

APLICAÇÃO DOS ALGORITMOS DE GOSS E GUS PARA ESTIMAR A CONTAMINAÇÃO DAS ÁGUAS DE MANANCIAIS DE ABASTECIMENTO PÚBLICO

Alexandra Fátima Saraiva Soares (*), Bárbara Adriane Dantas Azevedo, Nelson Uchôa Alonso Rodrigues.

*Centro Universitário Metodista Izabela Hendrix; e-mail: alexandra.soares@izabelahendrix.edu.br

RESUMO

Mananciais de abastecimento podem ser suscetíveis à contaminação pelo remanescente dos agrotóxicos aplicados em lavouras. Nesse sentido, um estudo de estimativa de risco de contaminação das águas pelas substâncias utilizadas é recomendável. O presente trabalho teve como objetivo estimar o risco de contaminação das águas de mananciais de abastecimento público no município de Tiros – MG, por agrotóxicos. Para tanto, realizou-se um levantamento das principais lavouras do município, situadas na sub-bacia do alto do córrego Confusão. Logo após essa etapa, foram levantadas as propriedades físico-químicas dos ingredientes ativos dos agrotóxicos. Na sequência, aplicou-se o método de GOSS (1992) e os algoritmos de GUS (1989) para os ingredientes ativos. Finalmente, foram analisadas a legislação pertinente (Decreto Estadual 31.905/1990, Portaria MS 2.914/2011, COPAM, DN Conjunta COPAM/CERH-MG nº 01/2008) e os resultados obtidos na estimativa da análise de risco. De acordo com os resultados da aplicação dos algoritmos de GOSS e índices de GUS, existem agrotóxicos – utilizados nas lavouras – com “grande” estimativa de risco de contaminação das águas subterrâneas e superficiais. Os resultados indicam que metade dos agrotóxicos recomendados para as principais lavouras existentes em Tiros tem médio potencial de contaminação das águas superficiais (no caso, o córrego dos Tiros) pelo transporte associado ao solo (AD – *adsorbed surface*) ou por solubilização em águas pluviais (SL – *solution surface*). Pode-se dizer também que um quinto desses agrotóxicos tem grande potencial de contaminação das águas superficiais do manancial. Dessa maneira, o estudo apresenta estimativa de risco de contaminação de mananciais de abastecimento de água pelos agrotóxicos, auxilia no processo de tomada de decisões ao estabelecer prioridades na adoção de ações de controle, tais como seleção dos principais parâmetros de monitoramento das águas e técnicas de manejo do solo em áreas agrícolas.

PALAVRAS-CHAVE: análise de risco, contaminação de águas, água de abastecimento, mananciais de abastecimento.

INTRODUÇÃO

A necessidade de fornecer alimentos à atual população mundial torna indispensável à realização do controle das pragas e plantas invasoras nas lavouras, por meio da aplicação de agrotóxicos. Diversos estudos apontam a preocupação acerca dos danos causados pela poluição de origem agrícola e muitas pesquisas estão sendo conduzidas para avaliar o impacto dessas substâncias no ambiente e na saúde. Como o uso intensivo de agrotóxicos é muitas vezes realizado de forma indiscriminada, não observando, por exemplo, o receituário agrônomo, as áreas de proteção permanente (APPs) e a disposição ambientalmente correta das embalagens dos produtos; o risco de contaminação por essas substâncias é potencializado. Ademais, sabe-se que a presença de micropoluentes orgânicos – como os agrotóxicos – nos ecossistemas aquáticos é uma das causas mais complexas de deterioração da qualidade das águas destinadas ao abastecimento público, vez que muitos são persistentes e resistentes ao tratamento convencional para potabilização (SARAIVA SOARES et al, 2013).

A contaminação ambiental por agrotóxicos, muitos deles pertencentes ao grupo de substâncias recalcitrantes, é, desde a década de 90, reconhecida pela Organização Mundial de Saúde como um problema grave (SARAIVA SOARES et al., 2010). Naquela ocasião, estimava-se que no mundo havia três milhões de pessoas contaminadas (USEPA, 2001). Uma das formas de contaminação é a ingestão de água, que recebe agrotóxicos, principalmente, pelo escoamento de áreas agrícolas.

Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivo estimar o risco de contaminação das águas de mananciais de abastecimento no município de Tiros – MG, região de diversas culturas agrícolas a montante do ponto de captação de água.

METODOLOGIA

Para realização desse trabalho, as principais lavouras existentes na região de Tiros - MG foram identificadas. Essa etapa foi realizada utilizando as informações apresentadas no banco de dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e levantamento de campo, realizado em maio 2014.

Posteriormente buscou-se no banco de dados Agrolink (2014), os princípios ativos dos agrotóxicos utilizados em cada uma das culturas. Além disso, foram pesquisadas no banco de dados da IUPAC (2014) as propriedades físico-químicas de cada

agrotóxico como, por exemplo, o coeficiente de partição octanol-água (K_{ow}), coeficiente de sorção normalizado para a matéria orgânica (K_{oc}), meia-vida no solo DT_{50} (típica, de laboratório a 20°C e de campo), dentre outras.

Após essa etapa e por meio do *software* Excel®, foram aplicadas os algoritmos de Goss (1992) e Groundwater Ubiquity Score (GUS, 1989) apresentados nas Tabelas 1 e 2, respectivamente. Dessa forma, estimou-se o risco de contaminação das águas do manancial de abastecimento público de Tiros.

Por fim, analisou-se a legislação ambiental pertinente ao assunto: Decreto Estadual 31.905/1990, Portaria de potabilidade MS 2.914/2011 e DN conjunta COPAM/CERH-MG nº 01/2008.

Método de GOSS

Os algoritmos de GOSS consideram o coeficiente de adsorção à matéria orgânica (K_{oc}), a meia-vida no solo (DT_{50}) e a solubilidade em água a 20 °C. Tal metodologia relaciona-se com a estimativa de contaminação das águas superficiais e foi desenvolvida com base na classificação dos compostos, de acordo com a sua forma de transporte: dissolvidos em água ou associados ao solo/sedimento.

Tabela 1. Equações para determinação do potencial de contaminação da águas superficiais – Fonte: Goss (1992).

Transporte	Potencial de contaminação		
	Alto	Baixo	Médio
Associado ao solo/sedimento (AD – adsorbed surface)	$DT_{50} \geq 40$ e $K_{oc} \geq 1000$ ou $DT_{50} \geq 40$ e $K_{oc} \geq 500$ e Solubilidade $\leq 0,5$	se $DT_{50} \leq 1$ ou se $DT_{50} \leq 2$ e $K_{oc} \leq 500$ ou se $DT_{50} \leq 4$ e $K_{oc} \leq 900$ e solubilidade $\geq 0,5$ ou se $DT_{50} \leq 40$ e $K_{oc} \leq 500$ e solubilidade $\geq 0,5$ ou se $DT_{50} \leq 40$ e $K_{oc} \leq 900$ e solubilidade ≥ 2	Todos os outros
Dissolvido em água (SL – solution surface)	Se solubilidade ≥ 1 e $DT_{50} > 35$ e $K_{oc} < 100.000$ ou Se solubilidade ≥ 10 e solubilidade < 100 e $K_{oc} \leq 700$	Se $K_{oc} \geq 100.000$ ou se $K_{oc} \geq 1.000$ e $DT_{50} \leq 1$ ou se solubilidade $< 0,5$ e $DT_{50} < 35$	Todos os outros

Índice de Gus

Os índices de GUS são referentes à estimativa de contaminação de águas subterrâneas e são obtidos a partir dos valores de DT_{50} (dias) e K_{oc} ($mL \cdot g^{-1}$). A Tabela 2 apresenta a equação e classificação do potencial de lixiviação, utilizando essa metodologia.

Tabela 2. Equação para determinação do índice de GUS – Fonte: Gustafson, 1989.

