

USO DE GEOTECNOLOGIAS NA MENSURAÇÃO DE MANCHA DE INUNDAÇÃO E DANO POTENCIAL ASSOCIADO NA BARRAGEM Nº 5 FAZENDA MANGA NO DISTRITO FEDERAL

Ivo Augusto Lopes Magalhães¹, Rebecca Caroline Dolfini Gonçalves²

¹Programa de Pós-graduação em Geografia da Universidade de Brasília, UnB, Campus Universitário Darcy Ribeiro s/n, Asa Norte, Brasília-DF CEP: 70910-900; ²Departamento de Engenharia Ambiental da Universidade de Brasília, UnB, Campus Universitário Darcy Ribeiro s/n, Asa Norte, Brasília-DF CEP: 70910-900

RESUMO

O sensoriamento remoto tornou-se uma ferramenta essencial para auxílio e classificação quanto aos riscos e segurança de barragens na avaliação quanto ao Dano Potencial Associado. Diante do exposto, objetivou-se com este estudo analisar o DPA e produzir as manchas de inundação da área da Barragem nº 5, Fazenda Manga, DF em cenários distintos por meio de técnicas de geoprocessamento e simulação no HEC-GeoRas. O estudo foi desenvolvido na seguinte sequência metodológica: Criação do banco de dados de imagens e meteorológico, classificação do uso e cobertura da terra por meio do algoritmo Maxver no software SPRING 5.5.1 e aplicação do modelo HEC-GeoRAS para a elaboração da mancha de inundação e classificação da barragem quanto ao Dano Potencial Associado. As manchas de inundação foram distintas entre os dois cenários analisados, entretanto, a presença de vidas humanas nas duas áreas de inundação fez com que o DPA seja classificado como médio.

Palavras-chave — inundação, geoprocessamento, modelagem, análise hidrológica.

ABSTRACT

Remote sensing has become an essential tool to assist and classify the risks and safety of dams in the assessment of the Associated Potential Damage. In view of the above, the objective of this study was to analyze the DPA and produce the flood spots in the area of Dam 5, farm Manga, DF in different scenarios through geoprocessing and simulation techniques at HEC-GeoRas. The study was developed in the following methodological sequence: Creation of the image and meteorological database, classification of land use and land cover using the Maxver algorithm in the SPRING 5.5.1 software and application of the HEC-GeoRAS model for the elaboration of the spot. of flooding and classification of the dam for the Associated Potential Damage. The flooding areas were different between the two analyzed scenarios, however, the presence of human lives in the two flooding areas caused the DPA to be classified as medium.

Key words — flooding, geoprocessing, modeling, hydrological analysis.

1. INTRODUÇÃO

As barragens acumulam grandes volumes hídricos e alta quantidade de energia [1]. Dessa maneira, a ruptura de uma barragem pode liberar, em um curto período, uma enorme massa de fluido, acarretando em extensos prejuízos materiais, sociais, econômicos, ambientais e humanos.

Atualmente existe diversos métodos para a delimitação da mancha de inundação e para a classificação quanto ao DPA em barragens, como a metodologia desenvolvida, em 2014, pelo Laboratório Nacional de Engenharia Civil de Portugal- LNEC e pela Consultoria de Engenharia e Ambiente-COBA [2].

Dentre essas metodologias, o sensoriamento remoto aéreo e orbital, tornou-se essencial tanto para a classificação quanto ao Dano Potencial Associado - DPA, em que essa delimitação ocorre por meio da geração de mancha de inundação, desenvolvendo um polígono de referência para a estimativa desse dano.

A função desse polígono é delimitar a área para a classificação do DPA, o qual servirá de referência para o órgão de fiscalização de segurança de barragens priorizar sua atuação. Além disso, vale destacar que o polígono de delimitação do DPA ser uma aproximação inicial de uma área de inundação, sua precisão será função da resolução espacial do Modelo Digital de Terreno - MDT [2].

