



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

JULIANA FATIMA DA SILVA

**ESTIMATIVA DE RISCO DE CONTAMINAÇÃO DAS ÁGUAS POR
AGROTÓXICOS NA REGIÃO DO MÉDIO VALE PARANAPANEMA**

Assis

2011

JULIANA FATIMA DA SILVA

ESTIMATIVA DE RISCO DE CONTAMINAÇÃO DAS ÁGUAS POR
AGROTÓXICOS NA REGIÃO DO MÉDIO VALE PARANAPANEMA

Trabalho apresentado ao Programa de Iniciação Científica (PIC) do Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis – IMESA e à Fundação Educacional do Município de Assis - FEMA.

Orientadora: Ms. Patrícia Cavani Martins de Mello

Linha de Pesquisa: Ciências Exatas e da Terra

Assis
2011

FICHA CATALOGRÁFICA

SILVA, Juliana Fatima

Estimativa de risco de contaminação das águas por agrotóxicos na região do Médio Vale Paranapanema / Juliana Fatima da Silva.

Fundação Educacional do Município de Assis - FEMA - Assis, 2011.
32p.

Orientadora: Ms. Patrícia Cavani Martins de Mello
Programa de Iniciação Científica (PIC) – Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis – IMESA.

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

CDD:660

Biblioteca da FEMA

Programa de Iniciação Científica (PIC)

JULIANA FATIMA DA SILVA

Programa de Iniciação Científica (PIC) apresentado ao Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis, analisado pela seguinte comissão examinadora:

Orientador: Ms. Patrícia Cavani Martins de Mello

Analisador: _____

Assis
2011

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo realizar a estimativa de risco de contaminação das águas por agrotóxicos na região do Médio Vale Paranapanema. A análise foi realizada mediante critérios da Environmental Protection Agency (EPA), índice de GUS e método de GOSS. Esses critérios relacionam as propriedades físico-químicas dos princípios ativos de cada agrotóxico com as possibilidades de contaminação das águas superficiais e sub. Neste estudo, foram avaliados os principais produtos aplicados nas culturas na região do Médio Vale Paranapanema, através de entrevistas a produtores agrícolas utilizando-se um questionário padrão. Por meio da comparação entre os modelos, alguns pesticidas apresentaram potencial de contaminação em águas superficiais e subterrâneas, sendo necessário o monitoramento constante dos níveis desses resíduos. Os principais agrotóxicos utilizados, segundo o levantamento feito no período deste estudo foram: 2,4 D; Ametrina, Atrazina, Clorpirifós, Diuron, Endossulfan, Fipronil, Glifosato, Lambda cialotrina, Metamidophos, Metomil, MSMA, Novaluron, Piraclostrobina, Setoxidim e Trifluralina. Destes 68,75% foram classificados como possuindo alto potencial e médio potencial de contaminação associado ao sedimento e 93,75% foram classificados como possuindo alto potencial e médio potencial de contaminação dissolvido em água, segundo o critério de GOSS, segundo o critério GUS 56,25% dos principais agrotóxicos utilizados na região de estudo foram considerados como possuindo provável lixiviação e estando na faixa de transição, e segundo o critério da EPA 75% dos principais agrotóxicos utilizados na região de estudo foram considerados como sendo potenciais contaminantes e intermediário potencial de contaminação.

Palavras-chave: agrotóxicos, índice GUS; método *screening* EPA; método de GOSS.

ABSTRACT

This study aimed to perform the risk assessment of water contamination by pesticides in the Middle Paranapanema Valley. The analysis was performed using criteria of the Environmental Protection Agency (EPA), GUS index and method of GOSS. These criteria relate the physicochemical properties of the active ingredients of each pesticide with the potential for contamination of surface and sub. In this study, we assessed the main products applied to crops in the Middle Paranapanema Valley, through interviews with farmers using a standard questionnaire. By comparing the models, some pesticides showed potential for contamination in surface and groundwater, requiring constant monitoring of the levels of these residues. The main pesticides used, according to the survey conducted during this study were: 2.4 D, Ametrine, Atrazine, Chlorpyrifos, Diuron, Endosulfan, Fipronil, Glyphosate, Lambda cyhalothrin metamidophos, Methomyl, MSMA, Novaluron, Pyraclostrobin, Trifluralin and Setoxidim. Of these 68.75% were classified as having high potential and medium potential for contamination associated with sediment and 93.75% were classified as having high potential and medium potential for contamination dissolved in water, at the discretion of GOSS, at the discretion GUS 56 25% of the main pesticides used in the study region were considered to have probable leaching and being in the range of transition, and at the discretion of the EPA 75% of the main pesticides used in the study region were considered potential contaminants and potential intermediate contamination.

Keywords: pesticides, GUS index; EPA screening method, method of GOSS.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	- Classificação toxicológica dos agrotóxicos.....	16
Tabela 2	- Rotulagem indicativa de classe toxicológica dos agrotóxicos.....	17
Tabela 3	- Principais culturas em desenvolvimento na região de estudo.....	21
Tabela 4	- Fórmula molecular, classe, grupo químico e toxicidade dos principais agrotóxicos utilizados na região de estudo.....	22
Tabela 5	- Características físico-químicas dos agrotóxicos mais utilizados na região de estudo.....	24
Tabela 6	- Classificação dos agrotóxicos quanto ao potencial de contaminação de águas superficiais.....	25
Tabela 7	- Avaliação do potencial de contaminação de águas superficiais..	26
Tabela 8	- Avaliação do potencial de contaminação de águas subterrânea.	27

