

VI-196 - ANÁLISE PRELIMINAR DO RISCO DE CONTAMINAÇÃO POR AGROTÓXICOS EM ÁGUA SUPERFICIAL E SUBTERRÂNEA EM UMA MICROBACIA DO CÓRREGO SOSSEGO, REGIÃO DE ITARANA- ES

Edumar Ramos Cabral Coelho⁽¹⁾

Engenheira Civil pela Universidade Federal do Espírito Santo (UFES). Especialista em Administração dos Serviços de Saúde pela Universidade de Ribeirão Preto (UNAERP). Mestra e Doutora em hidráulica e Saneamento pela Escola de Engenharia de São Carlos.

Amanda de Barros Amaral

Engenheira agrônoma pela Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. Mestranda em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal do Espírito Santo.

Andréia do Rozário

Química pela Universidade Federal do Espírito Santo. Mestranda em Engenharia Ambiental pela mesma universidade. Professora de Química do Instituto Federal do Espírito Santo, Campus Aracruz.

Endereço⁽¹⁾: Rua Alvim Borges da Silva, 168 - Jardim Camburí - Vitória - ES - CEP:29090-300 - Brasil – Tel: (27) 4009-2065 – e-mail: edumar@ct.ufes.br

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo avaliar o potencial de contaminação de águas superficiais e subterrâneas por agrotóxicos na bacia do Córrego Sossego, ES. A análise foi realizada mediante critérios da Environmental Protection Agency (EPA), índice de GUS e método de GOSS. Esses critérios baseiam-se em propriedades físico-químicas dos princípios ativos de cada agrotóxico. Neste estudo, foram avaliados os principais produtos aplicados nas culturas através de levantamento realizado na própria região. Por meio da comparação entre os modelos, os resultados deste trabalho levaram à identificação dos agrotóxicos que devem ser priorizados no monitoramento ambiental da bacia do Córrego Sossego, devido ao seu alto potencial de contaminação nos mananciais superficiais e subterrâneos.

PALAVRAS-CHAVE: Índice GUS, método screening EPA, método de GOSS.

INTRODUÇÃO

O Brasil é considerado o terceiro maior exportador agrícola do mundo ficando atrás apenas dos Estados Unidos e da União Européia. No ano de 2000, o Brasil ocupava o sexto lugar do ranking (IBAMA, 2010). Assim, em 2008, o Brasil se destacou por assumir o posto de maior mercado consumidor de agrotóxicos do mundo. Segundo levantamento realizado pelo Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para Defesa Agrícola (SINDAG), as vendas de agrotóxicos somaram US\$ 7,125 bilhões diante de US\$ 6,6 bilhões do segundo colocado, os Estados Unidos (ANDEF, 2009). Os herbicidas, usados no controle de ervas daninhas, estão entre os agrotóxicos mais aplicados respondendo por 3,200 milhões de toneladas (44,9%), seguidos pelos inseticidas com 2,027 milhões de toneladas (28,5%), fungicidas 1,573 milhões de toneladas (22,1%), acaricidas 112,8 mil toneladas (1,6%) e os demais defensivos agrícolas, que somam 210,1 mil toneladas (2,9%) (ANDEF, 2009; IBGE, 2010).

Os agrotóxicos além de proteger as culturas agrícolas das pragas, doenças e plantas daninhas, podem oferecer risco ambiental e graves problemas à saúde. Seu uso excessivo e inadequado leva a contaminação do ar, solo, águas superficiais e subterrâneas, apresentando conseqüentemente, efeitos negativos em organismos terrestres, aquáticos e intoxicação humana, seja por exposição direta (intoxicação de produtores rurais) ou indireta (pelo consumo de água e alimentos contaminados) (SPADOTTO, 2004).

Quando aplicados nas culturas, os agrotóxicos podem persistir por muitos anos no solo, contaminando mananciais superficiais, através do escoamento das águas, e os lençóis freáticos pela lixiviação dos mesmos através do perfil dos solos (TOMITA; BEYRUTH, 2002). Desta forma, tais fatos comprometem o uso múltiplo das águas pelas comunidades humanas da região afetada.

