

ESTIMATIVA DE RISCO DE CONTAMINAÇÃO DAS ÁGUAS POR AGROTÓXICOS APLICADOS NA CANA-DE-AÇÚCAR: ESTUDO DE CASO EM LIMEIRA DO OESTE – MG

Alexandra Fátima Saraiva Soares (*), Luís Fernando de Moraes Silva, Bárbara Janine Reis Silva Araújo

* Ministério Público de Minas Gerais. Instituto Metodista Izabela Hendrix. asaraiva.soares@gmail.com.

RESUMO

Os agrotóxicos, se mal utilizados, podem contaminar o ambiente e ser maléficos à saúde humana vez que diversos produtos têm potencial tóxico e carcinogênico, dentre outros efeitos. Nesse sentido, 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 Limeira do Oeste – MG, por agrotóxicos. Para tanto, realizou-se levantamento das principais lavouras do município, situadas na sub-bacia do Ribeirão da Reserva. Logo após essa etapa, foram obtidas 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. Por fim, foram analisados 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 mananciais superficiais são os mais vulneráveis à contaminação pelos agrotóxicos utilizados nas lavouras da região avaliada. A maior parte da captação de água para abastecimento público ocorre justamente nesses mananciais. 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, bem como 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.

PALAVRAS-CHAVE: análise de risco, agrotóxicos, contaminação de águas, água de abastecimento, cultura de cana-de-açúcar.

INTRODUÇÃO

O diagnóstico do uso e ocupação do solo na bacia de captação de água – para abastecimento público – constitui ferramenta essencial para a identificação dos parâmetros a serem privilegiados em um programa de monitoramento. Assim, onde há atividades agrícolas intensas torna-se essencial realizar análise laboratorial de agrotóxicos, conforme o uso dos produtos na área (§ 5º. art. 41 da Portaria Consolidação MS nº 05/2017 – Origem: PRT MS nº 2.914/11).

Em Limeira do Oeste, a água distribuída à população é captada no Ribeirão da Reserva, desde 1987 e é submetida ao tratamento convencional (coagulação-floculação, decantação e filtração), segundo COPASA (2017). Em média, é captada, tratada e distribuída uma vazão de 15 L/s de água para atender a uma população de 6.358 habitantes (2016) – COPASA (2017). O referido manancial está envolto por propriedades rurais que utilizam agrotóxicos no controle de pragas e plantas daninhas da cana-de-açúcar, cujos resíduos podem atingir águas subterrâneas e contaminar o ribeirão com substâncias tóxicas e cancerígenas. Estudos científicos revelam que o sistema convencional de tratamento de águas para potabilização não é adequado para remover agrotóxicos (PETROVIĆ et al., 2003; VIENO et al., 2005; MOREIRA et al., 2009; LOPES et al., 2010; USGS, 2011; ZEARLEY & SUMMERS, 2012). Dessa forma, esses contaminantes atingem o ambiente e, pela água de abastecimento, podem contaminar os seres humanos. Daí a importância da preservação das matas ciliares e aplicar o princípio jurídico da prevenção e precaução.

OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é estimar o risco de contaminação de manancial de abastecimento público no município de Limeira do Oeste (MG) – Ribeirão da Reserva – por agrotóxicos utilizados no manejo de pragas e ervas daninhas no cultivo de cana-de-açúcar.

METODOLOGIA

Para o desenvolvimento deste trabalho foram identificadas as lavouras existentes na região por meio do site do IBGE (2018). Os agrotóxicos utilizados em cada cultura foram obtidos no site Agrolink (2018) e as propriedades físico-químicas, referentes a cada produto, obtidas no banco de dados da IUPAC (2018).

Para a delimitação da bacia hidrográfica do manancial de captação de água (ribeirão da Reserva) foram utilizados recursos do Sistema de Informações Geográficas (SIG), baseados no geoprocessamento. As categorias levantadas para elaboração do mapa de cobertura do solo foram lavoura e pousio, combinadas às condições de solo exposto, remanescentes vegetais e manchas urbanas. As áreas de preservação permanente (APPs) consideradas neste trabalho foram referentes às matas ciliares das nascentes e cursos d'água, conforme estabelecido no Código Florestal Brasileiro (Lei n. 12.651, de 25 de maio de 2012).

Para identificação de áreas de preservação permanente (matas ciliares), foram consideradas as faixas marginais estabelecidas no Código Florestal Brasileiro.

Após essa etapa e por meio do *software* Excel®, foram aplicados 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.

