

AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL DE UMA AVENIDA EM UM MUNICÍPIO DE MÉDIO PORTE DA BAHIA

Evaluation of the surface drainage capacity of an avenue in a medium-sized municipality in Bahia

Bethsaide Souza Santos¹

Lucas Gomes Aguiar²

RESUMO

Com a urbanização e conseqüente aumento da impermeabilização do solo, os centros urbanos estão cada vez mais sujeitos à ocorrência de diversos problemas nas suas respectivas infraestruturas e, alguns desses estão relacionadas à drenagem pluvial. Nesse contexto, torna-se de extrema importância a adoção de medidas preventivas tomadas na fase de pré-desenvolvimento da bacia urbana, tanto estruturais quanto não estruturais. A área de estudo deste trabalho é a Avenida Artêmia Pires na cidade de Feira de Santana (BA), que teve e tem o seu processo de expansão urbana não eficazmente planejado pelas competências públicas. Foi analisado o sistema de drenagem pluvial na avenida, que é representado majoritariamente pelo escoamento superficial irregular. Para o geoprocessamento e determinação de áreas de contribuição, foi utilizado o software QGIS e para o cálculo da vazão de contribuição foi aplicado o método racional, e encontrou-se um valor igual a 8,32 m³/s para a avenida. Foram adotados parâmetros de cálculo e assim foi possível determinar a capacidade de deflúvio superficial e determinar áreas onde essa metodologia é mais insatisfatória. Também foi analisado um cenário futuro de maior impermeabilização do solo, onde foi utilizado o coeficiente de escoamento superficial $C = 0,70$ para todas as áreas. Foi encontrada uma vazão igual a 32,42 m³/s, e assim firmou-se a projeção da capacidade de drenagem superficial da avenida Artêmia Pires que poderá ficar majoritariamente comprometida nesse novo cenário.

Palavras-chave: Drenagem pluvial. Expansão urbana. Planejamento urbano.

¹Mestra em Modelagem em Ciências da Terra e do Ambiente pela Universidade Estadual Feira de Santana (UEFS). Professora auxiliar da Universidade Estadual Feira de Santana - e-mail: bethsaide@gmail.com.

² Graduando em Engenharia Civil pela Universidade Estadual Feira de Santana (UEFS) - e-mail: bethsaide@gmail.com.

ABSTRACT

“Urbanization and the consequent increase in soil sealing makes urban centers increasingly prone to the occurrence of several problems in their respective infrastructures, being some of these related to rain drainage. In this context, it is extremely important to adopt preventive measures (structural and non-structural) taken in the pre-development phase of an urban basin. The object studied in this work is Artêmia Pires Avenue in the city of Feira de Santana (BA), which hasn't had its urban expansion process effectively planned by governmental competences. The avenue drainage system, which is mainly represented by irregular runoff, was analyzed. Geoprocessing and determination of contribution areas were done with QGIS software. Rational method was applied to calculate contribution flow, resulting in 8.32 m³/s. Calculation parameters were adopted. Therefore, it was possible to determine the surface defluviation capacity as well as the areas where this methodology is most unsatisfactory. A future scenario of greater soil impermeability was also analyzed in which runoff coefficient C = 0.70 was used for all areas. A flow of 32.42 m³/s was found and thus the surface drainage capacity of Artêmia Pires Avenue was projected. It is likely to be mostly compromised in this new scenario.”

Keywords: Rain drainage. Urban expansion. Urban planning.

Data de submissão: 18/05/2021

Data de aprovação: 09/06/2021

1 INTRODUÇÃO

O crescimento não ordenado dos centros urbanos é um dos grandes enfoques de discussões no âmbito das políticas públicas de planejamento. Nesse contexto de desenvolvimento, as cidades estão suscetíveis a ocorrência de vários problemas nas suas infraestruturas e, alguns desses, estão relacionadas à drenagem pluvial. Entre eles, tem-se o aumento da ocorrência de eventos de inundação, erosão do solo e contaminação das águas pluviais, decorrentes dos processos de impermeabilização do solo e da canalização do escoamento sem controle dos seus impactos (TUCCI; CRUZ, 2008).