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	10
2.	DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO.....	11
2.1	REVISÃO LITERÁRIA.....	11
2.1.1	Importância do uso de agrotóxicos.....	13
2.1.2	Região de Assis.....	13
2.1.3	Agrotóxicos.....	14
2.1.4	Contaminação hídrica por agrotóxicos.....	17
2.2	MATERIAIS E MÉTODOS.....	19
2.2.1	Levantamento dos agrotóxicos mais utilizados na região de estudo.....	19
2.2.2	Avaliação do potencial de contaminação de água subterrânea.....	19
2.2.3	Avaliação do potencial de contaminação de água superficiais.....	20
2.3	RESULTADOS.....	21
2.3.1	Principais culturas agrícolas e agrotóxicas mais utilizadas na região de estudo.....	21
2.3.2	Características físico-químicas dos agrotóxicos mais utilizados na região de estudo.....	23
2.3.3	Avaliação do potencial de contaminação de água superficiais.....	24
2.3.4	Características físico-químicas dos agrotóxicos mais utilizados na região de estudo.....	26
3.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	28

REFERÊNCIAS..... 29

ANEXO 1..... 32

1. INTRODUÇÃO

O crescimento da demanda por alimentos que acompanhou a explosão demográfica resultou, em um primeiro momento, na intensificação da cultura em terras mais férteis e, em um segundo momento, na expansão dessas fronteiras agrícolas para áreas menos produtivas. A importância da agricultura na economia pode ser demonstrada por sua participação no Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro, que no primeiro semestre de 2010 foi de 26% (VEIGA, 2007).

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).

Concomitantemente, o uso intensivo do solo trouxe problemas ambientais como: a) diminuição da área de floresta; b) erosão; c) contaminação do solo e dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos (VEIGA, 2007).

A região do Médio Vale Paranapanema tem grande representatividade na produção agrícola do Estado e o principal cultivo é o de cana de açúcar. As maiores concentrações urbanas estão nos municípios de Assis, Paraguaçu Paulista e Cândido Mota (ROCHA et al., 2005).

Este trabalho teve como objetivo verificar quais são os principais agrotóxicos utilizados na região de Assis, Paraguaçu Paulista e Cândido Mota e através da correlação com as suas propriedades físico-químicas estimar os riscos de contaminação da água superficial e subterrânea. A avaliação do risco de contaminação de água subterrânea foi feita através do critério de screening da EPA e do índice GUS. A avaliação do potencial de contaminação das águas superficiais pôde ser previsto pelos critérios propostos pelo método de GOSS.

2. DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO

2.1 REVISÃO LITERÁRIA

De acordo com a Lei Federal nº 7.802, de 11 de julho de 1989, agrotóxicos são os produtos e os agentes de processos físicos, químicos ou biológicos, destinados ao uso nos setores de produção, no armazenamento e beneficiamento dos produtos agrícolas, nas pastagens, na proteção de florestas, nativas ou implantadas, e de outros ecossistemas e também de ambientes urbanos, hídricos e industriais, cuja finalidade seja alterar a composição da flora ou da fauna, a fim de preservá-las da ação danosa de seres vivos considerados nocivos (EMBRAPA, 2006).

A classificação dos agrotóxicos pode ser dividida em três categorias: quanto ao organismo-alvo (inseticidas, fungicidas, raticidas, nematicidas, acaricidas, bactericidas e herbicidas), quanto à origem (orgânica ou inorgânica) e quanto ao modo de ação (contato ou sistêmico). (FORNARI, 2002) Também são classificados em relação à toxicidade sendo: extremamente tóxico (DL50 menor que 50 mg/kg de peso vivo), altamente tóxico (DL50 de 50 mg a 500 mg/kg de peso vivo), medianamente tóxico (DL50 de 500 mg a 5.000 mg/kg de peso vivo) e pouco tóxico (DL50 maior que 5.000 mg/kg de peso vivo). O valor refere-se à quantidade em miligramas do ingrediente ativo, necessários para matar 50% da população de ratos ou de outro animal teste. (EMBRAPA, 2006) Tal toxicologia é relativa quando se considera as possíveis interações das moléculas com as matrizes ambientais – solo, atmosfera e água, já que diversos fatores podem promover a sua quebra em compostos características desconhecidas, ou mesmo conjugá-las com outros compostos do ambiente (MELLO, 2008).

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. Principalmente 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).

Na literatura mundial, os agrotóxicos têm sido relacionados a diversos efeitos à saúde. Além dos danos agudos - estes mais bem descritos, tendo em vista o processo de intoxicação mais imediato, muitos danos crônicos vêm sendo relatados, dentre os quais se destacam patologias de pele, teratogênese, carcinogênese, desregulação endócrina, neurotoxicidade, efeitos na reprodução humana e no sistema imunológico, entre outros (BRITO, GOMIDE, CAMARA, 2008).

O conhecimento das propriedades químicas e físicas dos contaminantes orgânicos é necessário para prever onde possivelmente encontraremos maiores concentrações dos agrotóxicos nos diferentes compartimentos do ecossistema. Porém, também é importante para entender o significado dessas concentrações e a razão de somente algum deles concentrarem toda atenção de risco ambiental (RIBEIRO e VEIRA, 2010).

As propriedades químicas dos agrotóxicos mais importantes na dinâmica desses processos são: meia vida, solubilidade em água, coeficiente de adsorção à matéria orgânica do solo o coeficiente de adsorção (K_d) é calculado pela relação entre a quantidade de agrotóxico adsorvido no solo e a quantidade de agrotóxico na água em equilíbrio, hidrólise, volatilidade e reatividade (RIBEIRO e VEIRA, 2010).

A melhor forma de avaliação do potencial de impacto dos agrotóxicos no meio ambiente é a realização de estudos de monitoramento em campo bem delineados, com coletas frequentes e regulares, durante um longo período de tempo. Entretanto, esse processo requer tempo e recursos elevados para geração dos dados e obtenção das respostas (RIBEIRO e VEIRA, 2010).

