CAPÍTULO 1

PROPOSTA DE IMPLANTAÇÃO DE UMA BACIA DE DETENÇÃO PARA MITIGAÇÃO DE ENCHENTES NO CENTRO DA CIDADE DE BUÍQUE – PE

Submetido em: 07 de fevereiro de 2020.
Aceito em: 18 de março de 2020.

Amanda Mayanne Pereira de Almeida[1]
Arianny Élida Amorim Simões[2]
Clauton de Almeida Silva[3]
Douglas Henrique Vieira Beserra[4]
Sarah Raquel Araújo Mesquita [5]
Eduardo Cabral da Silva[6]

RESUMO

Atualmente grande parte dos municípios brasileiros têm enfrentado diversos problemas, relacionados a ausência de infraestrutura e ao rápido crescimento populacional. Fatores que geram o aumento de áreas impermeabilizadas nos centros urbanos, resultando assim, na diminuição de infiltração quando ocorrem as precipitações e,

[1] amanda.mayanne22@hotmail.com
[2] ariannyamrim@gmail.com
[3] eng.clautonalmeida@hotmail.com
[4] douglashenriquevb@hotmail.com
[5] sarah.raquel.mesquita@gmail.com
[6] edcs.cabral@gmail.com.

consequentemente, o aumento do escoamento superficial, tornando mais propensa a ocorrência de enchentes. Por ser algo recorrente e em grande escala, foram desenvolvidas novas medidas compensatórias de drenagem de águas pluviais, com a finalidade de funcionar como complemento aos sistemas já existentes. Tais medidas partem do conceito de gerenciamento de águas pluviais, preocupando-se assim com a destinação das águas, ao mesmo tempo que são regidas pela ideia de desenvolvimento de baixo impacto, tendo em vista, que se utilizam dos espaços já existentes para a sua execução. Um dos métodos de medidas compensatórias diz respeito as bacias de detenção, empregadas para amortecer os picos de vazão e consequentemente o escoamento superficial. Consistem em reservatórios de armazenamento temporário de águas pluviais, provenientes de precipitações intensas, que garantem a dissipação lenta das águas, após um determinado período. Logo, este estudo visa propor a implantação de uma bacia de detenção no município de Buíque-PE, com a finalidade de mitigar as enchentes, tendo em vista a recorrência desses acontecimentos na área, gerando transtornos e danos socioeconômicos a população. Para o desenvolvimento da proposta, foi realizado o dimensionamento preliminar da bacia, determinando a capacidade de armazenamento em um extremo pluviométrico, na ordem de 160 m³.

Palavras-chave: Enchentes. Drenagem urbana. Medidas compensatórias.

INTRODUÇÃO

O elevado grau de urbanização e a impermeabilização das superfícies são fatos evidentes em todo o Brasil, trazendo como consequência a ocupação desordenada em áreas de risco, o aumento da velocidade e do volume do escoamento superficial direto, o aumento da temperatura, a degradação da qualidade da água, proporcionando assim diversos prejuízos à sociedade (COUTINHO, 2011).

Tais problemas encontram-se associados a ausência de um planejamento urbano eficiente, que tem por finalidade prever e propor saídas para tais questões por meio de um gerenciamento de riscos. O mesmo determina parâmetros construtivos a serem seguidos para a diminuição desses impactos e devem estar dispostos no Plano Diretor do município. Porém, nem todos os municípios utilizam-se dessa ferramenta de planejamento urbano da maneira adequada (ALMEIDA, 2019).

Segundo Trindade (2009), os sistemas de drenagem foram por muito tempo colocados de lado no planejamento das cidades, não só no Brasil, mas em todo planeta.

Silva (2018) ainda afirma que, os sistemas de drenagem urbana durante muitos anos foram moldados pelo

conceito higienista, onde as águas pluviais eram relocadas através de tubulações enterradas para pontos à jusante. Porém essa técnica se tornou inviável diante o crescimento populacional desenfreado e também por não solucionar de fato a questão.

