

# SIMULAÇÃO PARA AVALIAÇÃO DO COMPORTAMENTO DO ESCOAMENTO NO SISTEMA DE DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS EM SUB-BACIA DA CIDADE DE CAMPINA GRANDE - PB

Sabrina Holanda Oliveira <sup>1</sup>  
Amanda Raquel Bezerra de Lima <sup>2</sup>  
Ana Alice Quintans de Araujo <sup>3</sup>  
Wilton Camelo Pessoa de Farias <sup>4</sup>  
Ruth Silveira do Nascimento <sup>5</sup>

## RESUMO

O crescimento acelerado das cidades, a diminuição da cobertura vegetal da bacia e o aumento contínuo da impermeabilidade do solo, associado com a falta de manutenção e limpeza dos acessórios de drenagem, contribui na modificação do escoamento superficial das águas pluviais, causando impactos negativos no sistema de drenagem urbana e desconfortos à população. Assim, o objetivo deste trabalho é avaliar o comportamento do escoamento superficial de uma microbacia localizada na área urbana de Campina Grande – PB através de simulações computacionais. O monitoramento e modelagem matemática foi realizado através do software de simulação hidrológica Storm Water Management Model – SWMM. O estudo comprovou que o sistema de microdrenagem apresenta trechos subdimensionados, que associados a falta de manutenção e limpeza adequada, acarretam em risco para a população. Por fim, concluir-se que o software respondeu bem a simulação dos fenômenos hidráulicos e hidrológicos que ocorrem na sub-bacia, apresentando resultados satisfatórios e servindo como ferramenta para auxiliar no processo de decisão de gestão de águas urbanas.

**Palavras-chave:** Simulação hidrológica, SWMM, Impermeabilização do solo, Escoamento superficial, Microdrenagem.

---

<sup>1</sup> Graduanda do Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Estadual de Campina grande - UEPB, [sabrina.holanda.oliveira@hotmail.com](mailto:sabrina.holanda.oliveira@hotmail.com);

<sup>2</sup> Graduanda pelo Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, [amandarblima@hotmail.com](mailto:amandarblima@hotmail.com);

<sup>3</sup> Doutoranda do Curso de Engenharia Ambiental da Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, [anaaliceq@gmail.com](mailto:anaaliceq@gmail.com);

<sup>4</sup> Graduando pelo Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, [wiltoncameloesa@gmail.com](mailto:wiltoncameloesa@gmail.com);

<sup>5</sup> Professora orientadora: Doutora em Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, [ruthsn@gmail.com](mailto:ruthsn@gmail.com).

## INTRODUÇÃO

O crescimento contínuo das cidades, sem o devido controle e planejamento, agravado pelo adensamento populacional, acarreta modificações no uso e ocupação do solo, apresentando consequência direta no escoamento pluvial. Com a substituição de áreas que anteriormente proporcionavam a infiltração da água, a maior parcela da água precipitada passa a escoar superficialmente, necessitando, assim, da implantação do sistema de drenagem de águas pluviais urbano.

Segundo Tucci e Montenegro (2005), com a impermeabilização do solo há diversas alterações no ciclo hidrológico, sendo as principais o aumento do volume e da velocidade do escoamento superficial, antecipação da vazão de pico e alteração da qualidade da água escoada.

Em decorrência dessas alterações há inúmeros registros de enchentes, inundações e alagamentos que causam impactos sociais e econômicos ocasionados pela insuficiência ou inadequação do sistema de drenagem. Para Collodel (2009) é possível avaliar diversas condições de funcionamento dos sistemas de drenagem através do estudo e aplicação da modelagem.

A aplicação de modelagem matemática, visando o estudo hidrológico e hidráulico, tem a capacidade de identificar os pontos mais críticos do sistema, e, conseqüentemente, de maiores riscos à população, atuando como um auxílio aos processos decisórios no ambiente da gestão pública. Uma gestão eficaz resulta em uma maior qualidade de vida da população em geral (CAMELO, 2019).

Entre os modelos hidrológicos mais empregados para fins de estudo da drenagem urbana o presente estudo utiliza o *Storm Water Management Model* (SWMM). Ele permite determinar o comportamento do escoamento em período seco e chuvoso, além de permitir a identificação e avaliação de possíveis falhas do sistema de drenagem e a eficiência de estratégias de mitigação dos impactos negativos (CAMINHA, 2014).

