

# MAPEAMENTO DIGITAL DA BACIA DO CÓRREGO DO JULIO - SÃO JOÃO DEL-REI - MG COMO SUPORTE AO DIAGNÓSTICO GEOAMBIENTAL

*Digital mapping of Córrego do Julio watershed - São João del-Rei - MG as a support for geo-environmental diagnosis*

**Évelyn Márcia Pôssa\***  
**Silvia Elena Ventorini\***

**\*Universidade Federal de São João del-Rei – Campus Ctan**

Departamento de Geociências - DEGEO

Av. Visconde do Rio Preto, s/n (Km 02) – Bairro Colônia do Bengo – São João del-Rei, MG, Brasil – CEP 36301360  
evelynpoussa@yahoo.com  
sventorini@ufsj.edu.br

## RESUMO

O presente artigo tem como objetivo apresentar o mapeamento digital como suporte ao diagnóstico de áreas vulneráveis a expansão urbana, impactos ambientais e as áreas de preservação permanente na Bacia do Córrego do Júlio, localizada no município de São João del-Rei – MG. A pesquisa tem como fundamentação teórica a Teoria Geral dos Sistemas Aplicada à Geografia. Geoprocessamento por este requerer uma abordagem sistêmica em sua montagem: define-se o que será mapeado, as variáveis das análises, as características destas variáveis e as relações entre as partes, modelando, assim, um sistema e ajustando-o frente à realidade. Os procedimentos metodológicos consistiram na coleta de dados em campo e dados secundários junto à prefeitura e aos órgãos municipais, na elaboração de base de dados cartográficos em meio digital, cruzamento e análise dos dados. Os resultados indicam o crescimento da área urbana em direção a Áreas de Proteção Permanente, áreas com presença de processos erosivos intensos e áreas propícias à ocupação urbana. Além disso, indicaram o crescimento da mata ciliar ao longo de um determinado período e a situação de degradação de áreas da bacia.

**Palavras-chaves:** Base digital de dados cartográficos. SIG. Expansão urbana.

## ABSTRACT

The following article has the purpose of to show the results of digital mapping as a support for areas that are vulnerable to urban growth, environmental impact and areas of permanent preservation at Córrego do Julio watershed, on the city of São João del-Rei – MG. The research's theoretical principle is the Teoria Geral dos Sistemas Aplicada à Geografia. GIS by this require a systemic approach in their assembly: is defined which will map the variables of the analysis, the characteristics of these variables and the relationships between the parties, thus modeling a system and adjusting it towards reality. The methodological procedures are data acquisition on the field and secondary data with the town hall and the city agencies, cartographic database preparation in digital environment and data analysis and cross-checking. The results present the growth of the urban area towards Permanent Protection Areas, as well as areas with large erosive process and human occupation favorable areas. It was also showed the bordering vegetation growth throughout a certain time and the degradation of some areas of the watershed.

**Keywords:** Cartographic digital database. SIG. Urban expansion.

## 1 INTRODUÇÃO

A alta taxa de urbanização na maioria das cidades brasileiras, a partir da década de 1960, somada a um planejamento urbano precário gerou um processo de ocupação desordenada. Esta

realidade resultou no aumento da devastação dos recursos naturais, dos problemas referentes ao saneamento básico e gestão de resíduos e na ocupação de áreas impróprias ao uso urbano. “[...] essas explosões urbanas altamente desiguais em sua expressão espacial geraram grandes regiões de *terra incógnita* no interior das cidades brasileiras e produziram espaços intra-urbanos altamente diferenciados” (RAMOS; CÂMARA; MONTEIRO, 2007, p. 35).

O processo de urbanização do país refletiu a dificuldade, por parte da gestão pública, de planejar o uso territorial (OLIVEIRA, 2009). Na perspectiva moderna de planejamento e ordenamento territorial, considera-se fundamental a abordagem ambiental integrada, por considerar que por meio da compreensão e análise associada dos componentes, processos e variáveis presentes no ambiente fundamentam-se as ações de gestão, planejamento e monitoramento do espaço ou de alguns elementos presentes neste (MEDEIROS; CÂMARA, 2001).

O mapeamento em escala grande somado a dados alfanuméricos organizados em um banco digital de dados são essenciais para o planejamento e gestão do território.

Atualmente no Brasil, os maiores investimentos em levantamentos territoriais provêm do setor privado. Como exemplo cita-se a Companhia Energética de Minas Gerais - CEMIG, que no início da década de 1980 investiu em produtos de Sensoriamento Remoto e técnicas de Geoprocessamento para mapear os municípios mineiros (SILVA, 2002). Áreas rurais foram mapeadas na escala 1:10.000, o levantamento planimétrico das áreas urbanas na escala 1:2.000 e a altimetria representada com equidistância de 1 metro entre as curvas de nível. Assim as prefeituras dos municípios mineiros carecem de mapeamentos como apoio ao planejamento e gestão do crescimento urbano em bacias hidrográficas.

O presente artigo tem como objetivo apresentar os resultados do estudo geoambiental, iniciado no ano de 2011, sobre áreas indevidas a expansão urbana no município de São João del - Rei, com ênfase na Bacia do Córrego do Júlio.

## **2 O GEPROCESSAMENTO NO PLANEJAMENTO E ORDENAMENTO TERRITORIAL: USO DOS SISTEMAS GEOGRÁFICOS DE INFORMAÇÃO**

O desenvolvimento de Sistema Geográfico de Informação – SIG possibilitou o armazenamento, a análise integrada, a sobreposição, a atualização e a manipulação de mapas e dados alfanuméricos em uma única base de dados digital. A rapidez e confiabilidade na geração das informações espaciais, a possibilidade de criação de modelos flexíveis ajustáveis frente à realidade espacial (MOURA, 2003) são propriedades dos SIG consideradas adequadas à realidade atual: rápido desenvolvimento tecnológico e de reprodução territorial, onde se assiste a uma intensa exploração da natureza e de seus recursos (CAVALCANTI, 1996). Por isso, os SIG “[...] podem fornecer valiosas contribuições no apoio às tarefas e aos projetos de planejamento cada vez mais complexos” (LANG, 2009, p. 41).

Por suas possibilidades os SIG tornaram-se ferramenta de trabalho de profissionais das mais variadas áreas: geógrafos, arquitetos, biólogos, engenheiros etc.. Nos estudos ambientais, o uso dessa tecnologia se faz importante para a elaboração de mapeamento Temático, Diagnóstico Ambiental, na Avaliação de Impacto Ambiental, no Ordenamento Territorial e nos Prognósticos Ambientais (MEDEIROS; CÂMARA, 2001).

