

INTEGRAÇÃO DO MODELO HEC-RAS E GIS PARA DELIMITAÇÃO DE FAIXA DE INUNDAÇÃO

Kamila Almeida dos Santos^{1*}; *Tatiane Souza Pereira Rodrigues*² & *Klebber Teodomiro Martins Formiga*³

Resumo – Esse artigo tem como finalidade delimitar as áreas inundáveis da Bacia Hidrográfica do Córrego Macambira, integrando um Sistema de Informação Geográfica (SIG) e um modelo hidrodinâmico – HEC-RAS. A área de estudo é a Bacia Hidrográfica do Córrego Macambira, localizado na área urbana de Goiânia. Os dados usados foram extraídos de um Modelo Digital do Terreno (MDT) e foram trabalhados no ArcGis. No HEC-RAS foram criados vários cenários de inundação com os tempos de retorno de 15, 25, 50 e 100 anos para a chuva de projeto. Nos resultados obtidos foram mostradas áreas de inundação para os diferentes cenários criados, sendo possível compara-los verificando o crescimento da faixa inundada. A modelagem com o HEC-RAS permitiu mostrar que as manchas de inundação ao longo da bacia se tornaram maiores a medida que os tempos de retorno cresciam.

Palavras-Chave – HEC-RAS, modelo hidrodinâmico, inundação.

HEC-RAS AND GIS MODEL INTEGRATION FOR DELIMITATION OF RIBBON FLOOD

Abstract – This paper aims to delimit as flood areas of the Macambira Stream Basin, integrating a Geographic Information System (GIS) and a hydrodynamic model - HEC-RAS. A study area is a Stream of Macambira Stream, located in the urban area of Goiânia. The data were used for extravers of the Digital Terrain Model (DTM) in ArcGis workers. No HEC-RAS were created several flood scenarios with the return times of 15, 25, 50 and 100 years for project rain. In the results obtained were shown areas of flood for the different scenarios created, being possible to compare-checking the growth of the flooded belt. A modeling with the HEC-RAS allowed to show how flood spots along the basin became larger as measured in growing times.

Keywords – HEC-RAS Hydrodynamic model, flood.

INTRODUÇÃO

O processo de urbanização que está ocorrendo nas cidades brasileiras tem se mostrado desorganizado e com isso as inundações estão se tornando um fenômeno recorrente. O crescimento da impermeabilização no solo urbano diminui a quantidade de água infiltrada no solo durante o período de chuva, os córregos não conseguem suprir a demanda da água nos canais, além de receber do escoamento superficial uma grande quantidade. Nesse contexto a modelagem hidrodinâmica é uma ferramenta importante para avaliar os sistemas de drenagens e prever os efeitos da inundação. De acordo com Tucci *et al* (1995) estes são os princípios para controle de inundação: a) Considerar a bacia como sistema (as medidas tomadas não podem reduzir o impacto de uma área em

¹ Tecnóloga em Geoprocessamento, Doutoranda em Ciências Ambientais na UFG. kamilas.geo@gmail.com

² Eng. Ambiental, Doutoranda em Ciências Ambientais na UFG. tatiane.srp@hotmail.com

³ Eng. Civil, Doutor em Hidráulica e Saneamento pela EESC/USP, Professor Adjunto da EECA/UFG. klebber.formiga@gmail.com

detrimento a outra); b) Análises as medidas de controle no conjunto da bacia. Dessa forma o presente trabalho foi aplicado na bacia hidrográfica do Ribeirão Anicuns, no município de Goiânia, onde uma parte considerável da bacia se encontra em área urbanizada.

Utilizando o modelo hidrodinâmico HEC-RAS foram criados vários cenários de inundação com os tempos de retorno de 15, 25, 50 e 100 anos para a chuva de projeto; houve auxílio de um Sistema de Informações Geográficas, utilizando o programa ArcMap 10.0 a ortofoto do município de alta resolução e o MDT feito a partir de laser scanner aerotransportado, com esse material se extraiu a geometria da bacia hidrográfica.

ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi realizado na Bacia Hidrográfica do Córrego Macambira. A bacia tem uma área de 22,6 km², ela faz parte da maior bacia hidrográfica do município de Goiânia - a Bacia Hidrográfica do Ribeirão Anicuns. Além do Córrego Macambira faz parte da bacia o Córrego Buriti e o Córrego Pindaíba. A bacia hidrográfica nasce na região sudoeste, em regiões onde comércio e residências predominam a BHCM.