Equação	Classificação do potencial de lixiviação			
	Alto	Baixo	Muito Baixo	Médio
$GUS = \log(DT_{50}) \times (4 - \log(K_{oc}))$	$\geq 2,8$	$\leq 1,8$	< 0 ou solubilidade < 1 e $DT_{50} \leq 1$	Todos os outros

Cabe ressaltar que os índices de GUS e algoritmos de Goss não consideram as condições ambientais, constituindo assim, estimativa do risco de contaminação ambiental.

RESULTADOS OBTIDOS

As principais lavouras situadas a montante do ponto de captação para abastecimento público do município de Tiros são: cebola, cenoura, beterraba, batata, milho, café, cana-de-açúcar, feijão e soja.

A estimativa de risco de contaminação das águas (subterrâneas e superficiais) da sub-bacia do manancial do córrego dos Tiros está apresentada nos gráficos de frequência da Figura 1, realizados para cada cultura.

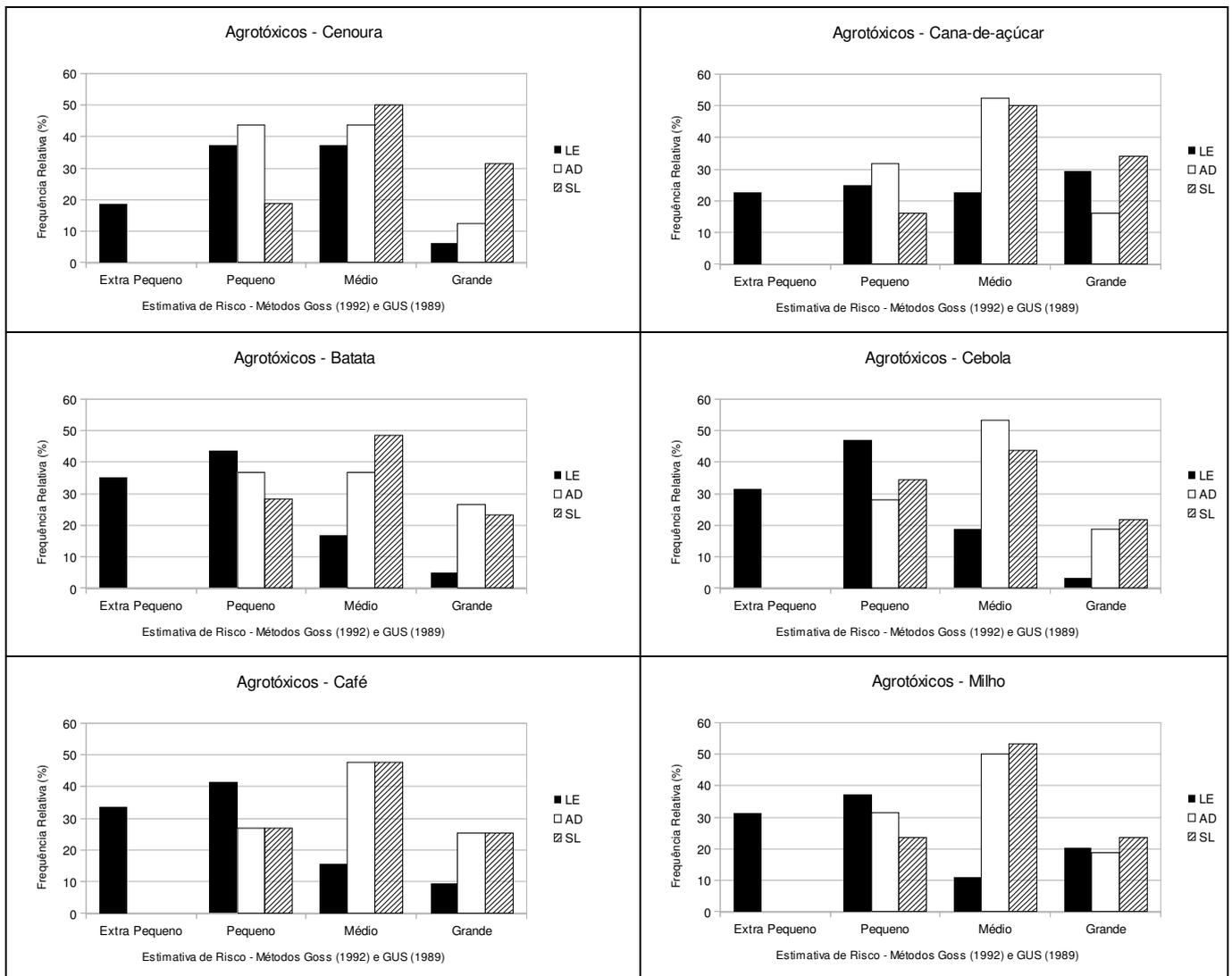
Os gráficos elucidam que metade dos agrotóxicos recomendados para as principais lavouras existentes em Tiros tem médio potencial de contaminação das águas superficiais (no caso, o córrego dos Tiros) pelo transporte associado ao solo (AD) ou por solubilização em águas pluviais (SL). Pode-se dizer também que um quinto desses agrotóxicos tem grande potencial de contaminação das águas superficiais do manancial.