É importante fazer um planejamento primário do sistema de drenagem urbana e manejo de águas pluviais para que essas ocorrências sejam prognosticadas. Fazem-se necessárias medidas preventivas, adotadas na fase de pré-desenvolvimento da bacia urbana, além da priorização da implementação de medidas de controle na fonte. Isso deve ocorrer através de projetos integrados com o planejamento do uso e ocupação do solo urbano, antecipando ainda os possíveis prejuízos à própria sociedade.

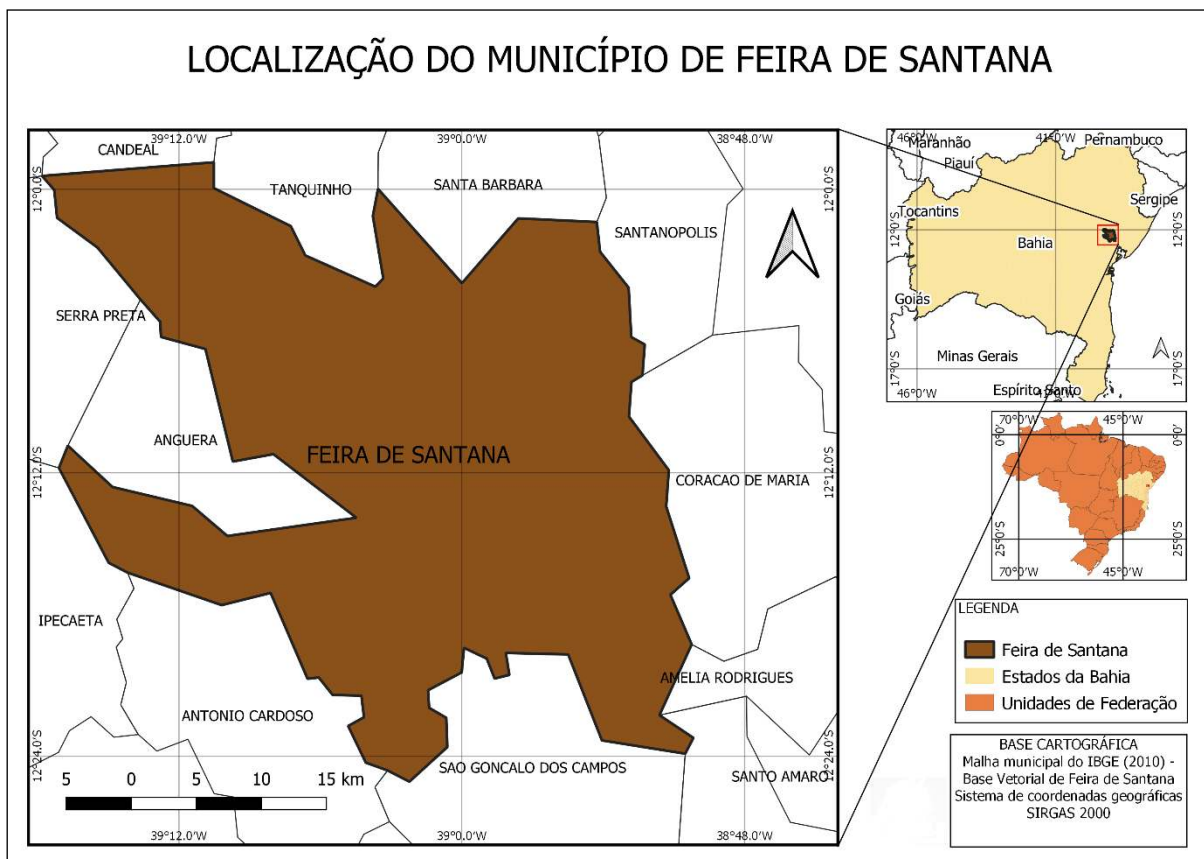
De acordo com Tucci (2003), para regiões onde a intensificação da urbanização é favorecida, devem ser desenvolvidas propostas de controle. Faz-se necessário o estabelecimento de medidas não estruturais para os novos loteamentos, além das próprias medidas estruturais, levando em consideração um horizonte de desenvolvimento e risco de projeto.