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 ≥ 40 e K _{oc} ≥ 1000 ou DT ₅₀ ≥ 40 e K _{oc} ≥ 500 e Solubilidade ≤ 0,5	se DT ₅₀ ≤ 1 ou se DT ₅₀ ≤ 2 e K _{oc} ≤ 500 ou se DT ₅₀ ≤ 4 e K _{oc} ≤ 900 e solubilidade ≥ 0,5	Todos os outros	
		ou se DT ₅₀ ≤ 40 e K _{oc} ≤ 500 e solubilidade ≥ 0,5 ou se DT ₅₀ ≤ 40 e K _{oc} ≤ 900 e solubilidade ≥ 2		
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} ≤ 700	Se K _{oc} ≥ 100.000 ou se K _{oc} ≥ 1.000 e DT ₅₀ ≤ 1 ou se solubilidade < 0,5 e DT ₅₀ < 35	Todos os outros	

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) x (4 – log (K _{oc}))	≥ 2,8	≤ 1,8	< 0 ou solubilidade < 1 e DT ₅₀ ≤ 1	Todos os outros

RESULTADOS

Considerações técnicas sobre mananciais de abastecimento em áreas agrícolas

Conforme apresentado nas Figuras 1 e 2, o manancial de abastecimento público de água de Limeira do Oeste – está inserido em bacia hidrográfica com presença de culturas agrícolas que utilizam agrotóxicos.

Dessa forma, cabe esclarecer que o diagnóstico do uso e ocupação do solo na bacia de captação de água – para abastecimento público – constitui ferramenta essencial para a identificação dos parâmetros a serem privilegiados em um programa de monitoramento. Assim, onde há atividades agrícolas intensas torna-se essencial realizar análise laboratorial de **agrotóxicos, conforme o uso dos produtos na área** (§ 5º. art. 41 da Portaria Consolidação MS nº 05/2017 – Origem: PRT MS nº 2.914/11).