Cabe explicar em que consiste cada sigla:

LE: Lixiviação: consiste no potencial de contaminação das águas subterrâneas;

AD: Adsorção dos agrotóxicos ao solo/sedimento: consiste no potencial de contaminação das águas superficiais associado ao transporte do solo/sedimento;

SL: Solubilização: consiste no potencial de contaminação das águas superficiais associado ao transporte pelas águas pluviais (enxurradas).



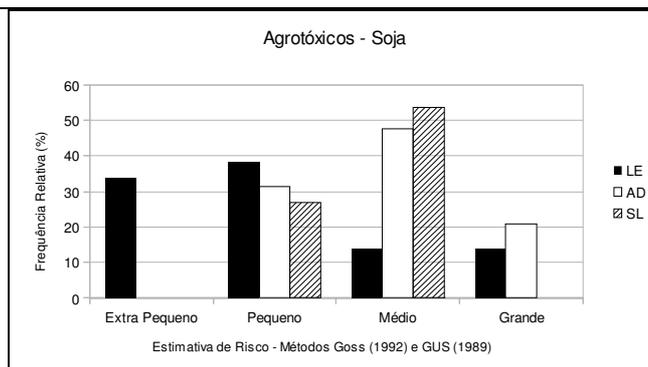


Figura 1: Estimativa de risco de contaminação das águas superficiais pelos agrotóxicos recomendados para as culturas da sub-bacia do córrego de Tiros. LE: Lixiviação; AD: Adsorção; SL: Solubilização. Fonte: Elaborado a partir de: Agrolink (2014); IBGE (2014)*; Levantamento de Campo (abril de 2014). *Lavouras 2007.

CONCLUSÕES/RECOMENDAÇÕES

De acordo com os resultados da aplicação dos algoritmos de GOSS (1992) e GUS (1989), para estimar a contaminação das águas de mananciais para abastecimento público, conclui-se que há agrotóxicos – utilizados nas lavouras da área de estudo – com “grande” estimativa de risco de contaminação das águas subterrâneas e superficiais. Dessa maneira medidas devem ser adotadas no sentido de mitigar os danos aos recursos hídricos decorrentes da contaminação pelos agrotóxicos. Dentre essas medidas incluem a adoção de técnicas de manejo adequadas das culturas, como práticas de conservação do solo, que promovam a prevenção de processos erosivos e redução do escoamento superficial. Também é recomendável programa de educação e conscientização públicas, de forma que as pessoas saibam o que está sendo realizado para proteger o fornecimento de água e contribuam para a eficiência do processo.

