

DETERMINAÇÃO DO LIMITE DA FAIXA DE INUNDAÇÃO COM USO DO HEC-RAS PARA O PARQUE LINEAR DO CÓRREGO MACAMBIRA EM GOIÂNIA, GOIÁS

Determination of the flooding limit using of the software Hec-Ras to the Parque Linear of Macambira River in Goiânia, Goiás

Fernanda Almeida de Oliveira¹, Carolina Queiroz Arantes², Juliana Almeida de Oliveira³, Tatiane Souza Rodrigues Pereira⁴, Klebber Teodomiro Martins Formiga⁵

Recebido em 01 de outubro de 2014; recebido para revisão em 11 de dezembro de 2014; aceito em 18 de outubro de 2015; disponível on-line em 2 de fevereiro de 2016.



PALAVRAS CHAVE:

Área de inundação;
Urbanização de bacias;
Modelo hidrodinâmico;

KEYWORDS:

Inundation area;
Urbanization;
Hydrodynamic model

RESUMO: O presente trabalho teve por objetivo delimitar as áreas inundáveis do Córrego Macambira para implantação de um parque linear. Esse curso d'água é objeto de um projeto denominado Programa Urbano Ambiental Macambira-Anicuns com a finalidade de transformar as margens de dois córregos em um parque para população do município de Goiânia-GO. O curso d'água em questão, não diferente dos outros presentes na área urbana, atualmente se encontra degradado e com as áreas de várzea ocupadas desordenadamente por habitações, comércios, pequenas plantações e indústrias. Para a delimitação do perímetro máximo do parque, sua área de abrangência, foi necessário um estudo hidrodinâmico com a delimitação da faixa de inundação das margens do córrego urbano Macambira, em Goiânia, utilizando topografia de alta resolução e o software HEC-RAS. De forma geral, a mancha de inundação obtida para a área em estudo apresentou estar dentro da calha natural inundável do curso d'água na maior parte do tempo. No entanto, alguns pontos ocorrem transbordamentos, que atingem as ruas e locais de áreas habitadas, podendo chegar a até 70 metros a partir da calha natural. Dessa forma, a modelagem por HEC-RAS permitiu contemplar o diagnóstico atual do funcionamento hidrodinâmico do sistema de drenagem do Córrego Macambira com foco no comportamento hidráulico da calha de drenagem existente, servindo de base para o projeto, para que se possa estabelecer estratégias de intervenções eficazes mais apropriadas para cada situação.

ABSTRACT: This study aimed to define the flood inundation area of the stream Macambira to implement a linear park. This stream is the subject of a project called Urban Environmental Program-Macambira Anicuns, which aims to transform the banks of these two streams in a public park for the city of Goiania. The stream in question, not different from the others in the urban area, is currently degraded and the floodplain areas occupied by disorderly houses, shops, small industries and plantations. To define the maximum perimeter of the park, its area of coverage, a hydrodynamic study was necessary with the delimitation of flood area of Macambira's urban stream margins, in Goiania, using high-resolution topography and HEC-RAS software. Overall, the flood of band obtained for the study area was flooded in the natural channel of the stream. However, there are overflowing in some points, reaching the streets and places of populated areas, reaching up to 70 meters from the natural channel. Thus, the modeling HEC-RAS allowed contemplate the current diagnosis of the drainage system Stream Macambira, focusing on the hydraulic behavior of the existing drainage channel, providing the basis for the project, so that we can establish effective intervention strategies more appropriate for each situation.

* Contato com os autores:

¹ e-mail : fe.almeida09@gmail.com (F. A. de Oliveira)

Mestre em Engenharia do Meio Ambiente, do Programa de Pós-Graduação em Engenharia do Meio Ambiente – PPGEMA/UFG.

² e-mail : qa.carolina@gmail.com (C. Q. Arantes)

Enga. Civil, Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Geotecnia, Estruturas e Construção Civil - GECON/UFG.

³ e-mail : jujualmeida7@gmail.com (J. A. de Oliveira)

Tecnóloga em Geoprocessamento pelo IFG. Graduanda em Engenharia Civil pela Universidade Paulista - UNIP.

⁴ e-mail : tatiane.srp@hotmail.com (T. S. R. Pereira)

Enga Ambiental, Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais – CIAMB/UFG..

⁵ e-mail : klebber.formiga@gmail.com (K. T. M. Formiga)

Eng. Civil, Doutor em Hidráulica e Saneamento pela EESC/USP, Professor Adjunto da EECA/UFG.

1. INTRODUÇÃO

A urbanização implica, forçosamente, em alterações significativas no meio ambiente, de forma geral, e nos processos hidrológicos, em particular, por meio da ação direta nos cursos d'água e nas superfícies das bacias hidrográficas, como um todo. Observam-se a redução da interceptação, do armazenamento superficial e da infiltração, em função dos acréscimos de áreas impermeabilizadas, e o conseqüente aumento dos volumes de escoamento superficial (BAPTISTA et al., 2005).

Um dos maiores problemas que os grandes centros urbanos têm se deparado ultimamente, é o acontecimento de enchentes. Estas enchentes são o resultado de um longo processo de modificação e desestabilização da natureza por forças humanas, e vêm acompanhadas do crescimento rápido e não planejado da maior parte das cidades, colocando em risco itens como a qualidade de vida e a natureza. Ainda de acordo com Baptista et al. (2005), em um quadro de urbanização crescente, constata-se a obsolescência gradual e inexorável dos sistemas de drenagem implantados segundo a ótica higienista, levando a inundações cada vez mais frequentes em áreas urbanas, com severas implicações sociais, econômicas e políticas decorrentes.