METODOLOGIA

O cálculo dos hidrogramas unitários foi realizado empregando uma planilha Excel para determinação do hidrograma a partir do método SCS. O Hidrograma Unitário triangular, o qual é aproximado por um triângulo definido pela vazão de pico, tempo de pico e tempo de base, foi o escolhido para a realização deste trabalho. No Hidrograma Unitário Triangular é considerado o escoamento unitário em função da precipitação que antecedeu impermeabilização do solo, cobertura vegetal e uso da terra e manejo do solo. Esses fatores são agrupados, onde a precipitação total transformada em precipitação efetiva em função do CN. O CN caracteriza o uso e ocupação do solo da bacia estudada, assim como relacionam com suas características físicas. O valor de CN é de zero e 100, onde zero representa uma bacia de condutividade hidráulica infinita e 100 corresponde a uma bacia totalmente impermeável.

Os solos encontrados na bacia são o latossolo vermelho, latossolo vermelho-amarelo e o neossolo litólico. Estes solos são classificados de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solo (EMBRAPA, 2006). A partir de estudos de Sartori (2005a; 2005b) e com o auxílio da Carta de Risco do Município de Goiânia ficou compreendido que o grupo hidrológico - A como sendo o grupo no qual se enquadram os solos da BHCM para o cálculo do CN.

Para o pré-processamento e extração da geometria dos dados foi utilizado um Sistema de Informações Geográficas (SIG). A geometria dos canais foi extraída a partir de um Modelo Digital do Terreno (MDT), feito a partir de LIDAR (*Lights Detection And Ranging*) aerotransportado, também foi utilizado no trabalho. Sua resolução espacial é de 1 metro e sua escala 1/1000. A escolha do MDT se deve a sua alta resolução, onde é possível obter resultados precisos e acurados das áreas de estudo trabalhadas. O MDT foi criado a partir de uma nuvem de pontos (*cloud point*) gerada pelo sensor LIDAR durante a varredura aérea e posteriormente com processos de filtragem supervisionada foram separados os pontos pertencentes ao terreno (MDT) e a superfície (MDS). O MDT é um dos dados de entrada fundamentais para a modelagem hidráulica.

O MDT é utilizado na extração das margens do canal, indica o fluxo preferencial, seção transversal e canal principal. O modelo hidrodinâmico escolhido para utilizar nesse trabalho foi o HEC-RAS (Hydrologic Engineering Center's River Analysis System), desenvolvido pelo Corpo de U.S. Army Corps of Engineers.

RESULTADOS

A bacia hidrográfica foi discretizada em sub-bacias para a utilização do modelo SCS, na Figura x é possível verificar esta divisão. Para a geração dos hidrogramas foi estabelecida uma precipitação sintética com períodos de retorno de 15, 25, 50 e 100 anos. Para cada divisão da bacia hidrográfica foi inserido um CN médio (Tabela 1). A Figura x é possível visualizar as divisões da bacia.

Tabela 1. Valores de CN, área e vazão máxima para diferentes tempos de retorno

Macambira	CN	Área (km ²)	Q – TR15	Q- TR25	Q – TR50	Q - 100
1	86	12,22	12,22	13,73	16,02	18,61
2	86	5,00	87,57	99,18	116,80	136,75
3	86	2,08	23,16	25,76	30,57	34,03
4	86	3,18	50,59	56,64	65,73	75,95
5	86	2,67	41,07	45,90	55,04	61,33
6	86	1,37	22,79	25,49	29,54	34,08
7	86	1,17	20,61	23,12	26,92	31,19
8	86	1,98	37,25	41,92	49,01	57,04
9	86	1,67	36,85	41,97	49,77	58,63
10	86	2,00	37,86	43,14	48,49	60,31
11	86	0,86	21,93	25,29	28,52	36,43

