

SIMULAÇÃO DE REDES DE DRENAGEM URBANA: Comparação entre Equações de Chuvas Intensas aplicadas ao campus sede da UEM

Bruna Forestieri Bolonhez¹

Paulo Fernando Soares²

Doralice Aparecida Favaro Soares³

RESUMO

Compreender o comportamento das redes de drenagem de águas pluviais permite a prevenção e correção de alagamentos e inundações. A simulação de situações reais por meio de softwares possibilita conhecer de modo mais abrangente o sistema, seus componentes e como esses atuam perante um cenário crítico. Nessas simulações, empregar uma equação de chuvas intensas e eventos de precipitação apropriados à região de estudo aumenta a sua representatividade. Este trabalho possui como objetivo a análise por meio de simulação computacional de parte da rede de drenagem da Universidade Estadual de Maringá, comparando os resultados da aplicação de diferentes equações de chuvas intensas disponíveis para o município da Maringá/PR. Uma análise preliminar das equações de chuvas intensas de Ayres e Lopes (1985 apud Maringá, 2015), Soares e Favaro (2000) e Plúvio 2.1 permitiu estabelecer que a primeira fornece os maiores valores de intensidade, enquanto a segunda fornece os menores valores para chuvas mais longas ($t > 5$ min) e a terceira para as chuvas mais curtas ($t < 5$ min). Simulando a rede da universidade para precipitações com $T_r = 10$ anos e $t = 5$ min, as vazões máximas passando pelo nó de saída da rede variaram entre 0,8% a 8,3%. O valor máximo obtido foi de $4010,24 \text{ L s}^{-1}$ para análise aplicando-se a equação de Ayres e Lopes. A simulação com essa equação também apresentou o maior número de notificações de problemas na rede, com total de 54 indicadores contra 49 e 37, para quando utilizadas as equações de Soares e Favaro (2000) e Plúvio 2.1, respectivamente. O modelo matemático simulado foi construído no software SewerGEMS v8i[®], a partir de arquivos digitais fornecidos pela Prefeitura Municipal de Maringá, Prefeitura do Campus da UEM e observações em campo.

Palavras-chave: Drenagem Urbana. Simulação. Precipitação.

¹ Mestrando, Universidade Estadual de Maringá-UEM, Programa de Pós-graduação em Engenharia Urbana-PEU, bru.forestieri@gmail.com

² Prof. Dr.º., Universidade Estadual de Maringá-UEM, Departamento de Engenharia Civil-DEC, pfsoares@uem.br

³ Prof.ª. Dr.ª., Universidade Estadual de Maringá-UEM, Departamento de Engenharia Civil-DEC, dafsoares@uem.br

1. INTRODUÇÃO

A expansão urbana gera o aumento das áreas impermeáveis, implicando em um crescimento do escoamento superficial derivado das precipitações. Os alagamentos e as inundações na região urbana são consequências da falta de controle dessa ampliação e podem vir a ocasionar desde danos materiais às perdas humanas (TUCCI, 2005).

O sistema de drenagem de águas pluviais é, segundo o conceito higienista, responsável por captar o escoamento derivado das precipitações e realizar o seu transporte e lançamento (FEAM, 2006). O conceito ambiental propõe a implantação de alternativas para lidar com a água da precipitação na fonte, por meio da melhora da infiltração e reservação. Apesar do seu crescimento, o seu custo mais elevado e sua difícil construção dificultam a sua prática (TOMASI, 2008).

Conhecer a rede de drenagem e gerenciar sua manutenção e expansão é de fundamental importância para garantir sua eficiência e prevenir problemas. O surgimento de softwares computacionais que possibilitassem a criação de modelos matemáticos representativos de redes reais promoveu um grande avanço na área do planejamento urbano e da drenagem (BUTLER; DAVIES, 2004).