Como a maioria das cidades não possuem uma infraestrutura adequada para a nova configuração populacional, acabam surgindo a ocorrência de enchentes. Um outro fator condicionante para esse acontecimento é o aumento de temperatura nos centros urbanos, que exercem influência sob o ciclo hidrológico, deixando-o vulnerável e suscetível a variações pluviométricas bruscas (ALMEIDA, 2019).

Como saída aos problemas gerados pelas enchentes tem-se buscado alternativas que vão além das convencionais, moldadas por bases sustentáveis e ambientalmente corretas e tendo por finalidade suavizar os impactos gerados pela urbanização. Um desses meios consiste na utilização de bacias de detenção, que tem a função de reservar águas pluviais, possibilitando sua dissipação de maneira branda (FRANCISCHET, 2012).

As bacias de detenção já foram aplicadas em algumas regiões do Brasil, locais em que existe a ocorrência constante

de enchentes, obtendo-se sucesso. É característico desse sistema ter uma dupla funcionalidade, tendo em vista que seu uso só ocorrerá em dias com volumes pluviométricos elevados, podendo ser usado para fins de recreação, como praças, quadras ou ainda outros fins. Uma outra vantagem é a sua execução, custo e durabilidade, quando comparado aos sistemas convencionais (ASSUNÇÃO, 2012).

Na cidade de Buíque tais enchentes encontram-se associadas à falta de um sistema adequado de drenagem e são agravadas pelas características geográficas da região central, que apresenta uma altitude inferior aos demais bairros. Proporcionando redução da qualidade de vida, amplificação da exposição a doenças de origem hídrica, além de danos socioeconômicos.

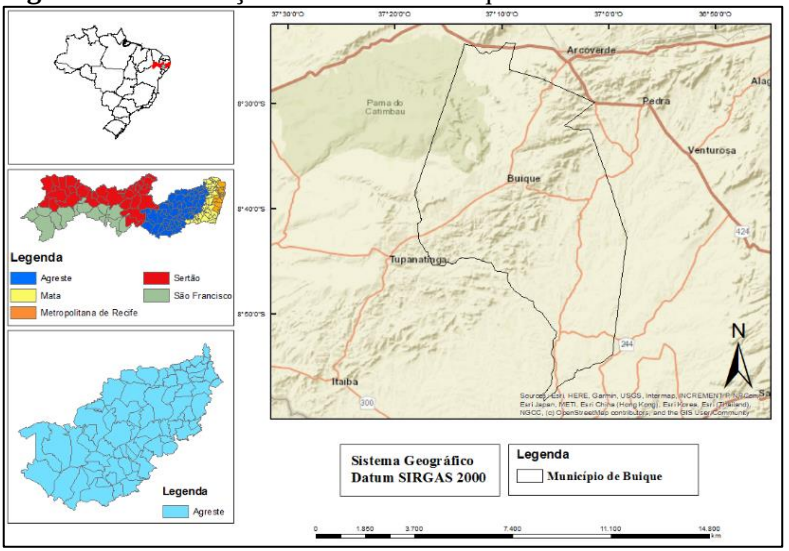
Diante a problemática identificada no município e considerando o sistema de drenagem sustentável, esse trabalho tem por finalidade dimensionar uma bacia de detenção para o centro da cidade de Buíque-PE, com a finalidade de abrandar as enchentes as quais está susceptível.

METODOLOGIA

O município de Buíque está localizado no Agreste pernambucano (Figura 1 - Localização da cidade de Buíque-

PE), entre a latitude 08º37’23’’ sul e longitude 37º09’21’’ oeste, encontra-se inserido no semiárido brasileiro, mais especificadamente na região do Vale do Ipanema. Tendo como área 1.345,124 km² e uma altitude de 814 metros. Pertencente a bacia hidrográfica do Rio Ipanema e tem o reservatório do Mulungu como principal fonte de abastecimento, com uma capacidade de 1.281 m³. A Figura 1 apresenta a localização da cidade.