Divisão da Bacia Hidrográfica - Hidrogramas

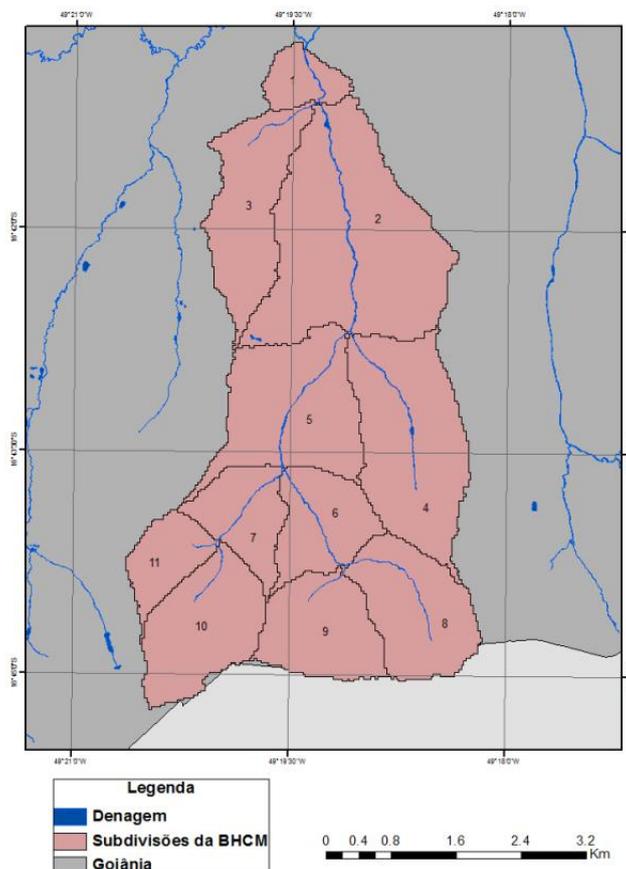
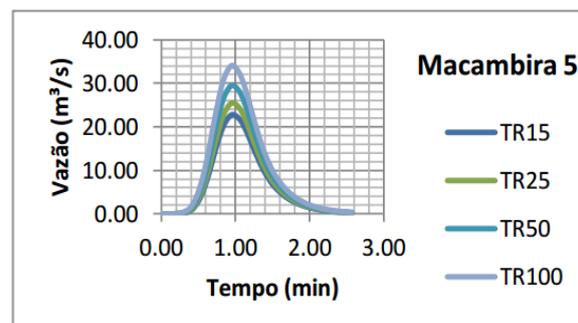
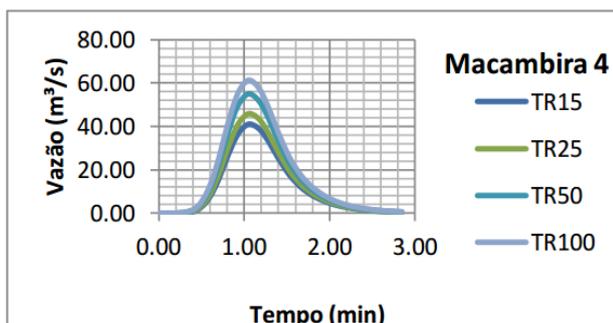
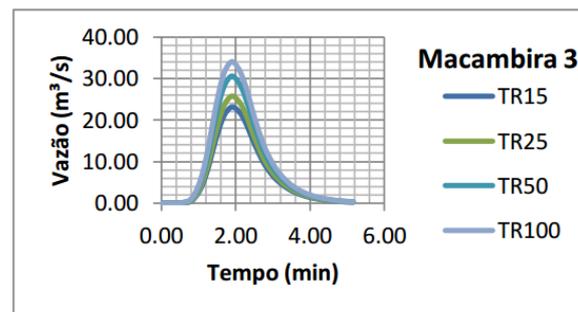
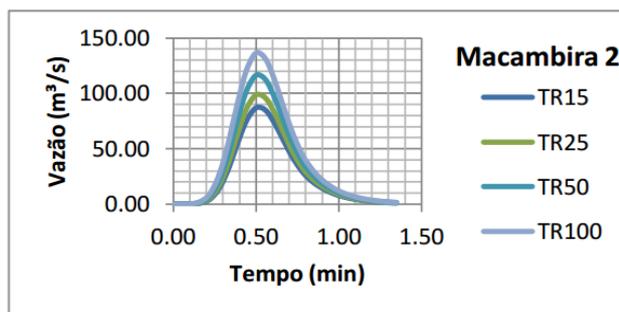
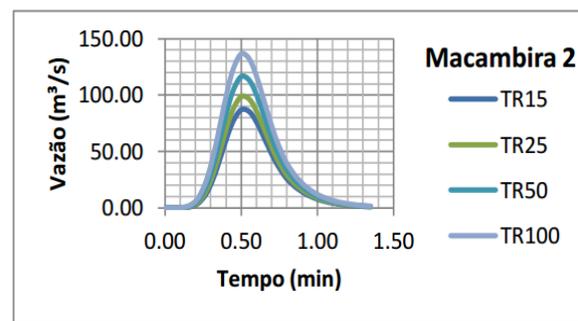
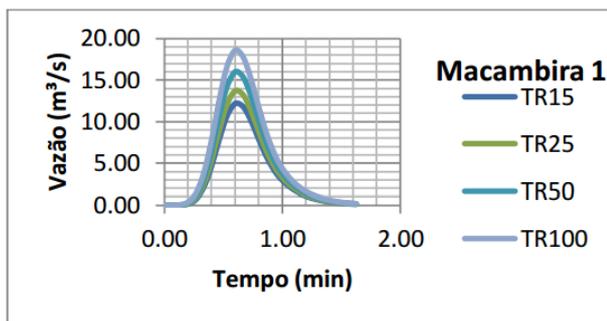