A simulação de modelos possibilita a verificação e determinação do comportamento de uma rede de drenagem para diferentes cenários e parâmetros e, assim, estipular suas deficiências e possíveis correções. Um dos principais dados de entrada se refere ao evento da precipitação, sua intensidade e duração. (CÂNDIDO, 2013)

Para o município de Maringá, no estado do Paraná, verificou-se a existência de três equações de chuvas intensas possíveis de serem aplicadas durante um processo de dimensionamento e modelagem de um sistema de drenagem no município. Tendo em vista suas diferentes origens, esse trabalho propõe uma análise desses equacionamentos e um estudo de caso do comportamento de parte da rede do campus sede da Universidade Estadual de Maringá considerando esses três equacionamentos realizado por meio de simulações computacionais.

2. DESENVOLVIMENTO

O aumento no número de ocorrências de alagamentos e inundações gerou um alarme quanto ao rápido crescimento urbano, principalmente quando desordenado. As inundações e alagamentos são consequências do aumento da impermeabilização e da geração de resíduos, trazendo riscos à segurança e saúde da população (TUCCI, 2005).

Os sistemas de drenagem de águas pluviais possuem como principal objetivo o controle do escoamento derivado da precipitação. Historicamente, o uso de canais e galerias para o controle das águas urbanas é antigo. O emprego no país como solução para a drenagem iniciou-se no século XIX, seguindo como base principal os preceitos do conceito higienista (TOMASI, 2008).

O conceito higienista prega que as águas residuais urbanas devem ser deslocadas para fora do perímetro das cidades rapidamente, evitando assim a propagação de doenças e melhorando a condição de saneamento das cidades. Atualmente, tal conceito é classificado como ultrapassado, pois visa somente uma solução local e transfere o problema a jusante, mas, por possuir menor custo e fácil dimensionamento, seu uso no país ainda é intenso (TOMASI, 2008).

De acordo com Tucci (2005) e Veról e Rezende (2015), quanto ao desenvolvimento histórico da drenagem urbana, esta pode ser dividida em quatro fases: pré-higienista, higienista, corretiva e de desenvolvimento sustentável.

O conceito ambiental, ou de desenvolvimento sustentável, é uma alternativa para o controle da drenagem urbana. Neste, incentiva-se o emprego de soluções que

favoreçam a infiltração, a retenção e o tratamento das águas das precipitações, de modo a diminuir o impacto do desenvolvimento urbano nas fontes e no ciclo d'água. Por necessitarem de análises interdisciplinares e possuírem custo mais elevado, projetos com esse conceito não são frequentes, apesar de estarem em crescimento (TOMASI, 2008).

Atualmente, é comum que as redes de drenagem urbana sejam total ou parcialmente separadas do sistema de esgoto sanitário, nos chamados sistema separador absoluto e sistema separador parcial, respectivamente (BUTLER; DAVIES, 2004). No município de Maringá, a rede foi concebida para trabalhar como o primeiro modelo, porém acredita-se que a existência de conexões inadequadas nas redes domésticas possa vir a causar a deficiência do modelo, de modo que esse venha a comportar-se como um sistema híbrido.

A Diretriz Municipal nº 346/2015, emitido por Maringá (2015), especifica os principais componentes de uma rede de drenagem e como esses devem ser dimensionados e executados para o município de Maringá (MARINGÁ, 2015). Usualmente, uma rede de drenagem simples é composta por: galerias, poços de visita (PV), bocas de lobo (BL), caixas de ligação (CL) e sarjetas. Todos esses elementos são instalados com o objetivo de captar e transportar o escoamento até um exutório, como córregos, rios e estações de tratamento. O uso de componentes alternativos, como valas e poços de infiltração, drenos, pavimentos permeáveis, reservatórios e outros componentes são cada vez mais considerados nos projetos de drenagem.

Gerenciar o desenvolvimento do sistema de drenagem municipal e seus componentes é de vital importância para a manutenção de uma rede eficaz e, assim, prevenir a ocorrência de alagamentos e suas deficiências. O Instituto de Pesquisas Hidráulicas - UFRGS (2005) lista princípios a serem seguidos pelas cidades de modo a melhorar esse desenvolvimento. Dentre os tópicos, enfatiza-se a criação de Planos Diretores de Drenagem Urbana (PDDU), contidos nos planos diretores dos municípios. Estes devem abranger regiões a serem desenvolvidas e buscar o controle do escoamento na fonte, evitando a transferência do problema para regiões a jusante.

