

# **ANÁLISE DAS MUDANÇAS DE USO E COBERTURA DA TERRA EM DIFERENTES CLASSES DE RELEVO E SUA INFLUÊNCIA NA OCORRÊNCIA DE DESASTRES NO MUNICÍPIO DE MANTENA/MG**

Yan Breno Azeredo Gomes da Silva<sup>1</sup>

Rochane Oliveira Caram<sup>2</sup>

Felix Carriello<sup>3</sup>

1. Graduando em Geografia – Universidade Federal Fluminense (UFF), yanbreno@id.uff.br;
2. Pesquisadora no Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN), rochane.caram@cemaden.gov.br;
3. Professor Adjunto da Universidade Federal Fluminense (UFF), felixcarriello@id.uff.br

## **ABSTRACT**

Through socio-environmental dynamics, the search for information that enables a greater understanding of the changes occurring in space is extremely important. The analysis of land use and coverage, together with land descriptors, are important tools in socio-environmental studies. The municipality of Mantena / MG belonging to the São Mateus River Hydrographic Basin, the study region, has been the target of an accelerated, indiscriminate and imposing process of deforestation and disordered urban growth. Thus, it is clear that the reduction of forested areas and irregular occupation end up influencing the occurrence of disasters. Thus, bearing in mind that the occurrence of disasters may be associated with degradation of the environment, the present work aims to analyze the changes in land use and coverage in different classes of relief in this basin, which will enable us to assess whether such changes can influence the occurrence of disasters in the study region, such as mass movements and floods.

**Keywords:** Remote Sensing, Use and Coverage, Disasters

## **INTRODUÇÃO**

Mediante as dinâmicas socioambientais, a busca de informações que possibilite uma maior compreensão das mudanças ocorridas no espaço é de extrema importância. A análise do uso e cobertura da terra se mostra uma importante ferramenta pois apresenta de maneira competente a distribuição espacial das dinâmicas antrópicas projetadas sobre o meio natural, assim como a própria distribuição da mesma. Isto posto, a utilização deste tipo de estudo se manifesta como essencial no que diz respeito ao processo de planejamento espacial, principalmente quando se trata de problemas pertinentes ao desenvolvimento descontrolado de determinadas regiões.

Tal processo está relacionado intimamente com o tipo de uso do solo, o tipo de cobertura vegetal e como ela está ou não distribuída, além da declividade do terreno. Desse modo, uma observação multitemporal do uso e cobertura permite identificar e entender como essas características ao decorrer do tempo influenciam, por exemplo, na ocorrência de desastres. Nesse contexto, buscar entender o relevo é de grande importância às ciências que estudam os componentes da superfície terrestre. Ele se tornou um atributo

primário da paisagem e um parâmetro físico fundamental (MOORE et al, 1993). A ocupação irregular de encostas e conseqüentemente o desmatamento pode propiciar uma maior suscetibilidade à ocorrência de movimentos de massa, já que a variação espacial do relevo resulta em gradientes de potencial energia, tornando-se principais agentes físicos dos fluxos (FLORENZANO, 2008; NOBRE, 2011).

O relevo é considerado um fator importante nas ocorrências de desastres, já que dependendo da morfologia, este processo pode ou não ser intensificado. Portanto, a elaboração de mapas estáticos de uso e cobertura do solo, mesmo tendo sua importância, não atende de maneira efetiva a necessidade dos tomadores de decisão, sendo necessária a utilização de modelagens digitais (PISANI et al 2016, ALMEIDA & GLERIANI, 2007). Dessa forma, o aproveitamento de dados altimétricos provenientes de modelos topográficos são fundamentais nas análises sobre estudos de desastres. A partir do Modelo Digital de Terreno (MDT), o SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) tem sido o dado mais empregado no processo de representação do relevo de uma determinada região (PIRES & BORMA, 2013). Tais dados podem ser correlacionados às alterações do uso e da cobertura da terra, possibilitando a produção de simulações como ferramenta potencial na antecipação de eventos passíveis de ocorrerem (PISANI et al 2016).