No estudo de bacias hidrográficas há a necessidade do uso de métodos e técnicas que permitam agrupar e analisar dados referentes aos seus diversos aspectos sociais, econômicos e ambientais. Publicações acadêmicas, como as de Domingues (2005), Freitas (2007), Zaindan e Xavier da Silva (2007), Domingues e Françoso (2008), dentre outros, indicam que o Geoprocessamento permite a geração e manutenção de dados ambientais e urbanos com significativa eficiência, precisão e velocidade. O usuário pode modelar a realidade, tornar viável a manipulação, o tratamento e a disponibilização rápida de uma gama de dados, que contribuirá para o diagnóstico ambiental e ao planejamento de ações de preservação da bacia.

O Geoprocessamento viabiliza o planejamento urbano e ambiental eficiente, o que representa a possibilidade de redução de custos para o estado, tanto na implementação da Geoinformação em ambiente computacional, como em sua operação. No entanto, algumas gestões municipais ainda estão à parte dessa tecnologia e de seus benefícios, seja pela falta de capacitação técnica municipal e de planejamento, ou pela carência de verbas destinadas para este fim (DOMINGUES, 2005).

Santos (2007) destaca que há um movimento para a implantação do uso de técnicas de Geoprocessamento nos municípios brasileiros, que tem como ponto de partida a formação de uma base de dados em meio digital, o que indica que muitos municípios ainda enfrentam dificuldades geradas pela carência de dados cartográficos de seus territórios organizados em uma base digital. Como exemplo cita-se a parceria entre a Universidade Federal de Minas Gerais, o Ministério das Cidades e o Ministério da Educação. Em 2007, por meio desta parceria originou-se o 'Projeto de Capacitação em Geoprocessamento', que visava à implantação da cultura e prática do Geoprocessamento nas prefeituras municipais mineiras, por meio de cursos que foram ministrados em Belo Horizonte e em Diamantina.

A precariedade de documentos cartográficos básicos para realização de análises e planejamento dos municípios inseridos na bacia do Rio das Mortes (GD2) (POSSA et al., 2012) instigou o estudo<sup>1</sup> iniciado em 2011 por pesquisadores do Departamento de Geociências, para elaboração de uma base digital de dados cartográficos que possibilite diagnosticar áreas vulneráveis a expansão urbana, indicar impactos ambientais e áreas de preservação permanente em microbacias inseridas na GD2, localizadas no município de São João del-Rei.

### 3 ELABORAÇÃO DE BASE DIGITAL DE DADOS CARTOGRÁFICOS DA BACIA DO CÓRREGO DO JÚLIO

O Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM)<sup>2</sup> definiu Unidades Territoriais de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos (UPGRH), considerando as peculiaridades locais e regionais. A divisão das unidades considerou aspectos socioeconômicos, culturais, físicos e a extensão territorial das bacias, com o intuito de efetivar a execução da Política de Recursos Hídricos. Sob esses parâmetros, o estado de Minas Gerais foi dividido em nove bacias, dentre elas a bacia do Rio Grande – SP/MG (GD) que abarca hierarquicamente a bacia do Rio das Mortes (GD2). A Figura 1 ilustra a localização das bacias GD e GD2.

**Figura 1** – Localização da bacia do Rio das Mortes na bacia do Rio Grande.



Fonte: IGAM (2010).

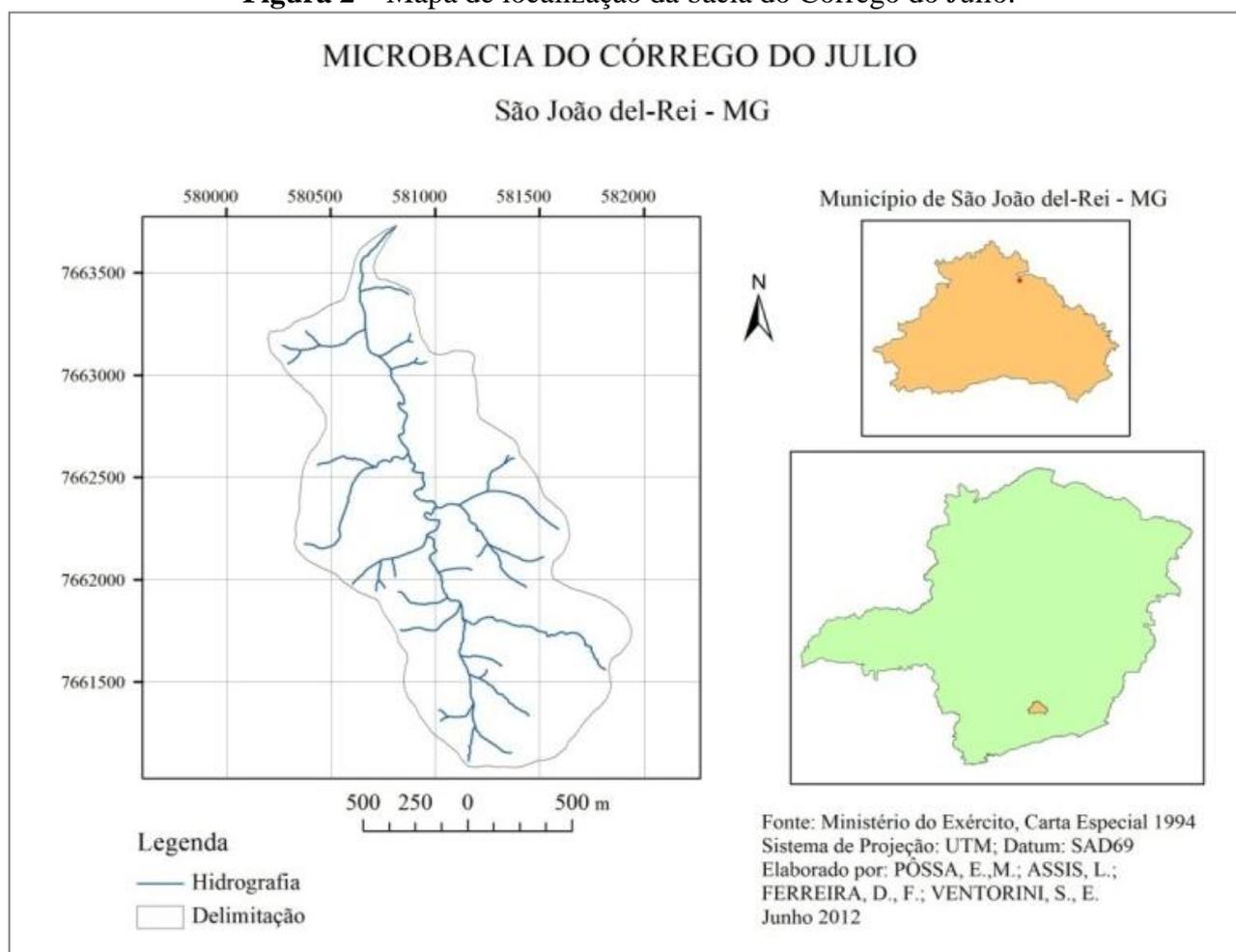
A bacia GD2 localiza-se na região do Campo das Vertentes e na região Sul do Estado de Minas Gerais. Abrange 42 municípios, sendo os mais populosos Barbacena, Lavras e São João del-Rei. Suas águas drenam uma área de 10.533 km<sup>2</sup>, onde vive uma população de 561.299 pessoas, segundo o Censo do IBGE/2010 (IGAM, 2010). A bacia GD2 destaca-se pelo aproveitamento hidrelétrico gerando 250 kW, sendo a usina do Funil a mais importante contribuinte para essa geração. A usina localiza-se entre os municípios de Perdões e Lavras (IGAM, 2010).