Os modelos matemáticos e a simulação de redes de drenagem surgiram como solução para a difícil tarefa de gerenciar de sistemas sob rápida expansão. As simulações podem ser utilizadas em diferentes etapas de uma obra: planejamento, projeto e construção; operação e manutenção; e reabilitação. Conforme Cândido (2013), a sua aplicação busca a determinação da melhor solução ou projeto mais eficiente, e avaliação do desempenho atual de um sistema existente.

Por definição, os modelos matemáticos de sistemas de drenagem de águas pluviais são representações dos componentes das redes e como esses se comportam perante diferentes cenários. Estes cenários podem abranger as condições hidráulicas e hidrológicas, além da qualidade da água derivada da precipitação, sendo que a sua construção é usualmente realizada com o uso de softwares específicos, como o Storm Water Management Model – SWMM® da Agencia de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (USEPA) e SewerGEMS® da Bentley Systems (BUTLER; DAVIES, 2004).

A modelagem hidrológica avalia a conversão da precipitação em escoamento superficial, verificando os processos envolvidos no ciclo d'água. Para redes de microdrenagem, é usual a aplicação do chamado Método Racional, no qual um coeficiente de permeabilidade determina a porcentagem da precipitação a ser convertida em escoamento. A área de contribuição será delimitada conforme o decaimento e ocupação do terreno, devendo possuir dimensão inferior a 2 km². Seu coeficiente de permeabilidade dependerá de seu uso, sendo comum o emprego de valores fixos encontrados na literatura (PORTO ALEGRE, 2005).

A precipitação utilizada é estabelecida por meio da definição de um evento crítico. O tempo de retorno (Tr) equivale ao inverso da probabilidade de ocorrência de uma

precipitação com intensidade superior que a estudada, apresentada em anos. A duração refere-se ao período de tempo em que ocorreu a precipitação, em minutos. Ambos serão empregados na definição da intensidade da precipitação, com o uso das relações de intensidade-duração-frequência. (IPH-UFRGS, 2005).

As curvas IDF, como são conhecidas, também podem ser representadas como equações de chuvas intensas, seguindo modelos como da Equação (1). A escolha dos parâmetros de duração e período de retorno deve ser feita conforme a dimensão da obra e coeficiente de segurança desejado. (IPH-UFRGS, 2005).

$$i = \frac{a * Tr^m}{(t + b)^c} \quad (1)$$

em que: i: intensidade da precipitação (mm·h-1);
m, a, b, c: parâmetros de ajuste;
Tr: Período de retorno (anos); e
T: Tempo de duração da precipitação (min).

A modelagem hidráulica determina o comportamento do fluido dentro do sistema. As equações de Saint-Venant que descrevem movimentos não-permanentes variados e de superfície livre, são resolvidos utilizando métodos iterativos para a determinação da vazão e da velocidade do fluido nos trechos. O modelo da Onda Dinâmica propõe a resolução das equações em sua forma completa (CÂNDIDO, 2013).

2.1 Metodologia

Três equações de chuvas intensas foram definidas como representativas para a região do município de Maringá, localizado na região noroeste do estado do Paraná.

A primeira Equação (2) é indicada no Decreto Municipal 346/2015 para o município de Maringá, para aplicação durante o dimensionamento de redes de drenagens (MARINGÁ, 2015). Essa equação foi formulada por Ayres e Lopes (1985 *apud* Maringá, 2015), conforme dados históricos coletados no posto climatológico de Cianorte, localizado cerca de 80 km da região de estudo.

$$i = \frac{2115,18 * Tr^{0,145}}{(t + 22)^{0,849}} \quad (2)$$

A segunda Equação (3) foi formulada por Soares, Favaro e Pereira (SOARES e FAVARO, 2000), com dados históricos coletados pela estação meteorológica localizada no município de Maringá, dentro do campus sede da Universidade Estadual de Maringá (PRUSKI et al., 2006 *apud* FIORIO et al., 2012).

