1 MATERIAIS

Neste trabalho não houve experimentação, apenas revisão bibliográfica e conclusões com base na utilização de métodos matemáticos já experimentados e comprovados como sendo validos para tal pesquisa.

7.2 MÉTODOS

7.2.1 Caracterização das áreas em estudo

Os dados e características dos solos das regiões em estudo foram obtidos graças ao apoio da empresa a qual pertencem as áreas de cultivo de cana de açúcar. Os estudos analíticos feitos pela empresa para a obtenção dos dados aqui utilizados sobre solos foram feitos através do projeto Ambicana, realizado em toda sua extensão.

7.2.2 Levantamento dos herbicidas utilizados nas áreas em estudo

Os herbicidas selecionados são os mais utilizados dentre vários outros, sendo os cinco escolhidos: Boral®, Gesapax®, Combine®, Gamit®, Gliz®.

Os dados relativos às características físico-químicas dos herbicidas foram obtidos através de pesquisas na referencia bibliográfica RODRIGUES; ALMEIDA 2005.

7.2.3 Avaliação do potencial de contaminação de águas subterrâneas.

Para se obter potencial de contaminação de águas subterrâneas nas regiões em estudo, foram utilizados o critério de screening da Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (EPA) e o índice de Groundwater Ubiquity Score (GUS).

7.2.3.1 Critério EPA

O método de screening sugerido pela EPA na análise preliminar de riscos de contaminação de águas subterrâneas por pesticidas considera os seguintes parâmetros na tabela 2 abaixo.

Solubilidade dos pesticidas em água (S)	> 30 mg.L-1
Coeficiente de adsorção à matéria orgânica (K _{oc})	< 300 – 500 mL.g-1
Constante da Lei de Henry (K _H)	< 10 Pa.m .mol
Especiação (Esp.)	Negativamente carregado a pH (5 a 8)
Meia-vida no solo	> 14 a 21 dias
Meia-vida na água	> 175 dias

Tabela 7: Parâmetros, para análise de contaminação de água subterrâneo método EPA

Os agrotóxicos que se enquadram nesses parâmetros são considerados de alto potencial contaminante. Além disso, algumas condições ambientais favorecem a percolação no solo: pluviosidade anual > 250 mm, aquífero não confinado e solo (LOURENCETTI, 2005). No entanto, esses dados sobre condições ambientais não serão utilizados nas análises dos resultados, apenas algumas informações sobre as características dos solos que margeiam a área de cada local escolhido para realização do estudo.

7.2.3.2 Índice de vulnerabilidade de águas subterrâneas

O índice GUS é calculado de acordo com valores de meia-vida do composto no solo ($DT_{50 \text{ solo}}$) e do coeficiente de adsorção à matéria orgânica do solo (K_{oc}), não se levando em consideração outras propriedades, como solubilidade em água. E pode ser obtido através da Equação descrita abaixo:

$$GUS = \log (DT_{50 \text{ solo}}) \times (4 - \log K_{oc})$$

As faixas de classificação dos compostos de acordo com sua tendência à lixiviação estão indicadas na tabela 3 abaixo.

GUS < 1,8	Não sofre lixiviação
1,8 < GUS < 2,8	Faixa de transição
GUS > 2,8	Provável lixiviação

Tabela 8: Valores para análise de resultados para índice GUS

7.2.4 Avaliação do potencial de contaminação de águas superficiais

A análise de risco de contaminação de águas superficiais será feita pelo uso do método de GOSS, que propõe critérios que classificam cada princípio ativo em Alto, Médio ou Baixo potencial de contaminação associado ao sedimento ou dissolvido em água. Os parâmetros a serem considerados para Alto ou Baixo potencial de contaminação associado ao sedimento ou dissolvido em água estão descritos na tabela 4. Aos princípios ativos que não se enquadrarem em nenhum dos critérios relacionados na tabela 4 serão consideradas como tendo médio potencial de transporte (ANDRADE et al 2011 p 1130). Para a realização da análise são necessárias as seguintes informações: valores de meia-vida no solo ($DT_{50 \text{ SOLO}}$), coeficiente de adsorção ao carbono orgânico do solo (K_{oc}) e solubilidade em água.

A tabela 4 mostra os Critérios propostos para análise de risco de contaminação de águas superficiais por pesticidas pelo método de GOSS.