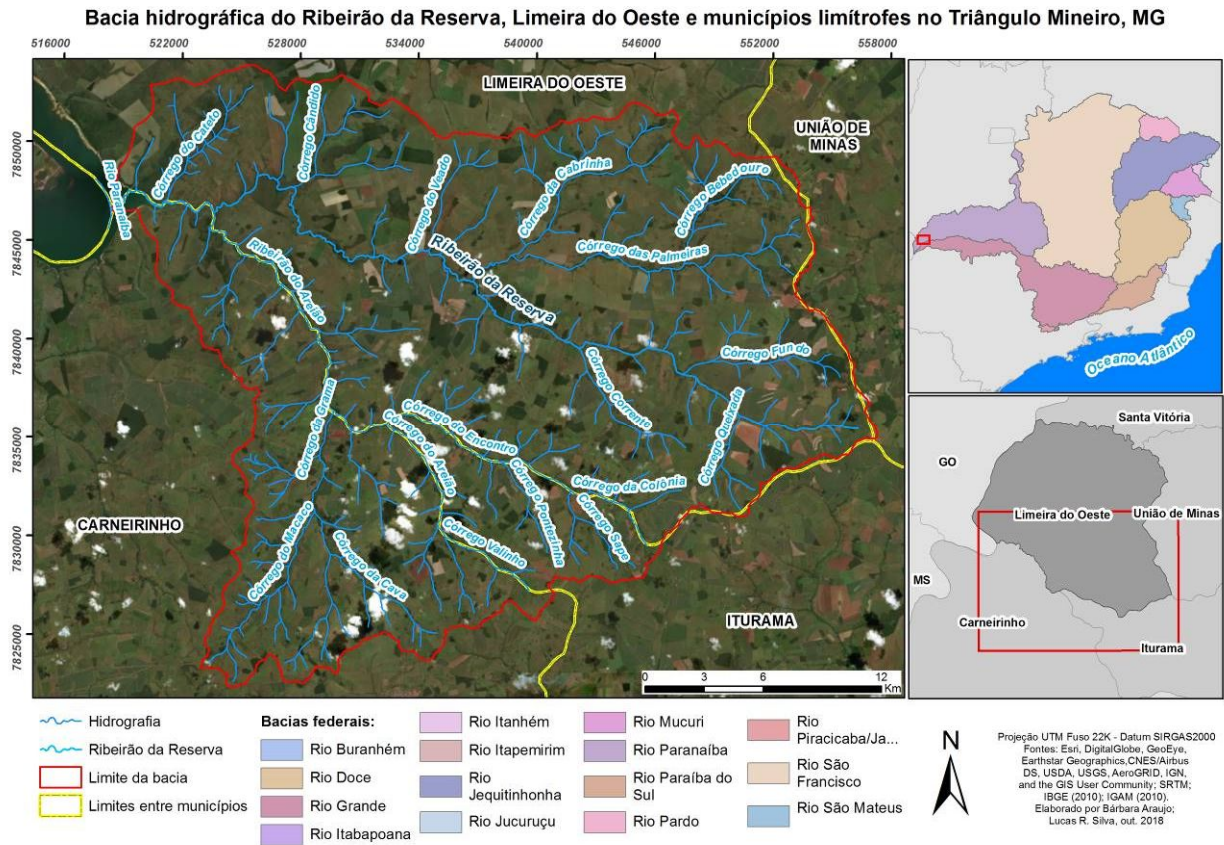


Figura 1: Mapa da bacia hidrográfica do Ribeirão da Reserva. Fonte: Autores do trabalho.

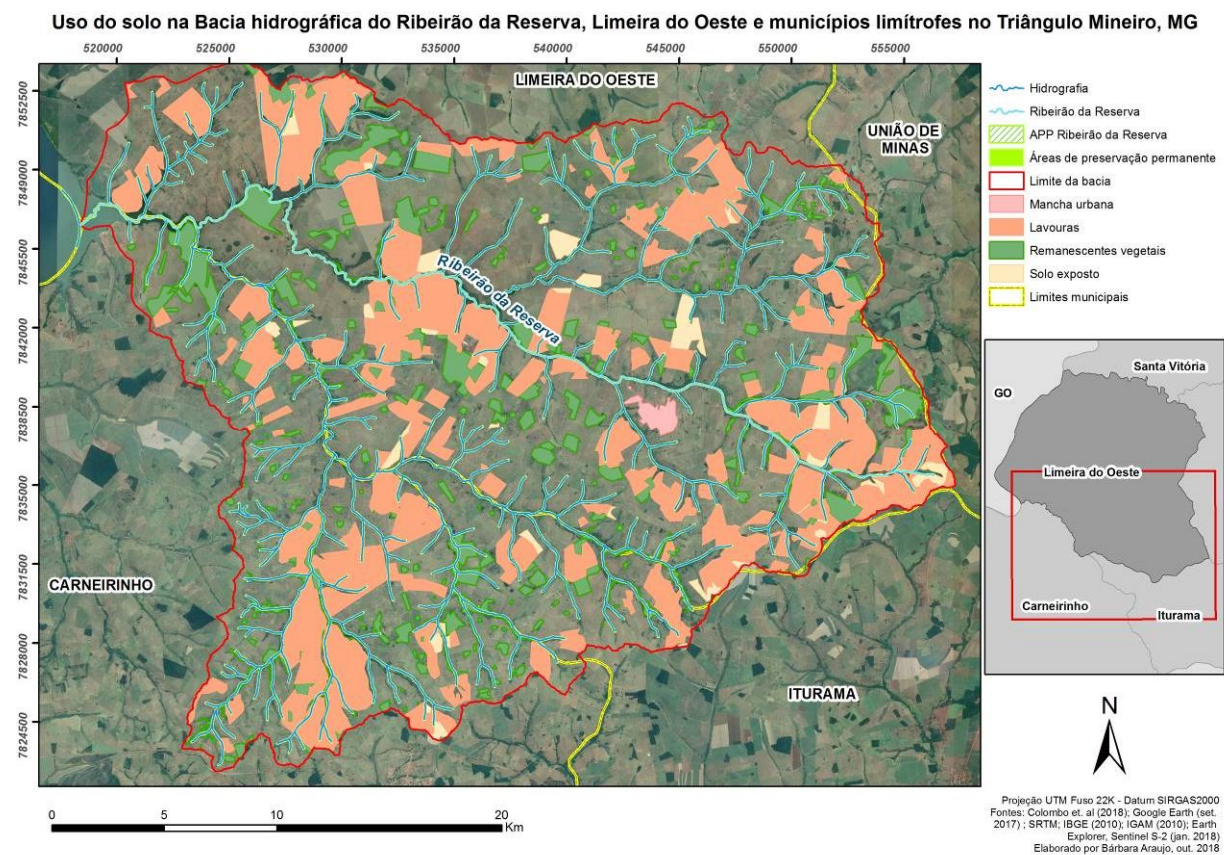


Figura 2: Mapa de uso do solo da bacia hidrográfica do Ribeirão da Reserva. Fonte: Autores do trabalho.