Segundo Tucci (2009), quando a precipitação é intensa, a quantidade de água que chega simultaneamente no córrego pode ser superior ao que este comporta, ou seja, o volume gerado pelo escoamento superficial supera a capacidade normal de drenagem da sua calha, ocasionando em transbordamentos e inundações das áreas ribeirinhas. Os problemas resultantes das inundações dependem do grau de ocupação das várzeas (margens dos rios) pela população e da freqüência com a qual as inundações ocorrem.

Antigamente, as várzeas faziam o controle natural da água, pois o solo ribeirinho estava preparado naturalmente para ser inundado nas épocas de cheia, absorvendo boa parte da água

que transbordava, além de utilizar seus nutrientes. Hoje, quase todas as várzeas dos cursos d'água inseridos nas malhas urbanas se encontram ocupadas, seja por habitações, para recreação, para uso agrícola, comercial ou industrial.

Levando em consideração a problemática exposta, bem como tantas outras que não consideradas como focos deste estudo, foi proposto em 2003, o Programa Urbano Ambiental Macambira Anicuns, e somente oito anos mais tarde foi sancionada a Lei nº 9.123, de 28 de dezembro de 2011, que visa à criação e desenvolvimento do Parque Linear Urbano Macambira Anicuns (Goiânia, 2012). O parque é considerado linear porque seguirá as margens dos canais do Córrego Macambira e parte do Ribeirão Anicuns, que formam o eixo estruturador deste. Dessa forma, foram propostas melhorias físicas para os canais e espaços adjacentes, além de ações para tornar a vizinhança mais verde. Assim, um dos objetivos com a implantação deste parque é a proteção das áreas ribeirinhas aos córregos, para que funcionem como áreas inundáveis, diminuindo assim, os riscos ao qual a população estaria submetida.

Por essa razão, faz-se necessário a busca de uma faixa de inundações, que leve em conta a observância da cota máxima que uma chuva com período de retorno de 50 anos poderia chegar, considerando as vazões calculadas, as obras projetadas e o coeficiente de rugosidade de Manning adotado para o leito dos cursos d'água em questão. A necessidade da predição do alcance da faixa de inundações tem crescido e se tornado uma tarefa fundamental para os engenheiros e gestores (Bates, 2000). Para tanto, o HEC-RAS associado a um Sistema de Informações Geográficas (SIG), tem sido um dos programas de modelagem hidráulica mais utilizados para tal finalidade, com aplicação bem sucedida em inúmeros estudos associados à análise de escoamento de canais e várzeas, como por exemplo, os estudos realizados por PONTES e COLLISCHONN (2011), BELTAOS et al. (2012), FERNANDEZ et al. (2013), CHARGEL e HORA (2014) e ABDELBASSET et al. (2015).

2. OBJETIVO

O objetivo deste trabalho, foi delimitar a faixa de inundação para o Córrego Macambira, identificando a área de abrangência do escoamento nas margens do curso d'água em caso de uma chuva máxima, na cidade de Goiânia, Goiás.

De forma específica, foram avaliados os seguintes aspectos:

- a caracterização física da bacia hidrográfica do Córrego Macambira;
- a definição do hidrograma de projeto;
- o levantamento planialtimétrico;
- transformação dos dados da modelagem hidrodinâmica para concepção da faixa de

inundação e desenho georreferenciado.

3. METODOLOGIA

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O estudo abrange a área do parque linear do Córrego Macambira. O parque linear está sendo implantado às margens dos cursos d'água do Córrego Macambira e do Ribeirão Anicuns, que possuem aproximadamente 213 hectares de área e 26 km de extensão, influenciando áreas adjacentes formadas por 114 bairros. A Figura 1 mostra o Mapa Hidrológico de Goiânia, com foco nos cursos d'água onde está sendo implantado o parque linear.