A análise dos MDEs possibilitou o desenvolvimento de diversos descritores numéricos de paisagem, principalmente no que tange às questões hidrológicas, a qual é possível identificar áreas de captação, vazão, caminho da água, área de contribuição e redes de drenagem (NOBRE, 2011). Um desses descritores de terreno que vem contribuindo na extração de dados quantitativos e qualitativos para o relevo é o algoritmo HAND, Height Above the Nearest Drainage, ou Altura Acima da Drenagem mais próxima (PIRES & BORMA, 2013). Este descritor de terreno representa o potencial gravitacional relativo dos terrenos, proporcionalmente ao potencial de drenagem, revelando de modo coerente diversos processos superficiais relativos ao movimento, acumulação, infiltração, armazenamento e drenagem da água. Ele utiliza a diferença entre a altitude extraída de MDT e a rede de drenagem calculando alturas relativas, correlacionando com a profundidade do lençol freático e a topografia do terreno (SILVA, SOUTO, & MOLLEI, 2013). Dessa maneira, é possível identificar regiões no relevo que possam influenciar no escoamento, como por exemplo regiões com baixas alturas relativas que podem indicar porções mais suscetíveis as cheias (SILVA, SOUTO, & MOLLEI, 2013). Desse modo, considerando a ocorrência de desastres causados por eventos extremos associada à degradação do meio ambiente, o presente trabalho visa analisar as mudanças de uso e cobertura em diferentes classes do relevo no município de Mantena/MG, o que possibilitará avaliar se tais mudanças podem exercer influência na

ocorrência de desastres na região de estudo, tais como, movimentos de massa e inundações. Tendo em vista que o CEMADEN realiza monitoramento contínuo na região de estudo, espera-se obter como resultado o mapeamento das áreas mais suscetíveis a eventos críticos, que poderão ser utilizados em ações de prevenções e de melhor ocupação e uso do solo.

## METODOLOGIA

A área de estudo deste trabalho abrange o município de Mantena localizado no estado de Minas Gerais fazendo divisa com o estado capixaba. O município compõem a Bacia Hidrográfica do Rio São Mateus encontrando-se na porção montante, região conhecida como Alto São Mateus (Figura 1). Mantena apresenta um relevo bastante acidentado com uma densa presença de morros e pontões graníticos. Tal característica influencia diretamente no padrão do uso e cobertura do solo, assim como sua dinâmica ao longo dos anos.

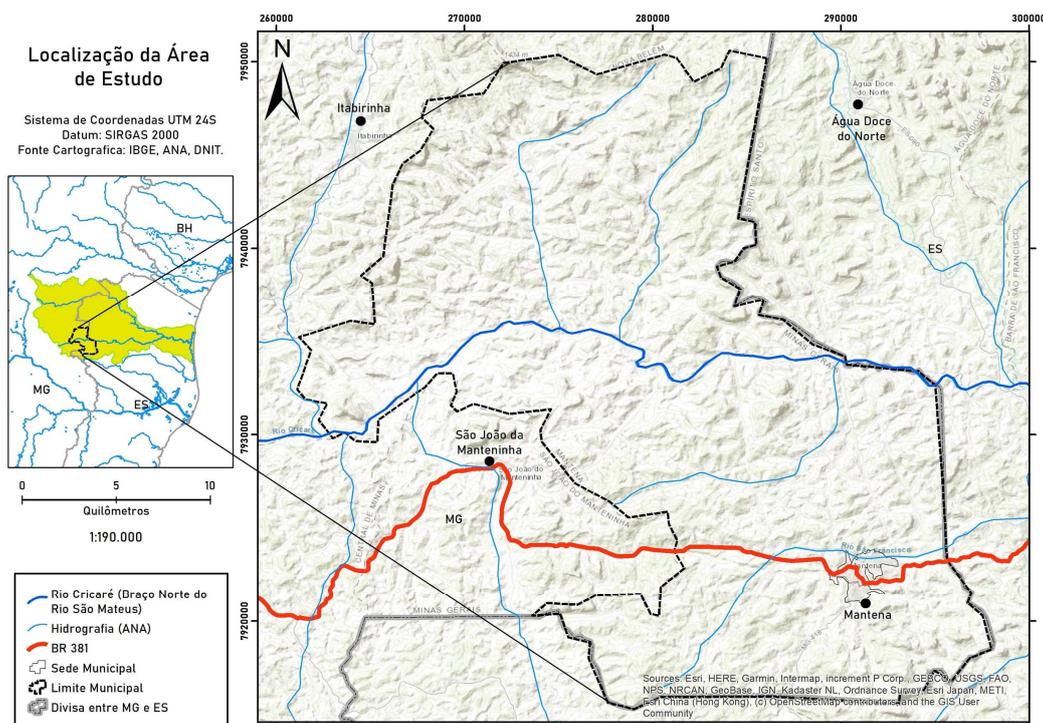


Figura 1. Localização da Área de Estudo, município de Mantena/MG

A metodologia foi dividida em duas etapas. Na primeira obteve-se a classificação do uso e cobertura da terra a qual foram obtidas imagens orbitais dos anos de 1985, 2001 e 2017 para o processo de classificação, utilizando imagens do satélite Landsat 5 e 8 órbitas/ponto 215/73, 216/72, 216/73, 217/72, 217/73. As imagens foram adquiridas do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), sendo o processamento realizado no sistema de informação geográfica ArcGis 10.5. A classificação supervisionada por