A adoção de modelos preditivos na avaliação do risco de contaminação do ecossistema aquático pode reduzir as dificuldades de um monitoramento, porque permite entender o comportamento dos agrotóxicos no ambiente e, dessa forma, selecionar locais com maior vulnerabilidade e os princípios ativos com maior potencial de impactar o ambiente hídrico (RIBEIRO e VEIRA, 2010).

2.1.1 Importância do uso de agrotóxicos

Na agricultura moderna, em que os custos de produção são elevados, o uso de agrotóxicos é imprescindível no controle de pragas, doenças, plantas daninhas ou mesmo na interferência nos processos fisiológicos das plantas, com vistas à tecnificação da cultura. Em função da suscetibilidade a um grande número de pragas e plantas daninhas e da necessidade de alta quantidade de insumos, se exige a aplicação de um grande volume de agrotóxicos, destacando-se os inseticidas, herbicidas, fungicidas, reguladores de crescimento, desfolhantes, dessecantes e adjuvantes (EMBRAPA, 2011).

A diagnose de doenças de plantas no campo é tarefa difícil e o seu controle não é simplesmente baseado no fato de tentar eliminá-la tão logo apareça. Três fatores estão sempre presentes sinergicamente em qualquer doença de planta: um agente causal, um hospedeiro suscetível e condições climáticas favoráveis. O manejo e o controle de uma doença são ferramentas para evitar que ela apareça ou evitar que, no caso de detecção da sua presença, resulte em perdas "significativas" de qualidade e quantidade dos produtos. Os agrotóxicos mais eficientes seriam capazes de eliminar cerca de 95% da população da praga. Por isso, considera-se um bom manejo e uso de agrotóxicos quando, ao final de um ciclo de produção, um número menor do que 10% dos frutos foram danificados (VEIGA, 2007).

2.1.2 Região de Assis

A região de Assis abrange 17 municípios localizados no centro-oeste do Estado, na região denominada de Médio Vale do Paranapanema e compõem, parcialmente, as bacias do rio Pari e Capivara. O principal centro urbano da região é o município de Assis com 95.703 habitantes seguido de Paraguaçu Paulista com 39.536 e Cândido Mota com 29.706 habitantes (IBGE, 2006).

A região tem forte vocação agropecuária e apesar da grande maioria dos habitantes residir nas cidades, persiste uma intensa ligação econômica, social e cultural com a

dinâmica do setor, principalmente nestas pequenas cidades. Em 2003, a área cultivada com os principais grãos alcançou 346.379 há sendo concentrada em soja (164.723 ha) e milho safrinha (142.197 ha), que juntos ocuparam 89% do total cultivado. Em ordem decrescente de área, foram verificados: trigo (18.655 ha), milho (12.610 ha), amendoim (4.301 ha) arroz (2.306ha) e feijão (1.587 ha). A área com cana para indústria totalizou, em 2003, 139.756ha, produzindo 11,156 milhões de toneladas (ROCHA et al.,2005).

Geograficamente a região em estudo situa-se em uma área cuja cobertura vegetal é de apenas 6,2%, muito inferior à média do Estado de São Paulo, que é de 16,0%. A vegetação original que predominava na região era do tipo Floresta Latifoliada Tropical Semidecídua, por vezes interrompida por manchas de cerrado (ROCHA et al.,2005).

O levantamento de solos realizado pelo Instituto Agrônomo de Campinas e pelo Consórcio Intermunicipal do Escritório da Região de Governo de Assis (CIERGA) aponta a predominância de latossolos roxos (LR39%), latossolos vermelho-escuros (LE48%), podzólicos (7%) e terras roxas estruturadas (4%). Ressalte-se que a quase totalidade dos LE é de textura média e álicos e que 50 e 40% dos LR são distróficos e eutróficos, respectivamente (ROCHA et al.,2005).

O clima da região segundo a classificação de Koppen, como do tipo Cfa: moderadamente úmido, sem estação seca, com a precipitação do mês mais seco maior que 30 mm, temperatura média do mês mais frio inferior a 18°C, mas acima de -3°C, e a temperatura média do mês mais quente superior a 22°C (ROCHA et al.,2005).

2.1.3 Agrotóxicos

Dada a grande diversidade dos produtos, cerca de 300 princípios ativos em 2 mil formulações comerciais diferentes no Brasil, é importante conhecer a classificação dos agrotóxicos quanto à sua ação e ao grupo químico a que pertencem. Essa

classificação também é útil para o diagnóstico das intoxicações e instituição de tratamento específico.

a) Inseticidas: possuem ação de combate a insetos, larvas e formigas. Os inseticidas pertencem a quatro grupos químicos distintos:

- organofosforados: são compostos orgânicos derivados do ácido fosfórico, do ácido tiosfosfórico ou do ácido ditofosfórico, como o Folidol[®], Azodrin[®], Malation[®], Diazinon[®], Nuvacron[®], Tantarom[®], Rhodiatox[®]; (BRASÍLIA, 1997)
- carbomatos: são derivados do ácido carbâmico, como o Carbaril[®], Tentfk[®], Zeclram[®], Furadan[®];
- organoclorados: são compostos à base de carbono, com radicais de cloro, derivados do clorobenzeno, do ciclo-hexano ou do ciclodieno. Foram muito utilizados na agricultura, como inseticidas, porém seu emprego tem sido progressivamente restringido ou mesmo proibido. São exemplos o Aldrin[®], Endrin[®], Endossulfan[®], Heptacloro[®], Lindane[®], Mirex[®] (BRASÍLIA, 1997)
- piretróides: são compostos sintéticos que apresentam estruturas semelhantes à piretrina, substância existente nas flores do *Chrysanthemum cinerariaefolium*. Alguns desses compostos são a Aletrina, Resmetrina, Decametrina e Cipermetrina. (BRASÍLIA, 1997)

b) Fungicidas: possuem ação contra fungos. Os principais grupos químicos são:

- etileno-bis-ditiocarbonatos, como o Maneb[®], Mancozeb[®], Dithane[®], Zineb[®], Tiram[®];
- trifenil estânico, como o Duter[®] e Brestan[®];
- captan: Ortocide a Merpan[®];
- hexaclorobenzeno.

c) Herbicidas: possuem ação contra vegetações invasoras, mais conhecidas como ervas daninhas. Nas últimas duas décadas, este grupo tem tido uma utilização crescente na agricultura. Seus principais representantes são:

- Parquat: comercializado com o nome de Gramoxone[®];
- Glifosato: Round-up[®];

- pentaclorofenol.
- derivados do ácido fenoxiacético: 2,4-diclorofenoxiacético (2,4-D) a 2,4,5-triclorofenoxiacético (2,4,5-T). A mistura de 2,4-D com 2,4,5-T representa o principal componente do agente laranja, utilizado como desfolhante na Guerra do Vietnã. O nome comercial dessa mistura é Tordon.
- dinitrofenóis: Dinoseb a DNOC.

Outros grupos importantes compreendem os raticidas (dicumarínicos), acaricidas, nematicidas, molusquicidas.

Os agrotóxicos são classificados, ainda, segundo seu poder tóxico. Esta classificação é fundamental para o conhecimento da toxicidade de um produto, do ponto de vista de seus efeitos agudos. No Brasil, a classificação toxicológica está a cargo do Ministério da Saúde (BRASÍLIA, 1997).

A classificação toxicológica é apresentada na Tabela 1, juntamente com a correlação quantitativa de efeito nos humanos.

Grupo	DL50	Dose capaz de matar um humano adulto
Extremamente tóxicos		≤ 5 mg/kg 1 pitada -algumas gotas
Altamente tóxicos	5-50	Algumas gotas - 1 colher de chá
Medianamente tóxicos	50-500	1 colher de chá – 2 colheres de sopa
Pouco tóxicos	500 - 5000	2 colheres de sopa - 1 copo
Muito pouco tóxicas	5000 ou mais	1 copo – litro

Tabela 1: Classificação toxicológica dos agrotóxicos (BRASÍLIA, 1997).

Por determinação legal, todos os produtos devem apresentar nos rótulos uma faixa colorida indicativa de sua classe toxicológica (Tabela 2).

Classe	Classificação	Cor do rótulo
Classe I	Extremamente tóxicos	Faixa vermelha
Classe II	Altamente tóxicos	Faixa amarela
Classe III	Medianamente tóxicos	Faixa azul
Classe IV	Pouco tóxicos	Faixa verde

Tabela 2: Rotulagem indicativa de classe toxicológica dos agrotóxicos (BRASÍLIA, 1997).

2.1.4 Contaminação hídrica por agrotóxicos

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 até mesmo em áreas de captação de água para consumo humano (ACHA, 2011).

Adiante são apresentadas algumas pesquisas realizadas no Brasil sobre a contaminação hídrica por agrotóxicos.

Segundo DANTAS 2011, A poluição hídrica é provocada por vários fatores. O uso de agrotóxicos e adubos em excesso é um deles. Nesse caso, grandes quantidades de substâncias tóxicas são enviadas para os rios através das chuvas.

Segundo GADLICH, As atividades agropecuárias transformam o meio ambiente, modificam os elementos componentes dos ecossistemas e das paisagens. Estas transformações concernem à articulação entre processos naturais e processos sociais, já que, freqüentemente, geram-se conflitos entre a exploração de recursos naturais e a qualidade de vida da população. A contaminação dos solos e das águas superficiais e subterrâneas é uma das facetas deste conflito, resultando da utilização maciça de inúmeros compostos pela agricultura moderna, que busca o máximo de rentabilidade econômica num espaço de tempo mínimo. Exemplos destes compostos são os agrotóxicos, cuja utilização impõe riscos ao equilíbrio nos sistemas aquáticos e à saúde humana, sendo acentuada a utilização destes devido

à alta incidência de pragas e doenças favorecida pela alta umidade e temperatura nos países intertropicais, sendo, seu uso, característico do padrão tecnológico da produção agrícola moderna. Não obstante o aumento da produção agrícola nas últimas décadas em função de uma maior proteção das culturas contra organismos patógenos, a utilização de agrotóxicos é bastante discutida devido às conseqüências prejudiciais que engendra, e que são freqüentemente relacionadas à saúde humana, seja a problemas ligados à intoxicação de trabalhadores rurais que lidam diretamente com estes compostos, seja quanto à saúde de consumidores de produtos de origem vegetal ou animais contaminados. São apontados como efeitos indesejáveis a acumulação destes agrotóxicos ou seus derivados ao longo da cadeia trófica, a sua não-especificidade, o desenvolvimento de resistência nas espécies a serem combatidas, bem como a contaminação e/ou a acumulação destes em solos não agrícolas, na atmosfera, nas águas superficiais e subterrâneas. Esta contaminação, de caráter difuso, gera graus diversos de agressão ao ambiente, levando ao comprometimento dos recursos básicos para a produção agrícola e da manutenção, inclusive econômica, desta atividade.

Segunda a REVISTA QUÍMICA NOVA 2008, a contaminação por agrotóxicos tanto ocorre pontualmente como nas áreas adjacentes, podendo atingir até mesmo locais mais distantes do ponto de aplicação, dependendo de suas características os pesticidas podem permanecer nos diferentes compartimentos ambientais, os tais como atmosfera, solo, água de superfície e subterrânea. Através das suas propriedades físico-químicas, pode-se estimar seu comportamento no meio ambiente, desde uma aplicação até o destino final, assim como interações com o solo de e o transporte, quando dissolvidos em água ou ao associado sedimento. Alguns agrotóxicos podem ser vias de degradação químicas ou ação de microrganismos. Entretanto, como moléculas com alta persistência (baixa taxa de degradação) podem permanecer sem sofrer ambiente sem qualquer alteração.