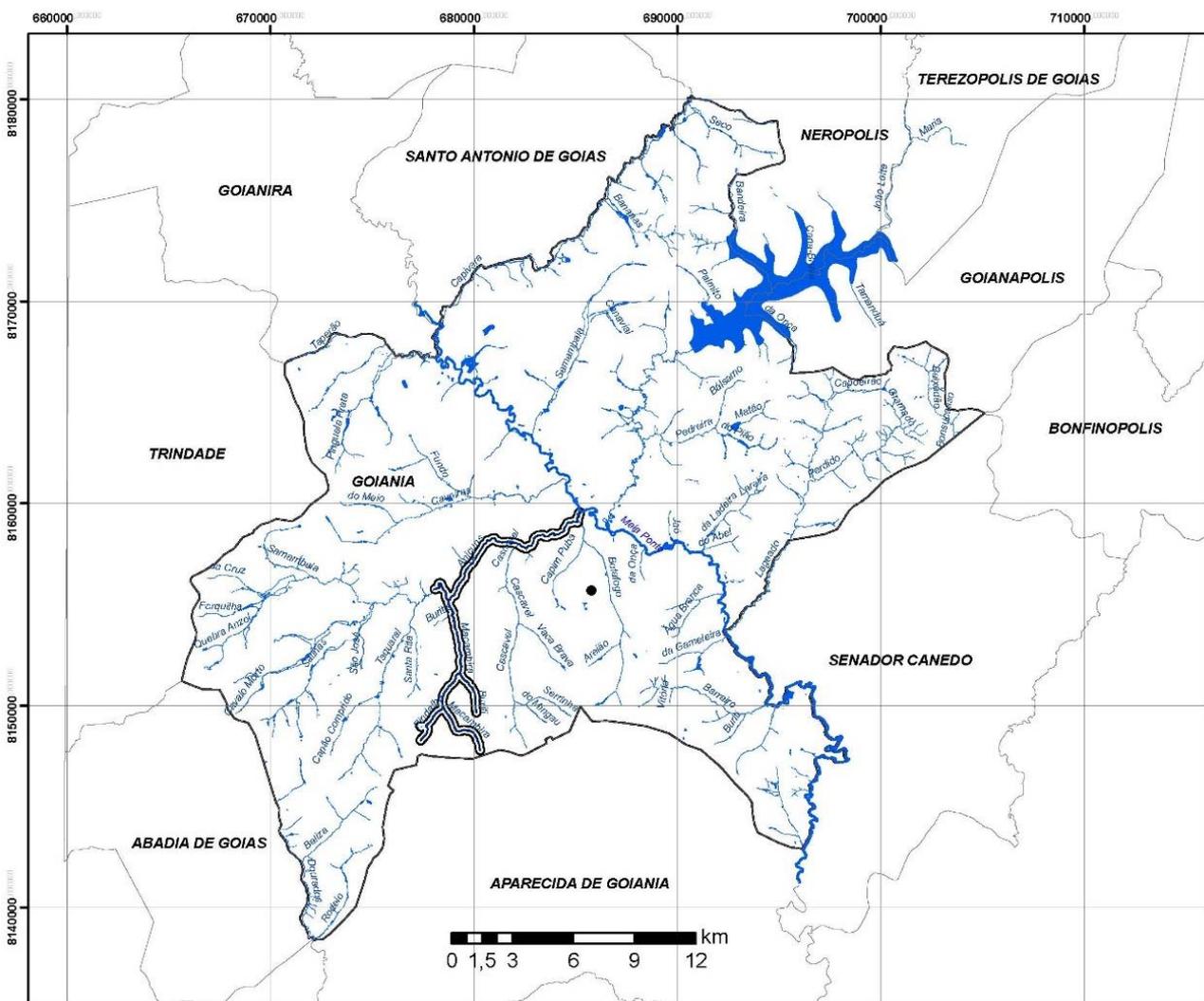


FIGURA 1: Mapa Hidrológico de Goiânia. Fonte: Autor.

O Córrego Macambira tem sua nascente no extremo sudoeste do município, próximo à Av. Rio Verde, no Setor Faiçalville, e é um dos principais afluentes, pela margem direita e no sentido sul-norte, do Ribeirão Anicuns. Trata-se de um córrego localizado numa região de cota mais elevada e com declividade acentuada que, combinado com a contribuição dos deflúvios oriundos da ocupação urbana dos bairros adjacentes e com a remoção da vegetação ciliar, ocasiona assoreamento de seu leito, erosões e instabilidade das margens. O córrego é também impactado pela deposição de resíduos de construção civil e lixo.

As condições de deterioração dos cursos d'água foram agravadas com a intensa e desordenada urbanização da cidade através da precariedade do saneamento básico, da crescente poluição ambiental, das alterações hidrológicas e morfológicas, com a ocupação irregular e a supressão da vegetação original das margens das calhas.

Essas características são de grande importância para adotar os coeficientes utilizados na modelagem do sistema hidrodinâmico do córrego. Estes dados, juntamente com levantamento planialtimétrico, foram obtidos para detalhar a seção transversal da calha do córrego e tem influência direta na variação do fluxo da água.

3.2 DEFINIÇÃO DO HIDROGRAMA DE PROJETO

A definição do hidrograma de projeto foi realizada com base no Método do Hidrograma Unitário Adimensional (HUA) do Soil Conservation Service (SCS) (MAYS, 2005).

Para compor os cálculos, utilizou-se a relação entre intensidade, duração e frequência pluviométrica (IDF) específica da região do Município de Goiânia, definida por meio de revisão bibliográfica dos estudos realizados por Costa (2002) após análises de precipitações máximas locais. Esta relação possibilita determinar a precipitação de projeto para um tempo de retorno definido, nesse caso, de 50 anos (Equação 1).

$$i = \frac{(64,3044 \times T^{0,1471})}{(24,8 + \Delta t)^{0,97471}} \quad \text{Eq. [1]}$$

Em que:

i = a intensidade da chuva (mm/min.);

T = é o tempo de retorno (anos);

Δt = a duração (min.).

Assim, o hidrograma que se busca é a relação de uma unidade de vazão dividida pela vazão máxima (q/q_p), acontecendo em uma unidade de tempo dividida pelo tempo para o pico do hidrograma (t/T_p) (Gribbin, 2009; Mays, 2005). Esse hidrograma possui proporções relativas à precipitação efetiva unitária, e que se construídos para as várias distribuições de chuva, e posteriormente somados, chegam ao hidrograma resultante (Figura 2).

A saber, a relação entre escoamento e tempo representado na Figura 2, é dada em função da precipitação efetiva, da área de drenagem da bacia, do armazenamento potencial e do tempo de concentração. Dessa forma, essa relação chuva-escoamento separa as perdas da precipitação total, resultando na chuva denominada de precipitação efetiva ou chuva excedente, em que Q_p (m^3/s) é a vazão de pico para uma chuva excedente de 1mm sobre a bacia.