regiões foi o processamento selecionado para o alcance das informações pretendidas. Neste tipo de método, procura-se identificar o comportamento espectral de cada pixel, além da informação espacial com seus vizinhos. Desse modo, coleta-se amostras homogêneas para cada uma delas, a qual esse treinamento diz respeito ao reconhecimento da assinatura espectral de cada uma das classes de uso e cobertura do solo (INPE, 2006; FREITAS & PANCHER, 2011). Para avaliação da classificação utilizou-se o mapeamento base de uso e cobertura do IEMA para o ano de 1985, para 2017 utilizou-se o Google Earth.

A segunda etapa refere-se a obtenção do modelo HAND. A extração do modelo HAND foi obtida através de dados SRTM que foram adquiridos junto ao banco de dados da EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) com resolução espacial de 90 metros. Para isso foi utilizado o software livre TerraHidro (ROSIM et al., 2014), desenvolvido pelo INPE.

Para obter o modelo HAND, a primeira etapa é a correção hidrológica do MDT, a qual se elimina os “sinks” (depressões, áreas de drenagem interna e vazios ou erros do SRTM), para garantir a propagação do fluxo em todas as células. Contudo, ao final da primeira etapa tem-se as direções de fluxo e o MDT modificado. Em seguida, é gerado as áreas acumuladas de cada célula e a partir de um limiar mínimo estabelecido para iniciar o canal, a rede de drenagem é extraída do MDT (GOERL et al, 2017).

Segundo Rennó et al (2008), a partir da rede de drenagem extraída do dado topográfico, a diferença existente entre cada elemento da grade MDT e o ponto mais próximo relacionado à rede de drenagem extraída possibilita a origem do modelo de superfície HAND. O atributo de altitude de um determinado ponto é definido pela posição que este se encontra em relação ao curso d'água para qual ele deságua, o que inicia uma contagem a partir do zero e aumentando o valor na medida em que se distancia da drenagem.

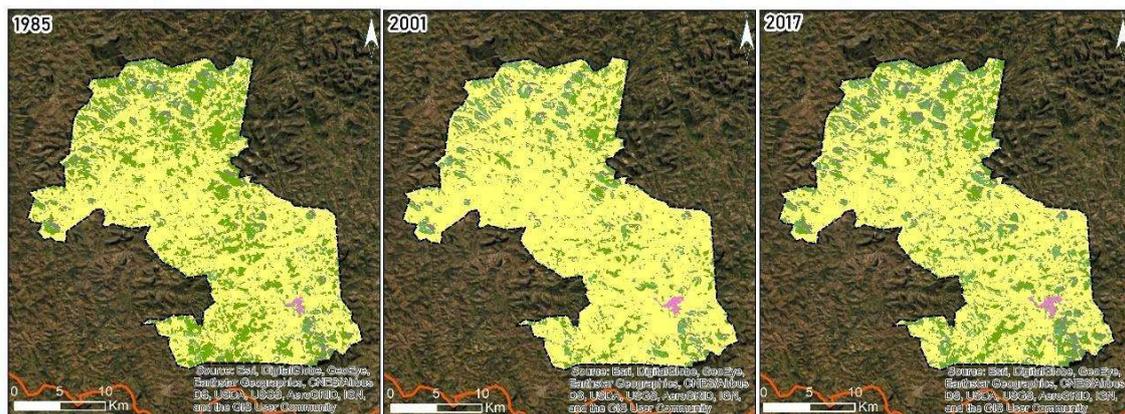
## **RESULTADOS**

Após a obtenção do Modelo Hand, o mesmo foi classificado seguindo as propostas de fatiamento de Rennó et al (2008) e Nobre et al (2011): Baixio (até 5 metros); Ecótono (de 6 a 15 metros); Encostas (de 16 a 50 metros e declividade maior que 4,5%) e Topos de morro (de 16 a 50 metros e declividade menor ou igual 4,5%). A classe referente ao baixio (em azul) representa áreas susceptíveis à inundações e alagamentos, a classe ecótono (em verde), relaciona-se a áreas de transição entre baixio e encostas susceptíveis a movimentos de massa, já nas classes encostas (em amarelo) e topos de morro (vermelho) estão relacionadas as áreas susceptíveis a deslizamentos.