O entendimento sobre os processos hidrológicos é fundamental em estudos ambientais, na gestão dos recursos hídricos e em projetos de obras hidráulicas. Sendo assim, a modelagem hidrológica pode ser utilizada para obter conhecimento mais aprimorado sobre os fenômenos físicos envolvidos e a previsão de cenários (MORAES *et al.*, 2003).

A área de estudo deste trabalho é a Avenida Artêmia Pires na cidade de Feira de Santana, na Bahia, escolhida por representar os locais em desenvolvimento e em processo de expansão urbana. Diante disso, o objetivo principal deste artigo é avaliar a capacidade de escoamento superficial de uma avenida que representa um vetor de expansão urbana num município de porte médio da Bahia.

Feira de Santana é a segunda maior cidade do estado da Bahia, e está localizada a 110km da capital Salvador (MAPA 1). Tem uma população estimada de 609.013 pessoas em 2018, possuindo no censo de 2010, densidade demográfica de 416,03hab/km². Possui PIB per capita (2016) de R\$ 21.051,29; e Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) de 0,712 (PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO - PNUD, 2010; INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE, 2019).

Mapa 1 – Localização de Feira de Santana – BA



Fonte: IBGE (2010)

Ainda de acordo com dados do IBGE (2019), a cidade apresenta 59,7% de domicílios com esgotamento sanitário adequado, 48,3% de domicílios urbanos em vias públicas com arborização e 17,1% de domicílios urbanos em vias públicas com urbanização adequada, ou seja, calçada, pavimentação e meio-fio, etc.

Santo (2012) e Oliveira *et al.* (2007) constatam que, em sua extensão territorial urbana, existe ampla rede hidrográfica, “caracterizada pela intermitência de alguns riachos e pela grande variação sazonal do volume de suas lagoas, típico do sertão nordestino”. O município incorpora três bacias hidrográficas: Bacia do Pojuca, Bacia do Jacuípe e Bacia do Subaé.

2 REVISÃO DE LITERATURA

A drenagem urbana abrange a rede de coleta da água e eventuais resíduos sólidos, oriunda do regime de precipitação sobre as áreas urbanas, o seu tratamento e o seu curso aos

corpos d'água (TUCCI, 2005). Ela engloba o conjunto de ações que objetivam diminuir os prejuízos e impactos relacionados às enchentes e inundações, e assim, possibilitar o desenvolvimento urbano de forma adequada.

As águas pluviais urbanas são drenadas pelo pavimento, explicado por Tucci (2005) como “caminho no qual se concentra o escoamento na superfície de bacias”, ou seja, através de canais naturais ou sistema de condutos construídos.

Com a visão de compreender as consequências das mudanças no uso da terra e para prever futuras modificações, o conceito de modelo hidrológico traz consigo um sistema de equações e procedimentos compostos por variáveis e parâmetros, sendo utilizado, de acordo com Marinho Filho *et al.* (2012), “na simulação e previsão de cenários hipotéticos para avaliação de impactos e como ferramenta na elaboração de projetos hidrológicos ou hidráulicos”. Assim, o objetivo de um modelo hidrológico é determinar quantitativamente e/ou qualitativamente os componentes do ciclo hidrológico em uma bacia hidrográfica.

Quando não executada sob condições adequadas, a infraestrutura de drenagem de águas pluviais pode não atender às demandas do escoamento superficial, ocasionando em eventos de inundação e alagamentos.

A Avenida Artêmia Pires, inicialmente construída na primeira década do século XXI, está entre as mais recentes e representa o maior vetor de expansão no sentido nordeste da cidade. É classificada como uma via arterial, e tem sua extensão definida a partir do Anel de Contorno até o povoado de São Roque.

O Quadro 1 apresenta as características técnicas da avenida.