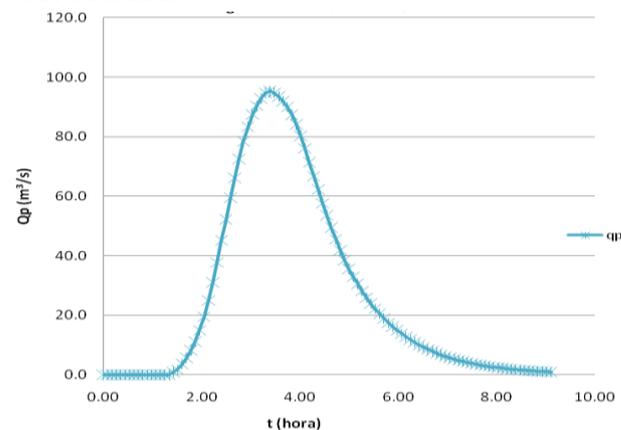


FIGURA 2: Hidrograma Unitário Adimensional da travessia da Rua da Alegria.

3.3 DELIMITAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA, AQUISIÇÃO DE DADOS FÍSICOS

As bacias hidrográficas foram delimitadas pela utilização do *software Arcgis 9.3*, com o uso de um MDT (Modelo Digital de Terreno) e, assim, extraído um *shape* com os polígonos

delimitadores de áreas. Esse *shape* foi sobreposto na Imagem Ortofoto 2006 para apresentação visual das mesmas. O *software Arcgis 9.3*, também possibilitou a determinação da área e dos dados geométricos das bacias, tais como, comprimento do talvegue e declividade média. Para a definição da resposta em termos de deflúvio de cada bacia, foram utilizados todos os elementos determinados supracitados e características intrínsecas do terreno estudado.

Foram observados ao longo do trecho o tipo de solo e a utilização da terra. Dessa forma, definiram-se os parâmetros compatíveis com a região para determinação das descargas prováveis e, com isso, a definição dos parâmetros para determinação de cheias.

3.4 LEVANTAMENTO PLANIALTIMÉTRICO

Instrumento fundamental para implantação e acompanhamento de obras de engenharia, os levantamentos planialtimétricos visam determinar as coordenadas de pontos da superfície do terreno, a partir de uma origem pré-definida, e têm a importância de determinar a localização, as variações no relevo e as distâncias entre pontos requeridos para, posteriormente, representá-los graficamente.

Por meio do levantamento realizado em campo, com o equipamento Estação Total (Figura 3), realizou-se o cadastro dos pontos de crista, pé de talude, nível d'água e fundo do leito de drenagem para os cortes transversais definidos a cada 100 metros, e perfil longitudinal em pontos específicos ao longo da calha do córrego para melhor caracterização topográfica.



FIGURA 3: Equipamento estação total na margem direita do Córrego Macambira.

Dessa forma, as seções batimétricas definidas foram inseridas na modelagem hidrodinâmica seguindo o seguinte modelo de seção transversal, conforme Figura 4.

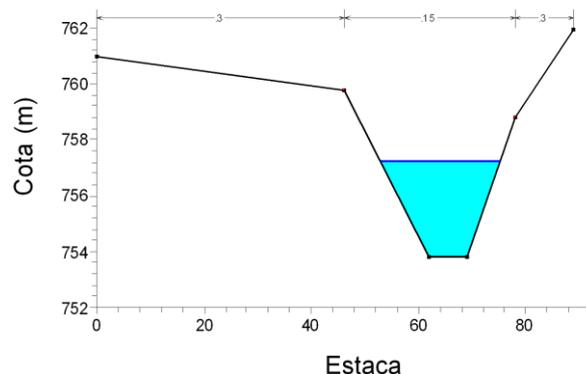


FIGURA 4: Seção Transversal do Córrego Macambira.

3.5 MODELO HIDRODINÂMICO-HEC RAS

No presente estudo fez-se necessário o estaqueamento do talvegue para obtenção de precisão na locação das obras de arte e a variação espacial entre as seções transversais. O estaqueamento foi feito no eixo do leito dos cursos d'água. As seções transversais utilizadas para a simulação hidrodinâmica foram controladas pelo estaqueamento supracitado, e as obras de arte corrente existentes nas travessias, foram locadas em pontos de controle e identificadas no sentido montante-jusante, conforme descrito abaixo:

- Av. Independência (Estaca: 16),
- Av. Madri (Estaca: 54),
- Av. Nadra Bufaiçal (Estaca: 96),
- Av. Olavo Bilac (Estaca: 125+15),
- Av. Juscelino Kubitschek (Estaca: 150),
- Av. Domiciano Peixoto (Estaca: 210+10),
- Av. Trieste (Estaca: 245),
- Av. Milão (Estaca: 287+15),
- Av. Egerineu Teixeira (Estaca: 339+10),
- Av. Pedro Ludovico (Estaca: 391+5)
- Rua Joaquim Pedro Dias (Estaca: 448+5) e
- Rua da Alegria (Estaca: 473+15).

Para a simulação hidrodinâmica do Córrego Macambira foram consideradas as obras de arte existentes nas travessias, demonstrando assim, a capacidade hidráulica esperada das mesmas.

A modelagem hidráulica foi realizada com o emprego do Modelo Computacional HEC-RAS, desenvolvido pelo *U.S. Army Corps of Engineers*, adotando as seguintes configurações:

- Escoamento gradualmente variado ao longo dos cursos d'água, obedecendo a topografia existente e cadastral inserida no programa;
- Escoamento bruscamente variado nas singularidades do sistema de macrodrenagem, através das equações de conservação de massa e quantidade de movimento; e
- Escoamento em pontes e bueiros através da hipótese de funcionamento como orifício e vertedor de parede espessa, em condições de água altas (estrutura submersa).