Figura 1 - Localização da cidade de Buíque-PE



Fonte: Elaboração própria.

O centro do município de Buíque encontra-se em uma região de baixa altitude quando comparado aos demais

bairros da cidade, fator que o deixa propenso a ocorrência de enchentes, associado ainda a ausência de uma infraestrutura com sistema de drenagem eficiente. Nos últimos anos esse problema está a se intensificar, de modo a causar transtornos à população, bem como danos socioeconômicos. A Figura 2 mostra os impactos gerados pelas enchentes no município de Buíque.

Figura 2 - Impactos das enchentes em Buíque-PE

Fonte: Elaboração própria.

A Figura 3 por sua vez, representa o nível atingido pela água durante uma precipitação intensa, tomando por referência um veículo.

Figura 3 - Enchentes no centro de Buíque-PE

Fonte: Elaboração própria.

Diante a situação e como uma forma de proteção contra as enchentes, algumas pessoas residentes no munícipio construíram uma espécie de barramento na frente das suas casas (Figura 4), como forma de mitigar os impactos.

Figura 4 - Residências atingidas pelas enchentes no centro da cidade de Buíque-PE

Fonte: Elaboração própria.

Considerando os transtornos e danos gerados a população, este trabalho tem por objetivo indicar a implementação de uma bacia de detenção como saída para os problemas relacionados as enchentes. Tal medida foi escolhida por ser de fácil instalação e por poder aproveitar o espaço de uma praça já existente (Figura 5), localizada no centro da cidade. Deste modo, ela passaria a exercer uma

dupla função, mantendo a característica recreativa e permitindo a aceitação facilitada da população.

Figura 5 - Praça Major França localizada no centro da cidade de Buíque-PE

Fonte: Elaboração própria.

Logo, o presente estudo trata-se um estudo hipotético, o qual terá como objetivo central o dimensionamento e a elaboração de um projeto de adequação de um elemento de técnica compensatória, bacia de detenção, numa área impermeabilizada no centro do município de Buíque-PE.

2.2 Drenagem Sustentável

Diante os inúmeros problemas relacionados aos sistemas de drenagem convencional, surge a necessidade de implantação de novas técnicas. Essas mais eficientes e respeitando a nova configuração de uso e ocupação do solo, além do grande contingenciamento nas áreas urbanas (DIAS e ANTUNES, 2010). Por sua vez, essas novas técnicas partem do conceito atual de sistema de drenagem sustentável, denominadas de “Low Impact Development” (LID) ou Desenvolvimento de Baixo Impacto (COUTINHO, 2011).

Tais métodos visam sua implementação em espaços urbanos que, no entanto, devem passar por um processo de planejamento capaz de integrá-lo ao ambiente (GONZALEZ, 2014). Sendo classificados como estruturais e não estruturais. De acordo com Meller, Dresch e Daronco (2014), medidas estruturais correspondem aquelas que necessitam de obras de engenharia para sua implementação. Para Tucci (2005), as não estruturais tratam de medidas que podem ser associadas as estruturais ou não, visando reduzir os danos e custos.

Diversas são as técnicas de drenagem sustentável, elas se caracterizam por apresentar soluções que podem ser

integradas ao sistema convencional, surgindo como uma forma de substituir os métodos higienistas (AGOSTINHO e POLETO, 2012). Dentre elas, podemos destacar: pavimentos permeáveis, trincheira de infiltração, telhado verde, jardim de chuva, faixas gramadas, bacias de retenção e bacias de detenção.

Para este estudo foi utilizada a bacia de detenção (Figura 6) com o intuito de captar as águas pluviais e dissipá-las lentamente, amortecendo os picos de vazão. Se difere das bacias de retenção, pois após a sua utilização a mesma permanece seca, podendo ser utilizada para outros fins como áreas verdes, praças e quadras (FRANCISCHET, 2012).