Quadro 1 – Características da Av. Artêmia Pires, Feira de Santana, BA

(continua)

1 – Via, dados gerais	Dimensão
Comprimento geral	6,00 km
Largura média geral (via + via)	Trechos com 8,00m (cada via possui uma faixa).
2 – Canteiro central	Dimensão
Não há canteiro central	
3 – Passeios laterais	Dimensão
Largura média ¹	Variável

(conclusão)

¹ Muitos trechos sem passeios, ou com dimensões inadequadas, apresentando problemas em relação à acessibilidade.	
4-Trafegabilidade para pedestres	Quantidade
Faixa travessia pedestre total	Quatro unidades
Passarela	Não há
Média – comprimento/passagem para pedestre	1,20m
5 - Tipo de uso das edificações do entorno	Descrição
Residencial	Casas isoladas, condomínio de prédios, condomínio de casas
Comércio	Restaurantes, bares, mercados, farmácias, lojas variadas, padarias, <i>shopping</i>
Serviço	Clínicas, faculdade particular, oficinas, igrejas, escolas, centro de atendimento socioeducativo (CASE) Zilda Arns
Há predominância de área residencial, principalmente de condomínio de casas.	

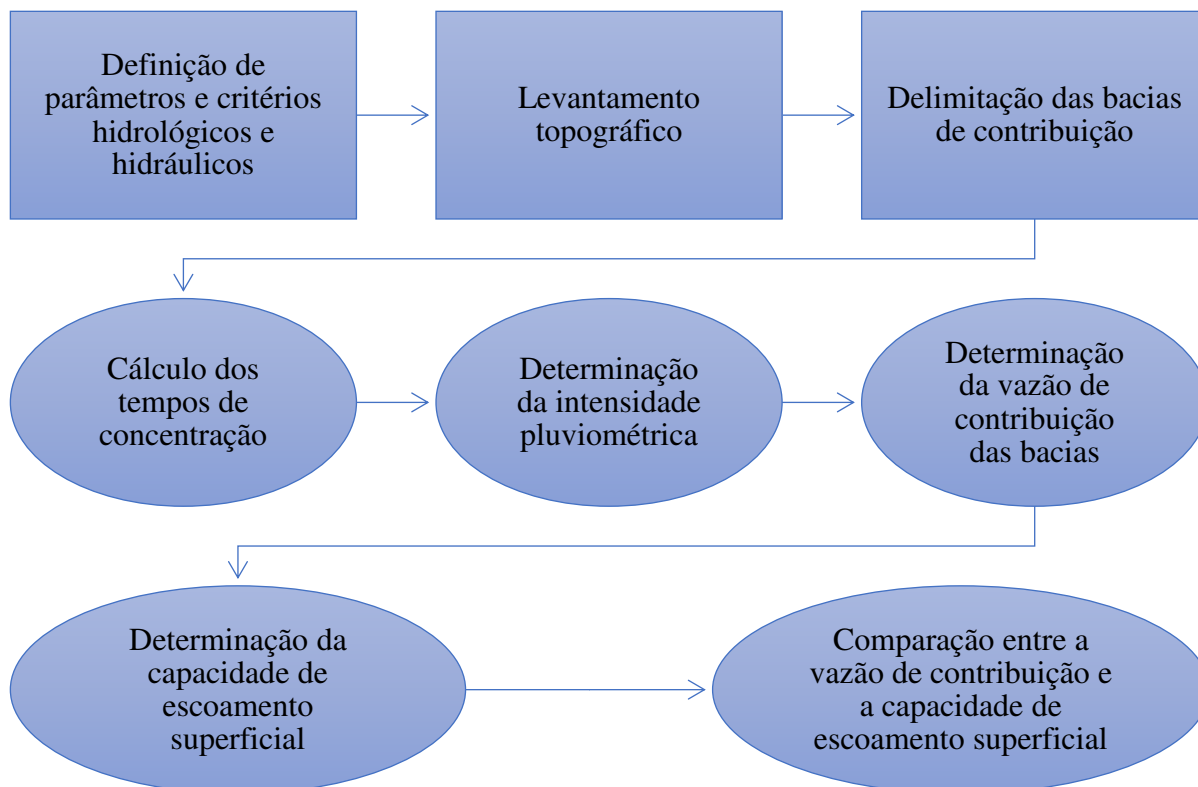
Fonte: ANDRADE (2018)

