

**USO DO HAND PARA MAPEAMENTO DA SUSCETIBILIDADE A INUNDAÇÃO EM ESCALA DE DETALHE NA PLANÍCIE DO RIO ATIBAIA EM CAMPINAS-SP**

Marina Nicoletti SImplicio<sup>1</sup>; Ana Elisa Silva de Abreu<sup>2</sup>;

**Resumo** – Por serem as inundações causadoras de grandes prejuízos, atualmente há um constante esforço para prever esses eventos. Assim, diversos modelos estão sendo desenvolvidos, tal como o algoritmo HAND que permite o mapeamento de suscetibilidade em áreas sujeitas a inundações. No presente trabalho, a área de estudo está inserida na planície do Rio Atibaia, em Campinas-SP, onde ocorrem inundações periódicas. Por meio de dados como modelo digital de terreno (MDT), gerado com curvas de nível 1:1.000, de 2014, obteve-se locais de maior suscetibilidade à inundação. Trabalhos de campo foram realizados para confirmar as classes mapeadas e imagens aéreas recentes mostraram a ocupação atual da planície. A imagem HAND gerada conseguiu detectar feições de terreno que interferem no fenômeno da inundação, tais como as lagoas de mineração, meandros abandonados e campos úmidos. Todavia a imagem não detectou em detalhe as discontinuidades do dique marginal, que influenciam na entrada da inundação na planície.

**Abstract** – Currently there is a constant effort to predict floods, as they are important causes of damage. For this reason, several models are developed, such as the HAND algorithm to allow susceptibility mapping in flooding areas. In the present work, the studied area is the Atibaia river floodplain, in Campinas-SP, where periodic flooding occurs. Using a digital elevation model (DEM) generated with 1:1.000 recent contour lines, dated in 2014, it was possible to obtain the highest susceptibility areas in the floodplain. Fieldwork was carried out to confirm the mapped classes. Recent aerial photos identified the current occupation of the floodplain, allowing the risk identification. HAND was able to detect terrain features that interfere with the flood phenomenon, such as abandoned mining ponds, abandoned meanders and damp fields. However, the image did not detect in detail the discontinuities of the natural levee, which influence the river water entry into the floodplain.

**Palavras-Chave** – Inundação; suscetibilidade; mapeamento.

---

<sup>1</sup> Geól., MSc, Universidade Estadual de Campinas, (11) 4534-3982, marinansimplicio@gmail.com  
<sup>2</sup> Professora na Universidade Estadual de Campinas, (19) 3521-4575, aeabreu@unicamp.br

## 1. INTRODUÇÃO

Recorrentes nas planícies aluvionares, as inundações estão entre as maiores causas de desastres naturais no estado de São Paulo. Na tentativa de avaliar e prever os impactos, diversos modelos de inundação vêm sendo desenvolvidos para tomadas de decisões e para monitoramento de inundações. O algoritmo HAND é um desses modelos e possibilita o mapeamento de áreas com maior e menor suscetibilidade à inundação. Essa ferramenta parte do princípio de que a água faz o trajeto mais curto em relação aos terrenos mais baixos, computando as diferenças de níveis entre o relevo e o talvegue das redes de drenagens superficiais (Nobre et al., 2011a). Diante desse contexto, decidiu-se testar a aplicação do HAND em uma planície de inundação localizada em Campinas, onde as cotas variam pouco, por meio do mapeamento de suscetibilidade utilizando o algoritmo HAND com dados de entrada em escala de 1:1.000.

## 2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA ESTUDADA

A área de estudo corresponde à planície de inundação inserida na margem esquerda da sub-bacia do Rio Atibaia ao norte do município de Campinas. Trata-se de uma planície aluvionar onde ocorrem inundações lentas e graduais. O local está situado em área peri-urbana com extensão de cerca de 8 km<sup>2</sup>, tendo seu uso do solo baseado na agricultura, pastagem, áreas urbanas representadas por condomínios de chácaras e moradias irregulares, além de complexos industriais como a Rhodia (Figura 1).