A priori, é elaborado um diagrama (Figura 5), que nada mais é que uma representação gráfica em planta dos cursos d'água e suas respectivas contribuições e junções para que, posteriormente, possam ser inseridos os dados de entrada.

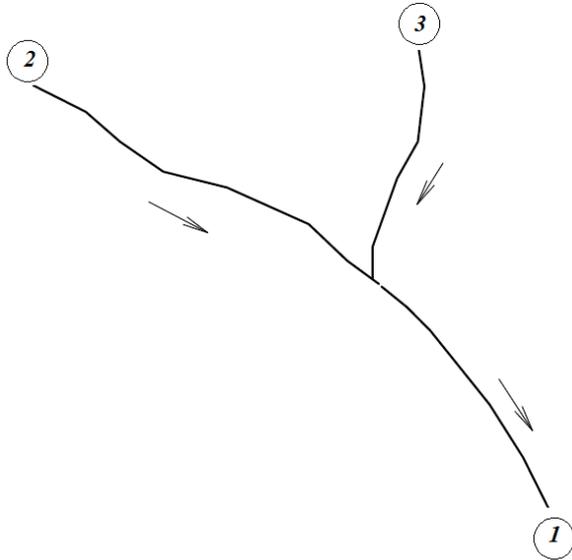


FIGURA 3: Diagrama do curso d'água e contribuições.

No programa foram inseridas seções transversais de forma que todas as obras de arte e

características representativas da área de inundação fossem incorporadas à simulação. Procurou-se posicionar as seções e os respectivos espaçamentos de forma a se obter uma representatividade de cada trecho.

Em geral, foram adotadas seções a cada 100 metros, posteriormente interpoladas com uma média de 50 metros. Nas entradas e saídas das obras de arte, adotou-se um maior detalhamento para o traçado de seções, seguindo as recomendações de Brunner (2010). As Figuras 6, 7 e 8 representam as configurações dos modelos das seções transversais obtidas.

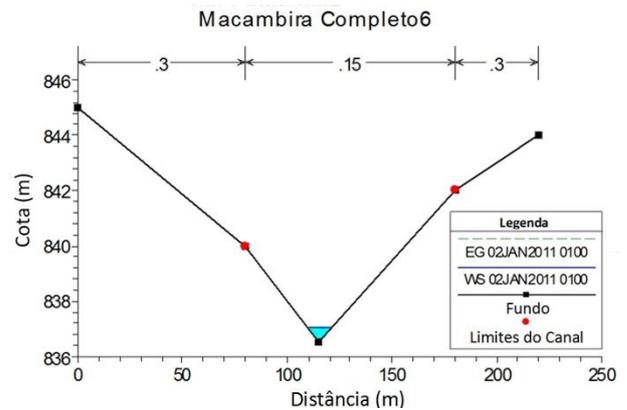


FIGURA 4: Seção Transversal – Terreno Natural.

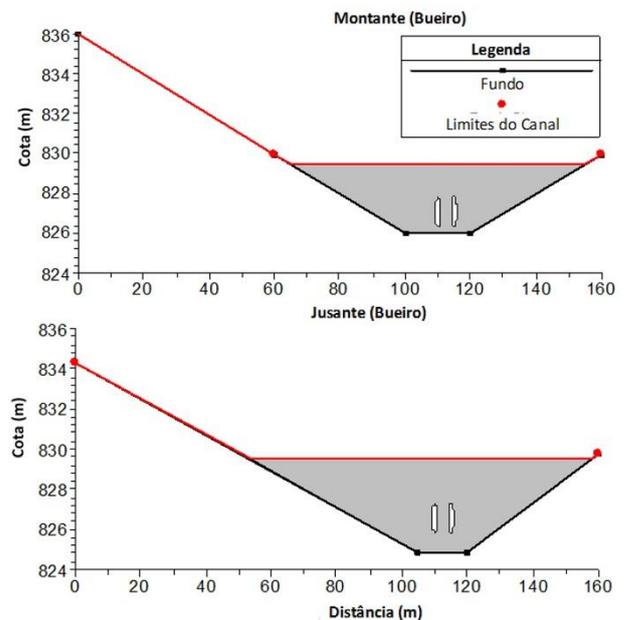


FIGURA 5: Seção transversal de bueiro tubular.

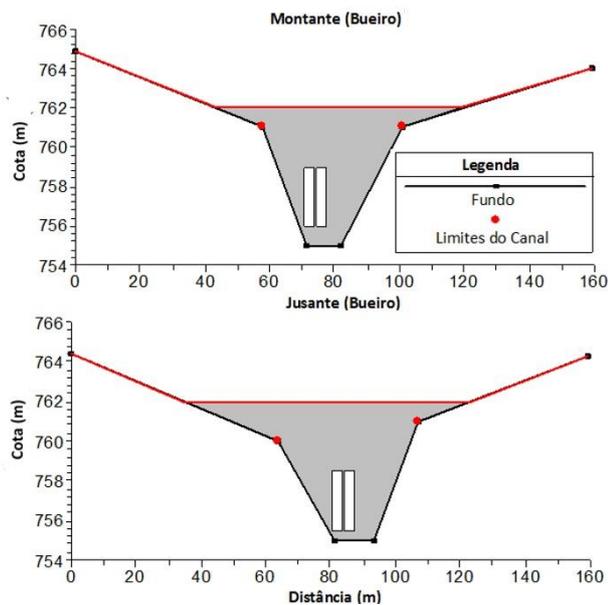


FIGURA 6: Seção transversal de bueiro celular.