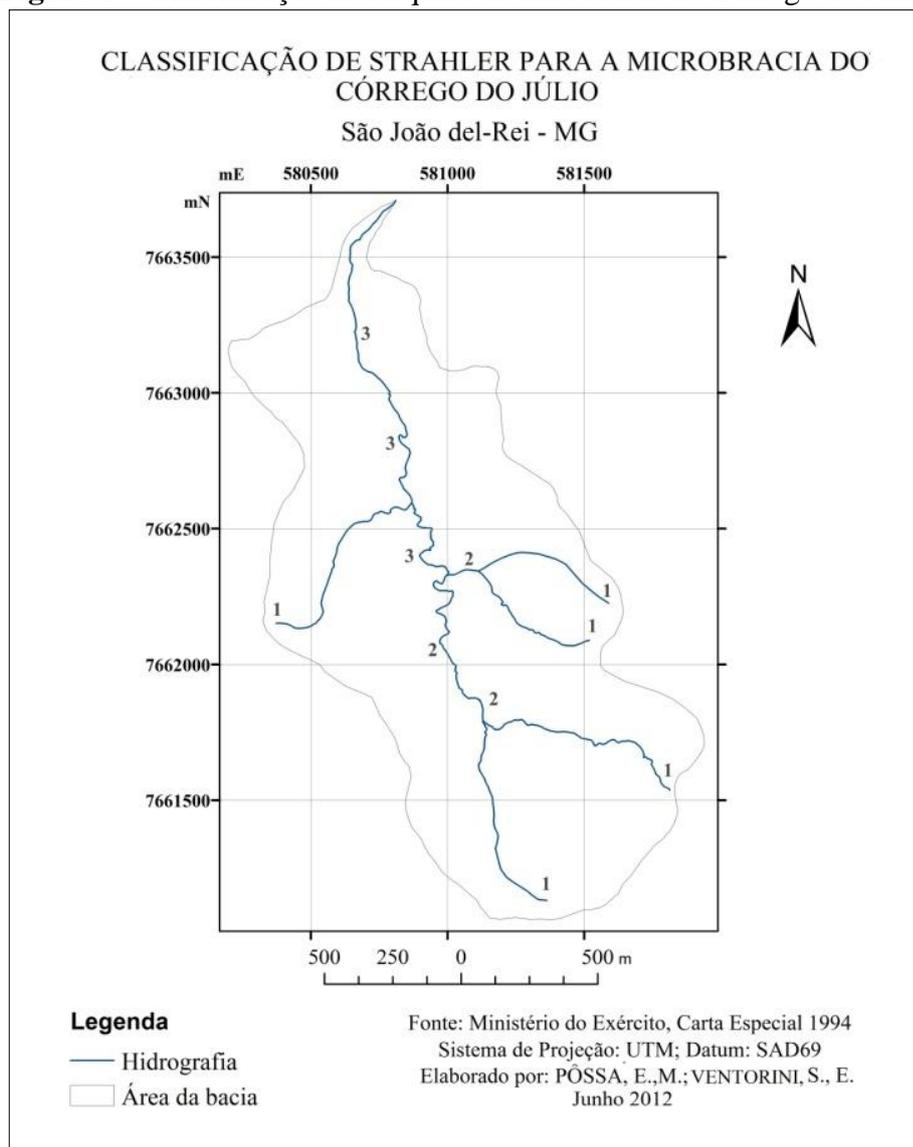
O fato de o limite da bacia hidrográfica, por exemplo, a GD2, conter diversos municípios aumenta a complexidade de sua gestão. Destaca-se que, mesmo ponderando sobre as condições locais e regionais há dificuldades para a integração municipal no que concerne a tomada de decisões conjuntas que contribua à gestão integrada da Bacia.

Estudos que visam à preservação e planejamento das bacias que formam a bacia GD2 são de extrema importância, pois permitem conhecer com mais detalhes a relação entre as partes e o todo.

A bacia do Córrego do Júlio encontra-se no município de São João del-Rei, mesorregião do Campo das Vertentes, Sul do Estado de Minas Gerais entre as coordenadas UTM: 580.196 mE; 7.663.709 mN e 581.944 mE; 7.661.059 mN. Sua extensão territorial é de 2,19 Km<sup>2</sup> e seu perímetro é de 7,4 Km (Figura 2). A bacia é de 3<sup>a</sup> ordem conforme a classificação hierárquica baseada no método de Strahler (Figura 3).

**Figura 2** – Mapa de localização da bacia do Córrego do Júlio.



**Figura 3** – Classificação hierárquica da microbacia do Córrego do Júlio.

#### 4 MATERIAIS E MÉTODO

A fundamentação teórico-metodológica adotada para a pesquisa foi a Teoria Geral dos Sistemas Aplicada a Geografia. Segundo Christofolletti (1979), esta Teoria teve seus princípios desenvolvidos em 1929 por R. Defay, os quais foram aplicados, inicialmente, à Termodinâmica. Especificamente na Geografia, Christofolletti (1979) salienta que sua aplicação teve como ponto de partida os trabalhos publicados em 1950 e 1952 por Straller e em 1962 por Chorley.

A Teoria Geral dos Sistemas Aplicada a Geografia não considera o meio físico como produto final e direciona para uma visão sistêmica que integra meio ambiente, seus elementos, conexões e processos. Para Moura (2003), esta fundamentação metodológica é adequada ao Geoprocessamento por este requerer uma abordagem sistêmica em sua montagem: define-se o que será mapeado, as variáveis das análises, as características destas variáveis e as relações entre as partes, modelando, assim, um sistema e ajustando-o frente à realidade.

Os procedimentos de coletas de dados consistiram em: a) elaboração de base de dados cartográficos em meio digital; b) trabalho de campo; c) coleta de dados primários e secundários

junto à prefeitura e aos órgãos municipais; d) geração de mapa de áreas impróprias à expansão urbana.