Nas Figuras 2 e 3, é possível visualizar as mudanças ocorridas nos três anos analisados. O município de Mantena/MG possui como principal uso e cobertura a pastagem, apontando cerca de 66% em 1985 e quase 80% em 2001. Nesse mesmo intervalo, verifica-se uma dinâmica interessante na vegetação, pois a floresta em estágio inicial de crescimento se mantém praticamente constante, apresentando uma variação de 10% para 9%, enquanto a floresta em estágio médio/avançado manifesta uma grande contração, saindo de 19% em 1985 para 7% em 2001. Observando a Figura 68, é nítido o desaparecimento dos núcleos de floresta média/avançada em 2001 e a permanência dos núcleos de floresta primária.

No segundo intervalo, 2001 a 2017, observa-se um declínio da pastagem, onde volta a apresentar basicamente a mesma porcentagem de 1985. Ao mesmo tempo, na vegetação, especificamente a floresta em estágio inicial, se verifica um desenvolvimento chegando a apresentar em 2017 aproximadamente 16%. No caso da floresta média/avançada, constata-se um crescimento em 2017 com 11%, todavia, menor que seu valor em 1985. Nas outras classes, as outras alterações verificadas, foram o crescimento urbano que sai de 0,20% em 1985 para 0,40% em 2017 e o surgimento de restritas áreas de floresta plantada apresentando cerca de 0,01% em 2017.

No que diz respeito aos setores de risco, o relatório da CPRM (2012), sinaliza a existência das três categorias de risco: riscos hidrológicos (RH), processos erosivos (PE) e potencialidades de deslizamento (PD). A Figura 4 apresenta tais situações de risco juntamente com o modelo HAND aplicado ao município. Percebe-se que as áreas apresentadas estão localizadas no perímetro urbano (quadrante 1). Ao todo são 4 áreas com ocorrências e potencialidades de desastres. A maior área se refere a risco hidrológico, especificamente a inundação. Verifica-se que tal região está assentada na classe de relevo baixio, onde as casas de alvenaria ocupam a planície de inundação e são afetadas regularmente pelas inundações. Vê-se na Figura 5 que as áreas de risco se apresentam justamente na convergência dos afluentes da sub-bacia do Rio São Francisco, afluente do rio Cricaré (braço sul do Rio São Mateus). Essa sub-bacia é uma bacia de cabeceira e apresenta área de drenagem de 135 km<sup>2</sup> a montante da área urbana. O tamanho de uma bacia hidrográfica exerce influência direta no escoamento superficial, e em bacias de pequeno porte o tempo de resposta em um evento de chuva é muito rápido. Além do tamanho, bacias com cobertura impermeabilizada (áreas urbanas) apresentam um tempo de concentração reduzido, e, conseqüentemente, formação rápida de inundações (flash floods).



Dinâmica do Uso e Cobertura do Solo Município de Barra de São Francisco

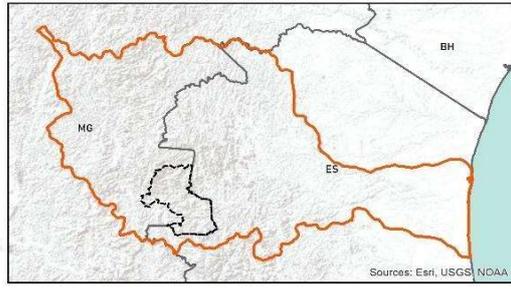
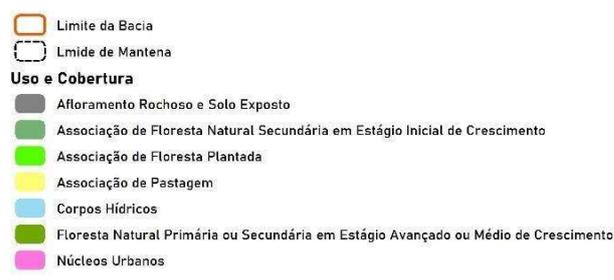


Figura 2. Uso e Cobertura, município de Mantena para os anos de 1985, 2001 e 2017.