Potencial de transporte associado ao sedimento	DT_{50 solo} (dias)	K_{oc} (mL.g⁻¹)	S (mg.L⁻¹)
Alto	≥40	≥ 1000	≤ 0,5
	≥ 40	≥ 500	
Baixo	< 1	-	-
	≤ 2	≤ 500	-
	≤ 4	≤ 900	≥ 0,5
	≤ 40	≤ 500	≥ 0,5
	≤ 40	≤ 900	≥ 2
	< 1	-	-
Potencial de transporte dissolvido em água	DT_{50 solo} (dias)	K_{oc} (mL.g⁻¹)	S (mg.L⁻¹)
Alto potencial	> 35	< 100000	≥ 1
	< 35	≤ 700	≥ 10 e ≤ 100
Baixo potencial	-	≥ 100000	-
	≤ 1	≥ 1000	-
	< 35	-	< 0,5

Tabela 9: Valores para análise de resultados para método GOSS

8 RESULTADOS E DISCUSSÃO

8.1 ÁREAS DE ESTUDO

Nas áreas em estudo nota-se predominância de solos do tipo Latossolo vermelho, Latossolo vermelho amarelo e Argissolo vermelho.

Prado (2008), descreve os latossolos como profundos, possuem textura média ou argilosa ou muito argilosa com baixo gradiente textural entre os horizontes A e B. São solos bem drenados, favorecendo facilmente a movimentação vertical de solutos. Em geral, também constituem solos planos a levemente ondulados e ricos em argila, no entanto, relativamente pobres em matéria orgânica, à exceção do antigo Latossolo Roxo (ANDRADE et, al 2011 p.1130).

Argissolos são solos com alto gradiente textural entre os horizontes A e B, minerais, não hidromorficos, com drenagem rápida no horizonte A e lenta no horizonte B, pois possui um textural bem mais argiloso, com isso esses solos armazenam com mais tempo maior volume de água abaixo da camada arável (PRADO 2008).

Nas áreas em estudo, é praticada agricultura com a cultura da cana de açúcar o que inclui as operações como, preparo de solo, plantio, tratos culturais, colheita da matéria prima, que posteriormente é utilizada na indústria para extração de sacarose e obtenção de álcool. Dentre essas operações as de maior importância são: preparo de solo para sua descompactação, o que influencia em uma maior capacidade de drenagem e maior facilidade de um ativo lixiviar; tratos culturais que envolvem a aplicação adequada de adubos e de agrotóxicos, que por sua vez se não aplicados com consciência podem causar danos gravíssimos tanto para o meio ambiente quanto para o próprio ser que habita nas proximidades das áreas de aplicações desses agrotóxicos; colheita, o estágio final da matéria prima em campo, antes de ser entregue em um pátio de indústria para ser processado, o que mais devemos nos atentar nesse processo da colheita, principalmente quando se fala em cana de

açúcar são os resíduos da palha que ficam no campo, que é essencial para o aumento do teor de matéria orgânica na área.

Spadotto et al (2006), enfatizam que o alto teor de matéria orgânica no solo como sendo de grande importância para o mecanismo de adsorção de pesticidas.

Sendo assim no processo da colheita quando mais resíduos de palha ficar no campo, de modo uniforme para não afetar a próxima colheita, melhor adsorção de ativos no solo quando se fala em aplicação de herbicidas, isso pelo fato desses resíduos ajudar no fator matéria orgânica do solo.

A empresa a qual as áreas em estudo pertencem, devido ao surgimento de técnicas e maquinários, que possibilitam o recolhimento do resíduo em campo, estão se utilizando desses maquinários e técnicas para colher a palha, que posteriormente é utilizada na cogeração de energia, que nesse caso é energia elétrica para consumo próprio e venda do excesso. Causando assim certa deficiência de matéria orgânica que era gerada a partir desses resíduos, no solo onde a palha foi colhida.

As figuras 3,4 a 5 mostra represas a qual as áreas que as margeiam, são propriamente as áreas em estudo.



Figura 4: Represa faz. Santa Herminia



Figura 5: Represa faz. Julio Cabral



Figura 6: Represa Faz. Santa Helena



Figura 7: Represa Faz. Serra Preta



Figura 8: Represa Faz. Santa Marta

8.2 CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DOS AGROTOXICOS MAIS UTILIZADOS NAS AREA EM ESTUDO

Os modelos matemáticos usados neste trabalho têm se a necessidade da utilizar algumas características físico-químicas das moléculas dos herbicidas para que se possa estimar o potencial de contaminação dos mesmos aos recursos hídricos em estudo. Os dados referentes às propriedades químicas dos defensivos foram feitos através de revisão bibliográfica, utilizando-se como base de dados a referência (RODRIGUES; ALMEIDA 2005).