Figura 6 - Bacia de detenção

Fonte: Krull (2016).

Uma de suas vantagens quando comparado aos demais sistemas é que além de reduzir os picos de enchentes, por meio da diminuição dos volumes escoados de águas pluviais, também proporciona a redução da poluição difusa de origem hídrica. No qual essa poluição sedimenta ao longo do tempo de reservação das águas na bacia, ou seja, os sólidos depositam-se no fundo da mesma (TASSINARI, 2014).

2.3 Dimensionamento

Dimensionar uma bacia de detenção nada mais é que do que determinar a vazão de projeto e sua capacidade de armazenamento. Para determinação das vazões é necessário a realização do estudo da bacia hidrográfica, no qual compreende todos os dados relacionados a precipitação, a ocupação da bacia e a projeções futuras da população (VALENTE, 2013).

O método empregado para o cálculo da vazão da bacia de detenção corresponde ao Racional. Já que, ele se aplica de maneira mais adequada para bacias de detenção hipotéticas e de dimensão reduzida (pequeno porte), além de ser um método mais simplificado (ALMEIDA, 2019). Segundo Mira Júnior (2016), o Método Racional é

tradicional e indireto, permitindo determinar a vazão máxima de pico de uma bacia, após eventos de precipitação.

As dimensões para as quais tal Método se aplica podem ser limitadas em função da área da bacia, aplicando-se em ambientes de até 2 km2 (dado este que pode variar de um autor para outro) e com tempo de duração menor que uma hora (permitindo assim, considerar a precipitação constante). Tal característica é definida a partir do armazenamento superficial e das variações de intensidades pluviométricas (SANTOS, 2010).

A teoria defendida pelo Método Racional é que haja a ocorrência de precipitação com intensidade constante e distribuição uniforme, tornando assim possível considerá-la de regime permanente na bacia. De modo, a originar uma vazão máxima com precipitação de mesma duração do tempo de concentração (CSOBI, 2011). Tempo de concentração, por sua vez, trata-se do tempo que o escoamento leva para atingir o pico de vazão da bacia no exutório (GUERZONI FILHO, 2014).

Para o dimensionamento da bacia é necessário, inicialmente, definir a vazão de projeto. A mesma pode ser obtida pela Equação 1 (GRIBBIN, 2009).

$$Qp = 0{,}278 * A * i \quad (1)$$

Onde:

Qp = vazão máxima (m3/s);

A = área da bacia (km2);

i = intensidade pluviométrica (mm/h).

Obs.: o valor de 0,278 é referente a um fator de correção, quando se usa os dados de área da bacia em km².

Porém a Equação 1 não considera em seu cálculo a infiltração ou a evapotranspiração, tendo em vista que se baseia no conceito de bacia impermeável, no qual todo o volume precipitado é escoado. Dessa forma, para que a equação fosse capaz de apresentar a realidade de maneira mais próxima foi acrescentado a mesma um coeficiente de deflúvio ou de runoff (C), assim como mostrado na Equação 2 (KRULL, 2016).

$$Qp = 0{,}278 * C * A * i \quad (2)$$

No qual, C corresponde ao coeficiente de escoamento superficial ou coeficiente de runoff (varia de 0 a 1) e apresenta valores padronizados em decorrência do tipo de superfície, assim como descrito na Tabela 1.

Tabela 1 – Coeficiente de escoamento superficial

Tipo de Superfície	Valor Recomendado	Faixa de Variação
Concreto, asfalto e telhado	0,95	0,90 - 0,95
Paralelepípedo	0,70	0,58 - 0,81
Blockets	0,78	0,70 - 0,89
Concreto e asfalto poroso	0,03	0,02 - 0,05
Solo compactado	0,66	0,59 - 0,79
Matas, parques e campos de esporte	0,10	0,05 - 0,20
Grama solo arenoso	0,10	0,08 - 0,18
Grama solo argiloso	0,20	0,15 - 0,30

Fonte: SUDERHSA (2002).