De maneira geral, a Avenida Artêmia Pires possui em seu percurso irregularidades no pavimento. Aberturas, fendas e desníveis são comuns e prejudicam a mobilidade de veículos e pessoas.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo da drenagem superficial da Avenida Artêmia Pires segue a sequência metodológica apresentada no fluxograma a seguir (FLUXOGRAMA 1).

Fluxograma 1 – Procedimentos metodológicos



Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

Foram definidos os parâmetros necessários para a obtenção dos resultados dessa pesquisa, citados a seguir:

Para determinação de intensidade pluviométrica, equação de chuvas intensas de Novaes (2000):

$$i = \frac{716Tr^{0,241}}{(D+11)^{0,761}}$$

Onde,

i = intensidade pluviométrica (mm/h);

Tr = tempo de retorno (em anos);

D = duração (em minutos).

Para cálculo dos tempos de concentração, fórmula de Kirpich (PARANÁ, 2002):

$$T_c = 53 \left(\frac{L^3}{H} \right)^{0,385}$$

Onde,

T_c = tempo de concentração (em min);

L = comprimento do curso d'água principal da bacia (em km);

H = diferença de elevação entre o ponto mais remoto da bacia e o exutório (em m).

Para a determinação da vazão de contribuição das bacias foi utilizado o método racional. O método é usualmente utilizado para um tempo de concentração menor que 20 minutos, sendo considerada uma precipitação constante ao longo de todo o processo (CANHOLLI, 2014), A maior vazão é calculada durante um evento de chuva de pico, para uma determinada bacia, através da seguinte fórmula:

$$Q_c = \frac{CIA}{3,6}$$

Onde,

Q_c = vazão máxima de contribuição em m^3/s ;

C = coeficiente de escoamento superficial;

I = intensidade média da chuva em mm/h, para uma duração de chuva igual ao tempo de concentração da bacia em estudo;

A = área de drenagem superficial (km^2).

Foi realizado o estudo da topografia e definidos os vetores de escoamento das vias. A partir disso foram definidas as bacias de contribuição da avenida de estudo através da vetorização no *software* de SIG, o QGIS.

Para que fosse possível analisar a capacidade de escoamento superficial da avenida, foram feitas as seguintes considerações: foi adotada uma largura transversal de 8,00m para a via Andrade (2018), e adotou-se uma declividade transversal de 3%, Yazaki, Montenegro e Costa (2018), representativa da declividade média de pavimentos asfálticos com baixa declividade longitudinal.

Apesar da avenida apresentar em seu percurso trechos que não apresentam meio-fio, tão pouco sarjeta definida, considerou-se a condição de que toda a sua extensão apresentava

esses dispositivos de escoamento, para que assim fosse possível mensurar a grandeza e dimensões dos elementos e estruturas de drenagem da Avenida Artêmia Pires (TABELA 1).

Tabela 1 – Características adotadas da Av. Artêmia Pires

Parâmetro	Valor
Largura da pista	8,00m
Altura do meio fio	0,15m
Declividade Transversal	3,00%
Enchimento adotado	0,10m
Área molhada	0,40m ²
Perímetro molhado	8,00m
Raio hidráulico	0,05m

Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

Definindo-se o horizonte de projeto e grau de proteção hidrológica para os cálculos realizados, foi estabelecido o tempo de retorno para o cálculo da intensidade pluviométrica igual a 10 anos, uma vez que, de acordo com a Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano de São Paulo, esse intervalo representa um risco compatível com os critérios adotados para controle da microdrenagem. (SÃO PAULO, 2012).