O trabalho teve início com a realização de pesquisa bibliográfica sobre o contexto no qual está inserida a bacia do Córrego do Júlio, etapa que viabilizou a caracterização geral da área de estudo, por meio de dois importantes relatórios: diagnóstico da Bacia hidrográfica do Rio das Mortes e Jacaré e diagnóstico da situação dos recursos hídricos na Bacia Hidrográfica do Rio Grande.

Após a pesquisa bibliográfica inicial para caracterização geral do contexto a área de estudo, realizou-se um levantamento seguido de análise da documentação cartográfica disponibilizada em órgãos do município de São João del-Rei e região (Exército brasileiro, prefeitura, universidades). O material adquirido é composto por: carta topográfica do Exército brasileiro (carta especial), com data de edição de 1994, escala 1:25.000; imagem do satélite Ikonos de 2008 (órbita 152, ponto 124), com resolução de 1 metro, fornecida pelo Departamento de Geociências da Universidade Federal de São João del-Rei; ortofotocarta de 1985, na escala de 1:10.000 adquirida junto a Companhia Energética de Minas Gerais (CEMIG).

O software utilizado para a geração da base cartográfica foi o ArcGis 10 (módulos ArcMap, ArcCatalog e ArcToolbox). Este SIG foi utilizado para a digitalização dos dados, georreferenciamento com determinação de Sistema de Coordenada e datum, correção das feições fisiográficas, geração da base de dados e elaboração dos seguintes materiais cartográficos: Carta de Drenagem, Carta Hipsométrica, Mapa Temático das Áreas de Erosão, Cenários da Mata Ciliar e Área Urbana para os anos de 1985 e 2008, buffers<sup>3</sup> das Nascentes e Córregos, Mapa de Uso da Terra e Mapa Temático das Áreas de Risco para ocupação urbana.

A Carta de Drenagem e a Carta Hipsométrica foram geradas a partir dos dados de altimetria e rede de drenagem, vetorizados a partir carta topográfica do Exército brasileiro. Por meio da sobreposição das curvas de nível vetorizadas, à imagem de satélite de 2008 seguido de fotointerpretação elaborou-se o Mapa das Áreas de Erosão. Com base nas duas imagens foram elaborados dois cenários que representam a Mata Ciliar e a área urbana na bacia do Córrego do Júlio para os anos de 1985 e 2008.

A partir dos dados referentes à rede de drenagem foram gerados buffers de 50 metros em torno das nascentes e 30 metros ao longo dos córregos da bacia. Os buffers foram sobrepostos aos cenários da Mata Ciliar com o intuito de analisar sua preservação de acordo com o Código Florestal brasileiro.

Na etapa posterior, por meio de fotointerpretação da Imagem de Satélite elaborou o Mapa de Uso da Terra na área da bacia. Tal etapa demandou visita técnica à área para verificação da veracidade das informações registradas no banco de dados referentes ao tipo de pastagem, de cultivo, tipo de atividade desenvolvida, mata ciliar, áreas de reflorestamento e áreas de solo exposto.

O Mapa das Áreas de Risco para Ocupação Urbana foi elaborado a partir do cruzamento do Mapa de Erosão, dos dados da Mata ciliar, dados de altimetria e Área Urbana (2008) e da Carta de Drenagem.