$$i = \frac{2085 * Tr^{0,213}}{(t + 10)^{1,09}} \quad (3)$$

A Equação (4) meio é usada no software Plúvio 2.1, criado pelo Grupo de Pesquisa em Recursos Hídricos da Universidade Federal de Viçosa. A equação foi obtida por meio da interpolação de informações de localidades próximas disponíveis. A interpolação é realizada

individualmente para cada parâmetro, com fator de ponderação correspondente ao inverso da quinta potência da distância entre os locais conhecidos e a região.

$$i = \frac{1341,72 * Tr^{0,175}}{(t + 15,461)^{0,838}} \quad (4)$$

Com o uso das Equações (2), (3) e (4), calculou-se as intensidades de precipitação para as durações de 5, 10, 15, 30, 60 e 120 minutos, para os períodos de retorno de 2, 5, 10 e 25 anos. No total, calculou-se uma série de 24 intensidades para cada equação. Esses dados foram empregados na construção de Curvas IDF e na escolha da chuva padrão para as simulações.

A afinidade das equações foi verificada com o cálculo da diferença percentual entre as intensidades e do coeficiente de concordância de Willmont entre as séries, segundo a resolução das Equações (5) e (6) (WILLMOT, 1984 apud KRAUSE; BOYLE; BÄSE, 2005). Adotaram-se as intensidades encontradas com a Equação (3) como os valores padrões, visto a origem dessa basear-se em dados coletados no local de estudo.

$$DP_i(\%) = \frac{|P_i - O_i|}{O_i} \times 100 \quad (3)$$

$$d = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (O_i - P_i)^2}{\sum_{i=1}^n (|P_i - \bar{O}| + |O_i - \bar{O}|)^2} \quad (4)$$

em que: DP_i: Diferença Percentual entre intensidades;
 O_i: Valor-padrão de intensidade dado por Soares e Favaro (2000);
 P_i: Valor estimado da intensidade;
 d: Índice de Willmont;
 \bar{O} : média dos valores-padrão de intensidade;

Avaliou-se a alteração causada pelas equações de chuvas intensas em uma análise e dimensionamento de um sistema de drenagem por meio de um estudo de caso. Com o uso do software SewerGEMS v8i®, simulou-se um modelo matemático de parte da rede de drenagem da Universidade Estadual de Maringá - UEM perante uma chuva padrão de Tr=10 anos e t=5min. Para cada equação, uma simulação foi executada. A chuva padrão foi escolhida com base nas determinações recomendadas pelo Decreto 346/2015 (MARINGÁ, 2015).

O modelo matemático simulado foi elaborado com o uso de informações coletadas em campo e disponibilizadas pela Prefeitura do Campus da UEM – PCU e Prefeitura Municipal de Maringá. Inicialmente, foi realizado o desenho na rede e inserção dos parâmetros de entrada para seus componentes no software, como: diâmetro; cotas de fundo; coeficiente de rugosidade; comprimento; material; e dimensões de suas aberturas, entre outros. As áreas de contribuição foram definidas em planta conforme o decaimento, o uso e a ocupação do terreno. Como parâmetros de entrada, foram definidos os valores de inclinação média, largura das áreas de contribuição e coeficiente de permeabilidade do solo.

O modelo hidrológico foi simulado pela função Método Racional e o modelo hidráulico pelo solver Implicit, disponibilizados pelo software. O modelo digital no terreno utilizado para adoção de dados de altimetria foi gerado a partir da triangulação de

pontos e plantas disponibilizadas pela PCU no software Autocad Civil 3D 2016®.

A análise das simulações foi realizada avaliando as notificações indicadas pelo programa quanto: componentes trabalhando sobre regime forçado; velocidades superiores a 5m·s⁻¹; e ressaltos hidráulicos. Também foi avaliada a influência da mudança da intensidade na vazão final descarregada pela rede no exutório, que seria a rede municipal.

2.2 Resultados e Discussão

Na Figura 1 são apresentadas as Curvas IDF plotadas com uso das intensidades calculadas com as Equações (2), (3) e (4), respectivamente. A Equação (2), proposta pelo Decreto 346/2015 publicada por Maringá (2015), apresentou os maiores valores calculados de intensidade para todas as durações de chuvas. A Equação (4), interpolada pelo Plúvio 2.1 obteve os menores valores de intensidades para chuvas curtas ($t < 5\text{min}$), entretanto, para chuvas mais longas, suas intensidades foram superiores ao da Equação (3).