A análise dos agrotóxicos utilizados na cadeia produtiva das culturas possibilita a identificação dos produtos que podem oferecer risco potencial ou apresentar potencial de contaminação das águas superficiais e subterrâneas (FERRACINI et al., 2001). A utilização de modelos para estimar este potencial de contaminação dos agrotóxicos em mananciais não é recente e têm sido amplamente empregados tais como o Método de Screening da Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (EPA), o índice de vulnerabilidade de águas subterrâneas (Groundwater Ubiquity Score, GUS) e o método de Goss para águas superficiais (BRITO et al., 2001; FERNANDES NETO, 2010). Esses métodos baseiam-se em propriedades físico-químicas dos pesticidas, como solubilidade em água (S), o coeficiente de adsorção à matéria orgânica do solo (KOC), a constante da Lei de Henry (KH) e a meia-vida no solo e na água (DT50) (DORES; FREIRE, 2001; FERRACINI et al, 2001). O objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial de contaminação de águas superficiais e subterrâneas por agrotóxicos utilizados na Bacia do Córrego Sossego (Itarana - ES) a partir destes modelos.

MATERIAIS E MÉTODOS

Local de estudo

A microbacia hidrográfica do Córrego Sossego (MHCS) está localizada na porção centrooeste do Espírito Santo, situada no município de Itarana e faz parte da bacia do Rio Doce (Figura 1) (POLONI, 2010).

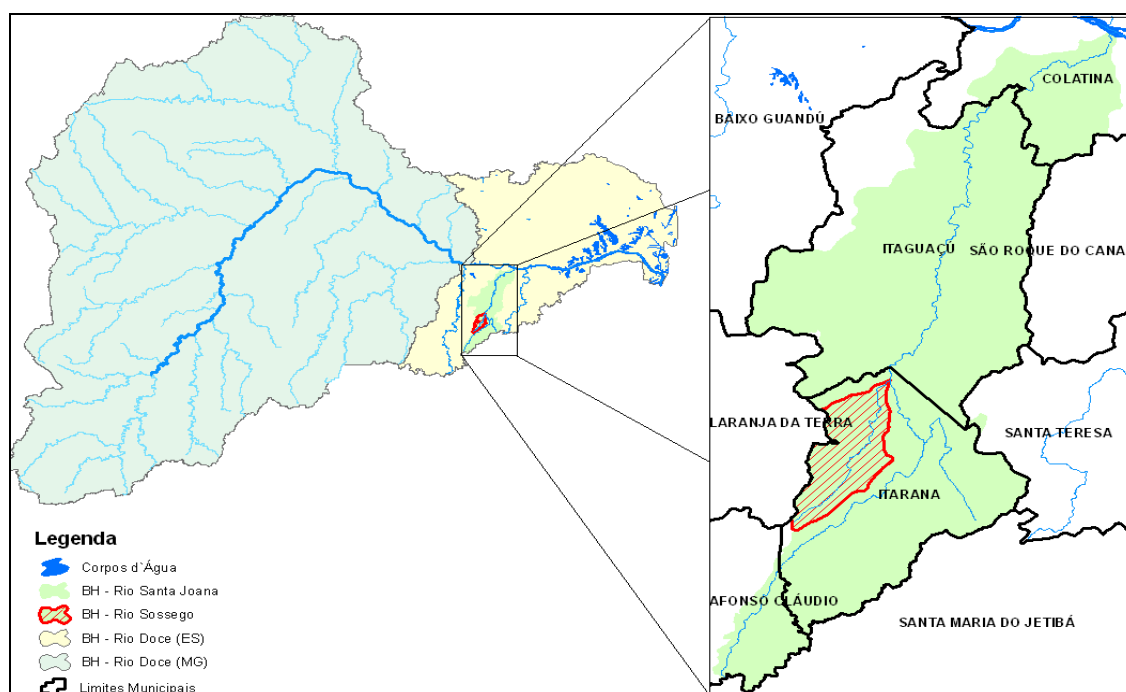


Figura 1 - Localização da Bacia Hidrográfica do Córrego Sossego. Fonte: POLONI (2010).

A MHCS e a totalidade do município de Itarana estão contidas na Bacia do Rio Santa Joana, uma sub-bacia que contribui na formação da Bacia do Rio Doce, com uma área de drenagem idêntica à do seu território (GIRARDI; QUARENTEI, 2008). A microbacia do Sossego possui uma área de drenagem de aproximadamente 65 Km² (6.500 ha) e o seu curso principal tem um comprimento de aproximadamente 19 Km (GEARH, 2003).