A obtenção dos dados altimétricos ocorreu através de Imagem *Shuttle Radar Topography Mission (SRTM)*, em português: Missão Topográfica de Radar Transportado. As imagens foram obtidas pelo site do *United States Geological Survey (USGS, 2000)*. As informações obtidas pela SRTM possibilitam a análise aprofundada da topografia. Através dos dados altimétricos do modelo digital de elevação, foi possível determinar as cotas de todos os pontos necessários para a realização do estudo.

Através do estudo topográfico, foi possível mensurar as áreas que contribuem para a vazão de escoamento superficial da avenida. A via foi dividida em trechos, levando em consideração as mudanças de declividade e as interseções com outras vias, delimitando assim as bacias de contribuição através de software de SIG.

Através da análise *in loco*, foram identificados condomínios fechados que não participam diretamente da vazão de contribuição da avenida. Portanto, suas áreas não foram consideradas.

Foram determinados os coeficientes de escoamento superficial para cada bacia de contribuição na atual situação de urbanização. Algumas áreas ainda se encontram em condição não urbanizada, sendo considerado o coeficiente igual a 0,10, conforme classificação referente a ‘subúrbios com alguma edificação’ (SÃO PAULO, 2012). Outras áreas são compostas basicamente pelo pavimento da avenida, sendo utilizado então o coeficiente igual a 0,80, enquadrados como ‘edificação muito densa’ (SÃO PAULO, 2012). Valores intermediários a esses foram determinados para representar as áreas comerciais e residenciais.

Para obtenção dos tempos de concentração e intensidade pluviométrica, foram coletados os comprimentos e declividades dos talwegues das áreas de contribuição.

Analisando o cenário futuro de cobertura vegetal e condições de ocupação das bacias em estudo, estimou-se o coeficiente de escoamento superficial $C = 0,70$ para proceder com a mesma metodologia de cálculo supracitada no cenário base (atual).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Avenida Artêmia Pires, o volume de água precipitado esco superficialmente pela via em grande parte de sua extensão. Por apresentar declividades longitudinais baixas a médias na maior parte da sua extensão, ela apresenta condições de escoamento das águas pluviais consideradas não favoráveis. Isso se deve também ao fato de que se trata de uma via cuja estruturação deu-se concomitante à implantação de novos empreendimentos, sendo estes responsáveis pelos elementos urbanos de drenagem.

Alguns dispositivos do tipo “boca de lobo” estão presentes em alguns pontos da avenida. Com os relatos fotográficos feitos *in loco*, pôde-se observar a existência de uma lâmina d’água formada ao redor das bocas de lobo, o que aponta o abaulamento insatisfatório da plataforma sobre a via (FOTOGRAFIA 1).

Fotografia 1 – Lâmina d'água próximo a bocas de lobo



Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

Em uma considerável extensão da avenida, não há sarjetas nem meio-fio, e a água precipitada escoar do pavimento para as laterais não calçadas, teoricamente permeáveis. Essa condição não é adequada, uma vez que não há possibilidade do volume de água infiltrar no solo, criando superfícies com concentração da água precipitada. De maneira geral, esses trechos referem-se à extensão da avenida onde não há uma grande concentração de construções.

O valor calculado para a vazão total de contribuição para o cenário atual de urbanização foi $8,47\text{m}^3/\text{s}$ e, comparando esse valor com a capacidade de escoamento superficial, constatou-se alguns trechos em situação desfavorável com o não atendimento pelo sistema de drenagem, segundo os parâmetros adotados nesta pesquisa.

Cabe então, analisar, em todos os trechos, as causas de tal situação. As principais são: altíssimo grau de impermeabilização do solo, o que é intensificado pela baixa declividade em alguns trechos, que favorece a ocorrência de alagamentos e águas paradas. Um outro fator propiciador de inundações é a construção de redes de drenagem independentes pelos diversos empreendimentos imobiliários em construção na avenida. Em outros trechos, há erros de dimensionamento de sarjetas e declividades, além da inexistência de elementos coletores em cruzamentos.

Considerando o cenário futuro de cobertura vegetal e condições de ocupação das bacias em estudo, foi calculada a vazão total de contribuição ao escoamento superficial da avenida igual a $32,42\text{m}^3/\text{s}$. Esse valor representa um aumento de 383% na vazão em relação ao cenário atual, o que implicará em diversos problemas para o sistema de drenagem atual, que já é deficiente.

