

11º ENTEC – Encontro de Tecnologia: 16 de outubro a 30 de novembro de 2017

## AVALIAÇÃO DA SUSCEPTIBILIDADE À INUNDAÇÃO NA APA DO RIO UBERABA POR MEIO DE MODELAGEM DE TERRENO

Joyce Cristina Tiago Pereirar<sup>1</sup>; Vinicius Américo Alves<sup>1</sup>; Renato Carneiro Fernandes da Silva<sup>2</sup>; Leonardo Campos de Assis<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Escola Estadual Professora Corina de Oliveira

<sup>2</sup> Universidade de Uberaba

Joycecristina9036@gmail.com/ leonardo.assis@uniube.br

### Resumo

O objetivo deste trabalho foi notar a disposição para ficar facilmente ressentido à inundação na Área de Proteção Ambiental (APA) do Rio Uberaba por meio de modelagem de terreno. No trabalho, foi mostrado as principais funções da Área de Proteção Ambiental do Rio Uberaba expondo a sua importância para a cidade de Uberaba e seus arredores, tendo em vista que o principal motivo para que tanto se cultive a preservação desse local é o abastecimento de água com qualidade e quantidade para os consumidores da região. Na maior parte da pesquisa deu-se importância para termos como *índices de declividade*, que se trata da inclinação de uma superfície do terreno em um plano horizontal e *índice de compacidade*, que indica o quão regular é uma bacia hidrográfica através de números em escala. Estes indicadores estão associados a características que favorecem a ocorrência de inundações quando associados a impermeabilização do solo decorrente da ocupação. Realizou-se análises espaciais em ambientes de Sistemas de Informações Geográficas (SIG). Foi possível determinar dados como os maiores e os menores índices de declividade e de compacidade por meio de pesquisa integrada dos recursos hídricos apoiada por Modelos Digitais de Elevação. Os resultados mostram que os números da escala do índice de compacidade do local impossibilita encontrar um ponto único onde há mais regularidade por estar com

valores dissemelhantes. Deste fato decorre a necessidade de se analisar cada bacia individualmente. Espera-se que este estudo subsidie os gestores públicos quanto ao estabelecimento de políticas de ocupação na APA do rio Uberaba.

**Palavras-chave:** Inundação. Drenagem. Compacidade. Declividade.

### 1 Introdução

A APA Rio Uberaba visa em primeiro lugar garantir qualidade e quantidade de água para abastecimento público do município de Uberaba, nos últimos anos sujeita a processos indicadores de escassez elevada, devendo respeitar também as necessidades e os direitos de exploração sustentável dos produtores rurais residentes na área da APA Rio Uberaba, buscando o equilíbrio de interesses urbanos e rurais (UBERABA,2006).

Garantir qualidade e quantidade das águas assim como o uso múltiplo destas de forma democrática e racional é o principal objetivo da APA Rio Uberaba. Se por um lado a cidade e seus habitantes necessitam da água do Rio Uberaba para seu abastecimento em quantidade e qualidade viáveis, por outro os produtores da bacia também necessitam, seja para a agricultura, seja para a dessedentação de suas criações seja para o próprio abastecimento. Portanto fundamental é preservar, conservar, garantir a

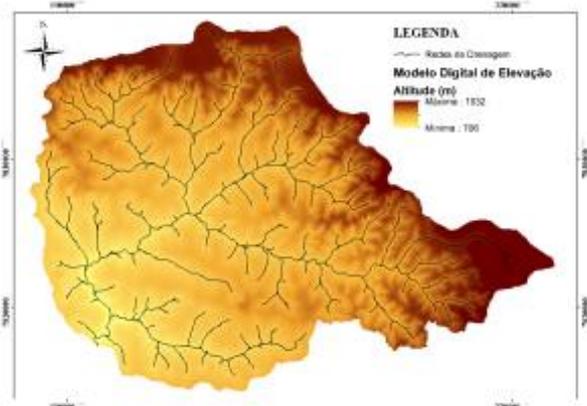
## 11º ENTEC – Encontro de Tecnologia: 16 de outubro a 30 de novembro de 2017

disponibilidade hídrica do manancial. Neste caso, devemos pensar toda a bacia à montante da captação, um olhar diferenciado para a APA com a gestão adequada que tratará com prevenção graves crises e poderá evitá-las, bem como iniciar um processo de potencialização do local, apresentando os elementos mais adequados para o desenvolvimento econômico, neste item cabe destacar a sugestão para a criação do selo de qualidade APA Rio Uberaba (UBERABA, 2002). São várias as recomendações, mas a principal delas é a criação deste programa que torna viável a gestão participativa e interativa em prol do uso racional da água, minimizando os conflitos, viabilizando a qualidade de vida e garantindo o desenvolvimento equilibrado, ou seja, falamos de Desenvolvimento Sustentável, proporcionando à comunidade o crescimento socioambiental na medida certa (UBERABA, 2002).