Na tabela 10 têm-se as principais características físico-químicas necessárias para a realização das análises através dos métodos já citados e dar procedência a uma conclusão adequada.

Principio ativo	Solubilidade (mg/l)	k_{oc} (ml/g)	DT ₅₀ no solo (dias)	PV (mm Hg)
Sulfentrazone	490 mg/l	INC	180 dias	1×10^{-9} mmHg
Ametrina	200 mg/l	300 ml/g	60 dias	4×10^{-7} mm Hg
Tebutiuron	2,57 g/l	80 ml/g	450 dias	10^{-7} mm Hg
Clomazona	1100 mg/l	300 ml/g	150 dias	$1,44 \times 10^{-4}$ mm Hg
Glifosato	15700 mg/l	24000 ml/g	47 dias	$1,84 \times 10^{-7}$ mm Hg

Tabela 10: Características físico-químicas dos agrotóxicos selecionados

8.3 AVALIAÇÃO DOS POTENCIAIS DE CONTAMINAÇÃO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS E ÁGUAS SUPERFICIAIS.

A tabela 11 mostra as análises feita com os cinco herbicidas, foram avaliados em todos os métodos de análises.

Principio ativo	Águas subterrâneas			Águas superficiais	
	GUS ¹	EPA ²	Ambas ³	GOSS-sed ⁴	GOSS-dis ⁵
Sulfentrazona	INC ⁶	CP ⁷	INC	INC	ALTO
Ametrina	TR ⁸	CP	CP	BAIXO	ALTO
Tebutiuron	CP	CP	CP	BAIXO	ALTO
Clomazona	CP	CP	CP	BAIXO	ALTO
Glifosato	INC	CP	INC	MÉDIO	ALTO

Tabela 11: 1- Análise pelo índice GUS, 2-análise pelo critério EPA, 3-categoria que atende a duas análises (GUS e EPA), 4-análise pelo método GOSS associado ao sedimento, 5-análise pelo método GOSS dissolvido em água, 6-inconclusivo, 7-contaminante potencial, 8-faixa de transição.

Em monitoramento do herbicida Tebutiuron no período compreendido entre 1995 e 1999 no município de Ribeirão Preto, foram coletadas amostras de água de poço semi-artesiano, com 53 metros de profundidade (GOMES, M. A. F.; SPADOTTO, C. A.; LANCHOTE V. L., 2001).

O Tebutiuron pode ser aplicado em qualquer época do ano, tanto no período chuvoso quanto em período seco. Os resultados com maiores valores de concentração residual de Tebutiuron na água subterrânea nos meses chuvosos podem ser indicativos de que: Primeiro, a lixiviação é muito intensa e imediata ou segundo, a degradação diminuiu drasticamente em profundidade no solo. Além disso, a profundidade do topo do aquífero a qual o poço pertence varia sazonalmente de acordo com a quantidade de chuva, alterando a condutividade hidráulica nas camadas profundas do solo, sendo maior em condições saturadas que em condições insaturadas (GOMES, M. A. F.; SPADOTTO, C. A.; LANCHOTE V. L., 2001).

Tebutiuron é muito persistente em solos, sendo esperado que sua meia-vida seja ainda mais longa em regiões ou épocas secas. É também conhecido que a capacidade de retenção do herbicida é baixa já nas camadas superficiais do solo na área estudada devido ao baixo teor de matéria orgânica apresentado.

Estudos de simulação do movimento vertical do Tebutiuron têm sido efetuados em solos arenosos das áreas de recarga do Aquífero Guarani, indicando que o produto

oferece riscos para a água subterrânea. O monitoramento do herbicida Tebuthiuron, por si só, não subsidia o entendimento dos processos de seu movimento até a água subterrânea, mas comprova que o fenômeno realmente está acontecendo e de forma muito rápida em solos arenosos, necessitando de investigações mais detalhadas (GOMES, M. A. F.; SPADOTTO, C. A.; LANCHOTE V. L., 2001).

Já na sub-bacia do Rio Corumbataí, integrante da bacia do Rio Piracicaba, compreende uma região amplamente explorada por atividades agropastoris e a cana-de-açúcar é a cultura de maior expressão e tem-se detectados a presença de moléculas de agrotóxicos nas suas águas entre tais moléculas se destaca a da ametrina (PRIMEL, E. G.; et al., 2005).