Figura 1. valores dos CN para as bacias.

Para a simulação no Hec-ras é necessário fornecer os dados de entrada. Os dados de entrada utilizados no HEC-RAS foram previamente construídos no programa ArcGIS utilizando a extensão HEC-geoRAS, hidrogramas SCS, informações de bueiros e pontes do município foram catalogados previamente. Utilizando o modelo hidrodinâmico HEC-RAS versão 4.1.0 (USACE) e o programa ArcMap 10.0 (ESRI). Para a simulação em regime transiente foram adotadas as vazões geradas pelo hidrogramas . Na Figuras 2 Os parâmetros de calibração e validação das vazões foram obtidos a partir dos resultados observados e calibrados Oliveira (2012) e Souza (2015), onde foi possível verificar que os resultados gerados ficaram na faixa da literatura (PORTO, 2006).

O coeficiente de rugosidade de Manning (n) do canal, margem esquerda e margem direita foi no valor de 0,03, esse valor foi obtido verificando *in situ* qual estrutura encontrada nos canais e seguindo a literatura. O valor encontrado foi baseado nas características das calhas dos cursos d'água e do tipo de das margens. As seções transversais foram adotadas a cada 50 metros e nas obras de arte seguindo as recomendações de Brunner (2010) foram utilizados detalhamentos maiores.



