

## ANÁLISE DE VULNERABILIDADE À CONTAMINAÇÃO DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS DA SUB-BACIA DO CÓRREGO DOS TIROS POR AGROTÓXICOS

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

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

### RESUMO

O uso de geotecnologias consiste em boa ferramenta para apoiar os trabalhos na área ambiental, uma vez que possibilita a realização de análises espaciais. Uma das vantagens consiste, principalmente, no relativo baixo custo envolvido no processo e a eficiência dos resultados obtidos. O uso do SIG (Sistema de Informação Geográfica), para análise ambiental, tem produzido resultados úteis e com boa qualidade. Assim, a utilização de tecnologias de geoprocessamento é bastante viável na análise da vulnerabilidade à contaminação das águas superficiais por agrotóxicos aplicados nas lavouras, vez que possibilita mapear e monitorar o uso e ocupação do solo em áreas consideradas especiais e que necessitam ser preservadas. As áreas de preservação permanente (APP), muitas vezes, podem sofrer alterações ambientais graves decorrentes da interferência humana, com reflexos negativos na qualidade da água. 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). Diante do exposto, este trabalho apresenta uma metodologia para análise da vulnerabilidade das águas superficiais, utilizando a sub-bacia do córrego dos Tiros, como estudo de caso. O trabalho identificou, com aplicação dos recursos do SIG, áreas de lavoura/pousio e áreas destinadas às matas ciliares dos cursos d'água, conforme Código Florestal Brasileiro. Para isso, a metodologia aplicada caracterizou-se pela estratificação das informações de cobertura do solo (lavoura de café e áreas de preservação permanente: matas ciliares) com a utilização de imagens RapidEye (resolução de 5 metros). Pela análise dos dados, nota-se que na sub-bacia hidrográfica do manancial de abastecimento público do córrego dos Tiros, as águas apresentam-se vulneráveis à contaminação pelos agrotóxicos aplicados nas lavouras a montante do ponto de captação. Dessa forma, e tendo em vista os Princípios da Prevenção e da Precaução<sup>1</sup>, bem como a relevância do tema, ressalta-se que a ocupação irregular dessas áreas nas bacias de mananciais de abastecimento público pode favorecer a contaminação das águas superficiais por agrotóxicos aplicados nas lavouras. Trata-se de uma análise ambiental visual e simples, mas que possibilita uma rápida interpretação pelos interessados.

**PALAVRAS-CHAVE:** contaminação das águas, agrotóxicos, poluição hídrica, geoprocessamento, direito ambiental.

<sup>1</sup> 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>>.

## **INTRODUÇÃO**

De acordo com a Lei nº. 9.433 de 1997, a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Assim, para se realizar o diagnóstico e controle da qualidade dessas águas, deve-se delimitar a bacia hidrográfica de interesse para proceder ao diagnóstico do uso do solo na área. O mencionado diagnóstico demanda agilidade e eficiência para proceder à avaliação da qualidade das águas superficiais. Uma metodologia para isso consiste na condução de análises laboratoriais das águas, contemplando diversos parâmetros, para detecção de substâncias químicas. No entanto, esse procedimento é complexo e oneroso. Assim, o uso de tecnologias computacionais que possibilitam a realização de estudos e análises espaciais apresenta-se como boa alternativa para auxiliar os trabalhos na área ambiental, podendo complementar ou suprir a condução de diversas análises laboratoriais (SOARES et al., 2012a).

O uso do SIG (Sistema de Informação Geográfica), para o estudo de situações complexas, tem produzido resultados de grande utilidade e com boa qualidade (SOARES et al., 2012b). Os atuais sistemas de informações podem, além de fazer análise dos dados existentes, projetar e simular situações ideais e potenciais, fazendo previsões e modelos de simulação. As habilidades desses sistemas proporcionaram uma revolução no modo de trabalhar e pensar nas áreas que usam a geografia e suas aplicações no mundo real (MOURA, 2007).