Em presença da eficiência atribuída ao modelo SWMM, o presente trabalho<sup>6</sup> tem como objetivo avaliar simulações computacionais do comportamento do escoamento em uma microbacia localizada na área urbana de Campina Grande – PB, a fim de ser uma ferramenta que auxilie no processo de gestão das águas urbanas.

---

<sup>6</sup> Artigo resultado de Projeto de Iniciação Científica, PIBIC – UEPB.

## REFERENCIAL TEÓRICO

O desenvolvimento urbano se acelerou na segunda metade do século XX com a concentração da população em espaço reduzido, produzindo grande competição pelos mesmos recursos naturais (solo e água), destruindo parte da biodiversidade natural.

Para Grande *et al.* (2014), conforme citado por Santos (2015), a apropriação desordenada e desenfreada do solo urbano, além de causar danos ao meio ambiente através da ocupação de áreas de preservação pela população mais desfavorecida financeiramente, é um dos impactos que traz danos mais visíveis à população, uma vez que a ocupação sem planejamento condiciona a ocupação de áreas sem infraestrutura adequada.

Com o objetivo de minimizar os possíveis impactos sobre o ambiente e sobre a população, possibilitando o desenvolvimento urbano de forma sustentável, são implantados os sistemas de drenagem urbana.

Segundo Tucci (2007), devido à falta de controle do poder público no processo de urbanização e comprometimento da capacidade da macrodrenagem, a combinação da impermeabilização dos diferentes loteamentos produz aumento da ocorrência de enchentes a jusante. Esse processo ocorre através da sobrecarga do sistema de microdrenagem (condutos) sobre a macrodrenagem (riachos e canais) que atravessa as cidades.

A avaliação do sistema de drenagem pode ser realizada através da modelagem hidráulica, na qual é possível obter informações a respeito da capacidade dos condutos e dos locais onde ocorrem sobrecargas e possíveis alagamentos.

Collodel (2009) observa que o *Storm Water Management Model* – SWMM merece destaque por ser um software livre, amplamente utilizado em todo o mundo além de permitir incorporar o nível de detalhamento desejado pelo usuário. Por esses motivos que o mesmo foi escolhido como ferramenta de análise neste trabalho.

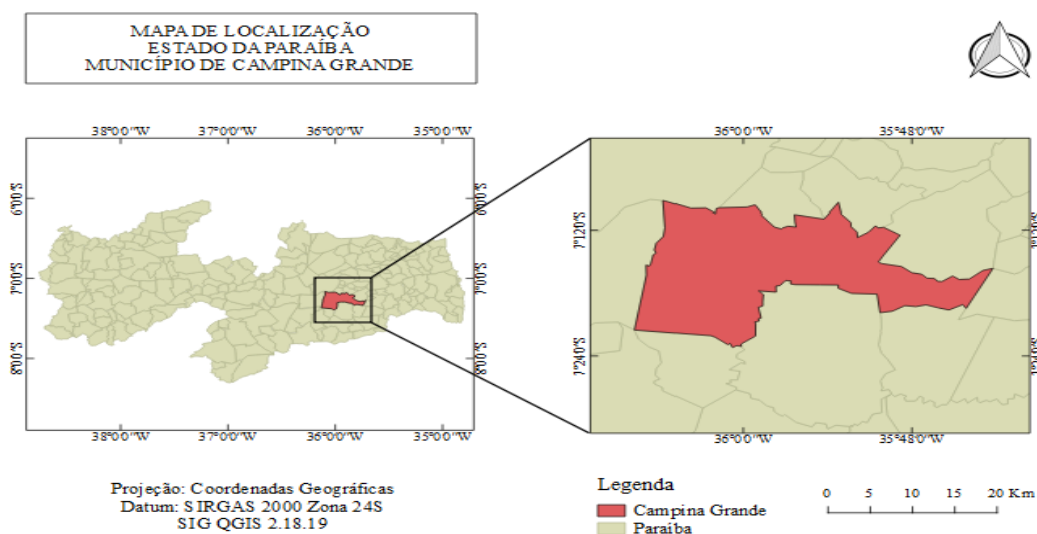
## METODOLOGIA

### 1 Caracterização da área de estudo

O município de Campina Grande (Figura 1) está localizado a 7°13'50'' Sul do Equador e 35°52'52'' Oeste de Greenwich, possui uma área territorial de 594,182 km<sup>2</sup>. A

população de Campina Grande é composta 385.213 habitantes, sendo aproximadamente 95% pertencentes à zona urbanas, e sua densidade populacional de 648.31 hab/km<sup>2</sup> (IBGE, 2010).