Em termos de Zonas Naturais, conforme proposto pelo INCAPER (Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural) (Mapa de Unidades Naturais EMCAPA/NEPUT, 1999), a bacia do Sossego está localizada nas zonas 3 (44% da área) e 6 (33% da área). A zona 3 se caracteriza pela ocorrência de terras de temperaturas amenas, acidentadas e chuvosas/secas; apresenta temperaturas médias mínimas nos meses mais frios de 9,4 a 11,8° C e temperaturas médias máximas nos meses mais quentes de 27,8 a 30,7° C. A zona 6 se caracteriza pela ocorrência de terras quentes, acidentadas e secas; apresenta temperaturas médias mínimas nos meses mais frios de 11,8 a 18° C e temperaturas médias máximas nos meses mais quentes de 30,7 a 34,0° C. A precipitação média observada para a bacia do Sossego é de 960 mm (valor considerado para o Município de

Itarana). Os períodos secos são os meses de Maio a Agosto e o período úmido é de Janeiro a Abril e Outubro a Dezembro.

Segundo Poloni (2010) os tipos de relevo da MHCS apresentam, aproximadamente, os seguintes percentuais: Plano: 5,7%; Suave ondulado: 11,1%; Ondulado: 23,3%; Forte ondulado: 36,1%; Montanhoso: 18,5%; Escarpado: 5,3%. O mesmo autor relata que 60% da área da microbacia possui classe de relevo com restrições à agricultura, somando-se às faixas Forte ondulado, Montanhoso e Escarpado áreas às quais possuem declividade acima de ondulado.

Os solos encontrados na MHCS são pertencentes ao grupo dos Argissolos, Latossolos, Neossolos e Gleissolos. Aproximadamente 65% de sua área é coberta pela classe argissolos, após o valor do neossolo litólico que por sua vez apresenta pequena área de toda a microbacia (POLONI, 2010).

Dentre as culturas produzidas na bacia do Sossego, destaca-se olerícolas (inhame, pimentão, berinjela, quiabo, jiló, tomate), fruticultura (coco, limão, cacau, mamão, banana), cana, milho, arroz e café (SEBRAE 2006). Atualmente, as culturas do café, da banana e do inhame são consideradas as de maior representatividade econômica para a bacia apresentando também maior frequência de ocorrência nas propriedades (LABGEST, 2010).

Destacam-se entre os principais problemas ambientais encontrados na bacia, os decorrentes do uso intensivo/indiscriminado de agrotóxicos e fertilizantes utilizados pela maioria dos produtores da bacia, contribuindo desta forma para poluição ambiental e risco à saúde da população; à associação entre cobertura vegetal pobre e práticas agrícolas inadequadas; conflitos na dimensão do uso e demanda por água e disposição inadequada do esgoto doméstico (GIRARDI; QUARENTEI, 2008).

Levantamento dos agrotóxicos aplicados nas propriedades entrevistadas

O levantamento dos agrotóxicos aplicados foi realizado através de entrevistas, no ano de 2009, por meio de questionários, com agricultores de 13 propriedades da região e junto ao Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (INCAPER).

Os dados sobre as propriedades físico-químicas dos agrotóxicos estudados foram obtidos a partir do acesso aos documentos disponibilizados nas páginas eletrônicas do PAN, 2009; EXTOTOXNET, 2009; FOOTPRINT, 2009; AGRITOX, 2009; OSU, 2009; TOXNET, 2010.

Avaliação do Potencial de Contaminação de águas subterrâneas e superficiais

O levantamento dos agrotóxicos aplicados foi realizado através de entrevistas, no ano de 2009, por meio de questionários, com agricultores de 13 propriedades da região e junto ao Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (INCAPER).

Para avaliar o potencial de lixiviação e a possibilidade de contaminação das águas subterrâneas foram utilizados os critérios da EPA (COHEN, 1955) e o Índice GUS, e o método de Goss foi utilizado para avaliação das águas superficiais. Tais análises possibilitam indicar quais agrotóxicos apresentam riscos de contaminar os recursos hídricos, contribuindo, desta forma, para a elaboração de um planejamento para estudos de monitoramento dos compostos em água na região (CABRERA et al., 2008).

a) Critério da EPA

A determinação do atendimento aos critérios da EPA foi feita comparando-se as propriedades físicas e químicas dos agrotóxicos (LOURENCENTTI, 2005):

- Solubilidade em água (S) $> 30 \text{ mg L}^{-1}$;
- Coeficiente de adsorção à matéria orgânica do solo (K_{OC}) $< 300 - 500 \text{ mL g}^{-1}$;
- Constante da Lei de Henry (K_H) $< 10^{-2} \text{ Pa m}^3 \text{ mol}^{-1}$;
- Meia-vida no solo ($DT_{50} \text{ solo}$) $> 14 - 21 \text{ dias}$;
- Meia-vida na água ($DT_{50} \text{ água}$) $> 175 \text{ dias}$.