Os recursos hídricos onde são os mais afetados devido à agricultura exigir um suprimento de água, o que conduz o desenvolvimento dessa atividade próximo rios e lagos o comprometimento destes recursos naturais gera sepulturas, prejuízos à saúde humana, tal situação exige controle e estudos que possibilitem o monitoramento de agrotóxicos no meio ambiente. Em seu estudo sobre a estimativa

de risco de contaminação das águas por agrotóxicos na região sul do estado do RS, determinou que a água subterrânea, estudos de monitoramentos na região deverão, enfocar em investigação os compostos contaminantes, visto que são utilizados bastante na região de estudo e apresentam risco de contaminação ao corpos hídricos, assim, concluiu que os pesticidas pendimetalina, 2,4-D, bisbiribaque sódico, carboxina, parationa-metílica, propanil e tebuconazol devem ser avaliados, pois são contaminantes em potencial destas águas (PC) e provavelmente lixiviados (PL), segundo critérios da EPA OS e GUS respectivamente (CABRERA et al, 2008)

2.2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.2.1 Levantamento dos agrotóxicos mais utilizados na região de estudo

O levantamento de dado ocorreu nas regiões de Paraguaçu Paulista, Cândido Mota e Assis, utilizando-se um questionário padrão (Anexo 1), entre os meses de fevereiro e maio, do ano de 2011, a 102 produtores regionais de diversas culturas (soja, milho, cana de açúcar, mandioca e outras).

Foram coletadas informações sobre o solo, tipo de cultura, defensivos agrícolas, nome dos defensivos, frequência de aplicações, armazenamento das embalagens, equipamentos de proteção para aplicar os defensivos e forma de aplicações, as informações tabeladas foram analisadas.

2.2.2 Avaliação do potencial de contaminação de água subterrânea

Para avaliar o risco potencial de contaminação de águas subterrâneas na região de estudo, foram usados o critério de screening da Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (EPA) e o Groundwater Ubiquity Score (GUS), também chamado índice de vulnerabilidade de águas subterrâneas.

O método de screening sugerido pela EPA na análise preliminar de riscos de contaminação de águas subterrâneas por pesticidas considera os seguintes critérios:

- Solubilidade dos pesticidas em água (S) > 30 mg.L⁻¹;
- Coeficiente de adsorção à matéria orgânica do solo (K_{oc}) < 300 – 500 mL.g⁻¹;
- Constante de Henry (K_H) < 10⁻² Pa.m³.mol⁻¹;
- Especificação (Esp): negativamente carregado a pH normal do ambiente (5 a 8);
- Meia-vida no solo (DT_{50 solo}): entre 14 e 21 dias;
- Meia-vida na água: > 175 dias.

De acordo com essas propriedades, os pesticidas que se enquadram nesses critérios são considerados de alto potencial contaminante.

Além disso, algumas condições ambientais favorecem a percolação no solo como pluviosidade anual > 250 mm, aquífero não confinado e solo poroso. Esses dados sobre condições ambientais não foram utilizados nas análises dos resultados deste projeto (MILHOME, 2009).

O índice GUS é calculado por meio dos valores de meia-vida do composto no solo (DT_{50 solo}) e do coeficiente de adsorção à matéria orgânica do solo (K_{oc}), não se levando em consideração outras propriedades, como solubilidade em água. A equação abaixo é utilizada para se fazer a estimativa do índice GUS (MILHOME, 2009).

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

As faixas de classificação dos compostos de acordo com sua tendência à lixiviação são:

- GUS < 1,8: não sofre lixiviação;
- 1,8 < GUS < 2,8: faixa de transição;
- GUS > 2,8: provável lixiviação.

2.2.3 Avaliação do potencial de contaminação de águas superficiais

O potencial de contaminação das águas superficiais pode ser previsto pelos critérios propostos por GOSS, na Tabela 6. Os pesticidas são classificados como possuindo

alto ou baixo potencial de contaminação em função do transporte associado aos sedimentos ou dissolvidos em água. As substâncias que não se enquadram em nenhum dos critérios citados são consideradas de potencial intermediário de contaminação para águas superficiais (MILHOME, 2009).

2.3 RESULTADOS

2.3.1 Principais culturas agrícolas e agrotóxicas mais utilizadas na região de estudo

Dos 102 entrevistados neste trabalho verificou-se que 28,3% cultivavam sola, 29,0% cultivavam milho, 22,0% cultivavam cana de açúcar, 7,9% cultivavam mandioca. O restante (13%) faziam práticas de outras culturas como por exemplo: banana, pimentão e bucha vegetal. A tabela 3 apresenta as principais culturas em desenvolvimento na região de estudo, assim como os principais agrotóxicos empregados nas mesmas. Todos os resultados apresentados aqui foram obtidos das entrevistas feitas aos produtores rurais, que posteriormente foram compiladas e trabalhadas utilizando-se o programa Excel.

Cidade	Principais culturas	Agrotóxicos mais utilizados
Assis	Soja Milho Cana de açúcar Mandioca	Ametrina, Atrazina, Diuron, Endossufan, Fipronil, Glifosato, Lambda Cialotrina, Metamidofós, Metomil, MSMA, Novaluron, Piraclostrobina, Trifluralina, 2,4-D
Cândido Mota	Soja Milho Cana de açúcar Mandioca	Atrazina, Ametrina, Clorpirifós, Diuron, Endossulfan, Fipronil, Glifosato, Metamidofós, Metomil, Trifluralina, Setoxedin, 2,4-D
Paraguaçu Paulista	Soja Milho Cana de açúcar Mandioca	Ametrina, Diuron, Endossulfan, Fipronil, Glifosato, Metamidofós, Metomil, Novaluron, Piraclostrobina, Trifluralina, Setoxedin, 2,4-D

Tabela 3: principais culturas em desenvolvimento na região de estudo.