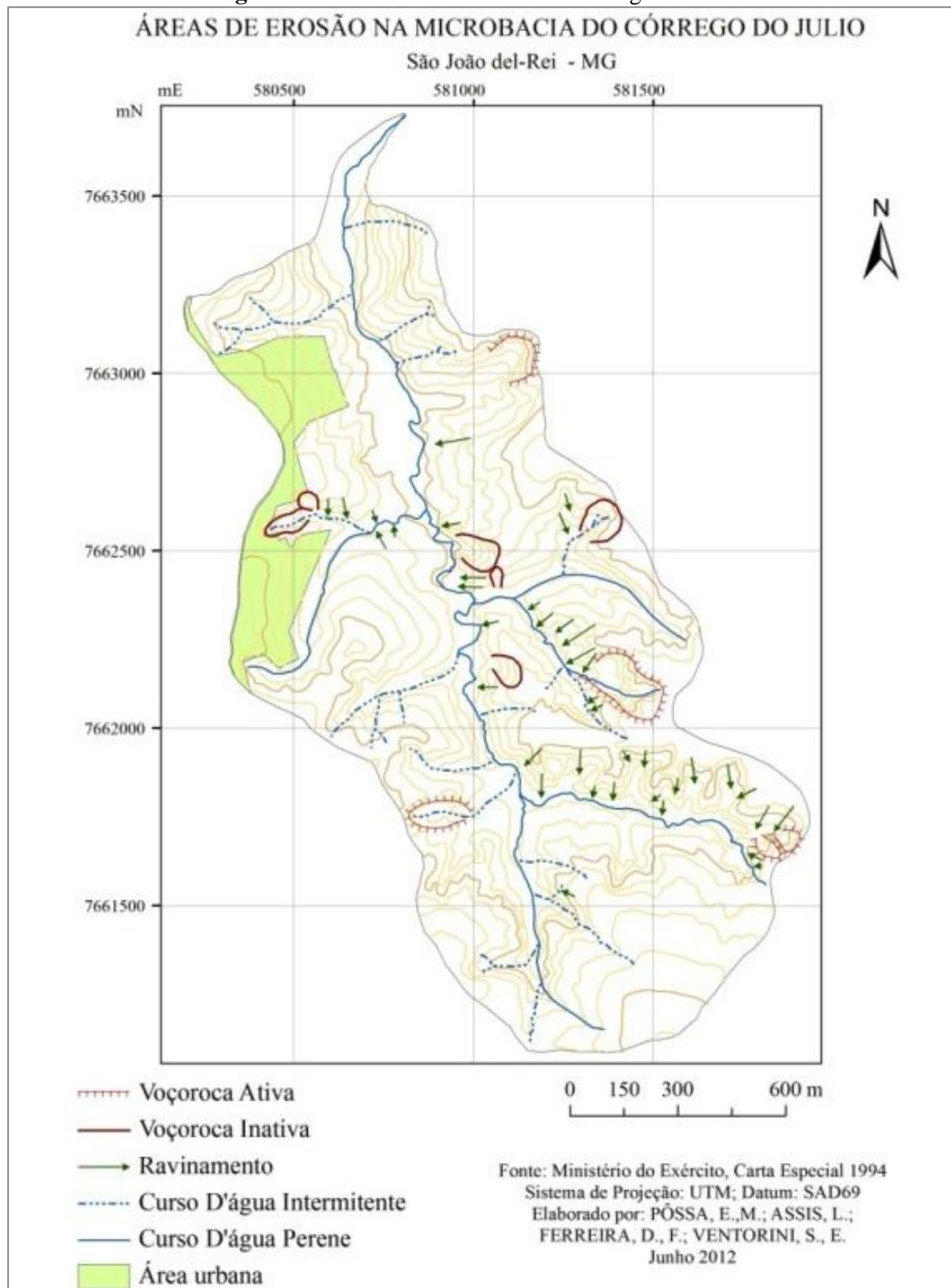
## 5 RESULTADOS E ANÁLISE GEOAMBIENTAL

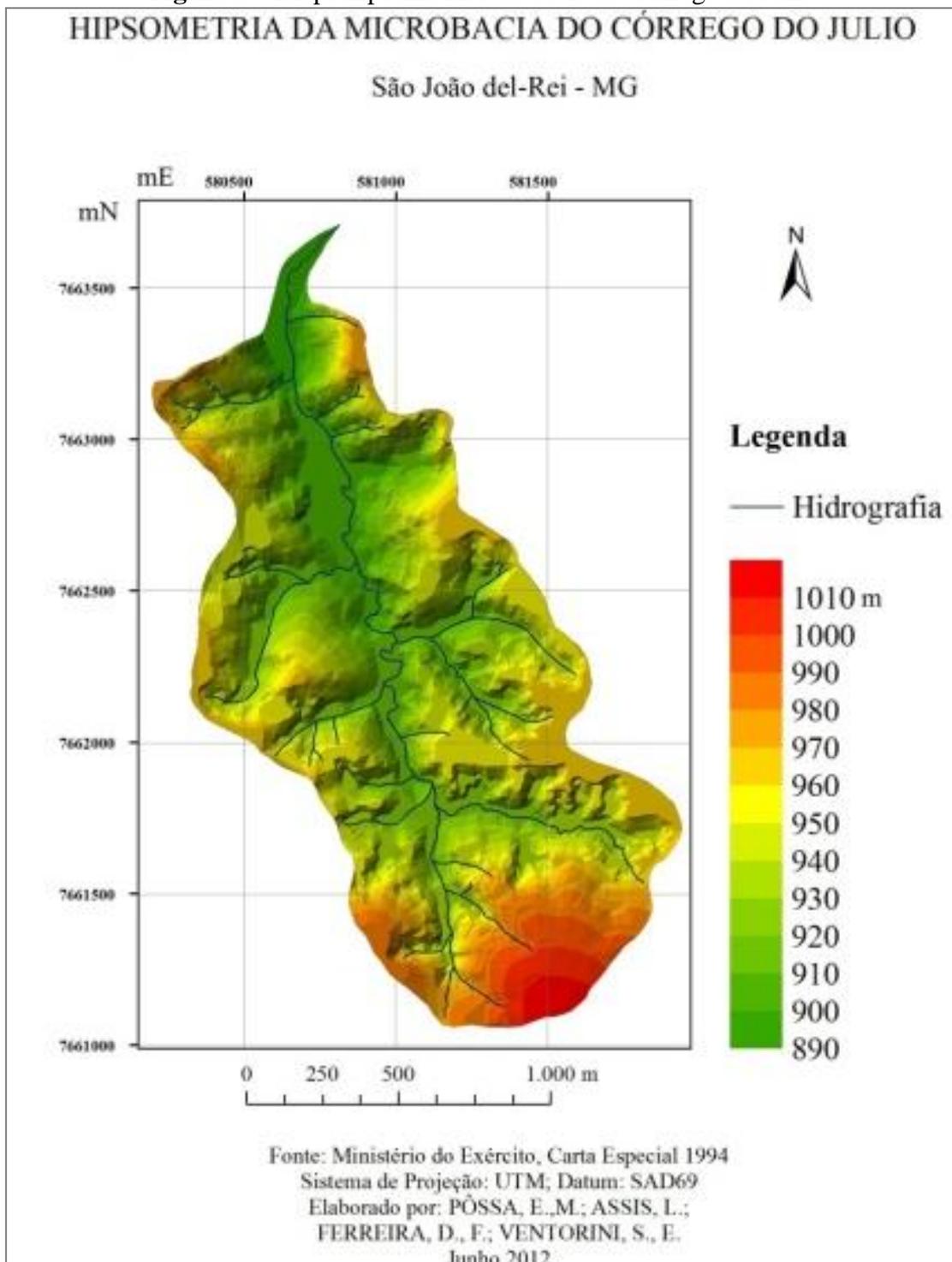
O cruzamento dos dados da Carta de Drenagem com o Mapa de erosão (Figura 4) indicou a existência de significativos processos erosivos nas áreas drenadas por canais intermitentes. Este fato é conseqüente das características climáticas da região na qual está inserida a bacia, onde 80% da pluviosidade anual concentram-se nos meses de outubro a março.

Outro fator importante para a intensificação dos processos erosivos é a configuração de seu relevo. Por meio da análise do Mapa Hipsométrico observa-se uma amplitude altimétrica de 120 metros, numa distância euclidiana de, aproximadamente, 2,7 Km, considerada a partir da nascente

do Córrego principal, a 1010 metros de altitude, até seu deságuo no Rio das Mortes (890 metros) (Figura 5).

**Figura 4** – Erosão na microbacia do Córrego do Júlio.



**Figura 5** – Mapa hipsométrico da bacia do Córrego do Júlio.

A amplitude altimétrica proporciona a existência de altas declividades em determinados trechos da bacia, o que conseqüentemente potencializa o escoamento superficial e subsuperficial da água, um dos fatores para ocorrência e acentuação de processos erosivos, como ravinamentos e voçorocas, verificados no Mapa de Erosão (Figura 6).

Processos de ravinamento e voçorocamento disponibilizam grande carga de sedimentos para os cursos d'água, um dos fatores que contribuem para o assoreamento de rios, como se observa na Figura 7, que representa o deságue do Córrego do Júlio no Rio das Mortes e próximo um trecho assoreado do referido rio.

**Figura 6** – Voçoroca na margem direita do Córrego do Júlio (setembro de 2012).



Fonte: Acervo das autoras.

**Figura 7** – Trecho assoreado do Rio das Mortes. Coordenadas 580424,77 mE, 7663835,75 mN e 580819,19 mE, 7663530,63 mN, zona 23K.. Imagem do satélite Ikonos de 2008 (órbita 152, ponto 124).