Entretanto para que seja possível a aplicação da bacia de detenção a vazão de projeto deve ser maior que a vazão de pré-desenvolvimento (KRULL, 2016). Desse modo, a vazão de pré-desenvolvimento deve seguir os mesmos parâmetros utilizados na determinação da vazão de projeto utilizando o método racional, diferindo apenas na aplicação do coeficiente de escoamento.

Equação de Chuvas Intensas

A definição da intensidade das chuvas corresponde a precipitação, esse dado é de fundamental importância no dimensionamento de obras hidráulicas. A caracterização das precipitações ocorre por meio de bases estatísticas e é denominada de equação de chuvas intensas ou curva de Intensidade – Duração – Frequência (IDF) (ASSUNÇÃO, 2012).

Para Dias (2010) a equação de chuvas intensas é obtida por meio de dados provenientes de estudos hidrológicos, monitorados durante um certo intervalo de tempo. Permitindo inferir os parâmetros k, m d e n que participam da equação. A obtenção dos dados é garantida pela leitura de alguns equipamentos de quantificação de chuvas, como o pluviômetro. Diante a ausência de dados pluviométricos, pode-se utilizar as equações pré-existentes em bibliografias, desde que essa região possua regimes pluviométricos semelhantes com a localidade em questão.

Segundo Krull (2016) a Equação 3 representa as chuvas intensas de maneira geral.

$$i = \frac{k * TR^{m}}{(t+d)^{n}} \qquad (3)$$

Onde:

i = intensidade pluviométrica (mm/h);

TR = tempo de retorno (anos);

t = duração da chuva (min);

k, m, d e n = parâmetros obtidos por meio dos dados pluviométricos.

Sendo o tempo de retorno estimado de acordo com a Tabela 2.

Tabela 2 - Tempo de retorno

Sistema	Característica	Intervalo (anos)	Valor recomendado (anos)
Microdrenagem	Residencial	2 -5	2
	Comercial	2 -5	2
	Áreas de prédios públicos	2 -5	2
	Áreas comerciais e avenidas	2 -10	2
	Aeroporto	5 -10	5
Macrodrenagem		10 -50	10
Zoneamento de áreas ribeirinhas		5 - 100	50

Fonte: SUDERHSA (2002).

De acordo com Silva (2018) para aplicação das fórmulas e consequentemente uma análise satisfatória dos dados é necessário uma série de observações de no mínimo 30 anos, com o registro das precipitações máximas.

Os dados em questão podem ser obtidos com o uso de alguns equipamentos capazes de realizar a leitura da lâmina d'água precipitada, como o pluviográfo. Porém o monitoramento pluviométrico brasileiro, consiste em sua maioria em uma leitura por dia, tornando necessário a desagregação de chuvas para aplicação na equação de chuvas intensas. Tal desagregação consiste no fracionamento das chuvas diárias, sendo um processo satisfatório e de simples utilização. Os coeficientes empregados com maior frequência são os desenvolvidos e disponibilizados pelo DAEE/CETESB, (1980), conforme expresso na Tabela 3.

Tabela 3 - Coeficientes de desagregação de chuvas propostos pelo DAEE/CETESB (1980)

Relação entre durações	CETESB (1980)
5min/30min	0,34
10min/30min	0,54
20min/30min	0,81
30min/1h	0,74
1h/24h	0,42
2h/24h	-

3h/24h	-
6h/24h	0,72
12h/24h	0,85
24h/1dia	1,14

Fonte: Silva (2018).

Após a desagregação dos dados, poderá ser obtida a equação de chuvas intensas.

Volume de armazenamento

A finalização do dimensionamento ocorre com a determinação da capacidade de armazenamento de águas pluviais na bacia de detenção. Um dos métodos mais aplicados para esse tipo de medida compensatória é o Método da Curva Envelope. O qual realiza análises comparativas entre volumes de entrada e saída, de modo a ser classificado como dimensionamento expedido (SILVEIRA E GOLDENFUM, 2007).