A sub-bacia do Rio Corumbataí, representada principalmente pelo rio de mesmo nome, é de grande importância para o abastecimento público, para fins domiciliares e industriais. Em avaliações espaço-temporais da qualidade de suas águas apontam uma mudança de qualidade em alguns trechos, segundo os padrões estabelecidos na Resolução CONAMA 357/05 (PRIMEL, E. G.; et al., 2005).

A grande ocupação desta bacia com o cultivo de cana-de-açúcar é preocupante, uma vez que muitos dos produtos empregados apresentam níveis toxicológicos elevados, com grande tendência de atingirem os corpos hídricos (PRIMEL, E. G.; et al., 2005).

Em estudo realizado por PRIMEL, et al (2005), cita que muitas moléculas amplamente empregadas no cultivo de cana-de-açúcar na sub-bacia do Rio Corumbataí não foram encontrados resíduos totais em amostras de água e sedimento. Foram detectados quali-quantitativamente resíduos de herbicidas dos grupos químicos das triazinas (ametrina, atrazina e simazina), das triazinonas (hexazinona), das isoxazolidinonas (clomazona) e da glicina substituída (glifosato) em amostras de água, no período de estudo. Apenas ametrina, em nível quantificável em um único local.

As triazinas foram os herbicidas presentes em níveis mais elevados, o que era previsível em virtude de sua mobilidade, persistência, solubilidade em água e adsorção relativamente fraca ao solo, que favorecem o seu transporte via

escoamento superficial, lixiviação e deposição atmosférica (PRIMEL, E. G.; et al., 2005).

Dentre estas triazinas, a ametrina é a que apresenta maior solubilidade em água e menor tendência de ser adsorvida ao solo. As triazinas ainda são, no mundo todo, os herbicidas mais presentes nas águas superficiais e subterrâneas, vindo a representar 80,7% dos contaminantes encontrados em mais de 100 mil amostras de água superficial e subterrânea analisadas na Alemanha Ocidental, sendo a atrazina a responsável por 59,7% dos casos (PRIMEL, E. G.; et al., 2005).

Em área pertencente à Bacia Hidrográfica dos Rios Vacacaí e Vacacaí-Mirim que está localizada na Depressão Central do Rio Grande do Sul. A área limita ao leste no município de Cachoeira do Sul, distante aproximadamente 180 km de Porto Alegre. De acordo com os critérios de Goss usados para avaliar se um pesticida ao ser usado na agricultura pode atingir águas de superfície indicou o princípio ativo com sendo alto contaminante em pesquisa realizado para monitoramento para o herbicida, pode dividir os herbicidas entre aqueles que podem ser transportados dissolvidos em água e aqueles que são transportados associados ao sedimento em suspensão. Assim, dentre herbicidas estudados, o clomazone indica um alto potencial de poluição de águas de superfície, porque pode ser transportado dissolvido em água. Quanto ao transporte no sedimento em suspensão, o herbicidas clomazone, indica baixo potencial de poluição de águas de superfície (ARMAS, E. D.; et al., 2007).

Tais produtos citados, ao contaminarem um recurso hídrico também esta contaminando toda a cadeia de seres que fazem uso da água desse recurso, desde animais ate o próprio homem, sendo assim um assunto de muita importância e que deve ser levado mais a sério (ARMAS, E. D.; et al., 2007).

Uma das maneiras mais rápidas de serem tomadas para evitar potenciais contaminações desses princípios ativos nos locais citados na pesquisa, seria a mudança de uso desses produtos nas proximidades das áreas.

Pode-se optar pela troca desses produtos por outros produtos com mesmo efeito desejado na aplicação, mas com características físicas químicas que propiciem um baixo potencial contaminante, tanto em águas subterrâneas quanto em água

superficiais, mas isso vai depender de criteriosa pesquisa por parte, dos responsáveis pela aplicação, como a pesquisa realizada neste trabalho.

9 CONCLUSÃO

De acordo com o trabalho realizado em área de produção de cana açúcar pode ser analisado os potenciais de contaminação de águas de cinco herbicidas sendo eles Boral[®], Gesapax[®], Combine[®], Gamit[®], Gliz[®].

Cada principio ativo foi avaliado por três métodos classificativos, sendo eles critério EPA, método GUS e método GOSS, cada ativo foi enquadrado em parâmetros e classificados como baixo, médio ou altos potenciais de contaminação.

Após todas as análises obteve-se resultados, indicando três dos cinco princípios são de alto potencial de contaminação sendo eles Gesapax[®] (ametrina), Combine[®] (tebutiuron) e Gamit[®] (clomazone).