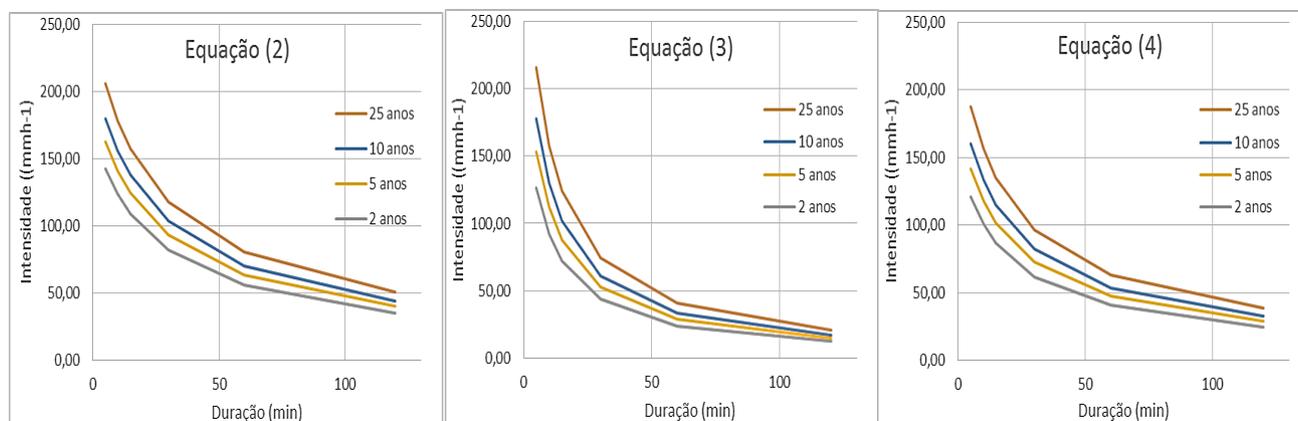


Figura 1 – Gráficos de Intensidade – Duração – Frequência, conforme dados calculados a partir das Equações (2), (3) e (4)

Fonte: Autor (2017)

Com a aplicação das Equações (5) e (6), definiu-se que equações de chuvas intensas formuladas pelo Ayres e Lopes e por Soares, Favaro e Pereira apresentaram um índice de concordância de 0,92, enquanto que para as equações fornecidas por Plúvio 2.1 e Soares, Favaro e Pereira o valor foi de 0,98. Isso permitiu estabelecer que a diferença entre as séries de intensidade das equações foi baixa. A análise das diferenças percentuais (DP) permitiu verificar a semelhança dos valores de intensidade das equações individualmente. Os valores mínimos e máximos de DP foram 1,05% e 190,19%. As Equações (3) e (4) apresentaram a variação de DP mais uniforme, com limites de 8,60% e 28,85%. Tem-se que as divergências entre as intensidades calculadas tendem a aumentar com a duração da precipitação.

A Figura (2) apresenta o modelo do sistema simulado no software SewerGEMS v8i®. A rede da universidade é composta por galerias de concreto e PVC, com diâmetros de 400 a 1000mm. As inclinações dessas é, em sua maioria, semelhante às do terreno.