A tabela 4 apresenta a fórmula molecular, classe, grupo químico e toxicidade dos principais agrotóxicos utilizados na região de estudo.

Composto	Fórmula Molecular	Classe	Grupo químico	Toxicidade
2,4 D	$C_8H_6Cl_2O_3$	Herbicida	Ácido ariloxialcanóico	I
Ametrina	$C_9H_{17}N_5S$	Herbicida	Triazina	III
Atrazina	$C_8H_{14}ClN_5$	Fungicida	Triazina	III
Clorpirifós	$C_9H_{11}Cl_3NO_3PS$	Acaricida Inseticida	Organofosforado	II
Diuron	$C_9H_{10}Cl_2N_2O$	Herbicida	Uréia	III
Endossulfan	$C_9H_6Cl_6O_3S$	Acaricida Inseticida	Organoclorado	I
Fipronil	$C_{12}H_4Cl_2F_6N_4OS$	Inseticida	Pirazol	II
Glifosato	$C_3H_8NO_5P$	Herbicida	Glicina substituída	IV
Lambda Cialotrina	$C_{23}H_{19}ClF_3NO_3$	Inseticida	Piretróide	III
Metamidophos	$C_2H_8NO_2PS$	Acaricida Inseticida	Organofosforado	I
Metomil	$C_5H_{10}N_2O_2S$	Acaricida Inseticida	Carbamato	I
MSMA	CH_4AsNaO_3	Herbicida	Organoarsênico	II
Novaluron	$C_{17}H_9ClF_8N_2O_4$	Inseticida	Benzoiluréia	IV
Piraclostrobina	$C_{19}H_{18}ClN_3O_4$	Fungicida	Estrobilurina	II
Setoxidim	$C_{17}H_{29}NO_3S$	Herbicida	Oxima ciclohexanodiona	II
Trifluralina	$C_{13}H_{16}F_3N_3O_4$	Herbicida	Dinitroanilina	III

Tabela 4: Fórmula molecular, classe, grupo químico e toxicidade dos principais agrotóxicos utilizados na região de estudo.

2.3.2 Características físico-químicas dos agrotóxicos mais utilizados na região de estudo

As ferramentas utilizadas neste trabalho levam em consideração algumas características físico-químicas das moléculas para que se estime o potencial de contaminação das mesmas aos recursos hídricos.

Os dados referentes às propriedades químicas dos defensivos foram feitos através de revisão bibliográfica, utilizando-se como base de dados a Scientific Electronic Library (Scielo) e o Science Direct. Com menor frequência foi utilizada a base de dados do CNPq.

Os levantamentos levaram em conta a data da publicação dos trabalhos e áreas de pesquisa, sendo priorizadas aquelas relacionadas à química e as ciências do solo.

O critério de Goss considera a meia-vida do composto no solo ($DT_{50 \text{ solo}}$), solubilidade em água à 25°C (S) e a constante de adsorção à matéria orgânica do solo (K_{oc}) (CARVALHO et al., 2000).

Os critérios utilizados para avaliar o potencial de lixiviação contaminando a água subterrânea são sugeridos pela EPA e pelo Índice de GUS. Os critérios de screening da EPA envolvem os valores de solubilidade em água (a 25°C), o K_{oc} , a constante da Henry (K_H), a especiação (presença de forma aniônica em pH normal, entre 5 e 8), o $t_{1/2 \text{ solo}}$ e as condições de campo que favorecem a percolação das substâncias no solo, como índice de pluviosidade anual, aquífero não confinado e porosidade do solo (CARVALHO et al., 2000).

O índice GUS inclui o $DT_{50 \text{ solo}}$ do composto no solo e o K_{oc} .

Os dados referentes às características físico-químicas dos agrotóxicos mais utilizados na região de estudo são apresentados na Tabela 5.

Composto	S (mg.L ⁻¹)	K _{ow}	pK _a	Pressão de vapor (mPa) (25°C)	K _H (Pa.m ³ .mol ⁻¹)	DT _{50 solo} (dias)
2,4 D	1,3 x 10 ⁻⁵	-0,83	2,87	1,87 x 10 ⁻²	1,3 x 10 ⁻⁵	10
Ametrina	42	2,63	4	D I	4,1x10 ⁻⁴	51
Atrazina	35	2,7	1,7	3,0 x 10 ²	1,5 x 10 ⁴	75
Clorpirifós	1,05	4,7	N A	1,43	0,48	50
Diuron	36.4	400	D I	D I	5.49 x 10 ⁻⁸	328 ± 212
Endossulfan	0,32	3,13	D I	0,83	1,48	50
Fipronil	2,4	4,01	D I	3,7 x 10 ⁻²	3,7x10 ⁻⁵	1390
Glifosato	10500	3,2	2,34	1,31 x 10 ⁻²	2,1 x 10 ⁻⁷	12
Lambda cialotrina	0,005	6,9	N A	2,0 x 10 ⁴	2,0 x 10 ⁻²	25
Metamidophos	200000	-0,79	D I	2,3	1,6 x 10 ⁻⁶	4
Metomil	55000	1,24	N A	0,72	2,1 x 10 ⁻⁶	7
MSMA	580x10 ³	5	D I	D I	D I	180
Novaluron	3	4,3	D I	N A	2	17
Piraclostrobina	1,9	3,99	N A	2,6 x 10 ⁻⁵	5,3 x 10 ⁻⁵	32
Setoxidim	4.390	45,1	4,16	D I	2,47x10 ⁻⁵	5 a 11
Trifluralina	0,3	118000	D I	D I	4,02	60

Tabela 5: Características físico-químicas dos agrotóxicos mais utilizados na região de estudo (NA: não aplicável; DI: dado indisponível).