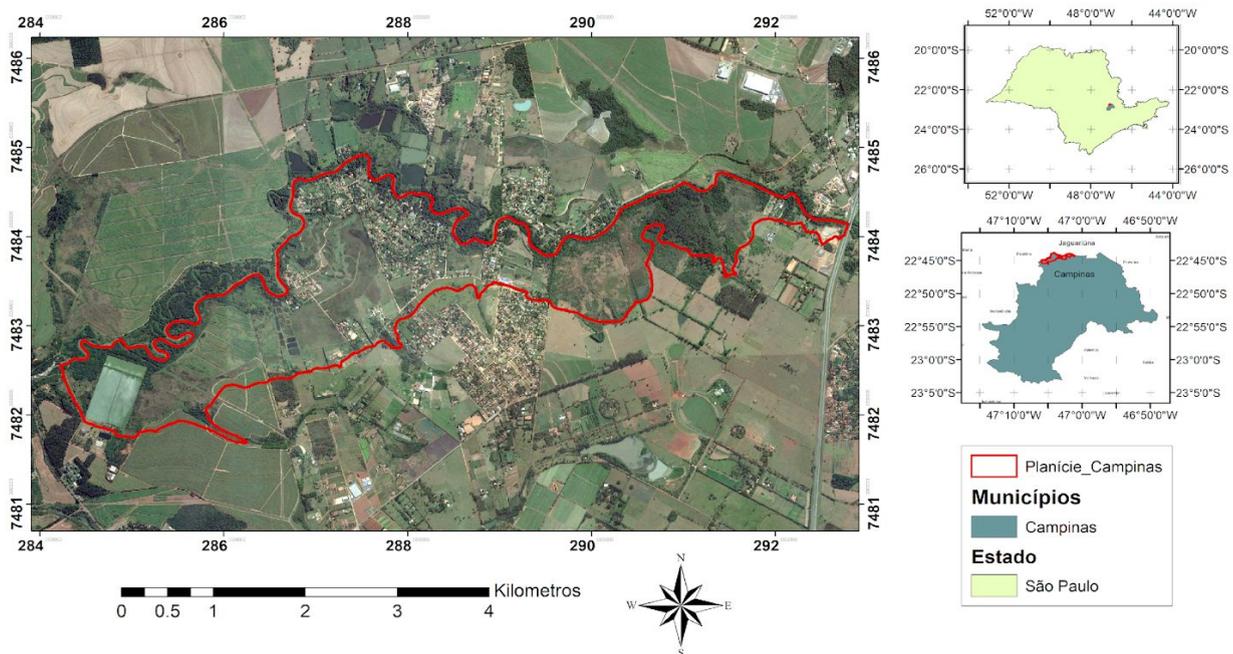


Figura 1: Mapa de Localização. Elaborado pelo autor

## 3. MAPA DE SUSCETIBILIDADE

Com as curvas de nível de 1:1.000 obtidas junto à Prefeitura do Município de Campinas, providas de aerolevanteamento realizado em 2014, foi gerado um mapa de suscetibilidade à inundação da margem esquerda da planície, correspondente ao município de Campinas, utilizando o algoritmo HAND do Software TerraView. Posteriormente foram realizadas visitas de campo para confirmação dos resultados.

A imagem processada representa o alcance da inundação em diferentes cotas do espelho d'água, variando de 0 a 10m com intervalos de 1m. Considera-se que as áreas de maior suscetibilidade são aquelas entre 0-1 m de espelho d'água, representadas com a cor vermelha na figura 2