Os coeficientes de rugosidade foram definidos por meio de cadastro de campo e, também, por meio de valores encontrados nas referências da literatura técnica, conforme Tabela 1.

TABELA 1: Coeficientes de rugosidade adotados.

Estruturas	Rugosidade (Manning)
Concreto sem acabamento	0.022
Gabião	0.035
Revestimento Vegetal	0.3 a 0.50

Fonte: Brunner (2010).

No item seguinte, são apresentados os resultados com as considerações descritas na metodologia deste estudo.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Por meio dos dados de entrada inseridos no Modelo HEC-RAS, foram realizadas simulações para identificar o comportamento hidrodinâmico do Córrego Macambira. O programa forneceu como produto final um perfil longitudinal, onde é possível a visualizar o comportamento do escoamento ao longo do curso d'água, conforme Figura 9.

A Figura 9 é produto da simulação hidrodinâmica realizada para o Córrego Macambira, e apresenta as cotas máximas de nível d'água por seção transversal ao longo de todo o

perfil longitudinal do córrego. Essas cotas máximas de nível d'água, denominadas de *Water Station Max (WS)*, foram geradas pelo HEC-RAS por meio das vazões de entrada informadas no modelo.

A mancha de inundação ao longo do curso d'água foi então obtida por meio das *Water Station Max (WS)* de cada uma das seções inseridas no modelo computacional para a cheia, com período de retorno 50 anos. Na Figura 10 é representada a faixa de inundação obtida pelas simulações, em que é demonstrada a concepção em planta do Córrego Macambira, com duas lupas ampliadas distintas em pontos com cenários diferentes.

A ampliação da área realizada para o cenário 1 (entre as travessias da Avenida Egerineu Teixeira e Avenida Pedro Ludovico) (Figura 10), demonstra que o volume gerado por uma chuva de projeto com tempo de retorno de 50 anos, não acarretará danos físicos às margens, pois a abrangência da faixa nesse ponto se limita somente à calha e área inundável do curso d'água. Já para o cenário 2 (entre a Avenida Juscelino Kubitschek e a Avenida Domiciano Peixoto), a faixa de inundação alcança as quadras habitadas, podendo assim, acarretar riscos e prejuízos à população, principalmente para aquelas que ali habitam.

De forma geral, a mancha de inundação obtida para a área em estudo apresentou estar dentro da calha natural inundável do curso d'água na maior parte do tempo. No entanto, alguns pontos localizados que não foram ampliados neste estudo, mas que estão marcados por um círculo verde na Figura 10, merecem maior atenção, pois nota-se que ocorrem transbordamentos que chegam a atingir as ruas e locais de áreas habitadas.

Analisando o contexto supracitado, a implantação do parque linear às margens dos cursos d'água em questão é uma ação que tende a trazer uma série de benefícios socioambientais. Uma vez que estabelece a desabituação das áreas de risco e define a metragem para preservação das faixas bilaterais contíguas aos cursos d'água, que são importantes para que a água ao entrar na área de vegetação, escoe de forma reduzida, infiltrando no solo. Sem a implantação do parque, e no caso

das faixas também serem impermeabilizadas, o escoamento superficial é aumentado em volume e velocidade, pois praticamente não há infiltração, ocasionando em aumento significativo das vazões, elevando o risco de inundações. Dessa forma, o projeto é de fundamental importância em relação à facilitação do processo de infiltração, bem como

em relação à redução das vazões nesses mananciais, ou seja, a redução o risco de inundação, já que a faixa de inundação obtida vai além da área da margem hoje em dia disponível para a inundação natural, podendo chegar a até 70 metros a partir da calha natural.