O MDT representa a variabilidade do relevo terrestre em uma área de interesse e os dados gerados são importantes em aplicações de geoprocessamento desenvolvidas em um ambiente de um Sistema de Informações Geográficas [3]. Para gerar esses modelos é necessário interpolar as informações com as alturas do relevo dentro da região georeferenciada, resultando em uma representação sobre a variabilidade altimétrica na região de interesse. Os MDT são obtidos por modelos fotogramétricos ou por interferometria por radar em sensores remotos embarcados em aeronaves e/ou satélites. Os Modelos Digitais de Terreno são utilizados em procedimentos de análises espaciais em Sistemas de Informações Geográficas - SIG [4].

Conforme [4] o SIG, por sua vez, é um conjunto de ferramentas computacionais com algoritmos de geoprocessamento no qual devem adquirir, armazenar, recuperar, transformar e analisar informações espaciais, de

forma a descrever objetos do mundo real com a variável de posicionamento

Ademais, na simulação de rompimento de barragens para a produção de mancha de inundação é frequentemente utilizando o modelo hidrodinâmico computacional HEC-RAS apoiado a dados hidrológicos e topográficos oriundos de MDT em um ambiente computacional de um SIG.

Após a determinação do polígono do DPA, o mesmo é sobreposto a imagem de satélite para análise e classificação em categorias de DPA, que são baixo, médio ou alto dano [5].

Diante do exposto, objetivou-se com este estudo analisar o DPA e produzir as manchas de inundação da área da Barragem no 5, Fazenda Manga, DF em cenários distintos por meio de técnicas de geoprocessamento e simulação no HEC-GeoRas. Além disso, o estudo de DPA para a Barragem N°5 Fazenda Manga carece de dados de cunho ambiental e geográficos, fazendo juz o desenvolvimento da pesquisa na região.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo compreende a barragem n° 5 nomeada de Fazenda Manga, situada na Bacia Hidrográfica do Rio Preto no Distrito Federal.

A Barragem localiza-se nas coordenadas geográficas 16° 1' 54.30" latitude Sul e 47° 27' 39.60" longitude Oeste, conforme (Figura 1). O empreendimento está em operação, com o seu uso principal para irrigação agrícola. Além disso, a barragem é fiscalizada pela Agência Nacional de Águas, ou seja, segundo o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens (SNISB) está entre as 136 barragens que estão situadas em rios de domínio da União.

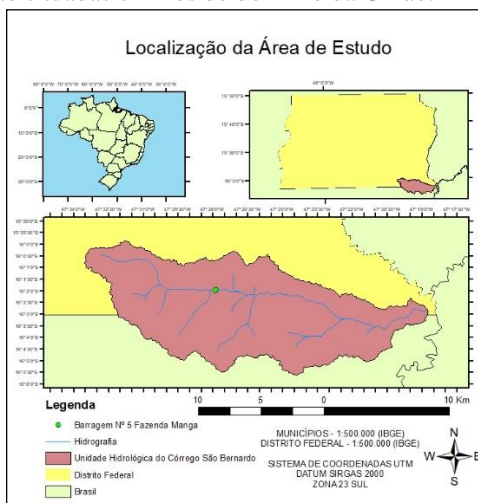


Figura 1. Localização geográfica da barragem na bacia hidrográfica do rio Preto, DF.

Para a produção dos mapas de uso e ocupação da terra e análise da classificação quanto ao Dano Potencial Associado utilizou-se uma imagem do satélite Landsat-5 TM na data de 26/06/2000 e uma imagem do satélite Landsat-8 OLI, na data de 26/06/2017 com menos de 5% de presença de nuvens,

obtidas gratuitamente por meio do site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE.

Utilizou-se o Modelo Digitais de Terreno obtido por meio do RADAR - SRTM fornecido pela Serviço geológico Norte Americano - USGS, com resolução espacial de 30 metros [6].

Os mapas de uso e ocupação da terra foram gerados por meio do classificador supervisionado de imagem Maxver. Obteve-se do banco de dados do Instituto Nacional de Meteorologia-INMET os dados diários de precipitação (mm) da Estação Brasília, estão mais próxima da área de estudos, correspondentes a um período de vinte anos (1997 a 2017).