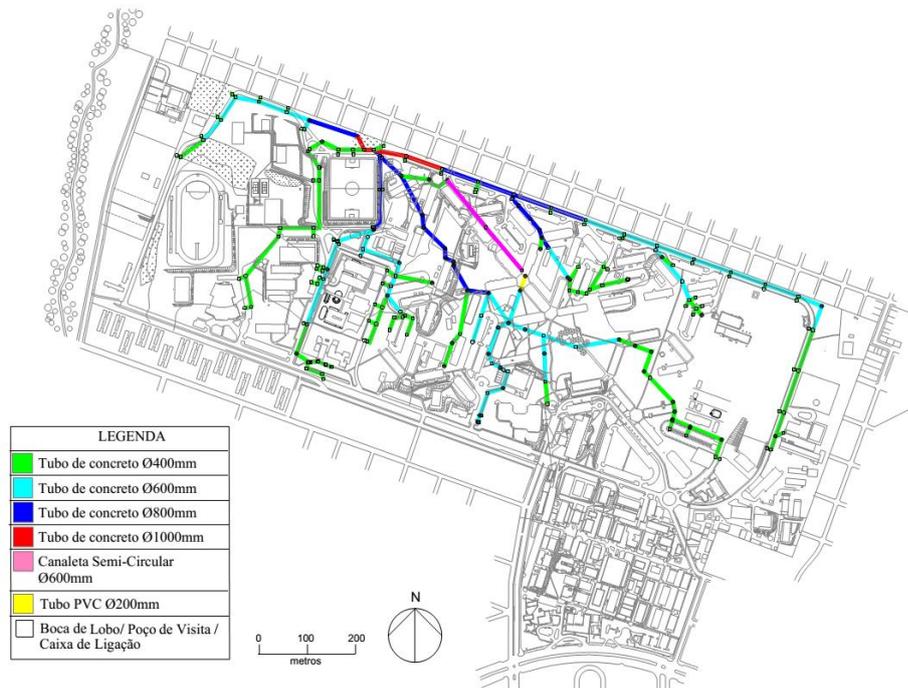


Figura 2 – Sistema de drenagem da UEM simulado no software SewerGEMS v8i®
 Fonte: Bolonhez (2017)

A Tabela 1 apresenta os resultados de vazões máximas no nó de saída da rede para as três simulações, juntamente com o valor da intensidade da precipitação utilizada, considerando um evento hidrológico com $T_r=10$ anos e $t=5$ min. A Tabela 2 expõe as variações das vazões máximas, comparando os resultados apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Vazões máximas no nó de saída

Simulação	Intensidade da Precipitação ($\text{mm}\cdot\text{h}^{-1}$)	Vazões máximas no nó de saída ($\text{L}\cdot\text{s}^{-1}$)
Simulação com Equação (2)	179,94	4010,24
Simulação com Equação (3)	177,90	3977,38
Simulação com Equação (4)	177,90	3675,41

Tabela 2 – Variações de vazão entre as simulações

Comparação	Varição entre as vazões máximas
Simulações com Equação (2) e Equação (3)	0,8%,
Simulações com Equação (3) e Equação (4)	7,6%
Simulações com Equação (2) e Equação (4)	8,4%

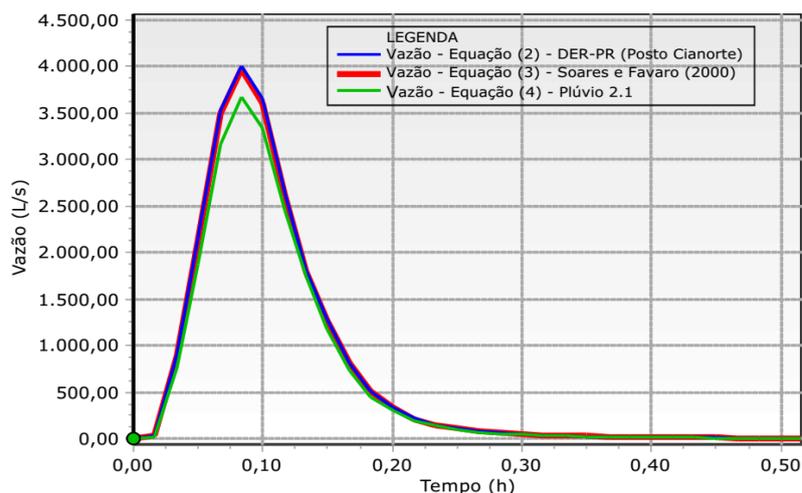


Figura 3 – Vazão no nó de saída do sistema para a rede municipal em função do tempo
 Fonte: Autor (2017)

Para verificar as diferenças entre as vazões, avaliou-se como a condição da rede foi modificada por essas variações. Conforme apresenta o Tabela 3, o número de notificações para as simulações com uso das Equação (2) e (3) foram semelhantes, assim como as suas localizações. Em comparação, os resultados para a Equação (4) possuem quantidade de notificações inferior, com a maior alteração ocorrendo quando comparado o número de componentes com escoamento forçado. As demais simulações apresentaram 32% e 46% mais problemas nesse quesito.