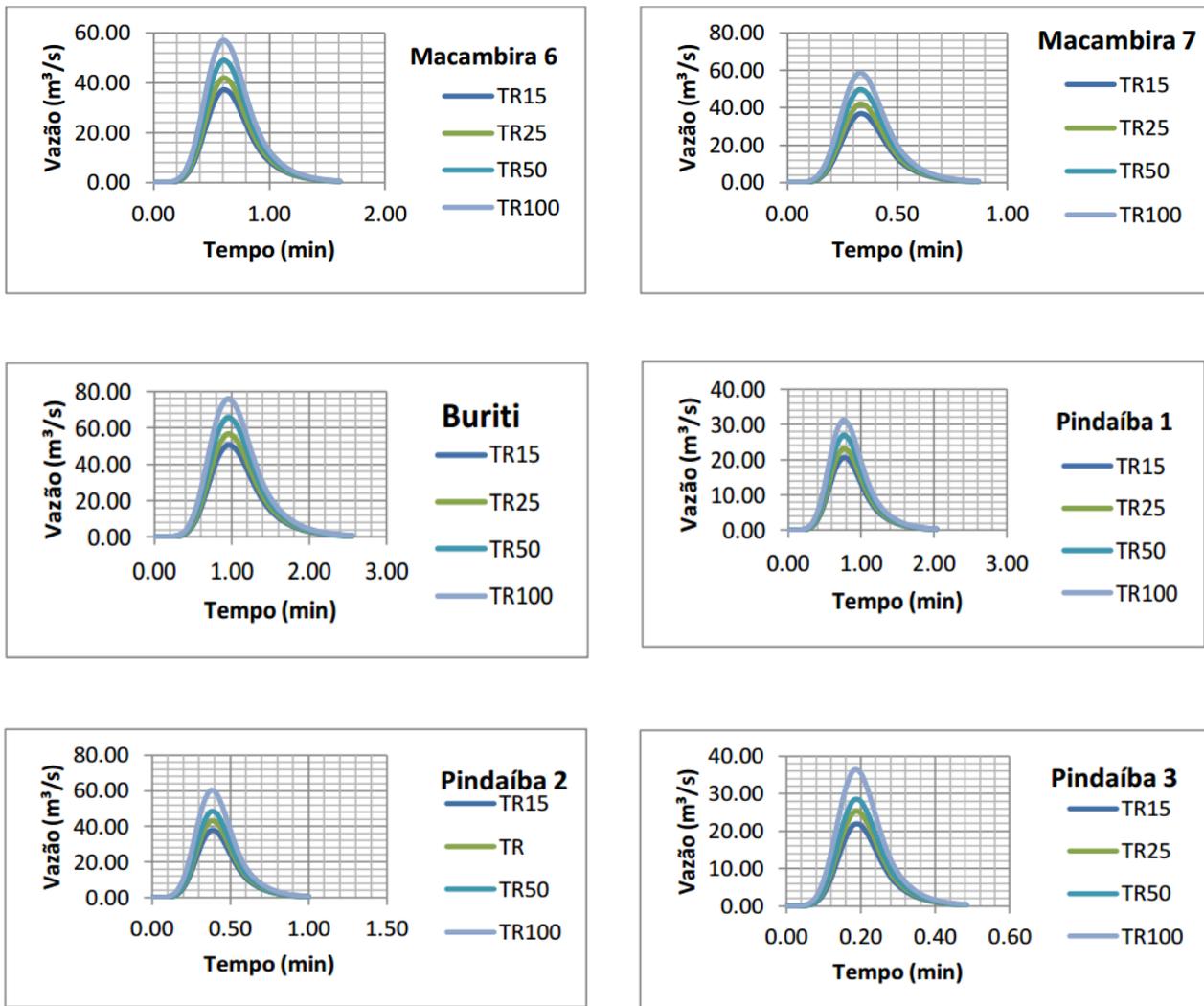


Figura 2. Hidrogramas Unitários dos canais.

Na bacia hidrográfica do Córrego Macambira as nascentes dos Córregos Macambira e Pindaíba estão localizadas fora do perímetro urbano. A Figura X é o resultados das simulações hidrodinâmicas, mostrando os quatro cenários simulados. A inundação chega a BR-060, depois desse trecho a água recua e expande novamente próximo ao Ribeirão Anicuns. Seguindo assim nos TR15 e TR25 aumentando apenas a largura da mancha. No Córrego Buriti sua nascente se encontra dentro de um condomínio fechado, e sua inundação pode chegar a algumas casas mais próximas do Córrego. No TR100 a inundação do Córrego Buriti continua larga, porém diferente das anteriores não se encontra com a inundação do Córrego Macambira.