Sabe-se que os agrotóxicos são relevantes no modelo atual de desenvolvimento da agricultura e são diversos os tipos de produtos oferecidos no mercado. No entanto – apesar dos benefícios decorrentes da utilização dessas substâncias, para garantir a produtividade agrícola – se mal utilizados, os agrotóxicos podem contaminar o ambiente e ser maléficos à saúde humana; vez que diversos produtos têm potencial tóxico e carcinogênico, dentre outros efeitos.

Nesse sentido, estabelece o art. 41 da portaria de potabilidade do Ministério da Saúde Consolidação MS nº 05/2017 (Origem: PRT MS nº 2.914/11):

Art. 41 - Os responsáveis pelo controle da qualidade da água de sistema e solução alternativa coletiva de abastecimento de água para consumo humano devem elaborar e submeter para análise da autoridade municipal de saúde pública, o plano de amostragem de cada sistema e solução, respeitando os planos mínimos de amostragem expressos nos Anexos XI, XII, XIII e XIV (...)

§ 5º - O plano de amostragem para os parâmetros de agrotóxicos deverá considerar a avaliação dos seus usos na bacia hidrográfica do manancial de contribuição, bem como a sazonalidade das culturas. [destaque nosso]

O mencionado plano de amostragem deve ser definido com o objetivo de assegurar representatividade e validade das amostras de água. Para assegurar a representatividade das amostras, o local da amostragem e a frequência das coletas devem ser cuidadosamente definidos. Ademais, as amostras devem ser coletadas, transportadas e preservadas de acordo com os critérios técnicos pré-definidos.

Um plano de amostragem inadequado pode culminar em dados que não traduzam informações corretas. Devido às peculiaridades locais e à variedade de objetivos de um programa de amostragem, critérios específicos para cada situação devem ser estabelecidos. Esse plano de amostragem deve ser aprovado pela autoridade de saúde pública. No sistema de abastecimento de Limeira do Oeste, o plano de amostragem não foi apresentado.

Em Minas Gerais, a Lei nº 10.793/1992 que objetiva preservar a qualidade das águas destinadas ao abastecimento público, veda a instalação – nas bacias de mananciais, enquadradas como Classe Especial e Classe 1 – de empreendimentos com potencial para comprometer os padrões mínimos de qualidade. Dentre esses empreendimentos, destacam-se o desenvolvimento de atividade agropecuária intensiva e hortifrutigranjeira que envolva a necessidade de aplicação de agrotóxicos e fertilizantes químicos. A bacia do Ribeirão da Reserva está inserida na bacia hidrográfica do Rio Paranaíba e ainda não está enquadrada¹. Há proposta de enquadramento da mencionada bacia hidrográfica, mas que ainda não se efetivou (ANA, 2012). Dessa forma, cabem os dizeres do art. 42 da Resolução CONAMA nº 357/2005²:

Art. 42. Enquanto não aprovados os respectivos enquadramentos, as águas doces serão consideradas classe 2, as salinas e salobras classe 1, exceto se as condições de qualidade atuais forem melhores, o que determinará a aplicação da classe mais rigorosa correspondente.

Há que se mencionar também a Lei 12.503/97, que institui o Programa Estadual de Conservação da Água, com o objetivo de proteger e preservar os recursos naturais das bacias hidrográficas sujeitas à exploração, com a finalidade de abastecimento público ou de geração de energia elétrica.

O art. 2º da mencionada lei estabelece:

Art. 2º - Para a consecução dos objetivos previstos nesta lei, as empresas concessionárias de serviços de abastecimento de água e de geração de energia elétrica, públicas e privadas, ficam obrigadas a investir, na proteção e na preservação ambiental da bacia hidrográfica em que ocorrer a exploração, o equivalente a, no mínimo, 0,5% (meio por cento) do valor total da receita operacional ali apurada no exercício anterior ao do investimento.

Parágrafo único - Do montante de recursos financeiros a ser aplicado na recuperação ambiental, no mínimo 1/3 (um terço) será destinado à reconstituição da vegetação ciliar ao longo dos cursos de água, nos trechos intensamente degradados por atividades antrópicas. [grifo nosso]

¹ O enquadramento expressa metas finais a serem alcançadas, podendo ser fixadas metas progressivas intermediárias, obrigatórias, visando a sua efetivação. O enquadramento dos corpos de água deve estar baseado não necessariamente no seu estado atual, mas nos níveis de qualidade que deveriam possuir para atender às necessidades da comunidade.

² Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.

Vulnerabilidade dos mananciais situados em áreas agrícolas com aplicação de agrotóxicos

Cabe esclarecer que os efeitos – no ambiente e na saúde humana – da exposição prolongada a esses contaminantes (mesmo em baixos níveis), ainda não são bem compreendidos e estão sendo estudados.

Dessa forma, e tendo em vista os Princípios da Prevenção e da Precaução³, bem como a relevância do tema, recomenda-se a manutenção/recuperação das áreas de preservação permanente, nas bacias dos mananciais de abastecimento público de água, conforme Código Florestal Brasileiro, bem como Decreto 31.905/1990 e Lei Estadual 10.793/1992.

A legislação brasileira de potabilidade segue as diretrizes da Organização Mundial de Saúde (OMS) e contempla poucos agrotóxicos (menos de 30 substâncias), sendo que a maior parte deles representa organoclorados de uso proibido no país. Dessa forma, agrotóxicos bastante comercializados em Minas Gerais não são contemplados na Portaria Consolidação MS nº 05/2017 (Origem: PRT MS nº 2.914/11). Daí a relevância do atendimento do § 5º do art. 41 da portaria de potabilidade, pelas autoridades responsáveis pelo controle da qualidade da água de abastecimento de água para consumo humano.

Neste contexto, cabe salientar que se faz importante considerar na legislação os produtos que, de fato, são utilizados nas lavouras da área em análise e que apresentam potencial para contaminar os mananciais. Essa conclusão concorda com ANDREOLI e FERREIRA (1998) que também constataram que os agrotóxicos definidos na portaria brasileira para controle da qualidade da água, à época dos seus estudos, não eram os mais utilizados no estado do Paraná.

Na bacia hidrográfica do Ribeirão da Reserva, os agrotóxicos mais utilizados são herbicidas, inseticidas e fungicidas, conforme Figura 3.

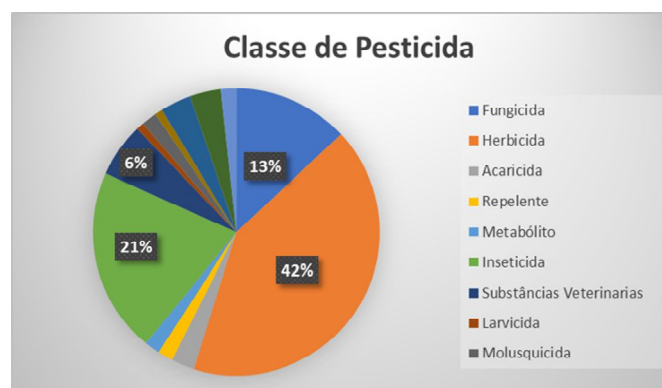


Figura 3: Classes de pesticidas utilizados nas culturas de cana-de-açúcar.

Estimativa de risco de contaminação das águas na sub-bacia hidrográfica do manancial do Ribeirão da Reserva

A melhor forma de avaliação do potencial de impacto dos agrotóxicos no meio ambiente consiste na condução de estudos de monitoramento em campo, com coletas frequentes e regulares, durante longo período de tempo. Entretanto, esse processo requer prazos extensos e recursos financeiros elevados para geração de dados consistentes. Dessa forma, a adoção de modelos⁴ preditivos da estimativa ou avaliação do risco de contaminação do ecossistema aquático pode minimizar as dificuldades de um monitoramento, vez que permite compreender o comportamento dos agrotóxicos no ambiente e, assim, selecionar compartimentos mais vulneráveis e os princípios ativos com maior potencial de contaminar as águas.

Diversos modelos de simulação têm sido propostos para descrever o movimento dos agrotóxicos no ambiente. Entretanto, nenhum desses modelos considera simultaneamente o comportamento do composto no solo e os processos de volatilização, lixiviação, escoamento superficial e degradação (SOARES, 2018).

³ O Princípio 15 - Princípio da Precaução - da Declaração do Rio/92 sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável foi proposto na Conferência no Rio de Janeiro, em junho de 1992, que o definiu como "a garantia contra os riscos potenciais que, de acordo com o estado atual do conhecimento, não podem ser ainda identificados". De forma específica assim diz o Princípio 15: "Para que o ambiente seja protegido, serão aplicadas pelos Estados, de acordo com as suas capacidades, medidas preventivas. Onde existam ameaças de riscos sérios ou irreversíveis, não será utilizada a falta de certeza científica total como razão para o adiamento de medidas eficazes, em termos de custo, para evitar a degradação ambiental". Disponível em: <<http://www.mma.gov.br>>.