Por ser uma propriedade que depende das características do ambiente e está pouco disponível na literatura DT_{50} água não foi considerado neste estudo (LOURENCENTTI, 2005). Os princípios ativos foram considerados

contaminantes em potencial de águas subterrâneas quando no mínimo dois dos quatro critérios fossem atendidos (FERRACINI et al., 2001).

As condições ambientais que favorecem a percolação no solo e que também são contemplados pelos critérios da EPA como: pluviosidade anual > 250 mm, existência de aquífero não confinado e solo poroso não foram utilizados nas análises dos resultados.

b) Índice de Vulnerabilidade de Águas Subterrâneas (GUS)

O índice GUS é calculado através dos valores de meia-vida no solo e do coeficiente de adsorção à matéria orgânica do solo conforme a equação 1:

$$(GUS = \log (DT_{50} \text{ solo}) \times (4 - \log (K_{OC}))) \quad \text{equação (1)}$$

Para o índice GUS foi adotada a seguinte faixa de classificação:

GUS < 1,8: não sofre lixiviação;

1,8 < GUS < 2,8: faixa de transição;

GUS > 2,8: provável lixiviação.

Para o método de Goss os agrotóxicos foram classificados em alto e baixo potencial de contaminação em função do transporte associado aos sedimentos ou dissolvidos em água. Os critérios propostos para esta avaliação estão apresentados na Tabela 1.

Os dados sobre as propriedades físico-químicas dos agrotóxicos estudados foram obtidos a partir do acesso aos documentos disponibilizados nas páginas eletrônicas do PAN, 2009; EXTOTOXNET, 2009; FOOTPRINT, 2009; AGRITOX, 2009; OSU, 2009; TOXNET, 2010.

Tabela 1 - Critérios de avaliação do potencial de contaminação de águas superficiais por agrotóxicos segundo o Método de Goss.

Classificação quanto ao transporte	Meio	S (mg.L ⁻¹)	DT ₅₀ solo (dias)	K _{OC}
Alto potencial	Associado ao sedimento	-	≥ 40	1.000
		0,5	≥ 40	≥ 500
Baixo potencial	Associado ao sedimento	-	< 1	-
		≥ 0,5	≤ 40	≤ 500
		≥ 2	≤ 40	≤ 900
		-	≤ 2	≤ 500
		≥ 0,5	≤ 4	≤ 900
Alto potencial	Dissolvido em água	≥ 1	> 35	< 1.000.000
		10 ≤ S ≤ 100	> 35	≤ 700
Baixo potencial	Dissolvido em água	-	-	> 1.000.000
		-	≤ 1	≤ 100
		< 0,5	< 35	-

DT₅₀: meia-vida; K_{OC}: coeficiente de adsorção à matéria orgânica; S: solubilidade em água.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Avaliação do potencial de contaminação de águas subterrâneas.

Da análise do questionário aplicado, pôde-se extrair os agrotóxicos mais utilizados na microbacia e após consulta aos documentos disponibilizados em páginas eletrônicas, obteve-se as propriedades físico-químicas desses compostos, conforme mostra a Tabela 2. A classificação dos agrotóxicos de acordo com o potencial de contaminação de águas subterrâneas e superficiais depende da interpretação dos seus dados das propriedades físico-químicas. Alguns dos pesticidas analisados apresentaram elevada solubilidade em água, baixa adsorção à matéria orgânica do solo e meia vida relativamente alta (DEUBER, 1990, van ES; TRAUTMANN, 1990).

Os critérios da EPA apontam que o coeficiente de adsorção, a meia-vida no solo, a solubilidade em água e a constante de Henry (K_H) são as propriedades físico-químicas dos pesticidas mais relevantes no resultado final para sua classificação em relação à contaminação das águas. Os dados de meia-vida em água são pouco citados na literatura, pois dependem das características do ambiente, não sendo considerados nesse estudo.

Dos agrotóxicos citados na Tabela 2, foram considerados poluentes em potencial os princípios ativos que atenderam de 3 a 4 dos critérios estabelecidos pela EPA. Os princípios ativos Carbofurano, ciproconazol, flutriafol, netomil e tiametoxam atenderam a todos os critérios de avaliação estabelecidos, indicando potencial de contaminação de águas subterrâneas.