Utilizou-se os aplicativos computacionais ArcGIS 10.5 com a extensão HEC-GeoRAS e SPRING 5.5.1, para a classificação temática de imagens de sensores remotos, a fim de produzir dados georreferenciados, processar imagens e gerar mapas, como o mapa de uso e ocupação do solo e o mapa de mancha DPA.

A primeira etapa da modelagem hidrológica para a produção da Mancha DPA consistiu em mensurar, a partir do volume da Barragem N° 5 Fazenda Manga, o comprimento mínimo da análise de inundação. Foi realizado a medição do canal fluvial por meio da ferramenta de edição do ArcGIS 10.5, resultando no traçado do rio.

Posteriormente criou-se a linearização do rio, gerando um traçado retilíneo. Esse procedimento é necessário já que as seções devem estar distanciadas entre si de forma a evitar que se sobrepoem. Assim, quanto mais meandros possuir o rio maior a chance de as seções Para a modelagem no HEC-RAS, considerou-se o comprimento do rio como a distância entre o barramento e exutório da Unidade Hidrográfica - UH do Rio São Bernardo, totalizando uma distância total de 26,85 km. Além disso, a área total da UH é 152 km².

A fim de avaliar a resposta da área a jusante da barragem foi considerada uma ruptura total e instantânea, com a formação completa da brecha. Para tanto, também se considerou o tempo de retorno igual a 500 anos, o valor alto é devido a necessidade de considerar eventos extremos em estudos que envolvem rompimento de barragens.

Após a geração da geometria no HEC-GeoRAS foi necessário selecionar a seção em que a barragem está presente e inserir as informações referente a mesma, assim como, as suas características de rompimento da estrutura.

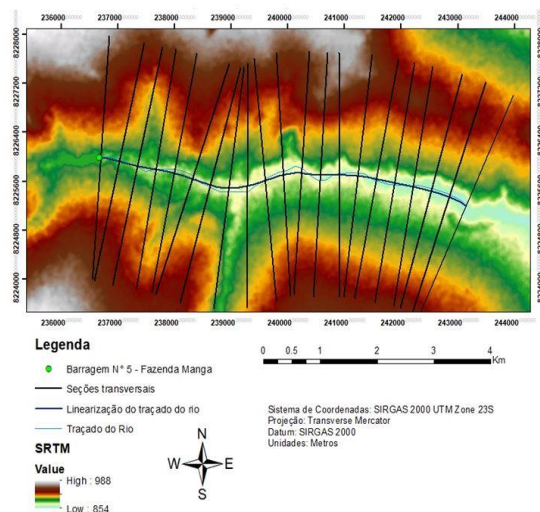


Figura 2. Mapa de geometria dos dados gerados no HEC-GeoRAS.

Por conseguinte, inseriu-se os parâmetros dos dados mensurados da barragem no HEC-GeoRAS com intuito de fazer a simulação do escoamento, sendo elas a vazão de simulação, igual a chuva de pico, e as condições de contorno.

A Tabela 1a representa os dados obtidos nesse estudo e utilizados para a simulação do modelo hidrológico do HEC-GeoRAS.

Parâmetros da barragem	Valores
Seção da Barragem	16.200,10
Centro da Brecha (m)	2.565,54
Cota máxima (m)	891
Tempo de formação da brecha (h)	0,1
Profundidade normal (inclinação)	0,007
Elevação do reservatório (m)	891
Coefficiente de manning (2000)	0,02 (canal principal e secundário)
Coefficiente de manning (2017)	0,02 (canal principal) e 0,35 (Canal secundário)
Altura da barragem (m)	15
Largura da estrutura do barramento (m)	10
Área do reservatório (m ²)	174,25

Tabela 1. Dados da barragem utilizados para modelagem no HEC-GeoRAS.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os mapas de uso e cobertura da terra referentes aos anos de 2000 e 2017 (Figura 3) evidenciam o expressivo avanço dos pivôs centrais presentes na UH do Rio São Bernardo, com crescimento percentual de 18,2%, o que caracteriza um

aumento na irrigação desta sub-bacia, descrevendo o crescimento da agricultura e a evolução no desmatamento na vegetação campestre.