⁴ Os modelos matemáticos, que de acordo com Ribeiro e Vieira (2010), constituem conjuntos de conceitos, sob a forma de equações, que retratam a compreensão dos fenômenos naturais, podem ser instrumentos úteis na predição do comportamento dos agrotóxicos no ambiente. No entanto, essas equações devem ser criteriosamente aplicadas.

Como uma alternativa para avaliar o potencial teórico de lixiviação e o risco de poluição das águas, podem ser usados o índice *Groundwater Ubiquity Score* (GUS, 1989) de vulnerabilidade de águas subterrâneas; o método de Goss (1992), entre outros. Esses são procedimentos que levam em consideração as propriedades físico-químicas dos compostos. Esses índices de GUS e algoritmos de Goss não consideram as condições ambientais. Assim, constituem estimativa do risco de contaminação ambiental.

Neste trabalho foram levantadas as lavouras existentes na região, por meio do site IBGE (2018) e constatou-se que a cana-de-açúcar é mais representativa. Os agrotóxicos utilizados nessa cultura foram obtidos no site Agrolink (2018) e as propriedades físico químicas referentes a cada produto obtidas no site da IUPAC (2018). A Figura 1 apresenta as classes dos pesticidas identificadas. Dessa forma e utilizando o *software* Excel® foram aplicadas as equações para determinação do índice de GUS (estimativa de contaminação das águas subterrâneas) e método de Goss (estimativa de contaminação das águas superficiais). Realizou-se, assim, estimativa de risco de contaminação das águas do manancial de abastecimento público de Limeira do Oeste.

A estimativa de risco de contaminação das águas (subterrâneas e superficiais) da sub-bacia do manancial do Ribeirão da Reserva, realizadas por meio dos métodos de Goss e GUS, estão apresentadas nos gráficos de frequência abaixo. 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)**.

As Figuras 4 a 6 demonstram, respectivamente, a magnitude (Grande, Médio e Pequeno/Extra pequeno) da estimativa de risco de contaminação das águas superficiais e subterrâneas. Observa-se que há “Grande” potencial de contaminação das águas superficiais, especialmente pelo transporte associado às enxurradas (SL).

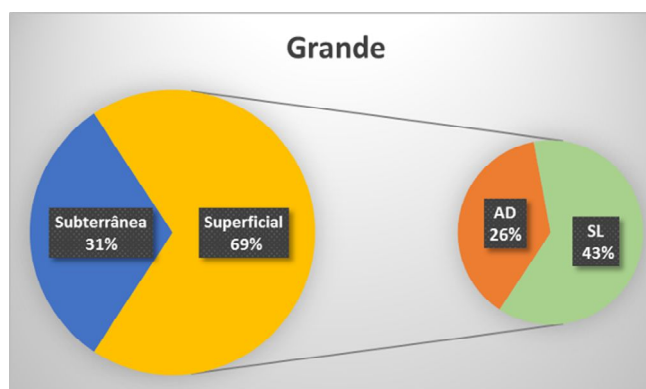


Figura 4: Estimativa de risco de contaminação das águas superficiais pelos agrotóxicos recomendados para a cultura de cana-de-açúcar. LE: Lixiviação; AD: Adsorção; SL: Solubilização.

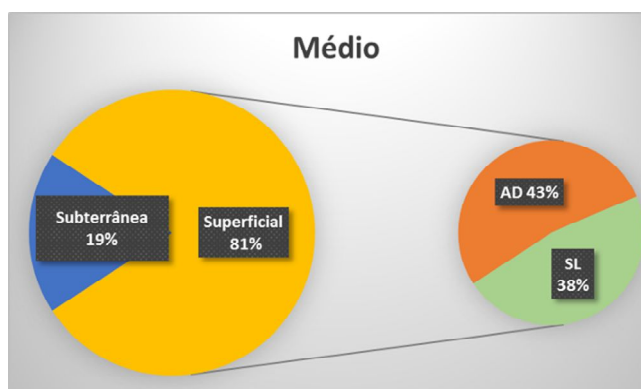


Figura 5: Estimativa de risco de contaminação das águas superficiais pelos agrotóxicos recomendados para a cultura de cana-de-açúcar. LE: Lixiviação; AD: Adsorção; SL: Solubilização.