Nesse contexto, o emprego de tecnologias de geoprocessamento é bastante viável na análise do cumprimento da legislação ambiental, especialmente quando se faz necessário mapear e monitorar o uso e ocupação do solo em áreas consideradas especiais e que necessitam ser preservadas (XAVIER DA SILVA, 2004). Essas áreas são denominadas “áreas de preservação permanente” (APP) e, muitas vezes, podem sofrer alterações ambientais graves advindas da interferência humana. Dentre esses impactos negativos, destaca-se a degradação da qualidade das águas. Sabe-se que a presença de micropoluentes (agrotóxicos, fármacos, fragrâncias e outros) nos recursos hídricos, é uma das causas mais complexas de deterioração da qualidade das águas destinadas ao abastecimento público, vez que muitos deles são persistentes e resistentes ao tratamento convencional de águas para potabilização (SARAIVA SOARES, 2013).

Dados recentes publicados pelo IBGE (2011) indicaram que diversos municípios brasileiros declararam existir poluição por agrotóxicos nos mananciais de abastecimento público, sendo os superficiais os mais vulneráveis. O Brasil, segundo dados da Agência Nacional de Vigilância Sanitária, está entre os três maiores consumidores de agrotóxicos no mundo, sendo o primeiro no âmbito da América Latina (SOARES, 2011).

No que concerne às APPs, a Resolução CONAMA 302 de 20/03/2002 estabeleceu que essas áreas têm, dentre outras funções ambientais, a de “preservar os recursos hídricos”. Isso pelo fato de a vegetação das áreas de preservação permanente reduzir a erosão do solo e conseqüentemente o assoreamento dos rios e o aporte de solos contaminados para os corpos d’água.

Diante do exposto, este trabalho objetiva analisar a vulnerabilidade das águas do córrego dos Tiros no que concerne à contaminação por agrotóxicos aplicados nas lavouras, situadas a montante da captação para abastecimento público. Com os recursos de geoprocessamento, as áreas destinadas às matas ciliares e o uso e ocupação dos solos nessas áreas, por lavouras de café, foram mapeados. O resultado do trabalho permite uma análise visual da ocupação do solo na bacia do manancial que favorece a atuação dos órgãos de gestão, bem como outros interessados.

## **METODOLOGIA**

### **Área de estudo**

Para o desenvolvimento deste trabalho selecionou-se a sub-bacia do Córrego dos Tiros, inserida na bacia hidrográfica do Rio São Francisco e situada no município de Tiros - MG. A área de estudo destaca-se pela expressiva produção agrícola (IBGE, 2014b). A Figura 1 apresenta a localização da mencionada sub-bacia.