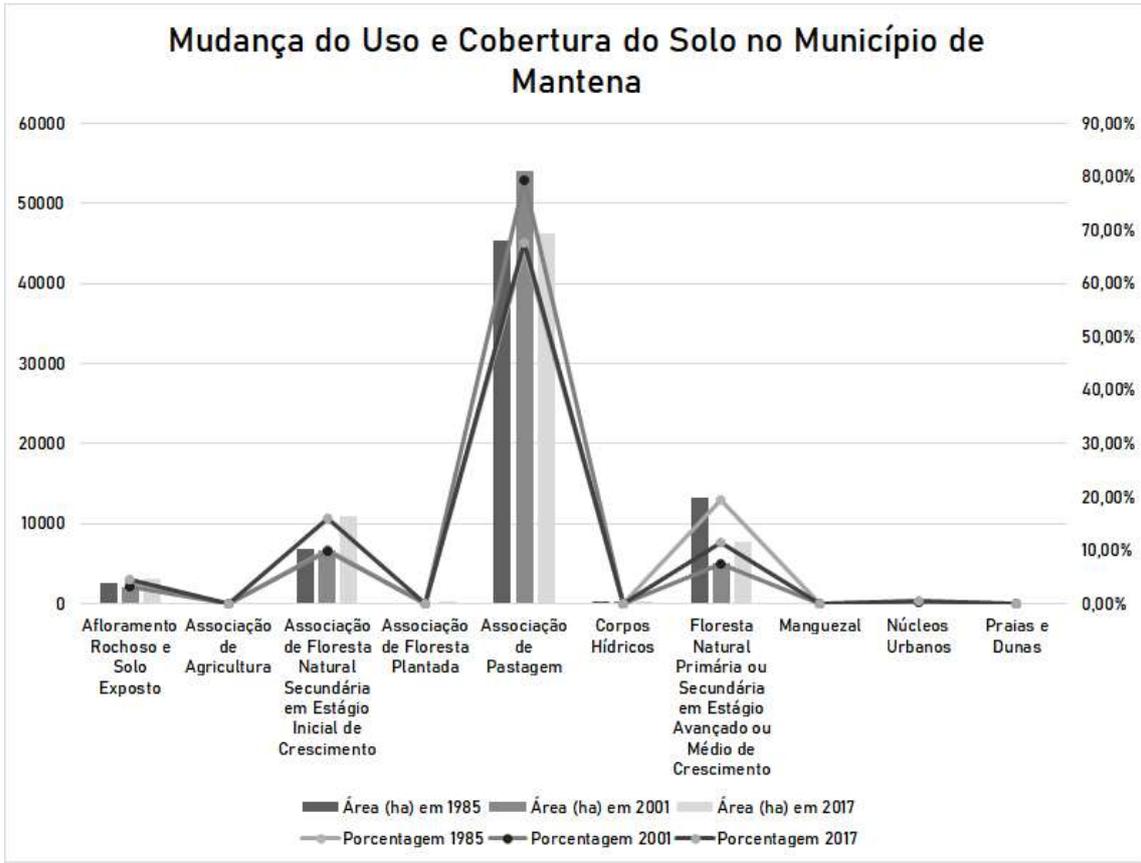


Figura 3. Quantificação das mudanças ocorridas no uso e cobertura.