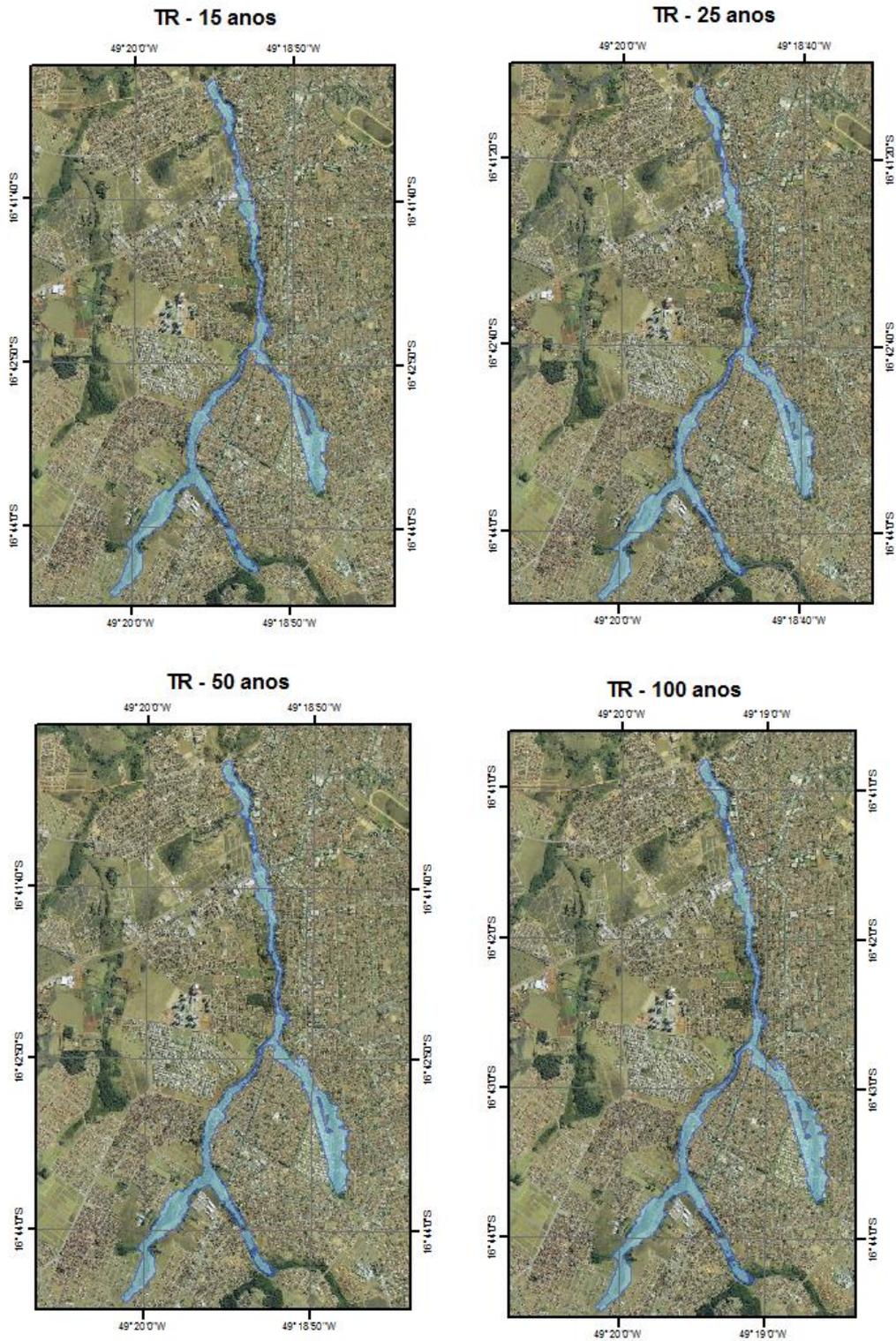


Figura 3. Mapa de inundações dos diferentes cenários simulados.

CONCLUSÕES

Os resultados mostraram que a inundação ocasionará danos físicos as margens, pois ao longo dos canais da bacia hidrográfica a faixa de inundação ultrapassou as calhas. É possível verificar que mesmo a bacia esteja localizada dentro da área urbana do município, ela não é totalmente ocupada e sua área permeável é significativa. À medida que ocupação urbana nessas áreas se tornar mais intensas, com o aumento de áreas construídas, e a impermeabilização predominar a bacia, o aumento do volume e velocidade do escoamento superficial acontecerá. Deixando o cenário de inundações mais intensas. Para que as inundações não se tornem maiores é necessário tomar medidas preventivas para que a inundação nessa região não aumente drasticamente.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo suporte financeiro que permitiu o desenvolvimento dessa pesquisa.

REFERÊNCIAS

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

Empresa Brasileira De Pesquisa Agropecuária – Embrapa. (2006). Embrapa Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Brasília: Embrapa.

SARTORI, A.; GENOVEZ., A.M.;NETO, F.L. (2005). Classificação Hidrológica de Solos Brasileiros para a Estimativa da Chuva Excedente com o Método do Serviço de Conservação do Solo dos Estados Unidos Parte 2: Aplicação. RBRH. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v.10, n.4, p. 19-29, Out./Dez.

SARTORI, A.; NETO, F.L.; GENOVEZ., A.M. (2005). Classificação Hidrológica de Solos Brasileiros para a Estimativa da Chuva Excedente com o Método do Serviço de Conservação do Solo dos Estados Unidos Parte 2: Classificação Aplicação. RBRH. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v.10, n.4, p. 5-18, Out./Dez.

OLIVEIRA, F.A. (2012) Calibração de Modelo Hidrodinâmico Unidimensional em Bacias Urbanas.. Dissertação (Mestrado em Engenharia do Meio Ambiente) - Universidade Federal de Goiás.

PORTO, R. M. (2006). *Hidráulica Básica*. EESC-USP.

SOUZA, T.R.P. (2015). Modelagem e Monitoramento Hidrológico das Bacias



Hidrográficas dos Córregos Botafogo e Cascavel, Goiânia – GO. Dissertação
(Mestrado em Engenharia do Meio Ambiente) - Universidade Federal de Goiás.

TUCCI, C.E.M., PORTO, R., BARROS, M. T. (1995). *Drenagem Urbana*, Editora da
Universidade/UFRGS-ABRH, Porto Alegre, 428p.