A meia-vida no solo do 2,4-D e cimoxanil não atenderam aos critérios da avaliação, mas as demais propriedades sim, o que os coloca sob suspeita de se tornarem agentes causadores de contaminação de águas subterrâneas. Esta contaminação poderá ocorrer quando as condições do solo não favorecerem a degradação e/ou adsorção. O glifosato e o paraquat, cujo coeficiente de adsorção não atendeu aos critérios da avaliação, também estão sob suspeita de se tornarem agentes causadores de contaminação de águas subterrâneas.

Os resultados das análises do potencial de contaminação das águas subterrâneas, baseadas nos critérios da EPA, evidenciaram nove compostos com potencial de contaminação (Tabela 2). É importante ressaltar que os critérios da EPA consideram apenas as propriedades físico-químicas dos agrotóxicos, e que, portanto, seus resultados, para a avaliação de risco, devem ser analisados em conjunto com outros índices (FERRACINI et al., 2001).

Tabela 2: Resultado da avaliação do potencial de contaminação de águas subterrâneas conforme critérios da EPA.

Princípio Ativo	S (mg.L ⁻¹)	K _{OC} (mL.g ⁻¹)	DT ₅₀ (dias)	K _H (Pam ³ mol ⁻¹)	Crítérios EPA (▲,◇)
2,4-D	56 ▲	23.180 ▲	10 ◇	1.30 X 10 ⁻⁵ ▲	PC
Abamectina	5,00 ◇	5638 ◇	30 ▲	2,70 X 10 ⁻³ ▲	NC
Beta-ciflutrina	1,2 ◇	64.300 ◇	13 ◇	0,013 ◇	NC
Carbofurano	351 ▲	23,3 ▲	50 ▲	5,0 x 10 ⁻⁵ ▲	PC
Cimoxanil	780 ▲	43,6 ▲	0,7 ◇	3,80 X 10 ⁻⁵ ▲	PC
Ciproconazol	140 ▲	309 ▲	142 ▲	7,3 x 10 ⁻⁵ ▲	PC
Deltrametrina	0,0002 ◇	10.240.000 ◇	13 ◇	3,10 x 10 ⁻² ◇	NC
Espiromesifeno	0,13 ◇	30.900 ◇	23 ▲	2.00 X 10 ⁻⁰² ◇	NC
Flutriafol	104 ▲	205 ▲	1358 ▲	1,27 X 10 ⁻⁶ ▲	PC
Glifosato	12.000 ▲	24.000 ◇	47 ▲	2.10 X 10 ⁻⁰⁷ ▲	PC
Lambda-Cialotrina	0,005 ◇	180.000 ▲	30 ▲	2,00 x 10 ⁻² ◇	NC
Mancozebe	6,2 ◇	2000 ◇	0,1 ◇	5,90 X 10 ⁻⁴ ▲	NC
Metomil	58.000 ▲	72 ▲	30 ▲	2,13 X 10 ⁻⁶ ▲	PC
Paraquat	700.000 ▲	1.000.000 ◇	3000 ▲	4.00 X 10 ⁻¹² ▲	PC
Tiametoxam	4100 ▲	70 ▲	50 ▲	4,70x10 ⁻¹⁰ ▲	PC
Tiofanato- metílico	20 ◇	207 ▲	10 ◇	8.1 X 10 ⁻⁰⁵ ▲	NC

DT₅₀: meia vida no solo; K_{OC}: coeficiente de adsorção à matéria orgânica; S: solubilidade em água; K_H: constante de Henry; ▲ = composto atende ao critério da EPA; ◇ = composto não atende ao critério da EPA; PC = contaminante em potencial; NC = não contaminante.

Comparando-se os resultados da análise do potencial de contaminação de águas subterrâneas, baseados nos critérios da EPA (Tabela 2), com o índice de GUS é possível perceber que o coeficiente de adsorção e a meia-vida no solo são as propriedades mais relevantes dos pesticidas. Neste estudo comparativo, o número de compostos com potencial de contaminação das águas subterrâneas ficou reduzido para seis (Tabela 3).