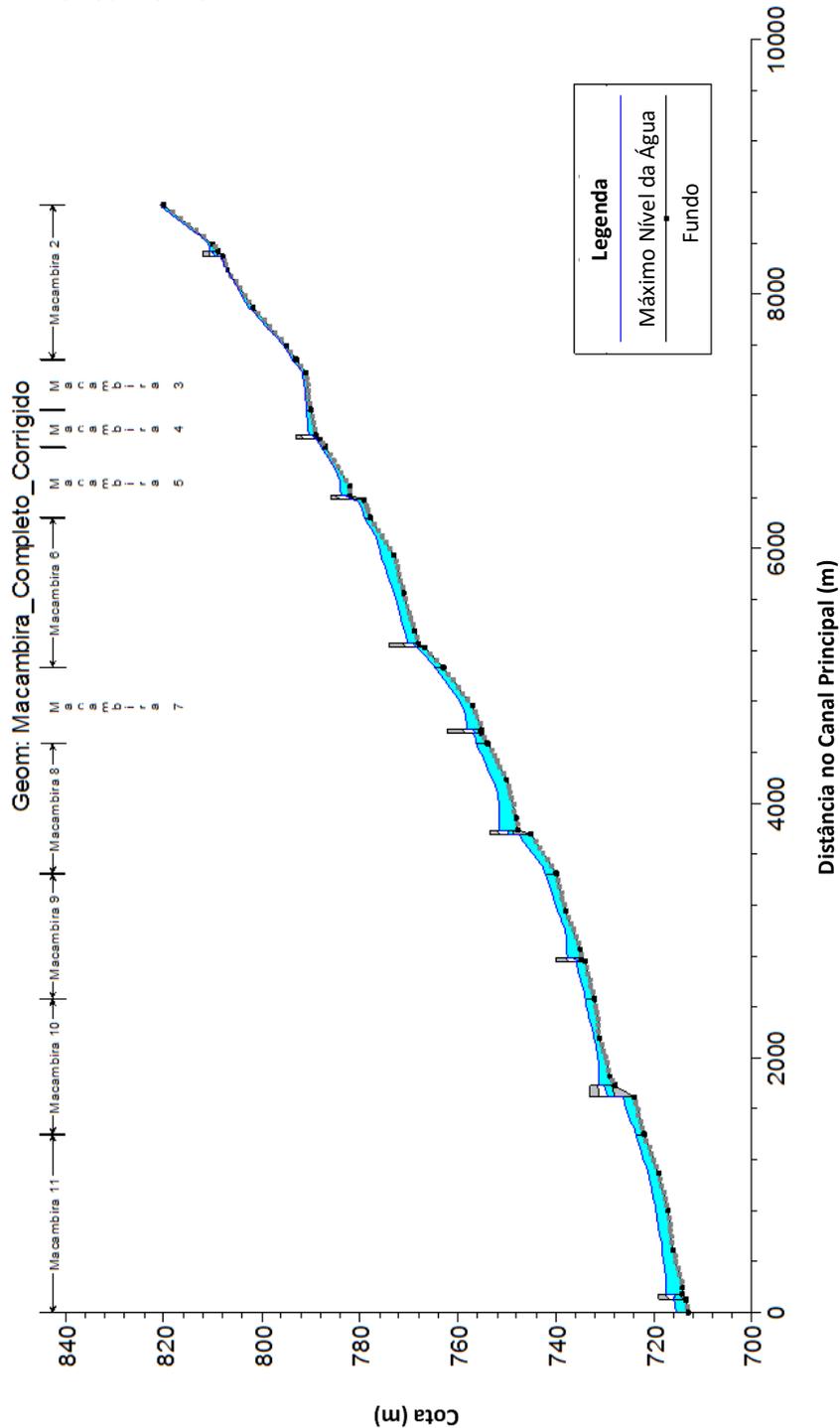


FIGURA 7: Perfil Longitudinal - Córrego Macambira.

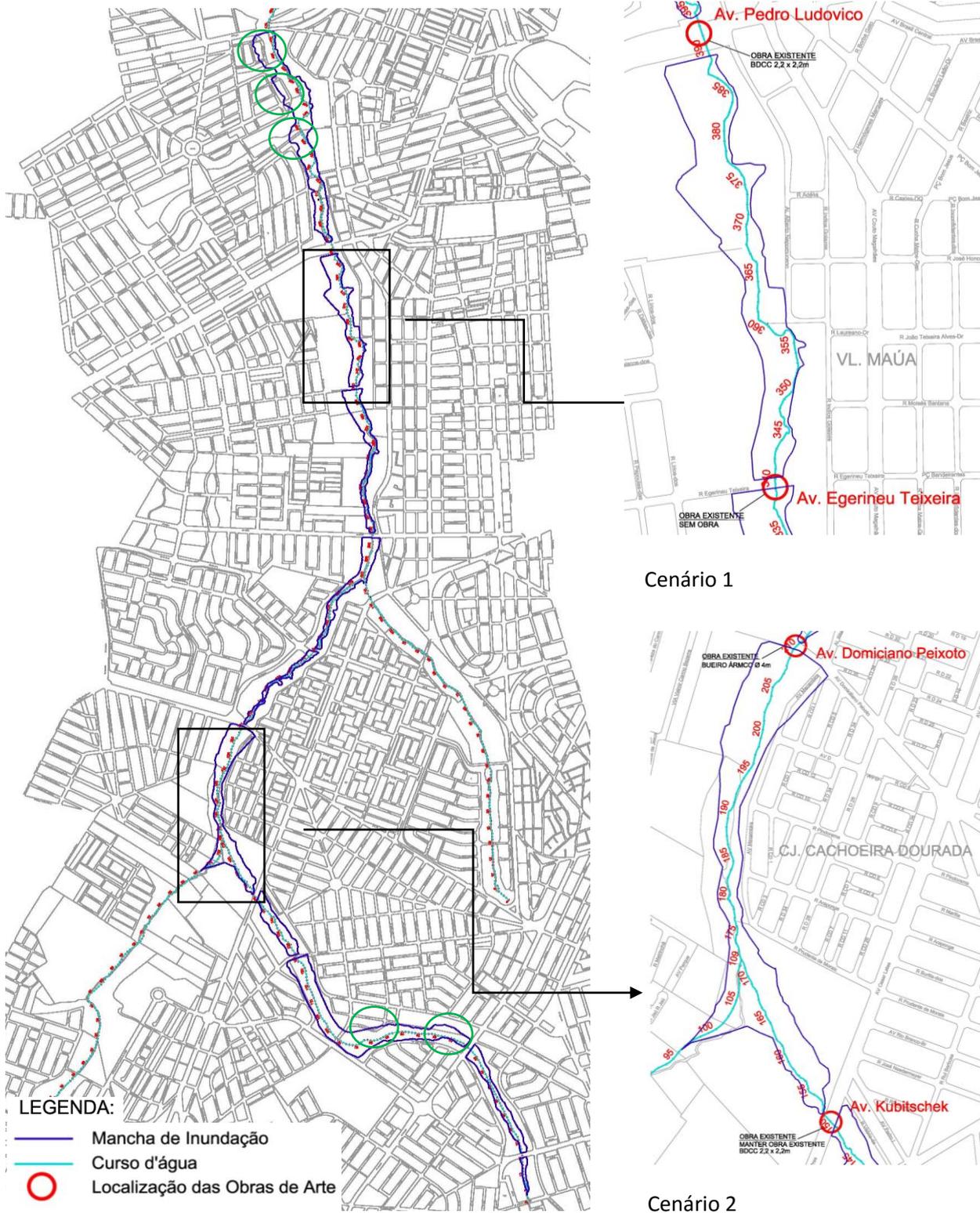


FIGURA 8: Faixa de Inundação do Córrego Macambira.