Figura 1 – Localização do município de Campina Grande



Fonte: próprio autor (2019)

Com o acelerado processo de urbanização nos últimos anos, novas áreas foram ocupadas favorecendo o aumento do escoamento superficial, provocado por obras de pavimentação, que impermeabilizam o solo, e a construção dos mais diversos tipos de edificações. Conseqüentemente, a cidade tem apresentado sérios problemas nos períodos de chuva, gerados pelo grande acúmulo do volume de água escoada superficialmente. A falta de investimentos do poder público na expansão dos sistemas de drenagem urbana e as falhas dos sistemas que se encontram implantados também contribuem para o fenômeno de inundação das bacias urbanas.

O sistema de drenagem pluvial da cidade de Campina Grande se encontra inserido dentro de quatro bacias principais. Considerando que a proposta do estudo é a avaliação da capacidade de escoamento do sistema de drenagem de sub-bacia urbanas inseridas na cidade de Campina Grande, foi escolhida uma sub-bacia de drenagem localizada na Bacia do Riacho do Prado.

A bacia do Riacho do Prado possui uma área de 37,15 Km<sup>2</sup> e é subdividida em treze sub-bacias (D1 a D13) abordando de forma parcial ou totalmente vinte dois bairros (CAMINHA, 2014). É a bacia com a maior área impermeabilizada e que sofreu maiores alterações no uso do solo no tocante ao aumento da área urbanizada em comparação com as outras bacias (PMCG, 2015).

Devido à ampla extensão territorial foi selecionada para este estudo uma área representativa que compartilha dos mesmos problemas existentes na cidade. Dessa forma, a

sub-bacia de drenagem escolhida é denominada, segundo a nomenclatura utilizada no Mapa Urbano de Campina Grande, como D9 (Figura 2) e se encontra totalmente inserida no bairro Catolé, apresentando uso de solo misto, tendo áreas residenciais, comerciais e de serviços, e frequentes problemas decorrentes da ineficiência da drenagem pluvial em períodos chuvosos.

Figura 2 – Abrangência do bairro Catolé e da sub-bacia de drenagem D9.



Fonte: Google Earth (2019).

## 2 Aquisição e processamento de dados

Para avaliação do sistema de drenagem urbana é necessário a descrição de seus componentes estruturais, bem como dos ambientes que os envolvem. Com essa finalidade, foram realizadas visitas *in loco* e mapeamento do sistema através de ferramentas como *Google Earth* e *Google Street View* visto que os órgãos competentes não dispunham da planta dos sistemas de drenagem da cidade.

Dos fatores fundamentais para o estudo das características do escoamento superficial, destaca-se a tipologia do uso do solo. Assim, foram observadas e mapeadas as ocupações do solo por meio do *Google Earth*, sendo identificadas no processo áreas sem utilização ou com utilização diversificada. Após o processamento dos dados de ocupação do solo, quantificou-se as porcentagens de impermeabilização por quadra.

Entre as informações necessárias para um estudo do comportamento das águas de drenagem pluvial, os dados de precipitação são fundamentais, uma vez que estes são fator determinante do escoamento. A inserção dos dados pluviométricos se deu em função do período de retorno (T), que se trata do inverso da probabilidade de um determinado evento ser igualado ou superado em um ano qualquer.

Visto que o foco da pesquisa é a avaliação do desempenho do sistema de microdrenagem em uma área predominantemente de uso residencial e comercial, o tempo de

retorno adotado foi de 2 anos. As intensidades da precipitação acumulada foram obtidas através da calibração da curva Intensidade x Duração x Frequência (IDF) do município de Campina Grande (Equação 1) realizada por Aragão *et al.* (2000).

$$i = \frac{334T^{0,227}}{(t + 5)^{0,596}} \quad (1)$$

Onde,

i = intensidade pluviométrica (mm/h);

T = tempo de retorno (anos);

t = duração da precipitação (min).

Os valores inseridos no SWMM, no formato de precipitação acumulada, foram calculados utilizando um intervalo de 10 minutos até completar 2 horas de precipitação, tempo estimado de que toda a sub-bacia contribua para o escoamento superficial.