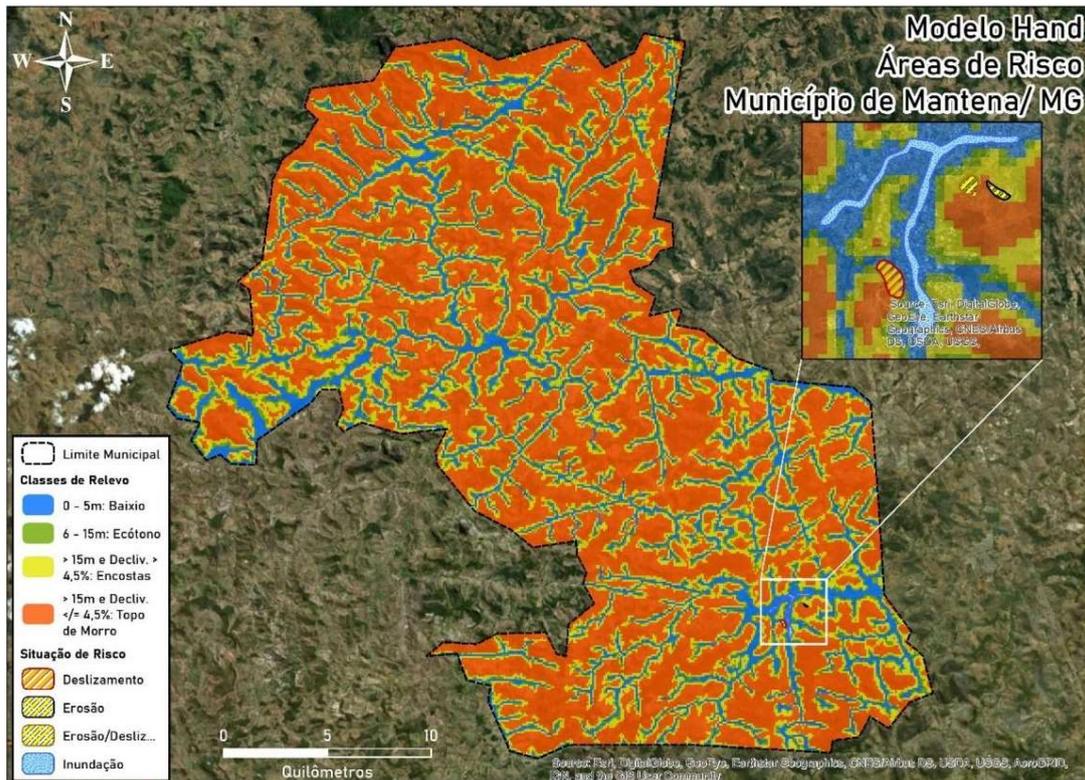


Figura 4. Modelo Hand aplicado o município de Mantena/MG. Elaborado pelos autores.

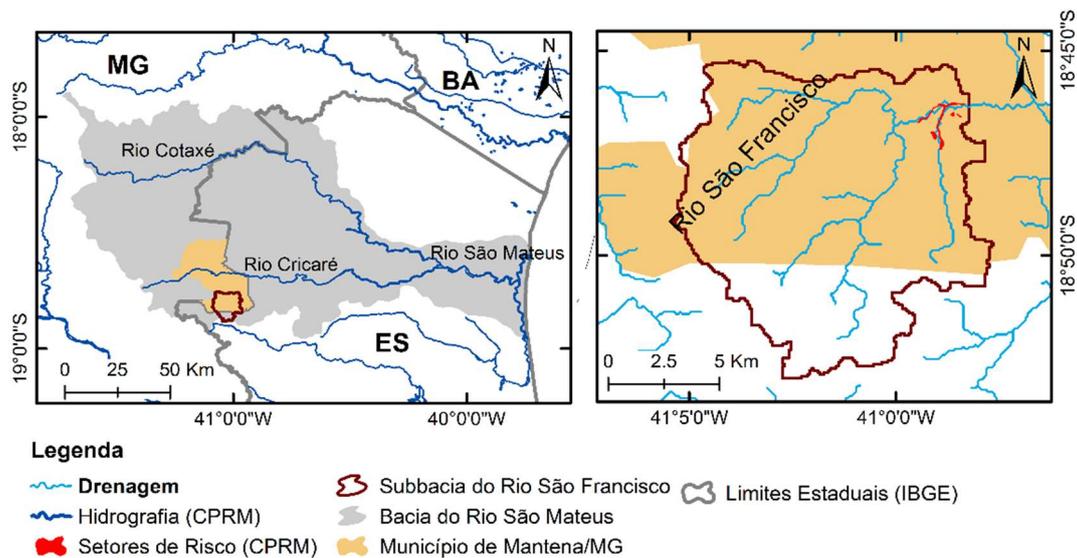


Figura 5. Sub-bacia do Rio São Francisco. Elaborado pelos autores.

A segunda área de risco refere-se a uma situação de processos erosivos. Há uma encosta de alta declividade com presenças de casas em alvenaria próximas a voçorocas. Tal recorte está no limiar entre a classes de encosta e topo de morro. As duas situações restantes referem-se a potencialidades de deslizamentos vinculados a processos erosivos tendo as mesmas características do recorte anterior, onde a

ocupação desordenada nas encostas favorece a intensificação da erosão como também a ocorrência de deslizamentos.