Os compostos classificados na faixa de transição e de lixiviação provável, de acordo com o índice de GUS, requerem investigação adicional mediante métodos mais detalhados. Os princípios ativos classificados como improváveis de sofrerem lixiviação podem ser considerados como não contaminantes de águas subterrâneas (COHEN, 1995). Considerando-se esta afirmação e os critérios da EPA pode-se dizer que os compostos 2,4-D, carbofurano, ciproconazol, flutriafol, metomil e tiametoxan apresentam propriedades de contaminantes potenciais de águas subterrâneas na região, portanto, deveriam ser priorizados em estudos de monitoramentos ambientais (Tabela 3).

Após a avaliação de risco, os compostos cimoxanil, glifosato e paraquat mostraram risco de contaminação intermediária e os demais abamectina, beta-ciflutrina, deltrametrina, espiromesifeno, lambda-cialotrina, mancozebe e tiofanato-metílico foram considerados como não-contaminantes de águas subterrâneas.

Tabela 3: Resultado da avaliação do potencial de contaminação de águas subterrâneas comparando os critérios da EPA e o índice de GUS.

Princípio Ativo	Propriedades físico-químicas				EPA	Índice GUS	Categoria que atende a ambos
	S (mg.L ⁻¹)	K _{OC} (mL.g ⁻¹)	DT ₅₀ (dias)	K _H (Pam ³ mol ⁻¹)			
2,4-D	56	23.180	10	1.30 X 10 ⁻⁵	PC	2.25 T	PC
Abamectina	5,00	5638	30	2,70 X 10 ⁻³	NC	0,36 NL	NC
Beta-ciflutrina	1,2	64.300	13	0,013	NC	-0.90 NL	NC
Carbofurano	351	23,3	50	5,0 x 10 ⁻⁵	PC	4.47 L	PC
Cimoxanil	780	43,6	0,7	3,80 X 10 ⁻⁵	PC	-0.36 NL	IN
Ciproconazol	140	309	142	7,3 x 10 ⁻⁵	PC	3.25 L	PC
Deltrametrina	0,0002	10.240.000	13	3,10 x 10 ⁻²	NC	-3.35 NL	NC
Espiromesifeno	0,13	30.900	23	2.00 X 10 ⁻⁰²	NC	-0.66 NL	NC
Flutriafol	104	205	1358	1,27 X 10 ⁻⁶	PC	5.28 L	PC
Glifosato	12.000	24.000	47	2.10 X 10 ⁻⁰⁷	PC	-0.63 NL	IN
Lambda-Cialotrina	0,005	180.000	30	2,00 x 10 ⁻²	NC	-1.85 NL	NC
Mancozebe	6,2	2000	0,1	5,90 X 10 ⁻⁴	NC	-0.69 NL	NC
Metomil	58.000	72	30	2,13 X 10 ⁻⁶	PC	3.16 L	PC
Paraquat	700.000	1.000.000	3000	4.00 X 10 ⁻¹²	PC	-6.95 NL	IN
Tiametoxam	4100	70	50	4,70x10 ⁻¹⁰	PC	3,66 L	PC
Tiofanato- metílico	20	207	10	8.1 X 10 ⁻⁰⁵	NC	1.68 NL	NC

DT₅₀: meia vida no solo; K_{OC}: coeficiente de adsorção à matéria orgânica; S: solubilidade em água; K_H: constante de Henry; PC = contaminante em potencial; IN= intermediário potencial de contaminação; NC = não contaminante; L= Lixívia; NL= Não Lixívia; T= Faixa de transição

Avaliação do potencial de contaminação de águas superficiais.

Dentre os princípios ativos estudados, dois (glifosato e paraquat) mostraram alto potencial de contaminação de águas de superfície associado ao sedimento e seis (carbofurano, ciproconazol, flutriafol, glifosato, tiametoxam e o tiofanato-metílico) alto potencial de contaminação através do transporte dissolvido em água. O glifosato pode ser transportado dissolvido em água ou associados ao sedimento (Tabela 4).

Tabela 4: Resultado da avaliação do potencial de contaminação de águas superficiais conforme método de GOSS.