Como a área de estudo não possui planta do projeto de drenagem, o sistema foi projetado utilizando o Método Racional, o mais indicado para cálculos de projeto de microdrenagem, e um tempo de retorno de 10 anos. O comprimento dos condutos foi definido pela extensão das galerias e adotou-se coeficiente de Manning de 0,015. Os condutos foram considerados circulares com diâmetros de algumas seções verificados *in loco*.

### 3 Modelagem da área de estudo

A representação da malha de drenagem partiu dos estudos de Nóbrega (2012) e Caminha (2014), bem como de levantamento *in loco* dos componentes do sistema de drenagem, tais como localização das bocas de lobo, sarjetas e poços de visita e diâmetro das galerias pluviais. A utilização e ocupação do solo no bairro Catolé partiu dos estudos de Araújo (2012) e Santos (2015).

O sistema de microdrenagem foi representado através de uma bacia (bairro Catolé), sub-bacias (quadras), nós e condutos que são interligadas obedecendo às cotas de nível da área representada obtidas no Mapa Base Urbano de Campina Grande - PB.

A bacia de drenagem foi discretizada de acordo com as quadras existentes no bairro com o auxílio do *Google Earth* e da planta planialtimétrica do município de Campina Grande. Para a caracterização das sub-bacias foram usados os parâmetros apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Parâmetros das sub-bacias.

| Parâmetros        | Sigla | Unidade |
|-------------------|-------|---------|
| Área da sub-bacia | A     | ha      |

|   |      |    |
|---|------|----|
| Largura da sub-bacia  | W    | m  |
| Declividade da sub-bacia  | S    | %  |
| Áreas Impermeáveis  | AI   | %  |
| Coefficiente de rugosidade de Manning para superfícies impermeáveis   | NI   | -  |
| Coefficiente de rugosidade de Manning para superfícies permeáveis     | NP   | -  |
| Capacidade de armazenamento em depressões em superfícies impermeáveis | DI   | mm |
| Capacidade de armazenamento em depressões em superfícies permeáveis   | DP   | mm |
| Áreas impermeáveis não conectadas                                     | AINC | %  |

Fonte: Collodel (2009).

Áreas, perímetros e declividades das sub-bacias foram determinados com o auxílio da planta altimétrica do município. A determinação da área impermeável (AI) para cada sub-bacia foi realizada com auxílio do *Google Earth*, o que possibilitou definir as características de suas superfícies.

A largura das sub-bacias (W) foi definida através do cálculo da largura do retângulo equivalente (Le), que representa as sub-bacias em formato retangular, com as Equações 2 e 3.

$$Le = \frac{K_c \sqrt{A}}{1,12} \left[ 1 - \sqrt{1 - \left( \frac{1,128}{K_c} \right)^2} \right] \quad (2)$$

$$K_c = 0,282 \frac{P}{\sqrt{A}} \quad (3)$$

Onde:

Le = largura do retângulo equivalente (m);

K<sub>c</sub> = coeficiente de compacidade (adimensional);

A = área da bacia hidrográfica ou sub-bacia (m<sup>2</sup>);

P = perímetro da bacia hidrográfica ou sub-bacia (m).

A partir de tais valores calcula-se as larguras das sub-bacias (Equação 4).

$$W = \frac{A}{Le} \quad (4)$$

A capacidade de armazenamento em depressões para superfícies permeáveis (DP) e impermeáveis (DI) e as áreas impermeáveis não conectadas (AINC) foram retiradas do estudo de Nóbrega (2012). O autor calibrou esses parâmetros a partir de eventos de precipitações ocorridos na referida área em estudo.

Tabela 2 – Parâmetros da capacidade de armazenamento e áreas impermeáveis não conectadas.

| Parâmetros  | Sigla | Valor | Unidade |
|---|-------|-------|---------|
| Capacidade de armazenamento em depressões em superfícies impermeáveis | DI    | 1,91  | mm      |
| Capacidade de armazenamento em depressões em superfícies permeáveis   | DP    | 5,08  | mm      |
| Áreas impermeáveis não conectadas                                     | AINC  | 10    | %       |

Fonte: Nóbrega (2012).

A infiltração foi modelada a partir da equação de *Horton*. Para esta equação foram adotadas a capacidade de infiltração inicial (I0), capacidade de infiltração final (If) e a constante de decaimento (k) que representam Campina Grande de Paixão *et al.* (2009).