2.3.3 Avaliação do potencial de contaminação de águas superficiais

O critério de GUS é calculado por meio dos valores de meia-vida do composto no solo (DT_{50solo}) e do coeficiente de adsorção à matéria orgânica do solo (K_{oc}), não se levando em consideração outras propriedades, como solubilidade em água (MILHOME, 2009)..

A tabela 6 explica como são classificados os agrotóxicos quanto ao potencial de contaminação de águas superficiais, pelo índice GOSS.

Potencial de transporte associado ao sedimento	DT _{50 solo} (dias)	K _{oc} (mL.g ⁻¹)	S (mg.L ⁻¹)
Alto	≥40	≥ 1000	-
	≥ 40	≥ 500	≤ 0,5
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

6: Classificação dos agrotóxicos quanto ao potencial de contaminação de águas superficiais.

A tabela 7 apresenta a avaliação do potencial de contaminação de águas dos agrotóxicos quanto ao potencial de contaminação de águas superficiais.

Princípio ativo	Potencial de transporte associado ao sedimento	Potencial de transporte dissolvido em água
2,4 -D	BP	MP
Ametrina	BP	AP
Atrazina	MP	AP
Clorpirifós	AP	AP

Tabela 7 (continuação)

Diuron	MP	AP
Endossulfan	AP	MP
Fipronil	MP	AP
Glifosato	MP	MP
Lambda cialotrina	MP	AP
Metamidofós	BP	MP
Metomil	BP	MP
MSMA	AP	AP
Novaluron	MP	MP
Piraclostrobina	MP	MP
Setoxidim	BP	BP
Trifluralina	AP	MP

Tabela 7: Avaliação do potencial de contaminação de águas superficiais (AP: alto potencial de lixiviação; BP: baixo potencial de lixiviação; MP: médio potencial de lixiviação)

2.3.4 Avaliação do potencial de contaminação de água subterrânea

O método de screening sugerido pela EPA apresentado na tabela 8 mostra a análise preliminar de riscos de contaminação de águas subterrâneas por agrotóxicos, utilizando os critérios preconizados pela EPA e pelo método de GUS.

	S	K _{oc}	K _H	Esp	DT ₅₀ solo	DT ₅₀ água	Critério EPA	Critério GUS
2,4 D	x	x	x	x	o	x	CP	FT
Ametrina	o	x	x	o	x	x	CP	FT
Atrazina	x	x	x	x	x	o	CP	PL
Clorpirifós	x	x	x	x	o	x	CP	LN
Diuron	x	x	x	x	l	x	CP	PL
Endossulfan	o	o	o	l	x	o	NC	LN

Tabela 8 (continuação)

Fipronil	o	x	x	l	x	l	CP	FT
Glifosato	x	o	x	x	o	x	CP	NL
Lambda cialotrina	o	o	o	o	x	o	NC	NL
Metamidophos	x	x	x	l	o	o	IN	FT
Metomil	x	x	x	o	o	o	IN	FT
MSMA	o	o	l	l	x	l	l	l
Novaluron	o	o	l	l	x	l	l	l
Piraclostrobina	o	o	x	o	x	x	IN	LN
Setoxidim	o	x	x	x	o	l	IN	FT
Trifluralina	o	o	o	x	x	X	IN	FT

Tabela 8: Avaliação do potencial de contaminação de águas subterrânea (CP: contaminante em potencial; NC: não contaminante; l: inconclusivo (dado não disponível); IN: intermediário potencial de contaminação; PL: provável lixiviação; FT: faixa de transição; LN: lixiviação nula)

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com o levantamento realizado na região do Médio Paranapanema no período de fevereiro a maio pode-se verificar que as principais culturas agrícolas da região são soja, cana-de-açúcar, milho e mandioca.

Nessas culturas, os principais agrotóxicos utilizados, segundo o levantamento feito no período deste estudo foram: 2,4 D; Ametrina, Atrazina, Clorpirifós, Diuron, Endossulfan, Fipronil, Glifosato, Lambda cialotrina, Metamidophos, Metomil, MSMA, Novaluron, Piraclostrobina, Setoxidim e Trifluralina.

Dos principais agrotóxicos utilizados na região de estudo 68,75% foram classificados como possuindo alto potencial e médio potencial de contaminação associado ao sedimento, segundo o critério de GOSS.

Dos principais agrotóxicos utilizados na região de estudo 93,75% foram classificados como possuindo alto potencial e médio potencial de contaminação dissolvido em água, segundo o critério de GOSS.

Segundo análise segundo o critério da EPA 75% dos principais agrotóxicos utilizados na região de estudo foram considerados como CP, IN. Os agrotóxicos MSMA e Novaluron foram considerados inconclusivos segundo o critério EPA por não possuírem publicações suficientes que tornassem possível sua análise neste estudo.

Segundo análise segundo o critério GUS 56,25% dos principais agrotóxicos utilizados na região de estudo foram considerados como PL, FT. Os agrotóxicos MSMA e Novaluron foram considerados inconclusivos segundo o critério GOSS por não possuírem publicações suficientes que tornassem possível sua análise neste estudo.

REFERÊNCIAS

ACHA, Avaliação da Contaminação Hídrica por Agrotóxico (EMBRAPA), Disponível em: < <http://www.cpa0.embrapa.br/publicacoes/online/zip/BP201058.pdf> >. Acesso em 08/12/2011

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. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-67622008000200014&lng=pt&nrm=iso>. acessos em 27 nov. 2010. doi: 10.1590/S0100-67622008000200014.

BRASÍLIA, Organização Pan-Americana da Saúde. Manual de Vigilância da Saúde de Populações Expostas a Agrotóxicos. In: OPAS/OMS. Setor de Embaixadas Norte.lote19, Repartição Sanitária Pan-Americana, Brasília, 1997, 72p.