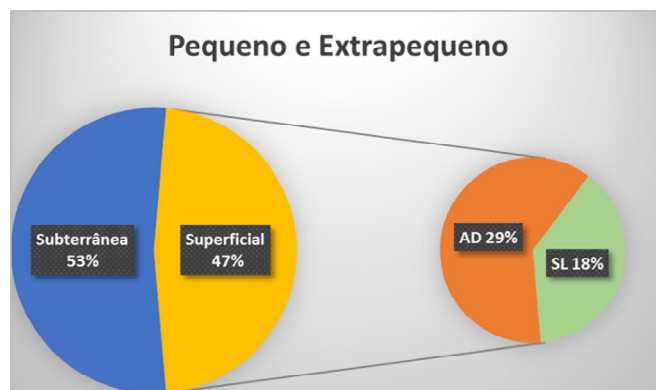


Figura 6: Estimativa de risco de contaminação das águas superficiais pelos agrotóxicos recomendados para a cultura de cana-de-açúcar. LE: Lixiviação; AD: Adsorção; SL: Solubilização.

Fonte: Elaborado a partir de: Agrolink (2018); IBGE (2018). Pesquisa IBGE, 2017.

Riscos à saúde

A partir da identificação das substâncias utilizadas na lavoura de cana-de-açúcar, foram identificadas, no site da IUPAC, as substâncias que estão relacionadas à ocorrência de câncer, a problemas endócrinos, a problemas na reprodução e que causam efeitos neurotóxicos. As Figuras 7 a 10 apresentam o resultado desse levantamento.

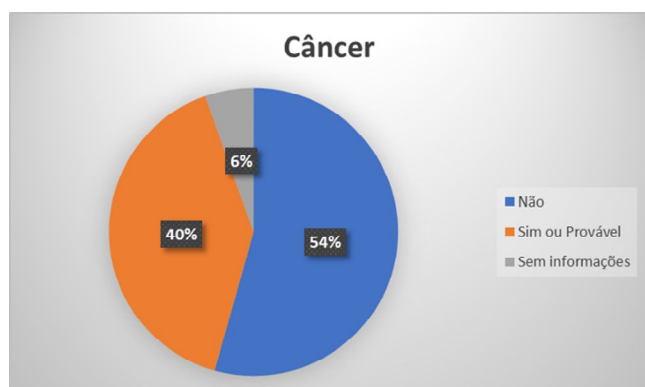


Figura 7: Percentual de agrotóxicos utilizados na cultura de cana-de-açúcar e relacionados à ocorrência de câncer.

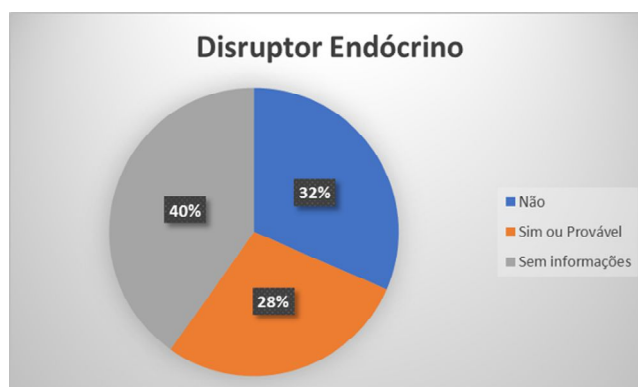


Figura 8: Percentual de agrotóxicos utilizados na cultura de cana-de-açúcar e relacionados à ocorrência de problemas endócrinos.



Figura 9: Percentual de agrotóxicos utilizados na cultura de cana-de-açúcar e relacionados à ocorrência de efeitos na reprodução.

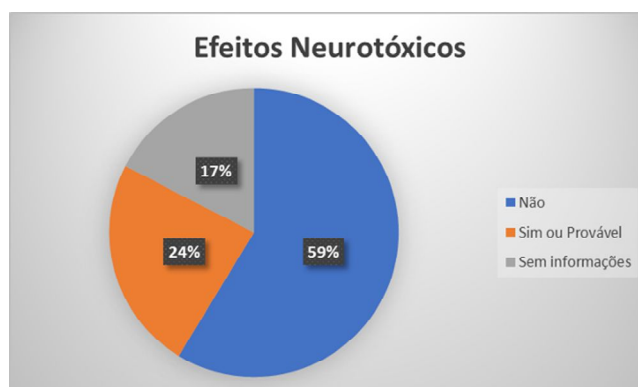


Figura 10: Percentual de agrotóxicos utilizados na cultura de cana-de-açúcar e relacionados à ocorrência de efeitos neurotóxicos.