Este segundo ponto é confirmado a partir do decréscimo da vegetação, apesar, de possuir um crescimento percentual de 1,2% na vegetação florestal, observa-se uma diminuição de 27% na vegetação campestre. Essas duas consequências decorrentes da evolução dos pivôs centrais alertaram para a uma maior propagação da onda de cheia e inundação no rio, o que é decorrente de uma cheia natural ou de uma cheia provocada pelo rompimento de uma ou mais barragens.

Mapa de Uso e Ocupação do Solo

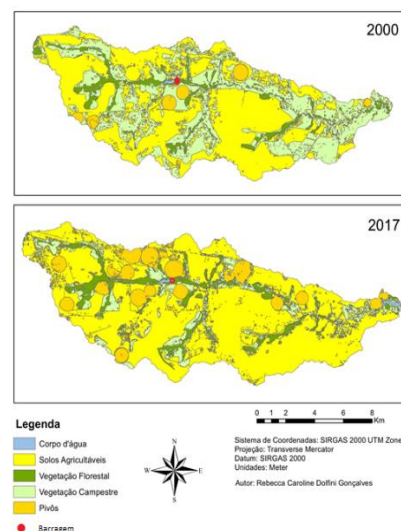


Figura 3. Mapa temático de uso e ocupação do solo da UH do rio São Bernardo para os anos de 2000 e 2017.

A partir dos mapas de uso e ocupação do solo para os anos de 2000 e 2017, calculou o valor do CN igual a 83,2 e 83,7, respectivamente. Os mapas de uso e ocupação do solo possibilitaram a identificação dos coeficientes de Manning necessários a simulação do HEC-RAS. Para o ano de 2000 foram utilizados o valor de 0.02 para o canal do rio e 0.35 nos leitos, direito e esquerdo.

Já no ano de 2017, apesar do desmatamento ter avançado, constatou-se o aumento da vegetação ciliar, de 6,6% para 7,4%. Assim, os coeficientes de Manning utilizados para a simulação, nas condições do ano de 2017, foi 0,02 tanto para o canal do rio quanto para os leitos do rio, direito e esquerdo.

Para produção da Mancha DPA consistiu em modelar, a partir do volume da Barragem N° 5 Fazenda Manga, o comprimento mínimo de análise da inundação. Assim, a partir desse comprimento, gerado como a distância mínima do rio, e igual a 6,97 km, resultou-se o traçado do rio por meio da ferramenta de edição do ArcGIS 10.5. Ademais, a análise do rio percorreu o comprimento total de, aproximadamente, 6.954 km, de montante a jusante, a partir da Barragem N° 5 Fazenda Manga.

Obteve-se o hidrograma, para o tempo de concentração da UH com início em 3,8 horas e um total igual a 14 horas, sendo necessário para a simulação do rompimento da barragem no HEC-GeoRAS. Assim, a vazão de pico, com 3.800 m³/s, acontece com 14 horas do início da chuva de projeto, como pode ser visualizado graficamente por meio da (Figura 4). A vazão de pico do hidrograma referente à ruptura hipotética da UH Barragem N° 5 Fazenda Manga foi definida igual a 3.800 m³/s, (hipótese de remoção instantânea e total do barramento). O tempo de esvaziamento do reservatório foi estimado em 36 horas.

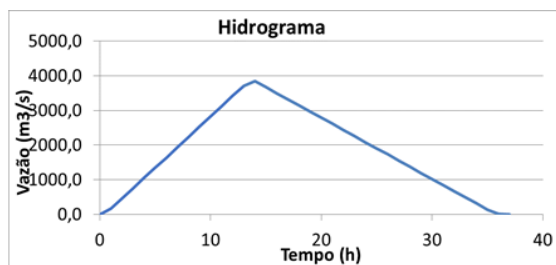


Figura 4. Hidrograma da Bacia Hidrográfica do Rio São Bernardo pelo método SCS.

O trecho de propagação do hidrograma de ruptura no rio Preto obtidas entre as 21 seções topobatimétricas totalizou uma distância da barragem de 6,97 km de curso de água.