Tabela 3 - Parâmetros da capacidade de infiltração e da constante de decaimento.

| Parâmetros                        | Sigla | Unidade     |
|-----------------------------------|-------|-------------|
| Capacidade de infiltração inicial | I0    | 396,10 mm/h |
| Capacidade de infiltração final   | Ib    | 7,10 mm/h   |
| Constante de decaimento           | k     | 2,677 1/h   |

Fonte: Paixão *et al.* (2009).

Os nós consistem nas junções que conectam os condutos entre si e recebem as contribuições das sub-bacias. Portanto, foram considerados nós os pontos iniciais de condutos, representado pelas bocas de lobo, e o encontro deles. Os parâmetros necessários na caracterização dos mesmos são: coordenadas, cota de fundo e profundidade máxima.

As coordenadas e cotas de fundo foram determinadas pelo Mapa da cidade de Campina Grande, após identificação em campo. Já os valores de profundidade máxima pela diferença entre as cotas das quadras e a cota de fundo dos nós.

Os condutos são por tubulações ou canais naturais nos quais ocorre o transporte das águas escoadas de um ponto a outro do sistema. Os parâmetros necessários na caracterização dos mesmos são: comprimento, diâmetro e rugosidade. Os valores utilizados para esses parâmetros foram os obtidos a partir do projeto de drenagem da área.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através do mapeamento da ocupação do solo foi possível estimar o percentual de permeabilidade da área de estudo. O Código de Obras do Município (PMCG, 2013) fixa uma taxa de ocupação máxima de 50% para escolas, hospitais e *shoppings centers*, 60% de para



lotes residenciais, 75% para lotes com outros usos, além de estabelecer o limite mínimo de 20% de área permeável. Verificou-se que tais parâmetros não foram respeitados na sub-bacia de drenagem, tendo em vista que existem lotes e quadras com mais de 80% de sua área impermeabilizada. Essa percepção é reforçada por Santos (2015), que localizou lotes com 90% de área impermeabilizada. O excesso de áreas impermeabilizadas reduz o tempo de concentração, causando sobrecarga no sistema de microdrenagem.

Com as visitas *in loco* foi possível detectar diversas falhas que afetam o escoamento superficial (Figura 3), tais como alocação incorreta de bocas de lobo e obstrução de sarjetas e bocas de lobo por acúmulo de resíduos. Dentre os problemas detectados se destaca a completa falta de poços de visita, que permitem a manutenção e desobstrução dos condutos.

A falta de gerenciamento e manutenções regulares somadas a escassa consciência da própria comunidade beneficiada pelo sistema de drenagem, acarreta o comprometimento da capacidade de suporte do sistema.

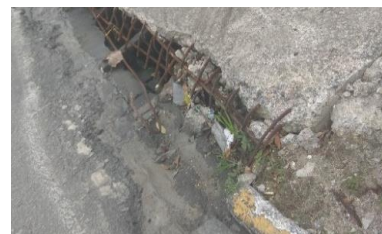
Figura 3 – Falhas encontradas no sistema de microdrenagem.



a) obstrução de boca de lobo gradeada e sarjeta por resíduos



b) obstrução de boca de lobo com concreto pela própria comunidade.



c) Boca de lobo em más condições.

Fonte: próprio autor (2019).

Para a modelagem do sistema foi utilizado o cenário atual de funcionamento do sistema de microdrenagem com o objetivo de analisar o comportamento do escoamento superficial da sub-bacia D9.

Segundo o mapa de inundação gerado ao fim da precipitação (Figura 5.1), 87% sub-bacias apresentaram escoamento superficial superior a 10,0 L/s.

Para acompanhar a recuperação das sub-bacias após 1 hora do fim da precipitação foi gerado outro mapa para análise (Figura 5.2). Verifica-se que não existem sub-bacias que apresentam escoamento igual ou superior a 10,0 L/s, predominando os escoamentos abaixo de 0,20 L/s. Após 2 horas do fim da precipitação (Figura 5.3), cinco sub-bacias apresentaram escoamento superficial entre 0,20 e 1,00 L/s e uma sub-bacia apresentou escoamento superior a 1,00 L/s.

Figura 2 – Simulação do escoamento superficial da sub-bacia de drenagem D9.

Figura 5.1 – Simulação ao fim da precipitação.



Figura 5.2 – Simulação 1 hora após o fim da precipitação.