Nas três simulações, os problemas mais graves localizam-se na região mais próxima do exutório, visto a alta vazão acumulada passando por essas galerias.

Tabela 3 – Resumo das notificações sinalizadas

	Escoamentos Forçados		Velocidades superiores a 5 m s ⁻¹		Ressaltos	
	Componentes da rede	Total	Componentes da rede	Total	Componentes da rede	Total
Simulação com Equação (2)	T-36, T-37, T-106, T-107, T-108, T-109, T-117, T-118, T-119, T-120, T-121, T-127, T-128, T-129, T-130, T-131, T-132, T-133, T-134, T-135, T-136, T-141, T-142, T-143, T-144, T-145, T-146, T-151, T-154, T-155, T-156, T-157, T-160, T-214	34	T-2, T-98, T-100, T-105, T-153, T-158, T-212, T-216, T-218	9	T-55, T-114, T-130, T-133, T-138, T-154, T-155, T-172, T-175, T-177, T-179	11
Simulação com Equação (3)	T-36, T-37, T-106, T-107, T-108, T-109, T-117, T-118, T-119, T-120, T-121, T-127, T-128, T-129, T-130, T-131, T-132, T-133, T-134, T-135, T-136, T-141, T-142, T-143, T-144, T-145, T-146, T-154, T-155, T-156, T-160, T-214	32	T-2, T-98, T-100, T-105, T-153, T-158, T-212, T-216, T-218	9	T-133, T-138, T-140, T-142, T-154, T-155, T-175, T-177,	8
Simulação com Equação (4)	T-36, T-37, T-106, T-107, T-108, T-109, T-120, T-121, T-130, T-131, T-132, T-133, T-134, T-135, T-141, T-142, T-143, T-144, T-145, T-146, T-155, T-156, T-160, T-214	23	T-2, T-98, T-153, T-158, T-212, T-216, T-218	7	T-130, T-133, T-138, T-154, T-155, T-175, T-177	7

Fonte: Autor (2017)

Para o evento de precipitação proposto, o emprego das Equações (2) e (3) gerou resultados muito semelhantes, logo não há grande desvio em função da equação de chuvas intensas escolhida. Devido a Equação (3) ter sido formulada conforme dados históricos da região de estudo, sua adoção é preferível. A escolha da Equação (4) para essa precipitação de projeto não é recomendada devido a omissão de ocorrências na extensão da rede de drenagem, influenciando na tomada de decisões para possíveis correções.

Embora para o dimensionamento seja recomendado o uso da Equação (2), conforme a recomendação da Diretriz Municipal 346/2015, que normatiza projetos de drenagem para o

município de Maringá, deve-se ressaltar que a Equação (2) foi obtida utilizando-se dados históricos climatológicos de Cianorte, localizada cerca de 80 km de Maringá e, portanto, podendo comprometer a representatividade quando aplicada em regiões diferentes da qual foi obtida. Economicamente, o efeito na escolha entre as equações não é problemático quando aplicado para pequenas redes, porém para macrodrenagem a escolha pela Equação (3), principalmente quando o dimensionamento é realizado com chuvas de maiores durações ($t > 5\text{min}$), pode gerar projetos mais econômicos.

3. CONCLUSÃO

As três equações de chuvas intensas disponíveis para a o município de Maringá/PR fornecem valores de intensidade semelhantes para chuvas mais curtas ($t < 5\text{min}$). Para chuvas mais longas ($t > 5\text{min}$), a equação de Soares, Favaro e Pereira (SOARES e FAVARO, 2000) prevê os menores valores de intensidade. Para as simulações da rede de drenagem de águas pluviais da UEM, as alterações nas vazões escoadas na rede devido ao uso de diferentes equações de chuvas intensas apresentaram consequências significativas no número de problemas no sistema. A simulação realizada com o emprego da equação de Ayres e Lopes (1985 apud MARINGÁ, 2015) indicou o maior número de problemas na rede, estando esses localizados em sua maioria na região mais baixa do campus sede da universidade. Deve-se notar também que o uso de equações de chuvas intensas que não foram desenvolvidas com dados históricos do local de aplicação pode comprometer a representatividade da questão em estudo.