Princípio Ativo	S (mg.L ⁻¹)	K _{OC} (mL.g ⁻¹)	DT ₅₀ (dias)	K _H (Pam ³ mol ⁻¹)	Critérios de GOSS	
					Dissolvido em água	Associado ao Sedimento
2,4-D	56	23.180	10	1.30 X 10 ⁻⁵	médio	baixo
Abamectina	5,00	5638	30	2,70 X 10 ⁻³	médio	médio
Beta-ciflutrina	1,2	64.300	13	0,013	médio	médio
Carbofurano	351	23,3	50	5,0 x 10 ⁻⁵	alto	médio
Cimoxanil	780	43,6	0,7	3,80 X 10 ⁻⁵	médio	baixo
Ciproconazol	140	309	142	7,3 x 10 ⁻⁵	alto	médio
Deltrametrina	0,0002	10.240.000	13	3,10 x 10 ⁻²	baixo	Médio
Espiromesifeno	0,13	30.900	23	2.00 X 10 ⁻⁰²	baixo	Médio
Flutriafol	104	205	1358	1,27 X 10 ⁻⁶	alto	Médio
Glifosato	12.000	24.000	47	2.10 X 10 ⁻⁰⁷	alto	Alto
Lambda-Cialotrina	0,005	180.000	30	2,00 x 10 ⁻²	baixo	Médio
Mancozebe	6,2	2000	0,1	5,90 X 10 ⁻⁴	baixo	Baixo
Metomil	58.000	72	30	2,13 X 10 ⁻⁶	médio	Baixo
Paraquat	700.000	1.000.000	3000	4.00 X 10 ⁻¹²	baixo	Alto
Tiametoxam	4100	70	50	4,70x10 ⁻¹⁰	alto	Médio
Tiofanato- metílico	20	207	10	8.1 X 10 ⁻⁰⁵	alto	Baixo

CONCLUSÕES / RECOMENDAÇÕES

Dentre os agrotóxicos utilizados alguns princípios ativos foram considerados de alto potencial de contaminação de águas subterrâneas, tais como, carbofurano, ciproconazol, flutriafol, metomil, tiametoxan e 2,4-D. Em relação ao risco de contaminação de águas superficiais, o glifosato foi considerado com alto potencial contaminante, podendo ser transportado dissolvido em água ou adsorvido ao sedimento. Paraquat também apresentaram alto risco de contaminação de águas superficiais pelo transporte associado ao sedimento e os compostos carbofurano, ciproconazol, flutriafol, tiametoxan e o tiofanato por transporte dissolvido em água.

Os resultados deste trabalho fazem parte do projeto CNPq intitulado “Estudo Integrado de Conservação de Águas e Solo, Saneamento Ambiental e Conservação Florestal em Microbacia Experimental na Bacia do Rio Doce”, com objetivo de propiciar o conhecimento dos agrotóxicos com maior potencial de contaminação de águas subterrâneas e superficiais da bacia do Córrego Sossego, servindo como subsídio aos órgãos ambientais durante a execução de programas de monitoramento ambiental e estabelecimento de uso dos mananciais destinados ao abastecimento público.

Enfatiza-se a importância da conscientização dos agricultores sobre a forma correta de aplicação e os riscos de contaminação por agrotóxicos, além do monitoramento das concentrações destes compostos nos recursos hídricos pelos órgãos responsáveis.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AGRITOX - Base de données sur les substances actives phytopharmaceutiques. Disponível: < <http://www.dive.afssa.fr/agritox/php/fiches.php>>. Acesso em: 12 jan.2009.
2. ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE DEFESA VEGETAL (ANDEF) Tecnologia em primeiro lugar: o Brasil a caminho de se tornar o maior produtor mundial de grãos. Revista Defesa Vegetal, Maio de 2009.
3. BRITO, N. M.; AMARANTE JR., O. P.; ABAKERLI, R.; SANTOS, T. C. R.; RIBEIRO, M. L. Risco de contaminação de águas por pesticidas aplicados em plantações de eucaliptos e coqueiros: análise preliminar. Pesticidas: Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente, Curitiba, v.11, p. 93-104, jan.-dez. 2001.
4. CABRERA, L.; COSTA, F. P.; PRIMEL, E. G. Estimativa de risco de contaminação das águas por pesticidas na região sul do estado do RS. Quim. Nova, v. 31, n. 8, p.1982-1986, 2008.
5. COHEN, S. Z.; WAUCHOPE R., D.; KLEIN, A. W.; EADSPORTH, C. V.; Graney, R. Offsite transport of pesticides in water - mathematical models of pesticide leaching and runoff. Pure and Applied Chemical. v.67, p.2109-2148, 1995.
6. DEUBERT, K. H. Environment fate of common turf pesticides: factors leading to leaching. USGA Green Section Record. Ann Arbor, v. 28, n. 4, p. 5-8, 1990.
7. DORES, E. F. G. C.; DE-LAMONICA-FREIRE, E. M. Contaminação do ambiente aquático por pesticidas. Estudo de caso: Águas usadas para consumo humano em Primavera do Leste, Mato Grosso – Análise Preliminar. Revista Química Nova, vol.24, n.1, p.27-36, 2001.
8. EXTOTOXNET Data base. Disponível: < <http://extotoxnet.orst.edu/>>. Acesso em: 12 jan.2009.
9. FERNANDES NETO, M. de L. Norma Brasileira de Potabilidade de Água: Análise dos parâmetros agrotóxicos numa abordagem de avaliação de risco. Tese Tese (Doutorado em Geoquímica Ambiental) – Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Rio de Janeiro, 2010.
10. FERRACINI, V. L.; PESSOA, M. C. Y. P.; SILVA, A. S.; SPADOTTO, C. A. Análise de risco de contaminação das águas subterrâneas e superficiais da região de Petrolina (PE) e Juazeiro (BA). Pesticidas: Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente, Curitiba, v.11, p. 1-16, jan./dez. 2001.
11. FOOTPRINT creating tools for pesticide risk assessment and management in Europe. Disponível: < <http://sitem.herts.ac.uk/aeru/footprint/en/index.htm>>. Acesso em: 12 jan.2009.
12. GIRARDI, G.; QUARENTEI, L. M. Territoriality and geocartographical analysis: scales of interpretation as a tool for the understanding of water resources management conflicts. Anais... In: 24th INTERNATIONAL CARTOGRAPHIC CONFERENCE, 2009, Santiago. 2009. p. 1-13.
13. INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS – IBAMA. Produtos agrotóxicos e afins comercializados em 2009 no Brasil: uma abordagem ambiental. 84 p. 2010.
14. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Indicadores de desenvolvimento sustentável. Rio de Janeiro, n.7, 2010.