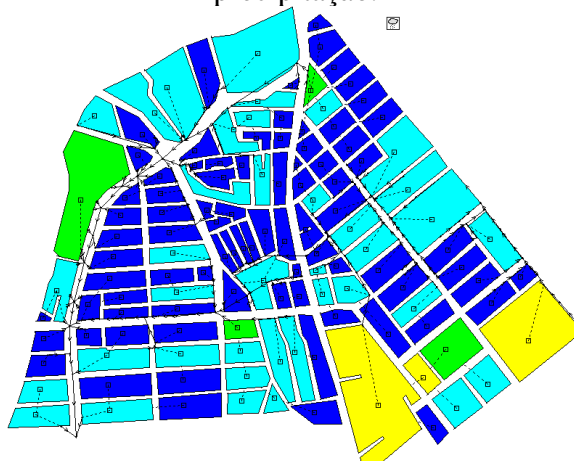
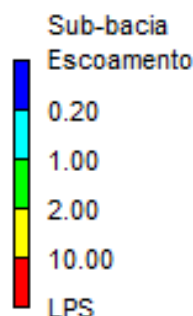
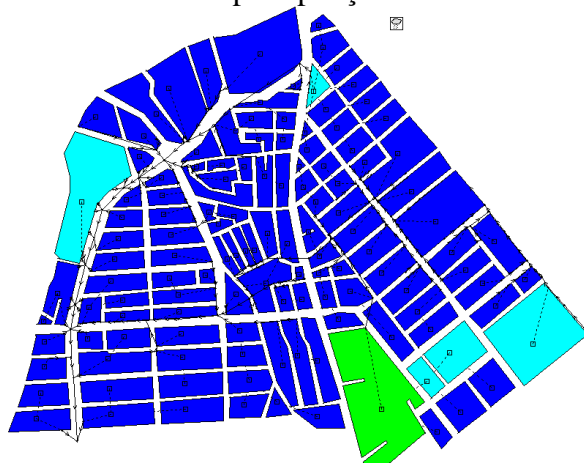


Figura 5.3 – Simulação 2 horas após o fim da precipitação.



Fonte: próprio autor (2019).

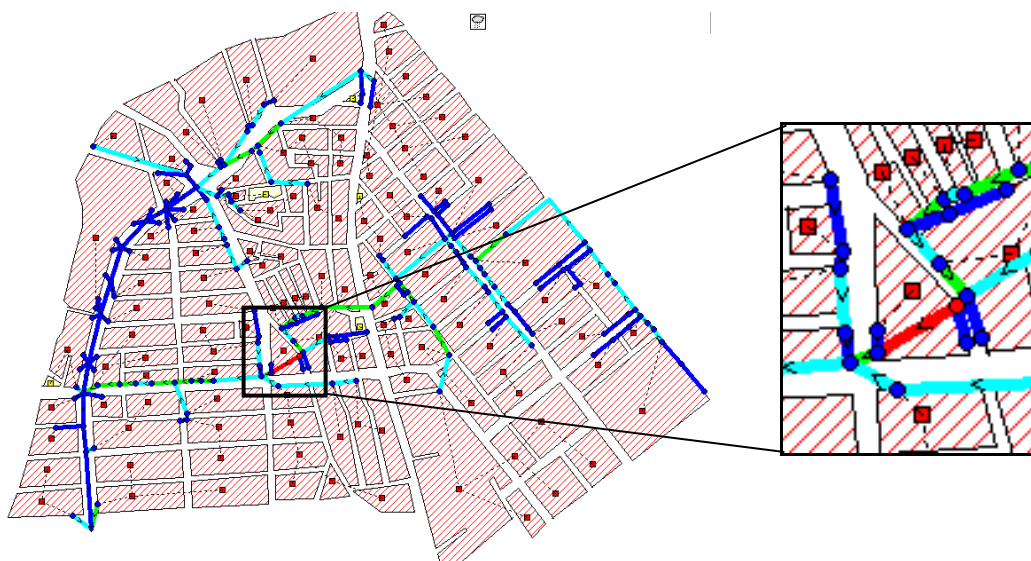
Durante a simulação, 88 sub-bacias apresentaram escoamento superficial acima de 100,0 L/s, o que representa 69% do número total de sub-bacias. Esse alto valor de escoamento pode ser explicado pela topografia relativamente plana da região e a ausência parcial ou total do sistema de microdrenagem, aliado ao elevado percentual de área impermeável.