Por fim, ressalta-se a importância da preservação das áreas de preservação permanente, em especial das matas ciliares, nas bacias hidrográficas onde há captação de água para abastecimento público, conforme preconizado no Código Florestal Brasileiro, para reduzir, dentre outros danos, a contaminação das águas por escoamento superficial. É recomendável, ainda, que os pontos de captação de água que se destina ao abastecimento público, sejam localizados a montante de áreas com atividade agrícola que envolva a aplicação de agrotóxicos, conforme estabelece a Lei Estadual 10.793/1992, para bacias de mananciais enquadradas na Classe Especial e na Classe 1.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AGROLINK. AgrolinkFito. Busca por ingrediente ativo. Disponível em <<http://www.agrolink.com.br/agrolinkfito/secure/FichaTecnica>>. Acesso em: maio de 2014.
2. BRASIL. Lei Federal 12.651/2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm>. Acesso em: maio de 2014.
3. GOSS, D. W. Screening procedure for soils and pesticides for potential water quality impacts. Weed Technology, v. 6, p. 701-708, 1992.
4. GUSTAFSON, D. I. Groundwater ubiquity score: a simple method for assessing pesticide leachability. Environmental Toxicology and Chemistry, United States, v. 8, n. 4, p. 339-357, 1989.
5. INTERNATIONAL UNION OF PURE AND APPLIED CHEMISTRY (IUPAC). Pesticide properties database (PPDB). Disponível em: <<http://sitem.herts.ac.uk/aeru/iupac/index.htm>> Acesso em: maio de 2014.
6. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. IBGE Cidades. 2014. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm>>. Acesso em maio de 2014.
7. MINAS GERAIS. LEI 10793, de 2 de julho de 1992. Dispõe sobre a proteção de mananciais destinados ao abastecimento público no Estado. Disponível em: <http://www.almg.gov.br>. Acesso em setembro de 2014.

8. SARAIVA SOARES, A. F.; LEÃO, M. M. D.; VIANNA NETO, M. R.; COSTA, E. P. DA; OLIVEIRA, M. C.; AMARAL, N. B.. Efficiency of conventional drinking water treatment process in the removal of endosulfan, ethylenethiourea, and 1,2,4-triazole. *Journal of Water Supply: Research and Technology-AQUA*. v. 62 n. 6 367–376, 2013.
9. SARAIVA SOARES, A. F. S. ; RIBEIRO, C. H. ; VASCONCELOS, O. M. S. R. ; LEO, M. M. D. . Seleção de agrotóxicos com maior potencial de contaminação de águas subterrâneas e superficiais. In: 14º ENaSB SILUBESA - Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2010, Porto. Adaptação e Sustentabilidade de Serviços de Abastecimento de Água e de Águas Residuais, 2010. v. 1. p. 340. SARAIVA SOARES, A. F.; LEÃO, M. M. D.; VIANNA NETO, M. R.; COSTA, E. P. DA; OLIVEIRA, M. C.; AMARAL, N. B.. Efficiency of conventional drinking water treatment process in the removal of endosulfan, ethylenethiourea, and 1,2,4-triazole. *Journal of Water Supply: Research and Technology-AQUA*. v. 62 n. 6 367–376, 2013.
10. SOARES, A. F. S.; MOURA, A. C. M.; LEO, M. M. D.; RAMOS, V. D. V. Critérios para determinação de uso irregular do solo em área de mananciais de abastecimento público. In: XV SILUBESA - Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2012, Belo Horizonte. Saneamento Ambiental: Inovação e gestão rumo à universalização, 2012a.
11. _____. Critérios para seleção do manancial mais suscetível à contaminação por agrotóxicos. In: XV SILUBESA – Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2012. Belo Horizonte, 2012b.
12. UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (USEPA). The incorporation of water treatment effects on pesticide removal and transformations in Food Quality Protection Act (FQPA) drinking water assessments. Office of Pesticides Programs. Washington, D.C. 20460. October, 2001. Disponível em: <http://www.epa.gov/pesticides/trac/science/water_treatment.pdf>. Acesso em: maio 2014.