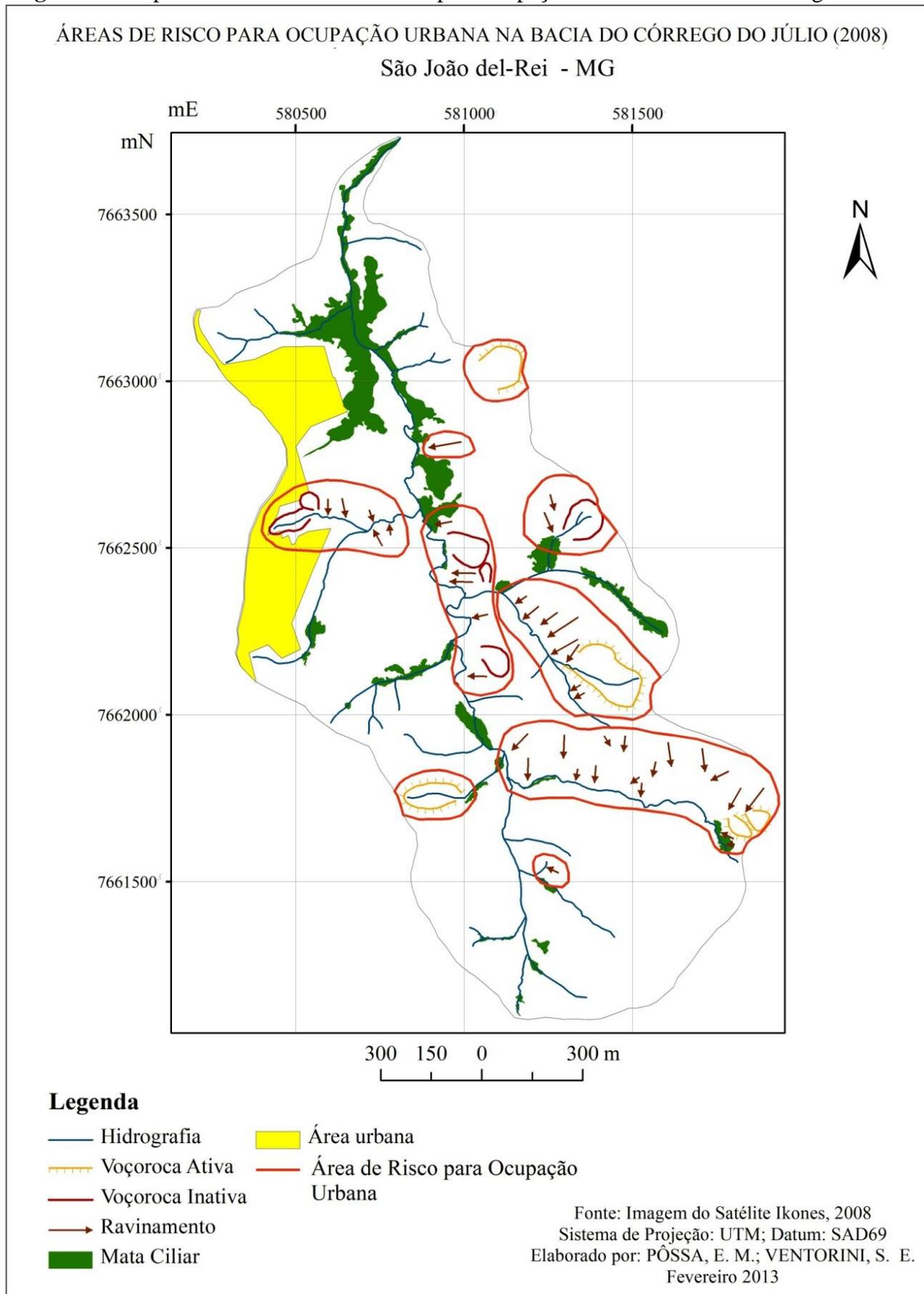


— Deságue do Córrego do Júlio no Rio das Mortes

— Trecho assoreado do Rio das Mortes

--- Sentido do fluxo



**Figura 9** – Mapa temático das áreas de risco para ocupação urbana na bacia do Córrego do Júlio.

**Figura 10** – Processos erosivos na margem direita do Córrego do Júlio (setembro de 2012).



Fonte: Acervo das autoras.

Os *Buffers* foram gerados a partir da Carta de Drenagem, adotando a metragem definida pelo Código Florestal brasileiro. Por meio da análise dos *Buffers*, sobrepostos aos cenários da área urbana e da mata ciliar, foi possível constatar que a mata ciliar não está preservada de acordo com Código Florestal Brasileiro, principalmente nas áreas de nascentes (figura 8). Contudo, de 1985 para o cenário de 2008, houve um crescimento de 70% da mata ciliar, passando de 82.000 m<sup>2</sup> para 139.000 m<sup>2</sup>. O avanço da área urbana em direção às áreas de preservação permanente indica risco à continuidade do crescimento desse tipo de vegetação, como ilustra a Figura 11.

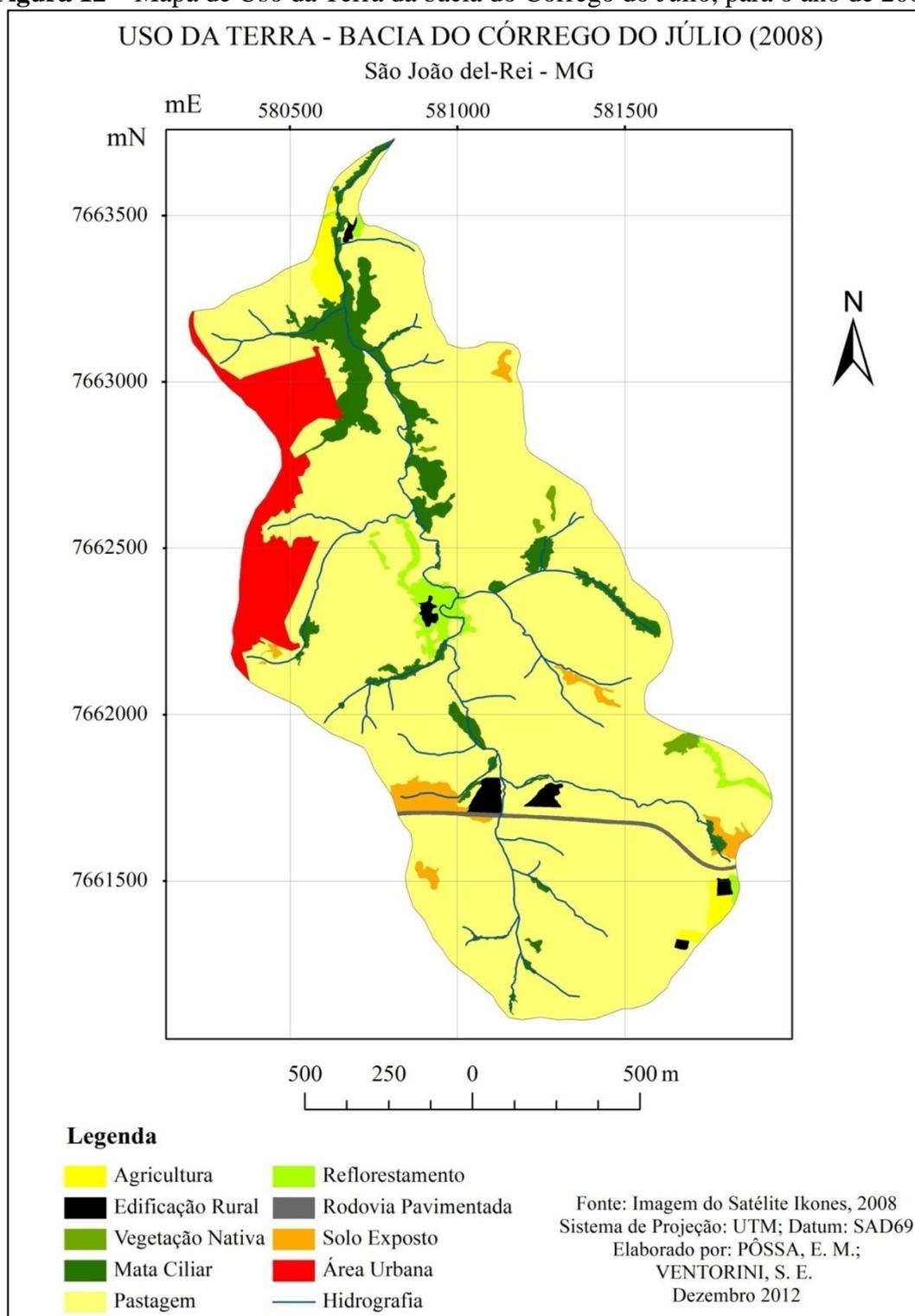
**Figura 11** – Loteamento próximo à mata ciliar na margem esquerda do Córrego do Júlio (setembro de 2012).