De acordo com o Manual de Drenagem Urbana de Curitiba (SUDERHSA, 2002), o volume máximo para dimensionamento da bacia de detenção é estabelecido a partir da base dos parâmetros a, b e c da curva IDF.

A conversão de dados para Talbot (Equação 4), permite o uso dos dados da IDF na curva envelope (KRULL, 2016).

$$i = \frac{a*TR^b}{t+c} \quad (4)$$

Onde:

i = intensidade da chuva (mm/h);

TR = tempo de retorno (anos);

t = duração da chuva (min);

a, b e c = parâmetros da equação.

Sendo os parâmetros a, b e c determinados pelas Equações 5, 6 e 7 respectivamente (KRULL, 2016).

$$a = 0{,}68 * k * \exp(0{,}06n^{-0{,}26} * d^{1{,}13}) \quad (5)$$

$$b = m \quad (6)$$

$$c = 1{,}32 * n^{-2{,}28} * d^{0{,}89} \quad (7)$$

Onde:

k, n, d e m = parâmetros da IDF.

Posteriormente os dados são aplicados em uma fórmula genérica que permite a determinação do volume máximo de dimensionamento (Equação 8) (SILVEIRA E GOLDENFUM. 2007).

$$H = Vmax = \left(\sqrt{\frac{a}{60}} * \sqrt{C}T^{\frac{b}{2}} - \sqrt{\frac{c}{60}} * \sqrt{qs}\right)^2 \quad (8)$$

Sendo:

Vmax = volume de acumulação (mm);

H = profundidade média do volume de acumulação (mm);

T = tempo de retorno (anos);

a, b e c = parâmetros da IDF de Talbot;

C = coeficiente de escoamento;

qs = vazão de saída (mm/h).

Segundo Krull (2016) existem três alternativas de dimensionamento para a vazão de saída, sendo ela determinada pelo tipo de bacia a ser utilizada, sendo elas:

1. Com leito impermeável (esgotamento por tubulação);
2. Com leito permeável e esgotamento por infiltração (bacia de infiltração);

3. Com leito permeável e infiltração no solo, simultaneamente (bacia de detenção/infiltração).

Para o presente estudo será utilizada as bacias de detenção com leito impermeável, onde a vazão de saída será igual a vazão de pré-desenvolvimento.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Vazão de Projeto

Para o cálculo da vazão de projeto do município de Buíque-PE foi empregada a Equação 2, com a aplicação de seus dados de entrada na ordem de: a intensidade pluviométrica de 118,47 mm/h; o coeficiente de escoamento superficial 0,95 e área de contribuição da bacia de 1km². Obtendo como resultado o valor de 31,29 m³/s.

Ao determinar a vazão de projeto foi necessário definir a vazão de pré-desenvolvimento. Também calculada por meio do Método Racional, com a aplicação da Equação 2, diferindo da vazão de projeto devido o valor do escoamento superficial, que nesse caso corresponde a 0,15, de acordo com as características anteriores a urbanização do município. O valor obtido para a vazão de pré-desenvolvimento corresponde a 4,94 m³/s.

Ao realizar uma análise comparativa entre as vazões pré e pós urbanização, pode-se inferir que a vazão de projeto (31,29 m³/s) é maior que é maior que a vazão de pré-desenvolvimento (4,94 m³/s), tornando assim, viável a aplicação de uma bacia de detenção como saída para os problemas das enchentes. Já que a bacia será capaz de comportar os picos de vazão, provocando a diminuição do escoamento superficial.

Os resultados encontrados para as vazões pré e pós urbanização estão de acordo com o defendido por Melo (2016), tendo em vista que o parâmetro condicionante foi o escoamento superficial, dado este que varia de acordo com o grau de urbanização. Desse modo, áreas que receberam pouca influência das atividades humanas presentam coeficiente de escoamento reduzido, enquanto que as áreas que passaram por um maior processo de urbanização esse valor comporta-se de maneira contrária.