Em relação aos condutos e nós, o parâmetro analisado foi a capacidade do trecho de comportar a vazão. Detectou-se 30 condutos funcionando com sobrecarga e 30 nós (bocas de lobo) que apresentam inundação interna devido ao subdimensionamento pontual da rede. A água que não escoa pelos condutos se acumula na superfície, causando transtornos para a população.

Dentre os condutos que apresentaram sobrecarga, destaca-se o trecho T140 (Figura 7), como sendo o que, segundo a simulação, apresentou o maior comprometimento de sua

capacidade durante a chuva de projeto e pela longa duração da sobrecarga. Esse trecho está localizado sob um dos *shoppings* da cidade, sendo uma área de recorrentes alagamentos.

Figura 3 - Localização do trecho T140.



Fonte: próprio autor (2019).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através das visitas *in loco* constatou-se que muitas sarjetas e bocas de lobos encontravam-se com acúmulo de resíduos sólidos obstruindo esses elementos. Paralelamente a isso, a região apresenta topografia relativamente plana e altos índices de impermeabilização, tornando-a propícia a alagamentos mesmo com baixas precipitações.

A partir dos resultados provenientes da simulação realizado pelo modelo SWMM foi possível identificar condutos hidráulicamente inadequados, ocorrendo sobrecarga nos mesmos e possíveis transbordamentos. As sobrecargas presentes ocorrem devido às contribuições dos trechos a montante para a sobrecarga do conduto a jusante.

Estas informações permitem ao gestor identificar a causa e a localização das falhas hidráulicas da rede de drenagem de águas pluviais urbanas, possibilitando a implementação de ações eficazes para a sua reabilitação.

## REFERÊNCIAS

ARAGÃO, R. *et al.* **Chuvas Intensas no Estado da Paraíba.** V Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, 2000, Natal. Anais do V Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste. Natal – RN. Associação Brasileira de Recursos Hídricos - ABRH, p. 74-85, 2000.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Censo 2010. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acessado em: 02 de jul de 2019.

CAMINHA, M. J. **Degradação da qualidade da água do sistema de drenagem de sub-bacias urbanas de Campina Grande - Paraíba**. 2014. 100 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental). Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Campina Grande, 2014.

CAMELO, S. M. **Modelagem da poluição difusa em sistemas de macrodrenagem de bacias urbanas**. 2019. 113 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental). Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Campina Grande, 2019.

COLLODEL, M. G. **Aplicação do modelo hidrológico SWMM na avaliação de diferentes níveis de detalhamento da bacia hidrográfica submetida ao processo de transformação chuva-vazão**. 2009. 225 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Hidráulica e Saneamento) - Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2009.

NÓBREGA, P. V. M. **Análise do Sistema de Drenagem de Campina Grande/PB, para Proteção de Áreas de Risco de Inundação**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental). Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Campina Grande, 2012.

PAIXÃO, F.J.R. *et al.* **Ajuste da curva de infiltração por meio de diferentes modelos empíricos**. *Pesquisa aplicada & Agrotecnologia*, volume 2, nº 1, p 108-112. Guarapuava-PR, 2009.

PMCG - PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPINA GRANDE. Lei Municipal nº 5410, de 23 de dezembro de 2013. **Código de Obras – dispõe sobre o disciplinamento geral e específico dos projetos e execuções de obras e instalações de natureza técnica, estrutural e funcional do município de Campina Grande, alterando a Lei de nº 4130/03, e dá outras providências**. Campina Grande, PB, 2013.

\_\_\_\_\_. **Relatório Técnico do Plano Municipal de Campina Grande**. 2015.

SANTOS, K. A. **Análise multitemporal integrada da permeabilidade do solo nos bairros Catolé E Sandra Cavalcante em Campina Grande – PB**. 2015. 55 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental). Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Campina Grande, 2015.

TUCCI, C. E. M. Inundações urbanas. **Porto Alegre: ABRH/RHAMA**, v. 11, 2007.

TUCCI, C. E. M., MONTENEGRO, M. H. *Saneamento Ambiental e Águas Pluviais* In: *Gestão do Território e Manejo Integrado das Águas Urbanas*, Escola Internacional de Água para Desenvolvimento – Hydroaid, Programa de Modernização do Setor de Saneamento, Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental, Ministério das Cidades, Brasília, 2005.