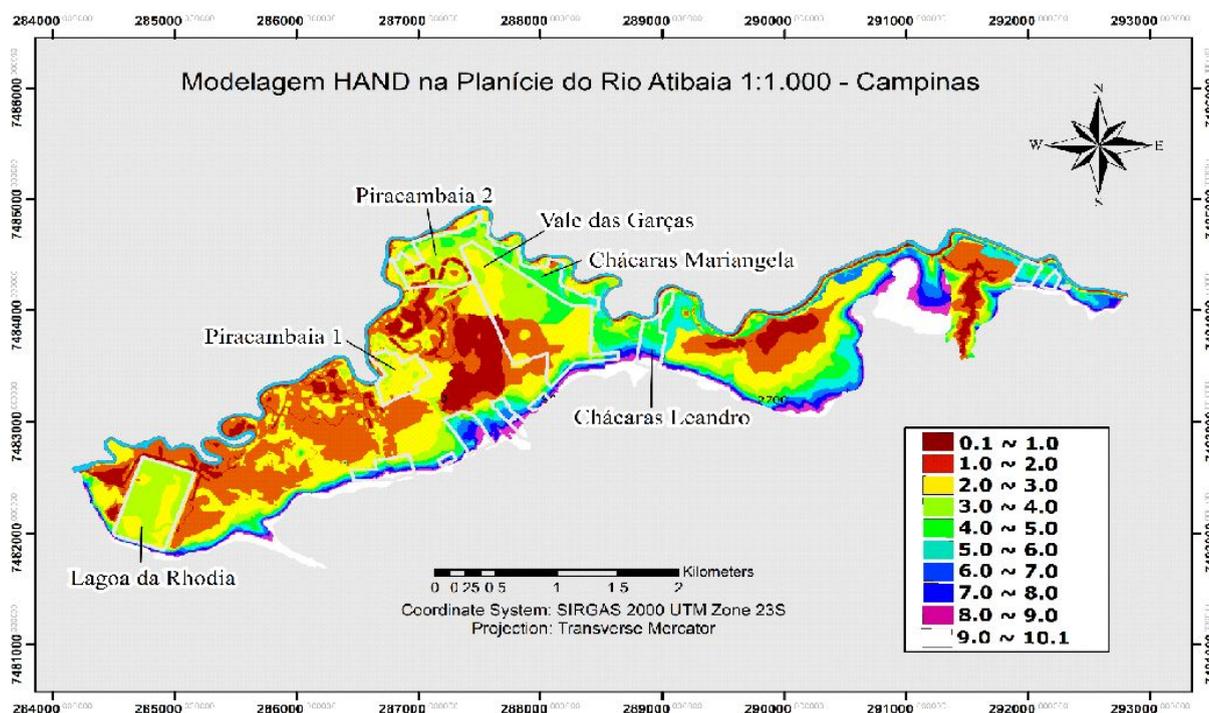


Figura 2: Grid HAND gerado na margem esquerda da planície do Rio Atibaia, município de Campinas-SP a partir de dados em escala 1:1.000 e delimitação da área urbanizada e complexos industriais.

Após a geração da imagem, quantificou-se a área de maior suscetibilidade por meio do software ArcMap 10.7. Em um metro de altura de espelho d'água, a área encoberta pela lâmina d'água seria de 0,76 km<sup>2</sup>, ou seja, 9,1% da planície no município de Campinas estaria submersa. Comparando-se estas áreas com as ocupações reveladas por imagens do Google Earth de 2020 verifica-se que 1,6% de toda área com maior suscetibilidade à inundação está urbanizada ou ocupada por instalações industriais, evidenciando situações de risco.

Na imagem vê-se que muitas áreas localizadas ao entorno do corpo d'água principal não são próximas a cota do rio devido à existência de um dique marginal, não sendo inundadas em lâminas d'água de 1 m. Em contrapartida algumas áreas mais distantes do rio possuem altitudes baixas em relação a este, apresentando portanto maior suscetibilidade à inundação. Tal resultado é visto também nas bacias urbanizadas de Porto Alegre e Blumenau, mapeadas em escala de detalhe por Milanesi et al (2017) e Momo et al (2016), respectivamente. A modelagem conseguiu mostrar com nitidez pontos que naturalmente possuem níveis mais baixos, como os campos úmidos e as lagoas feitas nos meandros abandonados, feições estas mapeadas no trabalho de Muraro (2019). Todavia na modelagem HAND a existência de discontinuidades no dique marginal, que funcionam como caminhos de entrada de água do canal principal para os campos úmidos e lagoas durante as inundações, não ficou bem nítida. Para um maior detalhamento do dique marginal seriam ainda necessários dados com escala de maior detalhe ou visitas de campo voltadas especificamente para este fim.

#### 4. CONCLUSÕES

A modelagem apontou que 9,1% da planície do rio Atibaia no município de Campinas estaria submersa no caso de inundação com lâmina d'água de 1 metro. A comparação com imagens

aéreas recentes evidenciou a existência de situações de risco devido à ocupação nas áreas mais suscetíveis à inundações nessa planície.

Mesmo com pouca variação de altitude, o algoritmo HAND conseguiu representar bem as diferenças de elevações e as feições mais baixas, como os meandros abandonados, as antigas lagoas de mineração e os campos úmidos. Porém a imagem não conseguiu mostrar de maneira nítida a feição do dique marginal, que é o elemento da paisagem que impede a entrada de água do rio para as áreas mais afastadas durante os eventos de inundações.

Os resultados da pesquisa mostram que uma escala em detalhe de 1:1.000 é satisfatória para um bom mapeamento de suscetibilidade à inundações, todavia ainda se fazem necessárias visitas de campo a fim de se obter maior entendimento da suscetibilidade à inundações na planície.

## **AGRADECIMENTOS**

Os autores agradecem a CAPES e CNPq pelo fomento à pesquisa, ao Instituto de Geociências da Universidade Estadual de Campinas e à Prefeitura de Campinas pelo suporte oferecido.

## **REFERÊNCIAS**

- NOBRE, A. D., CUARTAS, L. A., HODNETT, M., RENNÓ, C. D., RODRIGUES, G., SILVEIRA, A., & SALESKA, S (2011) Height Above the Nearest Drainage—a hydrologically relevant new terrain model. *Journal of Hydrology*, 404(1-2), 13-29.
- MILANESI, J.; DE QUADROS, E. L. L.; LAHM, R. A. (2017) Utilização do Modelo Hand no Reconhecimento dos Terrenos Sujeitos a Inundações—Porto Alegre/Rs. *Revista Brasileira de Cartografia*, v. 69, n. 4.
- MOMO, M. R., PINHEIRO, A., SEVERO, D. L., CUARTAS, L. A., & NOBRE, A. D. (2016) Desempenho do modelo HAND no mapeamento de áreas suscetíveis à inundações usando dados de alta resolução espacial. *RBRH [online]*, v. 21, n. 1, p. 200-208.
- MURARO, L.E.O. (2019) Planície aluvionar do Rio Atibaia: caracterização morfológica e de uso da terra, suas vocações e conflitos. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-Graduação em Geociências. Universidade Estadual de Campinas. Campinas. 95p.