Fonte: Acervo das autoras.

A análise do Mapa de Uso da Terra (figura 12), juntamente com dados coletados em campo, revelou que aproximadamente 80% da superfície da bacia do Córrego do Júlio (área de 1.791.985 m<sup>2</sup>) são destinadas à pastagem para pecuária leiteira de pequena escala. O pastoreio bovino, sem manejo adequado na bacia, levou ao pisoteamento desordenado que compactou e impermeabilizou o solo, formando linhas de solo exposto em curva de nível (Figuras 13 e 14). Nessas linhas, a água pluvial tende a concentrar-se escoando de modo ligeiro, com alto poder erosivo.

**Figura 12** – Mapa de Uso da Terra da bacia do Córrego do Júlio, para o ano de 2008.

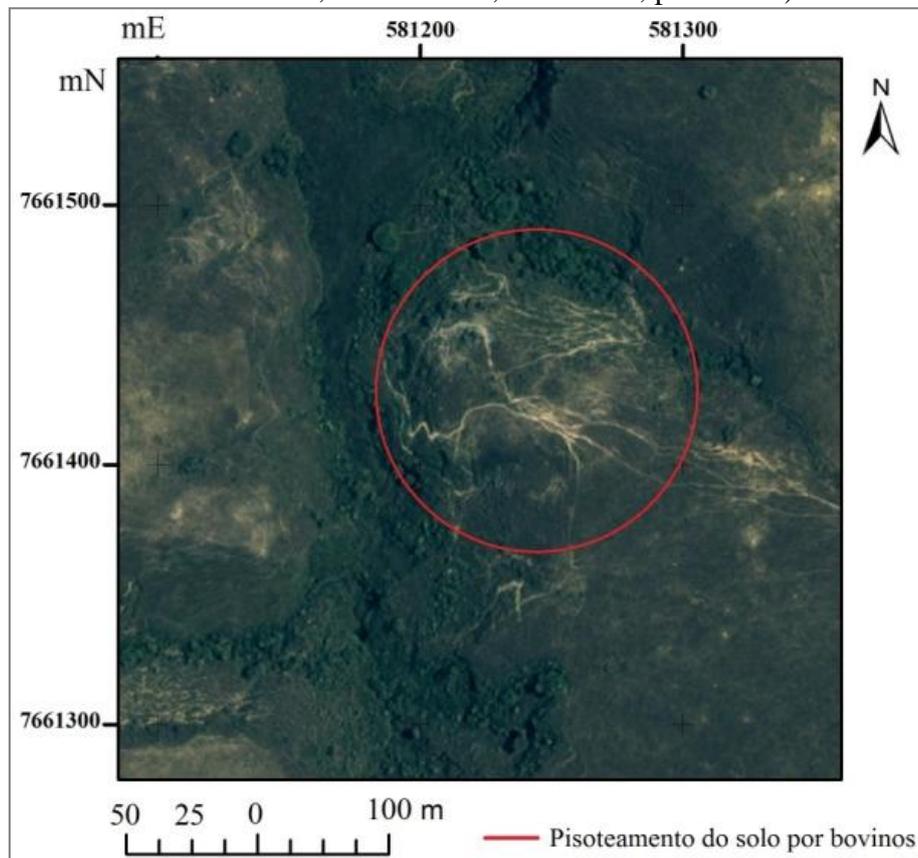


**Figura 13** – Pastagem natural com caminhos de gado em curva de nível, na bacia do Córrego do Júlio (setembro 2012).



**Fonte:** Acervo das autoras.

**Figura 14** – Área de pisoteamento de solo por bovinos e na bacia do Córrego do Júlio (Imagem do Satélite Ikonos, ano de 2008, órbita 152, ponto 124).



Além da erosão, a alta velocidade do escoamento superficial diminui o potencial de infiltração e percolação da água, comprometendo a recarga das águas subterrâneas nesses terrenos. O trabalho de Sampaio e Guarino (2007) indica que o pisoteamento pode afetar também a vegetação arbustiva e arbórea, causando impactos sobre a estrutura da mata ciliar.

Por meio de coleta de dados primários e secundários constatou-se que a alta demanda por imóveis pressiona as leis de regulação à expansão urbana, que na maioria das vezes não determina com precisão os limites para a classificação de áreas aptas ou inaptas ao uso urbano.

## 6 CONSIDERAÇÕES

A utilização de um SIG no estudo da bacia do Córrego do Júlio viabilizou o cruzamento de dados referentes à altimetria, erosão, uso da terra e a produção de cenários espaços-temporais e *buffers*. Por meio dessas representações e do contexto geográfico no qual está inserida a bacia, pôde-se identificar os elementos naturais e antrópicos que compõe a paisagem, bem como compreender as relações existentes entre eles.