Os outros dois ativos Gliz[®] (glifosato) e Boral[®] (sulfentrazone) não tiveram classificação devido à falta de informações sobre características físicos químicos essenciais para análise nos critérios usados.

A necessidade de estudos, tais como o que aqui foi realizado e visível, mais interessante ainda se fosse realizada por aqueles que se utiliza de tais produtos, pois é uma questão muito seria, os prejuízos que podem ser acarretados da contaminação do meio ambiente por esses produtos, tanto para o próprio ambiente como para o próprio ser humano.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Carmem Verônica B.; ADISSI, Paulo José. Exposição à riscos de agrotóxicos: Apenas uma falta de informação dos agricultores. Grupo de estudos de agrotóxico; Departamento de engenharia de produção, Universidade federal da Paraíba.

ANDRADE, André Santana; QUEIROZ, Vagner Tebaldi; LIMA, Diego Tolentino; DRUMOND, Luiz César. Análise de risco de contaminação de águas superficiais e subterrâneas por pesticidas em municípios do Alto Paranaíba-Mg. *Revista Química nova*, vol.34, nº 7, Abril, 2011, p. 1129-1135.

ARMAS, Eduardo Dutra de; et al. Diagnóstico espaço-temporal da ocorrência de herbicidas nas águas superficiais e sedimentos do Rio Corumbataí e principais afluentes, *Revista Química nova*, vol.30, nº 5, 2007, p. 1119 a 1127.

BONNET, Barbara Rocha Pinto; FERREIRA, Laerte Guimarães; LOBO, Fabio Carneiro. Relações entre qualidade da água e uso do solo em Goiás: uma análise à escala da bacia hidrográfica. *Rev. Árvore*, Viçosa, v. 32, n. 2, abr. 2008.

BRAIBANTE, Maria Eliza Fortes; ZAPPE, Janessa Aline. A química dos agrotóxicos. *Revista Química Nova na Escola*, vol. 34, nº 1, Fevereiro, 2012, p. 10-15.

BARRIOS, Edmund; COUTINHO, Heitor L.C.; MEDEIROS, Carlos A.B. Integração participativa de conhecimentos de qualidade do solo-Guia Metodológico. IN. WORLD AGROFORESTRY CENTRE (ICRAF), Embrapa, Ciat. Nairóbi, 2011, p. 178.

CABRERA, Liziara; COSTA, Fabiane Pinho; PRIMEL, Ednei Gilberto. Estimativa do risco de contaminação das águas por pesticidas no sul do Brasil. **Química Nova**. Vol. 31, n 8, 2008.

CARRARO, Gilda. Agrotóxico e meio ambiente: Uma proposta de ensino de ciências e de química. Universidade federal do Rio Grande do Sul, 1997, Porto Alegre RS, Brasil.

CHASSOT, A.I. Catalisando transformações na educação. 3 ed. Ijuí: Unijuí, 1993

CAVALCANTI, Jaciene Alves; FREITAS, Juliano Carlo Rufino de; MELO, Adriana Cristina Nascimento de FILHO, João R. de Freitas. Agrotóxicos: Uma Temática para o Ensino de Química: Revista QUÍMICA NOVA NA ESCOLA vol. 32, N° 1 , fevereiro 2010.

FERREIRA, C. J. A. Monitoramento e avaliação do risco de contaminação por pesticidas em água superficial e subterrânea na região de Guairá. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, DF, v. 37, n. 5, p. 659-667, maio 2002.

GOMES, Marco Antonio Ferreira; SPADOTTO, Claudio A.; LANCHOTE Verá Lucia; Ocorrência do herbicida tebuthiuron na água subterrânea da microbacia do córrego Espreado, Ribeirão Preto, idas: R.Ecotoxicol. e Meio Ambiente, Curitiba, v. 11, p. 65 a76, jan./dez. 2001

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Manual Técnico de pedologia, 2007, 2º edição, Rio de Janeiro RJ, Brasil.

JUNIOR, Rômulo Penna Soares Scorza; NÉVOLA, Felipe Areias; AYELO, Vinicius Sanches. Avaliação da contaminação hídrica por agrotóxico. Boletim de pesquisa e desenvolvimento. Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados MS, 2010.

HABIB, Mohamed Mostafa; PIGNATI, Wanderlei da Silva, DA SILVA, Letícia Rodrigues. Agrotóxico. Pilar do agronegócio. Revista do instituto humanitas unisinos, 2011, São Leopoldo, Brasil, edição 368.