Nota-se que 59% dos agrotóxicos utilizados nas culturas de cana-de-açúcar possuem possibilidade de causar efeitos neurotóxicos, 65 % efeitos na reprodução, 28 % efeitos endócrinos e 54% de causar câncer.

CONCLUSÕES

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 do Ribeirão da Reserva.

A partir da identificação dos agrotóxicos utilizados na lavoura de cana-de-açúcar, foram identificadas substâncias relacionadas à ocorrência de câncer, a problemas endócrinos, a problemas na reprodução e que causam efeitos neurotóxicos.

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, bem como preservação das áreas de preservação permanente, em especial das matas ciliares, nas bacias hidrografias onde há captação de água para abastecimento público, conforme preconizado no Código Florestal Brasileiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS (ANA). Revisão 5 Outubro/2012. Proposta de Enquadramento dos Corpos Hídricos Superficiais da Bacia do Rio Paranaíba. Disponível em http://www.sigrh.sp.gov.br/public/uploads/documents/7509/propostadeenquadramento_paranaiba-out2012.pdf. Acesso em 05/10/2018.
2. AGROLINK. AgrolinkFito. Cultura X Classe. Disponível em: <http://www.agrolink.com.br>. Acesso: outubro de 2018.
3. ANDREOLI, C.V.; FERREIRA, A. C. *Levantamento quantitativo de agrotóxicos como base para a definição de indicadores de monitoramento de impacto ambiental na água*. Revista SANARE, Curitiba, v.10. n. 10.p. 30-38. 1998
4. COPASA. Relatório Anual de Qualidade da Água. Disponível em: <http://www.copasa.com.br/wps/portal/internet/agencia-virtual/mais-servicos/agua-esgoto/relatorio-anual-de-qualidade-da-agua>. Acesso em 03 de outubro de 2018.
5. GOSS, D. W. Screening procedure for soils and pesticides for potential water quality impacts. *Weed Technology*, v. 6, p. 701-708, 1992.
6. 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.
7. IBGE Cidades. Disponível em: < <http://www.cidades.ibge.gov.br>>. Acesso em outubro de 2018.
8. IUPAC. Global Availability of Information on Agrochemicals. Disponível em: <http://sitem.herts.ac.uk/aeru/iupac/>. Acesso em setembro de 2018.
9. LOPES LG, MARCHI MRR, SOUZA JBG, MOURA JA, LORENZON CS, CRUZ C, AMARAL LA. Estrogênios em águas naturais e tratadas da Região de Jaboticabal – São Paulo. *Quím Nova*. 2010;33(3):639-43.
10. MOREIRA DS, AQUINO SF, AFONSO RJCF, SANTOS EPPC, PÁDUA VL. Occurrence of endocrine disrupting compounds in water sources of Belo Horizonte Metropolitan Area, Brazil. *Environ Technol*. 2009;30(10):1041-9.
11. PETROVIĆ M, GONZALEZ S, BARCELÓ D. Analysis and removal of emerging contaminants in wastewater and drinking water. *Trends Analyt Chem*. 2003;22(10):685-96
12. SOARES, ALEXANDRA F.S. Pesticides environmental destination: a study based on coffee productive areas. 1. ed. BELO HORIZONTE: Tiago Silveira Gontijo, 2018. v. 1. 91p .
13. UNITED STATE GEOLOGICAL SURVEY (USGS). Organic Compounds Assessed in Chattahoochee River Water Used for Public Supply near Atlanta, Georgia, 2004–05. Fact Sheet 2011–3062. June 2011. Disponível em: <https://pubs.usgs.gov/fs/2011/3062/pdf/fs2011-3062.pdf>. Acesso em setembro de 2019.
14. VIENO NM, TUHKANEN T, KRONBERG L. Seasonal variation in the occurrence of pharmaceuticals in effluents from a sewage treatment plant and in the recipient water. *Environ Sci Technol*. 2005;39(21):8220-6.
15. ZEARLEY, Thomas L.; SUMMERS R. Scott. Removal of Trace Organic Micropollutants by Drinking Water Biological Filters. *Environ. Sci. Technol*. Colorado, United States 2012, 46, 9412–9419