Para a determinação de equações mais próximas da realidade, um estudo comparativo entre os valores de precipitação gerados e as séries históricas coletadas pela estação meteorológica localizada na UEM poderá ser realizado. Verificando a tendência dos valores de precipitação diária, poderá ser determinado qual das equações engloba mais adequadamente o conjunto de dados reais. Caso seja verificado uma diferença significativa, propõe-se a atualização da equação de Soares, Favaro e Pereira, com uma série histórica mais longa.

REFERÊNCIAS

BOLONHEZ, B. F. **Modelagem Matemática De Redes De Drenagem Urbana**: Estudo de parte da rede da Universidade Estadual De Maringá – Campus Sede. 2017. 153f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2017.

BUTLER, D.; DAVIES, J. **Urban Drainage**. 2. ed. New York: Spon Press, 2004. 566 p.

CÂNDIDO, J. R. S.. **Modelação dinâmica de sistemas de drenagem em meio urbano**. 2013. 103f. Dissertação (Mestrado em Engenharia do Ambiente) - Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade de Nova Lisboa, Lisboa, 2013. Disponível em: <https://run.unl.pt/bitstream/10362/11160/1/Candido_2013.pdf>. Acesso em: 19 jun. 2016.

[IPH-UFRGS] INSTITUTO DE PESQUISAS HIDRÁULICAS - UFRGS. **Plano Diretor de Drenagem Urbana**, Manual de drenagem urbana. Porto Alegre: 2005. 159 p.

KRAUSE, P.; BOYLE, D. P.; BASE F. Comparison of different efficiency criteria for hydrological model assessment. Comparison of different efficiency criteria for hydrological model assessment. **Adv. Geosci**, n.d, v. 5, p.89-97, dez. 2005. Disponível em: <<http://www.adv-geosci.net/5/89/2005/adgeo-5-89-2005.pdf>>.



Avenida Colombo, 5790 (UEM)

Bloco C67 (DEC) – Sala 102A

(44) 3011-5865

Acesso em: 08 nov. 2016.

MARINGÁ. Decreto nº 346, de 05 de março de 2015. Dispõe as diretrizes básicas para elaboração de projetos de drenagem. **Órgão Oficial do Município**, n. 2251, Maringá, PR, 05 mar. 2015., p. 1-5. Disponível em: <http://venus.maringa.pr.gov.br/arquivos/orgao_oficial/arquivos/oom_2251.pdf>. Acesso em: 19 jun. 2016

MIGUEZ, M. G.; VERÓL, A. P.; REZENDE, O. M. Drenagem urbana: do projeto tradicional a sustentabilidade. 1ª. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015.

SOARES, P. F.; FAVARO, D. A. Chuvas Intensas em Maringá: Metodologia e Aplicação. In: I ENCONTRO TECNOLÓGICO DE ENGENHARIA CIVIL E ARQUITETURA DE MARINGÁ. **Anais...** Maringá: UEM, 2000.

FIORIO, P. R.; DUARTE, S. N; RODRIGUES, G.; MIRANDA, J.; COOKE, R. Comparação de equações de chuvas intensas para localidades do estado de São Paulo. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.32, n.6, p.1080-1088, nov/dez. 2012. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/eagri/v32n6/09.pdf>>. Acesso em: 02 Abr. 2017.

[PCU] PREFEITURA DO CAMPUS UNIVERSITÁRIO (Universidade Estadual de Maringá). **Projeto da rede de drenagem da Universidade Estadual de Maringá**. Maringá, 2016.

PREFEITURA DE MARINGÁ. Projeto da rede de drenagem municipal de Maringá. Maringá, 2016.

TOMASI, E. G.; **Coleta e transporte de esgoto sanitário e microdrenagem urbana**. Maringá, 2008. Apostila de Saneamento III do curso de Engenharia Civil – Universidade Estadual de Maringá;

TUCCI, C. E. M. **Gestão de inundações urbana**. Ministério das cidades. Global Water Partnership, World Bank. Unesco, 2005.