15. LABORATÓRIO DE GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS E DESENVOLVIMENTO REGIONAL - LABGEST. Estudo da influência do manejo da irrigação na produtividade de café, banana e inhame na bacia experimental do Córrego Sossego – ES. 2010. Relatório Final de Pesquisa. MCT/CNPq. Processo n°. 482385/2007-3.
16. LOURENCETTI, C.; SPADOTTO, C. A.; SANTIAGO-SILVA, M.; RIBEIRO, M. L. Avaliação do potencial de contaminação de águas subterrâneas por pesticidas: comparação entre métodos de previsão de lixiviação. *Pesticidas: Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente*, Curitiba, v.15, p. 1-14, jan./dez. 2005.
17. OSU- Extension Pesticide Properties Database. Disponível: < <http://npic.orst.edu/ppdmove.htm>>. Acesso em: 12 jan.2009.
18. PESTICIDE ACTION NETWORK (PAN). Pesticide Database. Physical properties of pesticides. Last updated 2008. Disponível em: <http://www.pesticideinfo.org/Docs/ref_waterair1.html>. Acesso em: 20 dez. 2009.
19. POLONI, D. M. Desenvolvimento e Aplicação de Procedimento Metodológico em Suporte ao Planejamento Participativo para Redução de Perda de Solos em Pequenas Bacias Hidrográficas com Emprego da EUPS. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós- Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2010.
20. SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO À MICRO E PEQUENA E EMPRESA – SEBRAE. Projeto GEOR: desenvolvimento regional sustentável e gestão das águas na bacia do córrego do Sossego, bacia do rio Doce, Itarana. Relatório T0. Vitória. 2006.
21. SPADOTTO, C. A.; GOMES, M. A. F.; LUCHINI, L. C.; ANDRÉA M. M. Monitoramento do risco ambiental de agrotóxicos: princípios e recomendações. Jaguariúna: Embrapa-Meio Ambiente, 2004. 29 p. (Embrapa- Meio Ambiente. Documentos, 42).
22. TOMITA, R. Y.; BEYRUTH, Z. Toxicologia de agrotóxicos em ambiente aquático. *O Biológico*. São Paulo, v.64, n.2, p.135-142, jul./dez. 2002.
23. TOXICOLOGY DATA NETWORK (TOXNET). United States National Library of Medicine. Disponível em: < <http://toxnet.nlm.nih.gov/>>. Acesso em 01 mai. 2010.
24. van ES, H. M.; TRAUTMANN, N. M. Pesticide Management For Water Quality; Principles And Practices. Extension Series No. 1. New York Cooperative Extension Service. Cornell University. Ithaca, NY. 1990. Disponível em: < <http://ecommons.cornell.edu/handle/1813/3414> >. Acesso em: 02 fev. 2011.