Volume de Armazenamento da Bacia e Projeto

Para a elaboração do projeto executivo se faz necessário o dimensionamento da bacia e dos seus componentes de saída, necessitando para tal determinar o volume de armazenamento, já que o controle das enchentes

ocorrerá justamente pelo armazenamento de águas pluviais temporários.

Sendo assim, utilizou-se a conversão dos dados da IDF para a IDF de Talbot, que permitiu determinar o volume máximo de detenção. Possibilitando assim, o emprego do Método da Curva Envelope, estando os resultados dispostos na Tabela 6, de acordo com as Equações 6, 7 e 8.

Tabela 4 - Parâmetros da equação de Talbot oriundos dos parâmetros da IDF de Buíque-PE

IDF DE TALBOT	a	b	c
	846,9989331	0,1387	14,98621

Fonte: Elaboração própria.

O cálculo do volume foi definido a partir da Equação 8, necessitando para sua aplicação a conversão de unidades da vazão de saída, que neste caso foi igual a de pré-desenvolvimento e correspondeu ao valor de 17,78 mm/h.

Após a determinação de todos os parâmetros, aplicou-se a Equação 8 para o cálculo do volume máximo de armazenamento, totalizando 0,16 mm, equivalente a 1,6 m^3/ha ou 160 m^3.

Tais informações indicaram a necessidade de avaliar a área de implantação da bacia, para identificar se a mesma seria capaz de comportar todo o volume de maneira eficaz.

Já que, para ela ter dupla finalidade, sendo estas de armazenamento e recreativa, não poderia apresentar elevados valores de profundidade.

As dimensões disponíveis na praça central do município são de 11,70 m de largura por 29,05 m de comprimento, totalizando uma área de 339,885 m². Considerando o volume de 160m³ para o amortecimento, seria necessário obter uma profundidade de 0,471 m, tornando viável o seu uso.

CONCLUSÃO

Este trabalho teve como centro de pesquisa o município de Buíque-PE e como objetivo indicar uma medida de mitigação para as enchentes, levando em consideração os conceitos e técnicas de drenagem urbana sustentável. Dessa forma, foi proposto uma técnica de medida compensatória de baixo impacto, chamada de bacias de detenção, que são caracterizadas por amortecerem os picos de vazão, diminuindo o escoamento superficial.

A partir da definição do método a ser empregado, foi determinado o volume de águas pluviais que a bacia de detenção poderia comportar. Uma barreira para a aplicação desse método diz respeito a disponibilidade de espaços

urbanos capazes de abrigar tais bacias, levando em consideração que as áreas urbanas se encontram saturadas.

Logo, podemos concluir que a bacia de detenção proposta para a cidade de Buíque é uma ótima alternativa para reduzir os picos de enchentes, podendo funcionar em conjunto com os sistemas de drenagem existentes, servindo de complemento e tendo como vantagem a sua execução.

REFERÊNCIAS

AGOSTINHO, Mariele de Souza Parra. POLETO, Cristiano. **Sistemas Sustentáveis de Drenagem Urbana: Dispositivos.** 2012. Artigo Técnico - HOLOS Environment.

ALMEIDA, Amanda Mayanne Pereira de. **Proposta de Implantação de uma Bacia de Detenção para Mitigação de Enchentes no Centro da Cidade de Buíque – PE.** 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Civil) – UNIFAVIP|WYDEN.

ASSUNÇÃO, Vitor Rafael de Andrade. **Proposta de Metodologia de Cálculo para Reservatórios de Detenção em Bacias Hidrográficas Urbanizadas.** 2012. Dissertação de Mestrado (Mestre em Engenharia Hidráulica e Saneamento) – Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo.