Com o novo parâmetro de impermeabilização, maiores intervalos não atenderam à vazão de escoamento superficial calculada e praticamente 90% da extensão da via apresentou trechos em que o sistema de drenagem superficial não atende à vazão de contribuição mínima requerida.

Percebe-se que a capacidade de drenagem superficial da Avenida Artêmia Pires ficará majoritariamente comprometida, uma vez que com o aumento da impermeabilização, haverá uma maior vazão de contribuição. Assim, fica explícita a necessidade da simulação de cenários futuros no âmbito do planejamento urbano e na implantação de sistemas de drenagem.

Como medidas mitigatórias, pode-se citar o não aumento do fluxo decorrente de novos lançamentos imobiliários e para isso, soluções internas a estes empreendimentos devem ser exigidas, como pavimentação permeável e trincheiras de infiltração. Isso para garantir que, com a futura pavimentação dessas áreas, hoje permeáveis, não ocorra aumento da vazão. Além disso, manutenção preventiva periódica deve ser feita, de forma a garantir a integridade dos dispositivos de drenagem superficial e conseqüentemente, bom funcionamento de todo o sistema.

5 CONCLUSÃO

O estudo realizado permitiu uma melhor análise e entendimento da relação entre a urbanização e a drenagem pluvial da Avenida Artêmia Pires. Tendo como fundamento as observações feitas em campo, foram identificados os métodos de drenagem existentes, sendo a mais representativa da via, a drenagem superficial.

Devido a avenida em estudo ser um dos maiores vetores de expansão de Feira de Santana, essa pesquisa tem extrema importância, apesar da mesma não ser caracterizada como um dos principais enfoques de problemas de inundações e alagamentos. Pouco é feito no sentido de controlar os efeitos causados pela urbanização na cidade. Assim, os impactos ocasionados pela urbanização inadequada requerem medidas preventivas e se for o caso, corretivas.

A principal proposta dessa pesquisa é fornecer subsídios para a participação incisiva do poder público no planejamento da drenagem. Os resultados apresentados evidenciam que não houve uma análise prognóstica de futuros cenários de impermeabilização da área, que representam instrumentos indispensáveis de estudo para os gestores de planejamento urbano.

Principalmente em áreas em expansão urbana, o planejamento da drenagem pluvial necessita ser realizado de forma integrada com os demais segmentos da infraestrutura, uma vez que são interdependentes. Entretanto, salienta-se também a necessidade de seu planejamento específico, onde sejam utilizados critérios bem definidos, resultados de uma política da administração pública baseada em normatizações adequadas e nas sustentabilidades econômica, financeira e ambiental.

Sugerem-se melhorias estruturais nos dispositivos existentes e também a adoção de medidas compensatórias e não estruturais de controle do escoamento superficial, que se baseiam na retenção temporária e na infiltração do volume precipitado, e que ajudam a promover o rearranjo parcial do ciclo hidrológico natural. Entre essas medidas, pode-se citar o pavimento permeável, trincheiras de infiltração e poços de infiltração.

Às futuras pesquisas, recomenda-se focar na correlação entre a expansão urbana e outras vertentes da infraestrutura, não só na Avenida Artêmia Pires como em outros vetores da cidade. Também, avaliar quantitativamente a adoção de medidas compensatórias e não convencionais de drenagem.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, M. S. **A Avenida Nóide Cerqueira no traçado urbano da cidade de Feira de Santana, Bahia**. 2018. Dissertação (Mestrado em Desenho, Cultura e Interatividade) – Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2018.

CANHOLI, A. P. **Drenagem urbana e controle de enchentes**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2014. 384 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Cidades@**. Sistema agregador de informações. Disponível em: <http://www.cidades.ibge.gov.br/v3/cidades/municipio/2910800>. Acesso em: 11 ago. 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Dados do município de Feira de Santana**. 2010. Disponível em: <http://www.cidades.ibge.gov.br/v3/cidades/municipio/2910800>. Acesso em: 11 ago. 2020.