Por se tratar de uma Unidade de Conservação de Uso Sustentável (UCUS), a APA possui um Conselho Gestor e um instrumento normativo para ocupação, o Plano de Manejo. Estes instrumentos de gestão dos recursos hídricos devem ser empregados para regular a ocupação da área, bem como para definir restrições ou adequações, eventualmente necessárias. Considerando que a região tem histórico de eventos extremos de precipitação causadores de inundação, especialmente comuns na zona urbana central da cidade de Uberaba e pelo fato da APA se tratar de uma área cuja ocupação, de modo racional, é de interesse para o desenvolvimento da cidade, objetivou-se com este estudo avaliar a susceptibilidade de inundação nas sub-bacias hidrográficas que compõem a APA, de modo a fornecer subsídios técnicos para estabelecimento de políticas públicas para orientação quanto à sua ocupação.

## 2 Materiais e Métodos

Por meio do programa ArcGis 10.1, produziu-se o Modelo Digital de Elevação (MDE) da APA (Área de Proteção Ambiental) do Rio Uberaba, disponível no site da National Aeronautics and Space Administration (NASA) utilizou-se a imagem de SRTM (Shuttle Radar Topography Mission). A resolução espacial da imagem é de 30 metros e representa a APA do Rio Uberaba. Infelizmente, o MNT que acompanha os dados do SRTM contém falhas em áreas do globo, originadas, principalmente, de duas maneiras: ocorrência de corpos hídricos e relevo acidentado. Nessa última, a frequência de falhas é maior em superfícies com inclinação acima de 20°, devido ao sombreamento ocasionado no radar (LUEDELING et al., 2007). Para corrigir esse problema, antes de iniciar o processamento dos parâmetros fisiográficos indicadores da susceptibilidade à inundações, utilizou-se o módulo fill sinks (preenchimento de depressões), para corrigir o MDE garantindo-lhe consistência hidrológica, conforme a figura 1.



**Figura 1:** Modelo Digital de Elevação Hidrológicamente Consistente (MDEHC) da Área de Proteção Ambiental do rio Uberaba.

A partir do MDEHC determinou-se as direções de escoamento utilizado para obtenção do Modelo Digital Fluxo Acumulado (MDFA), que contabiliza o

## 11º ENTEC – Encontro de Tecnologia: 16 de outubro a 30 de novembro de 2017

número de pixels que drenam para cada pixel adjacente no sentido de montante à jusante na bacia hidrográfica (MACHADO et al., 2016). Esse modelo foi então utilizado para determinar a rede de drenagem da área a partir de procedimento de avaliação condicional sobre a capacidade de acumulação de fluxo, operada pixel a pixel, que resultou na rede de drenagem compatível com área de menor acúmulo equivalente a 1000 pixels, ou seja, 90 hectares. Esse valor foi estabelecido empiricamente de modo a retratar número expressivo de canais de drenagem, 147 no total. A avaliação condicional atribui valor nulo caso a expressão seja verdadeira e 1 caso seja falsa (ex.: se o valor do pixel que representa o fluxo acumulado for menor ou igual a 1000, o valor desse pixel é anulado, caso contrário é rotulado com valor 1).

A rede de drenagem obtida foi então convertida para o formato vetorial para obtenção automática das confluências dos cursos d'água, resultando em um arquivo de pontos que representam suas localizações. De posse das localizações das confluências, utilizou-se o módulo *Watershed* para gerar as respectivas áreas de drenagem para cada canal de drenagem. As áreas de drenagem geradas foram utilizadas em operação para determinação de características geométricas, notadamente **área** (m<sup>2</sup>) e **perímetro** (m). Aplicou-se então a Equação (1) para o cálculo do Índice de Compacidade (IC).

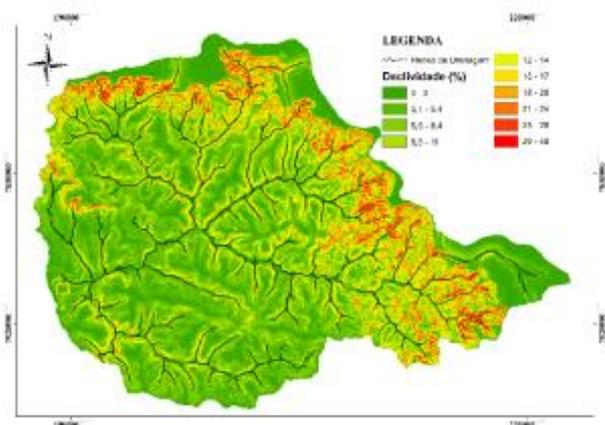
$$IC = 0,28 \cdot \frac{P}{\sqrt{A}} \quad (1)$$

em que  $P$  é o perímetro e  $A$  é a área.

O IC compara a forma da área de drenagem à forma geométrica de um círculo, quanto mais próximo da unidade, maior a propensão à inundação.

Utilizou-se também as declividades do terreno como indicador de

susceptibilidade à inundação por estar diretamente relacionado à velocidade de escoamento (i.e., quanto maior a declividade, maior a velocidade de escoamento). Calculou-se então o Modelo Digital de Declividades (MDD) a partir do MDEHC, com valores expressos em porcentagem (%). De forma automática, por operação tipo zonal, determinou-se as estatísticas da média, desvio padrão, amplitude, máximo e mínimo para cada área de drenagem (sub-bacia) da área empregando-se o mapa de áreas de drenagem como imagem zonal e o mapa de declividades como imagem valorada. Conforme figura 2.