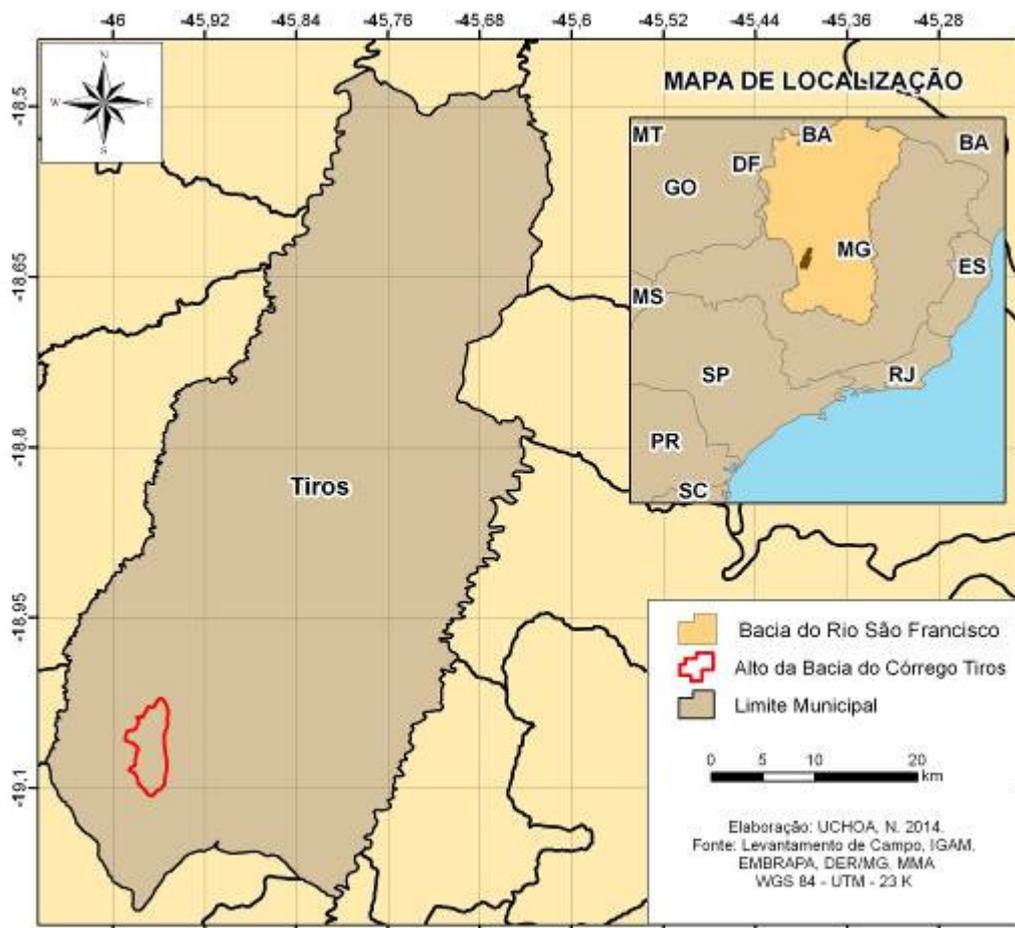


Figura 1: Localização da sub-bacia do alto do córrego dos Tiros – Tiros/MG. Fonte: Autores do Trabalho.

### Caracterização do manancial e análise de vulnerabilidade

Para caracterização do uso do solo – na sub-bacia de estudo – foram realizados mapas, utilizando recursos de geoprocessamento; pesquisas no banco de dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em bibliografia técnica especializada e legislação ambiental pertinente. Também foi realizado, em maio de 2014, levantamento de campo na área de estudo.

### Elaboração dos mapas

Na delimitação da sub-bacia foram utilizados recursos de geoprocessamento SIG, segundo critérios apresentados por SOARES et al. (2012). Esses recursos foram aplicados para elaboração dos mapas de Hidrografia e Cobertura do Solo, bem como APP dos corpos d'água. As categorias levantadas para elaboração do mapa de cobertura do solo foram lavoura e pousio<sup>2</sup>.

As 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](#)).

<sup>2</sup> Pousio: em [agricultura](#), é nome que se dá ao descanso ou repouso proporcionado às terras cultiváveis.

Os *softwares* utilizados na edição das bases e tratamento dos dados espaciais foram Google Earth™, GPS TrackMaker® 13.8.517 e ArcMap® 10.2; o último utilizado no georreferenciamento de imagens e na edição/vetorização das áreas de lavoura, pousio, APP (matas ciliares) e corpos d'água.

Foram utilizadas imagens RapidEye, com resolução espacial de 5 metros e data de captura de 24/12/2012, disponíveis no Geo Catálogo (IBGE, 2014a), além do apoio visual para identificação de ocorrências do mosaico de imagens do Google Earth® (anos 2011 e 2013), durante processo de vetorização. Para identificação de APPs: matas ciliares, foram consideradas as áreas estabelecidas no art. 4º, I, "a" e "b" da Lei 12.651/2012 (BRASIL, 2014).

Neste trabalho considerou-se o exutório<sup>3</sup> no ponto de captação de água da área urbana do município. A partir daí selecionou-se automaticamente a sub-bacia do Alto do Córrego dos Tiros, utilizando dados do projeto Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) integrados e processados no SIG.