BRITO, P.F.; GOMIDE, M.; CAMARA, V. M.. Agrotóxicos e saúde: realidade e desafios para mudança de práticas na agricultura. Physis, Rio de Janeiro, v. 19, n. 1, 2009. Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010373312009000100011&lng=en&nrm=iso>. Access on 03 Apr. 2010. doi: 10.1590/S0103-73312009000100011.

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.

CARVALHO, A. R.; SCHLITTER, F. H. M.; TORNISIELO, V. L.; *Quim. Nova* 2000, 23, 618.

CHAIM, A. et al. Manejo de agrotóxico e qualidade ambiental: manual técnico. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 1999.

DANTES, Tiago. GEOGRAFIA HUMANA. Disponível em <<http://www.mundoeducacao.com.br/geografia/poluicao-das-aguas.htm>> acesso em 09/12/2011.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Cultivo do Algodão Irrigado. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Algodao/AlgodaoIrrigado_2ed/agrotoxicos.html>. Acesso em 08/12/2011.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA), 2006. Normas Gerais sobre o Uso de Agrotóxicos. Embrapa Arroz e Feijão. Sistemas de Produção nº 7. ISSN 1679-8869 Versão eletrônica. Setembro/2006. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Arroz/ArrozTerrasAltasMatoGrosso/normas_gerais_uso_agrotoxicos.htm>. Acesso em: 27, jan. 2009.

FERNANDES NETO, Maria de Lourdes; SARCINELLI, Paula de Novaes. Agrotóxicos em água para consumo humano: uma abordagem de avaliação de risco e contribuição o processo de atualização da legislação brasileira. Eng. Sanit. Ambient., Rio de Janeiro, v. 14, n. 1, mar. 2009 . Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S141341522009000100008&lng=pt&nrm=iso>. acessos em 27 nov. 2010. doi: 10.1590/S1413-41522009000100008.

HU, H.; KIM, N.K. Drinking-water pollution and human health. In: CHIVIAN, E. et al. (Ed.). Critical condition: human health and the environment. 2. Ed. EUA: MIT Press, 1994. p. 31-45.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Banco de dados: O Brasil por Município. Assis. Lavoura Temporária 2008. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>. Acesso em: 31 Maio. 2010.

MELLO, P.C.M. Degradação de diuron em solo bioaumentado por microrganismos isolados da rizosfera da cana-de-açúcar. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2008

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, CE. **Eng Sanit Ambient.** v14, n3, jul/set 2009, p 363-372.

RIBEIRO, D.H.B., VIEIRA, D. AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE IMPACTO DOS AGROTÓXICOS NO MEIO AMBIENTE. Comunicado técnico. Instituto Biológico de São Paulo. Número 124. 2010.

ROCHA, M.B., VICENTE, M. C. M., MARTIN, N. B., OLIVEIRA, M. D.M., SILVA, V., OTANI, M. N. PLANO DE DESENVOLVIMENTO REGIONAL SUSTENTÁVEL DO VALE DO MÉDIO PARANAPANEMA: ESTRATÉGIA DE DESENVOLVIMENTO. Agência Paulista de Tecnologia dos agronegócios – Pólo Regional de Assis. 2005.11.

SEMPLE, K.T.; REID, B.J.; FERMOR, T.R. Impact os composting strategies on the treatment of soils contaminated with organic pollutants. Environmental Pollution, v. 112, p.269-283, 2002.

SINDICATO NACIONAL DA INDUSTRIA DE PRODUTOS PARA DEFESA AGRÍCOLA. Disponível em: <<http://sindag.com.br>. Acesso em novembro, 2010. VEIGA, Marcelo Motta. Agrotóxicos: eficiência econômica e injustiça socioambiental. Ciênc. saúde coletiva, Rio de Janeiro, v. 12, n. 1, Mar. 2007 . Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S141381232007000100017&lng=en&nrm=iso>. access on 26 Nov. 2010. doi: 10.1590/S1413-81232007000100017.

VEIGA, Marcelo Motta. Agrotóxicos: eficiência econômica e injustiça socioambiental. Ciênc. saúde coletiva, Rio de Janeiro, v. 12, n. 1, Mar. 2007 . Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-81232007000100017&lng=en&nrm=iso>. access on 11 Dec. 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-81232007000100017>.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Guidelines for drinking - water quality. Third Edition. 1st Addendum to vol. 1. Geneva: WHO, 2006. Disponível em: http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq0506.pdf. Acesso em: 29 jun. 2007.

ANEXO 1
QUESTIONÁRIO SOBRE O USO DE AGROTÓXICOS

Nome:
Local da propriedade:
Usa defensivos agrícolas (agrotóxicos)? () Sim () Não
Qual cultura produz? () Soja () Milho () Cana de açúcar () Mandioca () Outra (s):
Qual(is) o(s) defensivo(s) agrícola(s) de maior utilização? () Herbicida () Inseticida () Fungicida () Acaricida () Regulador () Outro(s)
Qual é a nome do(s) produto(s) utilizado(s)?
Qual é a frequência de aplicação dos agrotóxicos nas culturas?
Qual é o tipo de solo predominante na(s) propriedade(s)?
Onde costuma armazenar a embalagem? () Devolve ao fornecedor () Armazena na propriedade () Queima () Enterra () Joga no rio
Usa equipamentos de proteção para aplicar os defensivos? () Não () Sim, tipo(s):
Costuma entrar na lavoura logo após a pulverização? () Sim () Não
De que forma faz a pulverização? () Utiliza trator () Utiliza pulverizador costal (manual) () Faz aplicação aérea (com avião)
Faz a tríplice lavagem das embalagens vazias de agrotóxicos? () Sim () Não
Já sofreu algum tipo de intoxicação pelo uso de agrotóxicos? () Sim () Não
Utiliza apoio técnico (agrônomo ou engenheiro agrônomo) p/ a aplicação dos defensivos? () Sim () Não