PRADO, Hélio. Pedologia fácil aplicações na agricultura, 2°. Ed. 2008

LAURENCETTI, Carolina; RIBEIRO, Maria Lucia ; PEREIRA, Sueli Yoshinaga. Contaminação de águas subterrâneas por pesticidas. Avaliação preliminar. Química nova, vol. 30, 03, 2007 p. 689-694.

LONDRES, Flavia. Agrotóxico no Brasil: Um Guia para ação em defesa da vida. AS-PTA- Assessoria e serviços a projetos em agricultura alternativa, 2011, rio de Janeiro RJ, Brasil. Edição 1º p.190.

Lorenzi, Harri. Manual de identificação e controle de plantas: Daninhas- Plantio Direto e Convencional, 6 ed. Editora Plantarum, 2006

LOPES, Alfredo Scheid; GUIMARÃES, Luiz Roberto . interpretação de análise de solo. Boletim técnico . ANDA- Associação Nacional para Difusão de adubos 2004.

MELLO, Patricia Cavani Martins. Biodegradação de Diuron por microorganismos isolados da cana de açúcar. 2004. 31p. Monografia de conclusão de curso (TCC)- Química Industrial Instituto Municipal de Ensino de Assis.

MILHOME, Maria Aparecida Liberato; SOUSA, Daniele de Oliveira Bezerra; LIMA, Francisco de Assis Ferreira; NASCIMENTO, Ronaldo Ferreira. Avaliação do potencial de contaminação de águas superficiais e subterrâneas por pesticidas aplicados na agricultura do Baixo Jaguaribe, p 363-372.

MORAES, Laís Syuri Ribeiro de. Método detecta agrotóxico na água e no solo de áreas do aquífero Guarani. *Jornal da Unicamp*. Campinas, 31 de agosto a 7 de setembro de 2009, p. 3.

PITELLI, Robinson Antonio. Competição e controle das plantas daninhas em áreas agrícolas. *Serie técnica IPEF*. Piracicaba, Vol 4, nº 12, setembro 1987.

PRIMEL, Ednei Gilberto et al . Poluição das águas por herbicidas utilizados no cultivo do arroz irrigado na região central do estado do Rio Grande do Sul, Brasil: predição teórica e monitoramento. *Quím. Nova*, São Paulo , v. 28, n. 4, Aug. 2005 . Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422005000400010&lng=en&nrm=iso>. access on 24 Oct. 2013. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-40422005000400010>.

RIBEIRO, D.H.B., VIEIRA, D. Avaliação de potencial de impactos dos agrotóxicos no meio ambiente. *Comunicado técnico*. Instituto Biológico de São Paulo. Número 124. 2010.

RODRIGUES, Nadia Regina. *Agrotóxico: Análises de resíduos e monitoramento. Multi ciência: Construindo a historia dos produtos naturais*, 2006, Campinas, SP, Brasil.

RODRIGUES, Benedito Noedi. *Guia de herbicidas*, 5 ed. Londrina, 2005.

SAVOY, Vera Lúcia Tedeschi. *Classificação dos agrotóxicos*. Vol. 73. São Paulo, 2011.

SOARES, Wagner Lopes. “Uso dos agrotóxicos e seus impactos à saúde e ao ambiente: Uma avaliação integrada entre a economia, a saúde pública, a ecologia e a agricultura. 2010. P. 150, tese (doutorado)-Fundação Oswaldo Cruz- Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Rio de Janeiro 2010.

SPADOTTO, Claudio Aparecido. Abordagem interdisciplinar na avaliação ambiental de agrotóxico. Revista núcleo de pesquisa interdisciplinar, 2006, São Manuel, Brasil, p.9.

SILVA, Alvaro Pires. The nature and propertles of soils. Ed.13, Tradução de Alvaro Pires Silva. Editora Prentice Hall 2010.

VEIGA, Marcelo Motta. Agrotóxico: Eficiência econômica e injustiça socioambiental. Ciência e Saúde Pública, nº 001, 2007, Rio de Janeiro, Associação Brasileira de pós-graduação em saúde publica coletiva. Vol. 12 p. 145-152.

YAMADA, Tsuioshi; ABDALLA, Silvia Regina Stipp. **Fósforo na agricultura brasileira**. 3 ed. Piracicaba: Potafos, 2004.

<http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/bitstream/handle/mec/11713/open/file/poluentes%20do%20solo%20prejudicam%20a%20agua.pdf?sequence=1&eventSource=2>, acesso em 17 de outubro de 2013.