O resultado dessa delimitação automática da bacia foi validado por sobreposição na Carta Topográfica do IBGE ano 1970 escala de 1:100.000 SE 23 Y D II, disponível na Biblioteca Digital do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2014a) onde há curvas equidistantes de 50 m.

## **RESULTADOS OBTIDOS**

### **Considerações técnicas sobre o sistema de abastecimento de água de Tiros**

A captação da água de abastecimento público da área urbana do município é realizada em manancial superficial, inserido na sub-bacia do córrego dos Tiros – área de estudo deste trabalho. A Figura 2 apresenta a localização da sub-bacia de estudo.

Constatou-se, pelos mapas elaborados e levantamento realizado – no site IBGE (2014b) e em campo – existência de lavouras situadas a montante do ponto de captação para abastecimento público. Dentre essas culturas citam-se: lavoura irrigada (cebola, cenoura, beterraba e batata); milho; café; cana de açúcar; feijão e soja.

Esse fato torna os mananciais suscetíveis à contaminação pelo remanescente dos agrotóxicos aplicados nas lavouras.

Em Tiros, o sistema de tratamento da água superficial é realizado pela modalidade convencional (coagulação-floculação seguido por filtração).

### **Vulnerabilidade dos mananciais situados em áreas agrícolas com aplicação de agrotóxicos**

Estudos recentes em áreas de cultivo de café no sudeste de Minas Gerais (Zona da Mata), realizados por SOARES et al. (2013), indicaram contaminação de mananciais superficiais por agrotóxicos. Esse estudo revela a vulnerabilidade das águas em área agrícola.

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. Ademais, os métodos convencionais de tratamento de água para potabilização, amplamente utilizados no Brasil e também em Tiros, não são eficientes na remoção de agrotóxicos (SARAIVA SOARES et al., 2013).

### **Uso do solo na sub-bacia do Córrego dos Tiros (montante do manancial de abastecimento)**

A Figura 2 apresenta o mapa elabora para a sub-bacia em questão. Pelo mapa é possível visualizar a proximidade das áreas de cultivo em relação aos corpos d'água, situados a montante dos pontos de captação de água para abastecimento público do município.

---

<sup>3</sup> O exutório do curso d'água principal coincide com o ponto mais inferior para onde converge toda a descarga hídrica desta bacia.