A simulação de uma inundação natural do rio com as condições mantidas, entretanto, desconsiderando a existência de rompimento de uma barragem para o cenário do ano de 2000 e considerando a chuva de pico de 4000 m³/s o resultado gerado pode ser visualizado na Figura 5, em que os traçados pretos perpendiculares ao percurso do rio são as seções transversais e a região azul representa a área alagada, devido a essa chuva de projeto.

Além disso, vale ressaltar que o traçado vermelho representa o curso natural do rio, onde normalmente já se encontra inundado sem interferência de cheias.

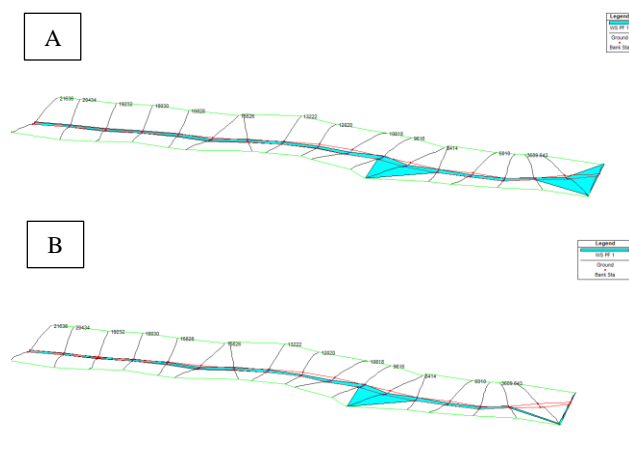


Figura 5A e 5B. Área inundada, em azul, devido à chuva de projeto, para o cenário referente aos anos de 2000 e 2017.

A mancha de inundação no HEC-GeoRAS apresenta a condição mais extrema referente ao ano de 2000, nessa imagem distinguiu-se duas regiões inundadas com áreas mais expressivas. A primeira foi entre as seções 9616 e 8414 e como cada uma das seções está a uma distância de 2.000 metros entre a seguinte. A classificação DPA foi realizada considerando essas duas regiões inundadas.

Para a simulação realizada como dados e informações do ano de 2017, no qual foi observado a regeneração da vegetação ciliar, e considerando a mesma chuva de pico de 4000 m³/s, o resultado gerado pode ser visualizado na Figura 5B a seguir, no qual observa-se um avanço menos significativo da área inundada.

4. CONCLUSÕES

A regeneração da cobertura florestal na mata ciliar no rio Preto na imagem do ano de 2017 contribuiu diretamente para uma menor área de inundação simulada.

Entretanto, apesar das manchas de inundação apresentarem diferenças entre as áreas mensuradas, a presença de vidas humanas em ambas áreas em análise contribuiu para a classificação quanto ao DPA em médio. Isso acontece, pois, o critério de potencial de perdas de vida possui um peso significativo na mensuração da DPA.

Sugere-se em pesquisas futuras na área em estudo, a simulação do escoamento não-permanente para modelagem hidrológica no HEC-GeoRAS para assim analisar se as áreas mensuradas com mancha de inundação se diferem as obtidas nessa pesquisa.

8. REFERÊNCIAS

- [1] Banco Mundial. Classificação de Barragens: Avaliação dos Critérios Gerais Atuais, Metodologia Simplificada para Áreas Inundadas a Jusante e Diretrizes para a Classificação. Brasília, DF, 2014.
- [2] R. M. Rolo, F. A. Marodin, G. P. Carrard, L. B. Cardone, and C. J. S. Silveira. A Python implementation for the simplified dam-break flood modelling. Brazilian Journal of Water Resources. v 27, 1-11, 2022.
- [3] J. R. Jensen. *Sensoriamento Remoto do Ambiente: Uma Perspectiva em Recursos Terrestres*. Parêntese, São José dos Campos, SP, 2011.
- [4] M. A. Moreira. *Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação*. Editoraufv. Viçosa, MG, 2012.
- [5] BRASIL. Política Nacional sobre Segurança de Barragens. Lei N° 12.334, 2010.
- [6] United States Geological Survey - USGS. <https://earthexplorer.usgs.gov/>. 2018.