O estudo possibilitou a identificação da proximidade de voçorocas da área urbana por meio da sobreposição dos mapas de uso da terra e erosão, além disso, permitiu a quantificação do crescimento urbano na bacia em duas décadas, cerca de 160% (passando de 52.720 m<sup>2</sup> em 1985 para 138.172 m<sup>2</sup> em 2008) e a indicação de sua direção de expansão para áreas de mata ciliar. De acordo com os resultados, essa tipologia de vegetação cresceu 70% de 1985 para o cenário de 2008, passando de 82.000 m<sup>2</sup> para 139.000 m<sup>2</sup>. Contudo, o crescimento da mancha urbana em direção a essas APP's representa risco à continuidade do crescimento.

O Mapa de Uso da Terra revelou que aproximadamente 80% da superfície da bacia do Córrego do Júlio, é destinada à pastagem para pastoreio bovino, atividade que na bacia ocorre sem manejo adequado. Esse fato justifica a existência de áreas de pisoteamento desordenado, cujos efeitos são: a compactação, impermeabilização do solo e potencialização de processos erosivos, por meio da dinâmica do escoamento preferencial nas linhas de pisoteio.

Verificou-se que o diagnóstico geoambiental da bacia do Córrego do Julio, enquanto unidade territorial de estudo de pequena escala contribui para compreensão da bacia do Rio das Mortes, pois, considerando que se trata de um sistema único de drenagem natural, compreender a dinâmica dos fenômenos e impactos ambientais ocorridos em escala menor torna-se importante para uma análise detalhada da relação entre as partes e o todo. Destaca-se a importância dos resultados e análises do presente estudo para a realidade atual do município de São João del-Rei - MG, que assiste a uma carência de base digital de dados cartográficos.

## NOTAS

<sup>1</sup> O estudo é coordenado pela Prof<sup>a</sup> Dra Sílvia Elena Ventrini. As bacias mapeadas são: do Córrego do Júlio, do Córrego da Água-limpa e do Córrego Francisco Xavier, todas localizadas no município de São João del-Rei - MG e inseridas na bacia do GD2.

<sup>2</sup> O IGAM foi instituído pelo decreto 44.814 de 16 de maio de 2008 e tem por finalidade executar a Política Federal e Estadual de recursos hídricos.

<sup>3</sup> Buffer é uma área gerada ao redor de determinada representação dimensão constante e definida pelo usuário. Pode-se gerar um buffer a partir de representações de ponto, linha ou polígono.

## REFERÊNCIAS

CAVALCANTI, C. Condicionantes biofísicos da economia e suas implicações quanto à noção do desenvolvimento sustentável. In: RIBEIRO, A. R. et al. **Economia do meio ambiente: teoria, políticas e a gestão de espaços regionais**. Campinas, SP, Unicamp, 1996. p. 61-82.

CHRISTOFOLETTI, A. **Análise de sistemas em Geografia**. São Paulo: Hucitec, 1979.

DOMINGUES, C. V. **Aplicação de geoprocessamento no processo de modernização da gestão municipal**. 2005. 88 f. Dissertação (Mestrado)-Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2005.

DOMINGUES, C. V.; FRANÇOSO, M. T. Aplicação de geoprocessamento no processo de modernização da gestão municipal. **Revista Brasileira de Cartografia**, Rio de Janeiro, n. 60, p. 71-78, 2008. Disponível em: <[www.rbc.ufrj.br/\\_2008/60\\_1\\_07.htm](http://www.rbc.ufrj.br/_2008/60_1_07.htm)>. Acesso em: jan. 2009.

FREITAS, C. G. L. **Planos diretores municipais: integração regional estratégica, roteiro metodológico**. Porto Alegre: ANTAC, 2007.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS – IGAM. **Censo Demográfico 2010**. Disponível em: <[www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br)>. Acesso em: 12 jan. 2013.

\_\_\_\_\_. **Diagnóstico da Bacia Hidrográfica do Rio das Mortes e Jacaré**. Versão digital preliminar – em fase de complementação e revisão. CBH, vertentes do Rio Grande, 2010. Disponível em: <<http://www.pdrh-gd2.com.br/>> Acesso em: 1 out. 2011.

LANG, S. **Análise da paisagem com SIG**. Tradução Hermann Kux. São Paulo: Oficina de Textos, 2009.

MEDEIROS, J. S.; CÂMARA, G. **Geoprocessamento para projetos ambientais**. São José dos Campos: INPE, 2001. p. 1-35. Disponível em: <[www.dpi.inpe.br/gilberto/livro](http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro)>. Acesso em: 12 jan. 2012.

MOURA, A. C. M. **Geoprocessamento na gestão e planejamento urbano**. Belo Horizonte: Ed. da Autora, 2003.

OLIVEIRA, E. L.; GIVISIEZ, G. H. N. **Demanda futura por moradias no Brasil 2003-2023: uma abordagem demográfica**. Brasília, DF: Ministério das Cidades, 2009.

POSSA, E. M.; FERREIRA, D. F.; VENTORINI, S. E. Base de dados cartográficos e o diagnóstico ambiental: a bacia do Córrego do Júlio São João-del-Rei - MG. In: ENCONTRO NACIONAL DE GEOGRAFIA, 17., 2012, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte, 2012. 1CDROM.

RAMOS, F. R.; CÂMARA, G.; MONTEIRO, A. M. V. Territórios digitais. In: ALMEIDA, C. M. de; CÂMARA, G.; MONTEIRO, A. M. **Geoinformação em urbanismo: cidade real x cidade virtual**. São Paulo: Oficina de Textos, 2007. cap. 1, p. 35-62.

SAMPAIO, M. B.; GUARINO, E. de S. G. Efeitos do pastoreio de bovinos na estrutura populacional de plantas em fragmentos de Floresta Ombrófila Mista. **Revista Árvore**, Viçosa, MG,

v. 31, n. 6, p. 1035-1046, 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rarv/v31n6/a08v31n6.pdf>>. Acesso em: 10 out. 2012.

SANTOS, A. A. **Geoprocessamento aplicado à identificação de áreas de fragilidade ambiental no parque estadual da Serra do Rola Moça**. 2007. Disponível em: <<http://www.csr.ufmg.br/geoprocessamento/publicacoes>> Acesso em: 10 out. 2012.

SILVA, E. S. **Utilização de ortofotocartas digitais no sistema de gerenciamento de redes da distribuição**. 30 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização)-Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2002.

ZAIDAN, R. T.; XAVIER-DA-SILVA, J. Geoprocessamento aplicado ao zoneamento de área com necessidade de proteção: o caso do Parque Estadual do Ibitipoca – MG. In: XAVIER-DA-SILVA; Z Aidan, R. T. (Org.). **Geoprocessamento & análise ambiental**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007. p. 31-65.

**Data de submissão:** 17.06.2013

**Data de aceite:** 28.07.2014

License information: This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.