Também foi realizado um levantamento quanto ao número de registros de desastres no município, no Sistema Integrado de Informações Sobre Desastres e o no Atlas Brasileiro de Desastres Naturais que revelam apenas registros de inundações e enxurradas. Ao todo foram encontrados três registros de enxurradas (1985, 2000 e 2001) e sete de inundações (2003, 2004, 2009, 2010, 2011 e 2013), tendo o ano de 2013 o de maior magnitude. De acordo com o portal G1, esse evento foi o maior e pior evento ocorrido no município<sup>1</sup> (Figura 6).



Figura 6. Parte da cidade com focos de inundação. Fonte: Gil Leonardi / Imprensa MG

Analisando os eventos de desastres hidrológicos registrados, constatou-se que sua recorrência está ligada ao assentamento e expansão do núcleo urbano de Mantena localizado em áreas susceptíveis a processos hidrológicos. Na Figura 7 visualiza-se esse assentamento do núcleo urbano nas áreas de baixio, assim como sua expansão. Observa-se que a maior área em situação de risco é justamente a porção que coincide com a classe de relevo baixio. Desse modo, verifica-se também que o desenvolvimento urbano nas áreas de drenagem, se expandem para regiões de encosta e topos de morro potencializando a ocorrência de outros tipos de desastres. Os processos erosivos e os deslizamentos se tornam uma consequência dessa ocupação desordenada nas

---

<sup>1</sup><<http://g1.globo.com/mg/vales-mg/noticia/2013/12/mantena-enfrenta-pior-enchente-dos-ultimos-dez-anos-diz-defesa-civil.html>> Acesso 04 de setembro 2020.

encostas, ainda mais no município de Mantena que apresenta 50% de seu território pela classe de relevo topo de morro.

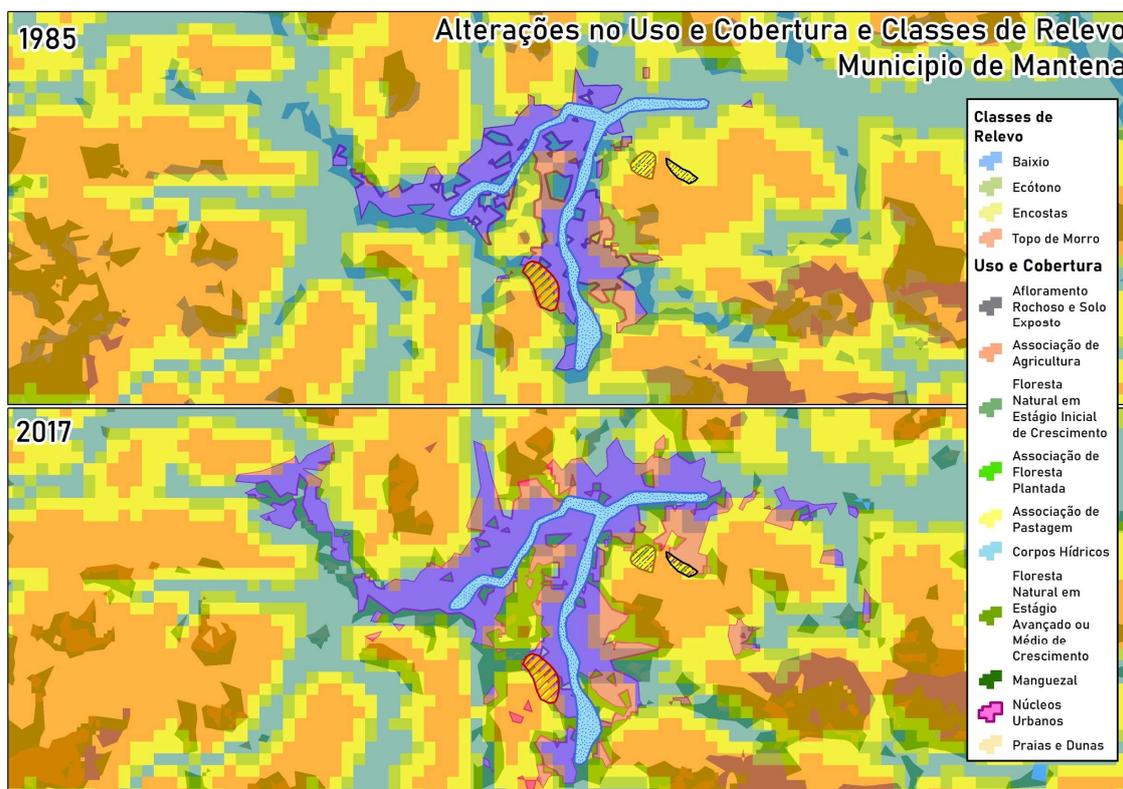


Figura 7. Alterações no uso e cobertura e as classes de relevo HAND.