COUTINHO, Artur Paiva. **Pavimento Permeável como Técnica Compensatória na Drenagem Urbana da Cidade do Recife.** 2011. Dissertação de Mestrado (Mestre

em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Pernambuco.

CSOBI, Atila**. Amortecimento Superficial nos Sistemas de Microdrenagem em Regiões de Baixa Declividade.** 2011. Dissertação de Mestrado (Mestre em Engenharia Hidráulica e Sanitária) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

DIAS, Fernanda Spitz. ANTUNES, Patricia Tainá da Silva Correa. **Estudo Comparativo de Projetos de Drenagem Convencional e Sustentável para Controle de Escoamento Superficial em Ambientes Urbanos.** 2010. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio de Janeiro – Escola Politécnica.

FRANCISCHET, Marcelo Martinelli. **Análise da Influência dos Reservatórios de Detenção** *Domiciliares no Escoamento Superficial Urbano.* 2012. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Uberlândia.

GONZALEZ, Fernanda Cristina Gonçalves**. Projeto de Drenagem Sustentável para Mitigação de Cheias na Bacia do Rio Quitandinha, em Petrópolis, RJ.** 2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio de Janeiro – Escola Politécnica.

GRIBBIN, John B. **Introdução à Hidráulica, Hidrologia e Gestão de Águas Pluviais.** 2009. Tradução da 3ª Edição Norte-Americana. São Paulo: Cengage Learning.

GUERZONI FILHO, Jônatas. **Metodologia para Determinação de Volume de Detenção em Pequenas Bacias Urbanas: O Caso do Córrego Wenzel, Rio Claro/SP.** 2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Ambiental) – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho.

KRULL, Guilherme Lucas**. Dimensionamento de Bacia de Detenção em Sistemas de Drenagem Adequados para Controle de Inundações Urbanas.** 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Roraima.

MELLER, Gabriela. DRESCH, Fernanda. DARONCO, Giuliano. **A Necessidade de uma Drenagem Urbana Sustentável.** 2014. Relatório Técnico Científico – XXII Seminário de Iniciação Científica – Salão do Conhecimento.

MIRA JÚNIOR, Luiz Eduardo. **Dimensionamento Preliminar de um Reservatório de Detenção Offline na Bacia do Rio Cachoeira no Município de Joinville – SC**. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia de Infraestrutura) – Universidade Federal de Santa Catarina.

SANTOS, Luciana Cabral Costa. **Estimativa de Vazões Máximas de Projeto por Métodos Determinísticos e Probabilísticos.** 2010. Dissertação de Mestrado (Mestre em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal do Espírito Santo.

SILVA, Eduardo Cabral da. **Viabilidade Espaço – Temporal da Pluviosidade da Região Metropolitana de**

Recife. 2018. Tese de Doutorado (Doutor em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Pernambuco.

SILVEIRA, André Luiz Lopes da. GOLDENFUM, Joel Avruch. **Metodologia Generalizada para Pré-Dimensionamento de Dispositivos de Controle Pluvial na Fonte**. 2007. Revista Brasileira de Recursos Hídricos

SUDERHSA, Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental. **Manual de Drenagem Urbana – Região Metropolitana de Curitiba/PR.** 2002. Secretaria de Estado do Meio ambiente e Recursos Hídricos.

TASSINARI, Lucas Camargo da Silva. **Dimensionamento de Sistemas de Drenagem Pluvial Utilizando Métodos de Baixo Impacto.** 2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Maria.

TRINDADE, Samuel Guizeline. **Subsídios para Implantação de Trincheiras de Infiltração na Área Urbana de Rio Claro/SP**. 2009. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Ambiental) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas de Rio Claro.

TUCCI, Carlos E. M. *Gestão de* **Águas Pluviais Urbanas.** 2005. Ministério das Cidades.

VALENTE, Jakeliny Alves. **Análises e Considerações para o Sistema de Drenagem de Água Pluvial em um Loteamento na Cidade de Catalão – GO.** 2013. Trabalho

de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Goiás – UFG.