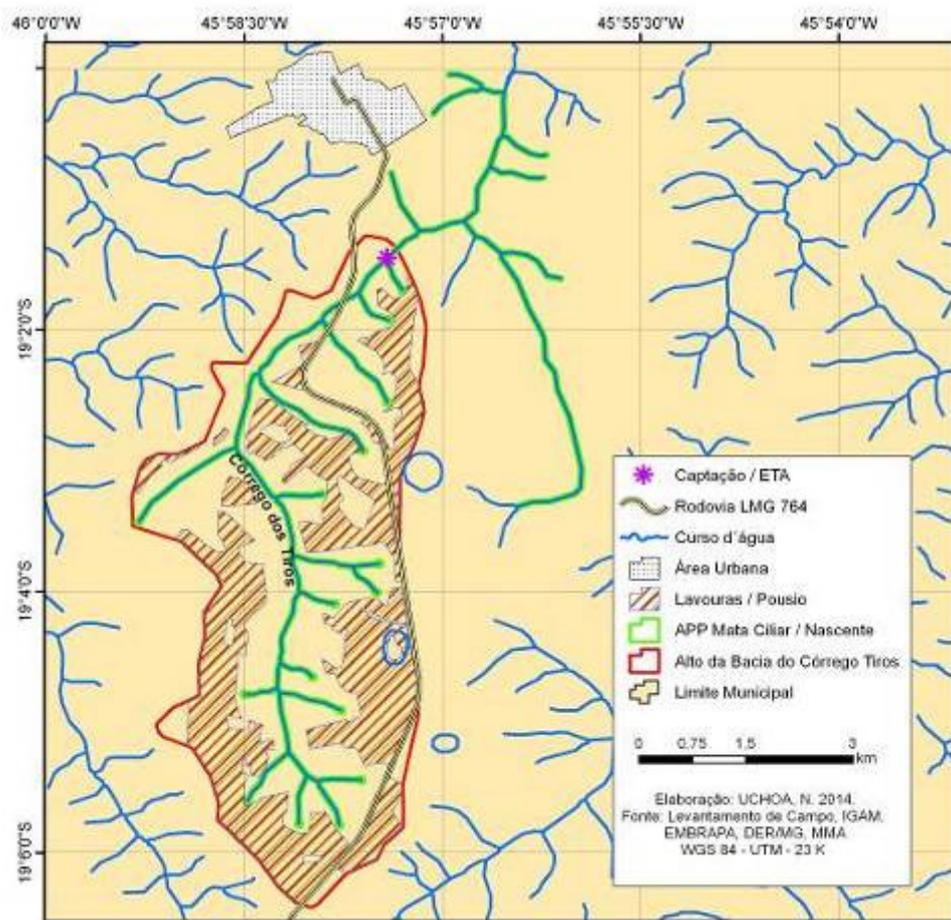


Figura 2: Localização, uso do solo e ponto de captação de água na sub-bacia do alto do córrego dos Tiros – Tiros/MG. Fonte: Autores do Trabalho.

## CONCLUSÕES/RECOMENDAÇÕES

Diante do exposto, conclui-se que se trata de área de cultivo (lavoura e pousio) situada a montante de ponto de captação de água para abastecimento público da área urbana do município. Esse cenário torna as águas vulneráveis à contaminação pelos agrotóxicos aplicados nas lavouras.

Dessa forma, e tendo em vista os Princípios da Prevenção e da Precaução, bem como a relevância do tema, destaca-se a importância da preservação das áreas destinadas às matas ciliares dos cursos d'água e nascentes da sub-bacia do manancial em questão, conforme diretrizes da legislação ambiental pertinente (Código Florestal Brasileiro e Lei Estadual de Proteção dos Mananciais de Abastecimento Público – Lei nº 10.793, de 2 de julho de 1992).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BRASIL. Lei Federal 12.651/2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br>>. Acesso: maio 2014.
2. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. "Geo catálogo". 2014a. Disponível em: <[www.geocatalogomma.com.br](http://www.geocatalogomma.com.br)>. Acesso: maio 2014.
3. \_\_\_\_\_. IBGE Cidades. 2014b. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso: maio 2014.

4. \_\_\_\_\_. Atlas de Saneamento 2011. Saneamento e Meio Ambiente. Rio de Janeiro. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/atlas\\_saneamento/default\\_zip.shtm](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/atlas_saneamento/default_zip.shtm)>. Acesso em novembro. 2011.
5. MINAS GERAIS. Lei nº 10.793, de 2 de julho de 1992. Dispõe sobre a proteção de mananciais destinados ao abastecimento público no Estado.
6. MOURA, Ana Clara M. “Reflexões metodológicas como subsídio para estudos ambientais baseados em Análise de Multicritérios”. Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil, 21-26 abril 2007, INPE, p. 2899-2906.
7. 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.
8. SOARES, A. F. S.; MOURA, A. C. M.; LEAO, 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.
9. \_\_\_\_\_. 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.
10. SOARES, A. F. S. Uso de agrotóxicos, contaminação de mananciais e análise da legislação pertinente: um estudo na região de Manhuaçu-MG. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Programa de Pós-Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos. 2011. Tese de Doutorado.
11. USEPA (2001). The incorporation of water treatment effects on pesticide removal and transformations in Food Quality Protection Act (FQPA) drinking water assessments. Office of Pesticides Programs. Disponível em <[www.epa.gov/pesticides/trac/science/water\\_treatment.pdf](http://www.epa.gov/pesticides/trac/science/water_treatment.pdf)> . Acesso em 02.06.2014.
12. XAVIER DA SILVA, Jorge; ZAIDAN, Ricardo Tavares (organizadores). Geoprocessamento & análise ambiental. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004. 368 p.