## CONCLUSÕES

Os resultados deste estudo constataram que o município de Mantena possui um padrão de uso e cobertura e que se apresenta a partir do domínio absoluto da pastagem seguido de núcleos florestais dispersos e, ainda que restrito, o desenvolvimento dos núcleos urbanos. Identificamos que a sede municipal, principal foco das situações de risco, está disposta, em especial, em áreas de inundação. Dessa maneira, com o crescimento urbano, conseqüentemente há um dilatamento da malha para essas áreas caracterizadas como baixios que posteriormente se expandem para regiões de encostas e topos de morro tipificando a ocorrência de movimentos de massa e/ou queda de blocos já que o município está localizado numa região de relevo acidentado.

Totalizando, podemos conjecturar que as relações socioambientais influenciam na dinâmica do uso e cobertura, caracterizando um padrão que se segue por todo o município, desprovido de matas e quase que totalmente coberto por pastagem, auxiliam os processos erosivos e conseqüentemente na ocorrência de desastres. Além disso o relevo e sua morfologia de modo conjunto a dinâmica do uso e cobertura, atuam nas circunstâncias de desastre, favorecendo ou não sua intensificação, em especial no município apresentando neste artigo. Os resultados aqui apresentados podem ser

associados a produção de ferramentas potenciais na antecipação de eventos passíveis de ocorrerem, em especial nas áreas de infraestrutura urbana, porções mais afetadas pelos desastres.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, C. M.; GLERIANI, J. M. Redes neurais e autômatos celulares como uma plataforma para a simulação de mudanças do uso do solo urbano. In: Almeida, C.M., Câmara, G. & Monteiro, A.M.V. (Org.). Geoinformação em Urbanismo: cidade real x cidade virtual. São Paulo, Oficina de Textos, p. 305-327. 2007.

AZEREDO, Y. B. et al Detecção de Mudanças de Uso e Cobertura da Terra na Bacia Hidrográfica do Rio São Mateus. In: XXII Simpósio de Recursos Hídricos, 2019. Foz do Iguaçu.

BRASIL, Ação Emergencial para Delimitação de Áreas em Alto e Muito Alto Risco a Enchentes e Movimentos de Massa – Município de Mantena, Minas Gerais, Serviço Geológico Brasileiro, Brasília, 2015.

\_\_\_\_\_. AVADAN (Avaliação de Danos), Sistema Integrado de Informações sobre Desastres, Ministério do Desenvolvimento Regional.

FLORENZANO, T.G. Geomorfologia: Conceitos e tecnologias atuais. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. 318 p.

MOORE, I.D. et al, *Digital terrain modeling: a review of hydrological, geomorphological, and biological applications*. Hydrological Processes 5 (1), 3–30, 1992.

NOBRE, A. D. et al. Height Above the Nearest Drainage – a hydrologically relevant new terrain model. Journal of Hydrology, v. 404, n. 1, p. 13-29, 2011.

PIRES, E. G & BORMA, L. S. Utilização do modelo HAND para o mapeamento de bacias hidrografias em ambiente de Cerrado. In: Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 2013.

PISANI, R. J. et al. Simulação de Cenário Prospectivo de Mudanças no Uso e Cobertura da Terra na Sub-Bacia do Rio Capivara, Botucatu – SP, por Meio de Modelagem Espacial Dinâmica. Revista Cerrados Montes Claros, v.14, n.2, p. 03-29, jul/dez-2016.

ROSIM, S.; OLIVEIRA, J. R. F.; JARDIM, A. C.; CUELLAR, M. D. Z. Extração da drenagem da região nordeste utilizando o sistema terrahidro. In: SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE, 12, 2014, Natal. Anais... 2014.

SILVA, W. F., SOUTO, G., & MOLLERI, F. (2013). Análise do modelo HAND para a indicação de áreas suscetíveis a eventos críticos de cheias. Agência Nacional de Águas - ANA Setor Policial , área 5 , quadra 3 , blocos B , L , M e T – CEP 70610-200 - Brasília - DF , Brasil. (2009), 7001–7008.