5. CONCLUSÃO

Atualmente existe disponível uma ampla gama de medidas de planejamento e gestão referentes às bacias hidrográficas capazes de articular planejamento urbano e gerenciamento

hídrico. Nessa linha, prevê-se a integração do plano de drenagem ao planejamento e uso do solo, mediante aplicação de medidas estruturais e não estruturais.

A delimitação da faixa de Inundação é de grande valia para as tomadas de decisões em

relação ao Programa Urbano Ambiental Macambira-Anicuns como um todo, embasando projetos que vão desde a relocação de residências em áreas de risco até a substituição de obras em travessias ao longo dos cursos d'água.

Além dos fatores supracitados, essa delimitação da faixa de inundação tem importância significativa na inter-relação dos trabalhos entre a Engenharia e o Urbanismo-Arquitetura-Paisagismo, principalmente no que reside a definição das cotas de inundação, para delimitação do perímetro do parque e a definição do sistema viário e de circulação (acessibilidade).

A implantação do parque nas margens seria de suma importância para a proteção e salubridade da população do Município de Goiânia, pois pôde-se concluir que a faixa de inundação vai além da área da margem hoje em dia disponível para a inundação natural.

Dessa forma, a modelagem por HEC-RAS apresentou excelência em aplicações que envolvem escoamento superficial, contemplando o diagnóstico atual do funcionamento hidrodinâmico do sistema de drenagem do Córrego Macambira, com foco no comportamento hidráulico da calha de drenagem existente, ou seja, o comportamento da água nas calhas e margens dos cursos d'água em questão. O conhecimento dessas características serve de base para o projeto, para que se possa estabelecer estratégias de intervenções eficazes mais apropriadas para cada situação. Contribuindo assim, para ponderar os problemas ambientais, sociais e urbanísticos que afetam a cidade, resultantes da ocupação desordenada do espaço urbano.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDELBASSET, M.; ABDERRAHIM, L.; ABDEL_ALI, C.; ABDELLAH, B.; LAHCEN, B.; BOUKHARAS, L. (2015) **Integration of GIS and REC-RAS in floods modeling of the Ouergha river, Northern Morocco**. European Scientific Journal. Vol.11, n.2, 196-204 p.

AISSE, M. M. et al. **Avaliação do sistema reator UASB e filtro biológico para o tratamento de esgoto sanitário. Pós-tratamento de Efluentes de Reatores Anaeróbios - Coletânea de Artigos Técnicos**. Vol. II – Rio de Janeiro/RJ: PROSAB/FINEP, 2001, 111-118 p.

BATES, P. D.; ROO, A.P. J. (2000). **"A simple raster-based model for flood inundation simulation"**. Journal of Hydrology.

BATISTA, M.; NASCIMENTO, N.; BARRAUD, S. (2005). **Técnicas Compensatórias em Drenagem Urbana**. Porto Alegre: ABRH, 2005. 266p.

BELTAOS, S.; TANG, P.; ROWSELL, R. (2012). **Ice jam modelling and field data collection for flood forecasting in the Saint John River, Canada**. Hydrological processes, Vol. 26, fasc. 17, 2535 -2545 p.

BRUNNER, G. W. (2010). **HEC-RAS, River Analysis System Hydraulic Reference Manual**. US Army Corps Hydrologic Engineering Center (HEC). Davis CA.

CHARGEL, L. T.; HORA, M. A. G. M. (2014). **Simulation of Floods with 1d and 2d Hydraulic Models in the Guapi-Açu River Basin, Based on Gis Integration**. Global Journal of Researches in Engineering (USA). Vol. 14, Issue 2, Vers. 1, 66-76 p.

COSTA, A. R.; PRADO, L. A. (2002). **"Equações de chuva espacializadas para 55 locais do Cerrado Goiano"**. II Simpósio de Recursos Hídricos do Centro Oeste. Campo Grande.

FERNANDEZ, P.; MOURATO, S.; MOREIRA, M. (2013). **Comparação dos modelos HEC-RAS e LISFLOOD-FP na delimitação de zonas inundáveis**. Revista Recursos Hídricos. Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos (APRH). Vol. 34, n. 1, 63-73 p.

GOIÂNIA. Prefeitura de Goiânia. (2012). **Programa Urbano-Ambiental Macambira Anicuns** (Resumo geral). Disponível em: <<http://www.goiania.go.gov.br/shtml/seplam/anuário2012/meio%20ambiente/PUAMA.pdf>>. Acesso em: 21 jul. 2015.

MAYS L. W. (2005). **Water Resources Engineering**. Tempe, Arizona: John Wiley & Sons, Inc.

PONTES, P. R. M.; COLLISCHONN, W. (2011). **Comparação de modelos hidrodinâmicos simplificados de propagação de vazão em rios e canais**. (Mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Instituto de Pesquisas Hidráulicas. Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental. Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD/IBICT), 1-144 p.

TUCCI, C. E. M. (2009). **Hidrologia: Ciência e Aplicação**. Porto Alegre: UFRGS/ABRH.

GRIBBIN, J. E. (2009). **Introdução à Hidráulica, Hidrologia e Gestão de Águas Pluviais**. 3. ed. Norte-americana. São Paulo, SP.