**Figura 2:** Modelo Digital de Declividade.

### 3 Resultados

A partir dos canais de drenagem foram geradas as respectivas sub-bacias, em um total de 146 unidades. Para cada uma delas determinou-se área e perímetro que foram utilizados na equação 1. Adicionalmente obteve-se as estatísticas da média e amplitude da declividade das mesmas.

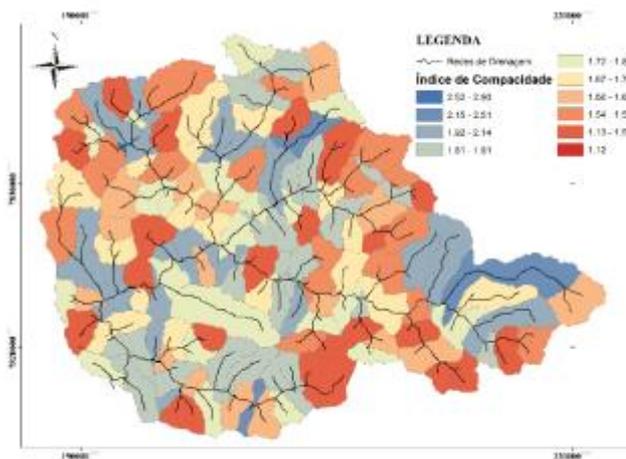
A análise espacial permitiu verificar que o maior valor médio de declividade é 15,6% e a maior amplitude é de 47,5% indicando regiões suscetíveis à inundações. Também verificou-se áreas de baixa propensão à inundação, com

## 11º ENTEC – Encontro de Tecnologia: 16 de outubro a 30 de novembro de 2017

valores de declividade média em torno de 2,3% e amplitude de apenas 8,4%.

Na figura 3 é apresentado o mapa do índice de compacidade para cada sub-bacia.

Não é possível definir um ponto específico onde pode se encontrar o maior e o menor índice de compacidade pelo fato dos valores serem heterogeneamente distribuídos.



**Figura 3:** Índice de compacidade.

### 4 Discussão

Por meio de análises de mapas e tabelas geradas com os dados do índice de compacidade, declividade e do Modelo Digital de Elevação (MDE) foi possível perceber que na área analisada, a APA do Rio Uberaba, existem 146 sub-bacias, com diversos níveis de suscetibilidade à inundação, isto porque eles ocorrem dispersos sobre as mesmas. Ou seja, não há uma determinada região privilegiada, tanto no alto curso quanto no baixo curso da área de captação foram verificadas condições que favorecem a inundação. Portanto, cada bacia a ser ocupada deve ser analisada individualmente em relação à sua propensão à inundação.

Os parâmetros fisiográficos utilizados, a declividade média e o índice de compacidade são relacionados à velocidade do escoamento e o tempo de

concentração. Estes indicadores quando associados à impermeabilização do solo são agravantes severos à ocorrência de inundações.

### 5 Conclusão

O estudo permite concluir que a partir de técnicas de modelagem de terreno em ambientes de Sistemas de Informações Geográficas foi possível analisar áreas sujeitas a ocupação sob o enfoque da suscetibilidade à inundação. Espera-se que os resultados deste estudo forneçam subsídios aos tomadores de decisão e gestores públicos para o estabelecimento de critérios e políticas de ocupação com vistas à evitar inundações na APA do rio Uberaba.

## 11º ENTEC – Encontro de Tecnologia: 16 de outubro a 30 de novembro de 2017

### **Referências**

UBERABA, Prefeitura Municipal de. PLANO DE MANEJO APA Rio

Uberaba. 2002. Disponível em:

<[http://www.uberaba.mg.gov.br/portal/acervo/meio\\_ambiente/arquivos/agenda\\_branca/plano\\_manejo.pdf](http://www.uberaba.mg.gov.br/portal/acervo/meio_ambiente/arquivos/agenda_branca/plano_manejo.pdf)>. Acesso em: 31 ago. 2017.

LUEDELING, Eike; SIEBERT, Stefan; BUERKERT, Andreas. Filling the voids in the SRTM elevation model - A TIN-based delta surface approach. ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing, v.62, p.283-294, 2007.

MACHADO, Frederico Borges; Ferreira, Andrezza Marques; Franchi, Tássio; Silva, Renato Carneiro Fernandes; Assis, Leonardo Campos. Relação da qualidade da água e cobertura da terra em microbacia antropizada do cerrado mineiro. **Revista de Ciências Agroambientais**. v14, n.1, p. 28-36, 2016.

UBERABA, Prefeitura Municipal de. APA Rio Uberaba: Plano de manejo Apa Rio Uberaba. 2006. Disponível em: <[www.uberaba.mg.gov.br/portal/acervo/meio\\_ambiente/.../plano\\_manejo.pdf](http://www.uberaba.mg.gov.br/portal/acervo/meio_ambiente/.../plano_manejo.pdf)>. Acesso em: 31 out. 2017.