MARINHO FILHO, G. M. *et al.* Modelos Hidrológicos: conceitos e aplicabilidades. **Revista de Ciências Ambientais**, Canoas, v.6, n.2, p. 35-47, 2012. DOI: <https://dx.doi.org/10.18316/268>. Disponível em: <https://revistas.unilasalle.edu.br/index.php/Rbca/article/view/268> . Acesso em: 15 jul. 2020.

MORAES, J. M. *et al.* Propriedades físicas dos solos na parametrização de um modelo hidrológico. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v.8, n.1, p. 61-70, 2003. Disponível em:

<https://www.abrhidro.org.br/SGCv3/publicacao.php?PUB=1&ID=37&SUMARIO=573>.

Acesso em: 27 set. 2020.

NOVAES, C. P. de. **Sistemas de drenagem urbana**. Feira de Santana: Universidade Estadual de Feira de Santana, 2000.

OLIVEIRA, A. M. de *et al.* O uso da técnica de sensoriamento remoto para a localização de lagoas no município de Feira de Santana – BA. *In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO*, 13., 2007, Florianópolis. **Anais [...]**. Florianópolis: INPE, 2007. p. 2939-2646. Disponível em:

<http://marte.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2006/11.14.19.56/doc/2939-2946.pdf> .

Acesso em: 3 de out. 2020.

PARANÁ. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. **Plano Diretor de Drenagem para a Bacia do Rio Iguazu na Região Metropolitana de Curitiba**. Curitiba: Suderhsa, 2002.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO (PNUD Brasil). **Índice de Desenvolvimento Humano Municipal**. 2010. Disponível em:

<https://www.br.undp.org/content/brazil/pt/home/idh0/conceitos/o-que-e-o-idhm.html>. Acesso em: 28 jun. 2020.

SANTO, S. M. **A Expansão urbana, o Estado e as águas em Feira de Santana - Bahia (1940-2010)**. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura, Universidade Federal da Bahia, Bahia, 2012. Disponível em:

<https://repositorio.ufba.br/ri/handle/ri/25832>. Acesso em: 12 jul. 2020.

SÃO PAULO (cidade). Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano. **Manual de drenagem e manejo de águas pluviais: aspectos tecnológicos: diretrizes para projetos**. São Paulo: SMDU, 2012. 128 p. v.3. Disponível em:

https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/desenvolvimento_urbano/arquivos/manual-drenagem_v3.pdf . Acesso em: 2 out. 2020.

TUCCI, C. E. M.; CRUZ, M. A. S. Avaliação dos Cenários de Planejamento na Drenagem Urbana. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v.13, n.3, p. 59-71, jul./set., 2008. Disponível em:

<https://www.abrhidro.org.br/SGCv3/publicacao.php?PUB=1&ID=14&SUMARIO=167> .

Acesso em: 15 out. 2020.

TUCCI, C. E. M. Drenagem urbana. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v.55, n.4, p. 36-37, out./dez., 2003. Disponível em:

http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252003000400020&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt.

Acesso em: 5 jul. 2020.

TUCCI, C. E. M. **Gestão de águas pluviais urbanas**. [Brasília, DF]: Ministério das Cidades, 2005. Disponível em:
https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/285/o/Gest%C3%A3o_de_Aguas_Pluviais__.PDF?1370615799. Acesso em: 15 out. 2020.

UNITED STATES. Geological Survey (USGS). **Shuttle radar topography mission**. Disponível em: <https://earthexplorer.usgs.gov/>. Acesso em: 18 set. 2020.

YAZAKI, L. F. O.; MONTENEGRO, M. H. F.; COSTA, J. da (ed.). **Manual de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas do Distrito Federal**. Brasília, DF: Adasa: Unesco, 2018. 329 p. Disponível em:
https://www.adasa.df.gov.br/images/storage/area_de_atuacao/drenagem_urbana/Manual_Drenagem/Manual_Drenagem.pdf . Acesso em: 27 out. 2020.