

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS

DIMENSIONAMENTO DE UM PAVIMENTO PERMEÁVEL COMO MEDIDA DE  
CONTROLE DE DRENAGEM URBANA

Erika de Lima Cabral

DOURADOS

2019

Erika de Lima Cabral

DIMENSIONAMENTO DE UM PAVIMENTO PERMEÁVEL COMO MEDIDA DE  
CONTROLE DE DRENAGEM URBANA

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado à Faculdade de  
Engenharia, da Universidade Federal da  
Grande Dourados como requisito para  
obtenção do título de bacharel em  
Engenharia Civil.  
Orientação: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Lôide Angelini  
Sobrinha

DOURADOS

2019

## **DIMENSIONAMENTO DE UM PAVIMENTO PERMEÁVEL COMO MEDIDA DE CONTROLE DE DRENAGEM URBANA**

CABRAL, Erika de Lima<sup>1</sup>; ANGELINI, Lôide Sobrinha<sup>2</sup>

Discente do curso de engenharia civil da UFGD<sup>1</sup>; Docente do curso de engenharia civil da UFGD<sup>2</sup>;  
erikalimacabral@gmail.com<sup>1</sup>; LOIDESOBRINHA@ufgd.edu.br<sup>2</sup>;

**RESUMO** – Com os eventos de inundações que vem sendo cada vez mais comum, têm-se a necessidade de adotar sistemas que possam diminuir o impacto das inundações sobre a drenagem urbana. O presente trabalho traz um exemplo de aplicação de pavimento permeável como um método compensatório de drenagem urbana. Utilizando-se do método curva-envelope para os cálculos, foi dimensionado um pavimento permeável com espessura de 1 m para uma área de 30.000 m<sup>2</sup>. O sistema mostrou a simplicidade de projetar um sistema de forma a se evitar a sobrecarga da drenagem urbana.

**Palavras-chave:** Drenagem Urbana. Pavimento Permeável. Método Compensatório.

**ABSTRACT** – Events of overflowing has been more common every day, with that there is a necessity to embrace methods that can reduce the impact of these overflows over urban drainage. The present paper rings an example of an application of permeable floor as a compensatory method of urban drainage. Using the method of curved envelope to the calculus, it was possible to find the depth of 1 m for a 30.000m<sup>2</sup> area. The system proved itself as way to avoid the overcharge of urban drainage.

**Keywords:** Urban Drainage. Permeable Floor. Compensatory Method.

## 1 INTRODUÇÃO

Diante do cenário atual e dos constantes eventos de inundações fica cada dia mais claro a necessidade de adaptação dos sistemas de drenagem urbana ao comportamento climático, de forma que minimize o impacto destes no meio ambiente e ao mesmo tempo possa atender às necessidades das pessoas.

A urbanização desenfreada e caótica é um dos principais fatores que levam à impermeabilização do solo e tende também a acelerar o escoamento por condutos e canais, gerando uma série de impactos que evidenciam a falta de sustentabilidade do modelo atual de concentração urbana (TUCCI, 2012). Com essa aceleração os problemas de inundações são levados para áreas de jusante, que tem seu pico de vazão aumentado e o tempo de concentração diminuído, sofrendo também com a diminuição de seus espaços naturais (CANHOLI, 2014).

Segundo Tucci (2003) esse sistema de drenagem que acaba forçando as jusantes das bacias hidrográficas já foi abandonado por países desenvolvidos na década de 1970, já que costumam gerar inundações e custos insustentáveis. Foi criado então um paradoxo, pois países mais ricos encerraram esse tipo de solução e países mais pobres por sua vez continuaram utilizando o mesmo sistema, perdendo com os altos custos e com os aumentos de prejuízos (TUCCI, 2003) .

Um estudo inédito mostra que no Brasil havia cerca de 8,2 milhões de pessoas vivendo em áreas de risco de enchente e deslizamentos de terra em 2010 (IBGE, 2018). Para o coordenador da área de Geografia do IBGE, Cláudio Stenner, apesar dos dados serem antigos, os riscos permanecem os mesmos já que as condições e características territoriais não sofreram grandes mudanças (IBGE, 2018; CEMADEN, 2018).

Sendo assim, fica claro que apesar das constantes notícias e casos de inundações não houve mudanças significativas no cenário urbano, tornando cada dia mais necessária a implantação de novos sistemas de drenagem urbana, que sejam mais sustentáveis, seguindo o exemplo de países desenvolvidos, com drenagem compensatória e princípios de desenvolvimento de baixo impacto.

O município de Dourados não possui um instrumento de planejamento específico voltado para drenagem urbana ou manejo de águas pluviais, ou seja, não possui um Plano Diretor de Drenagem. “Deste modo, as orientações concernentes às ações que visam a prevenção e/ou mitigação de consequentes eventos chuvosos se encontram dispersos nos instrumentos municipais legais” (PMSB, 2019).

Diante da necessidade de um modelo de drenagem urbana sustentável este trabalho tem como objetivo apresentar um método alternativo para drenagem das águas pluviais.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Pavimento Permeável como técnica compensatória de Drenagem Urbana

Os pavimentos permeáveis são técnicas compensatórias que permitem a percolação de água através de sua estrutura podendo então direcioná-la às redes de drenagem, diminuindo o escoamento superficial e riscos de inundação (CALDAS; LINS e; SPOSTO, 2017).

Segundo a ABNT NBR 16416 o pavimento permeável é uma estrutura que permite a percolação e/ou o acúmulo temporário de água, diminuindo o escoamento superficial, sem causar dano à sua estrutura.

A utilização de pavimentos permeáveis pode influenciar na recarga do lençol freático, sendo então de grande importância o conhecimento da permeabilidade do solo. Essa permeabilidade é caracterizada pela capacidade do solo de escoar a água através dele, sendo o grau de permeabilidade expresso de forma numérica pelo coeficiente de permeabilidade (CAPUTO, 1996).

A permeabilidade do solo pode ser calculada através de experimentos em laboratório, campo ou de forma empírica. Para o cálculo do coeficiente é levado em conta: parâmetros de carga constante, permeâmetro de carga variável, ensaios de campo e métodos indiretos (PINTO, 2002).

Quanto à eficiência de pavimentos permeáveis, Moura (2005) em sua pesquisa apresenta 4 tipos de superfícies permeáveis e seus comportamentos: grama, chão batido, blocos maciços e blocos vazados. Foram feitas simulações de chuvas para avaliar o comportamento do escoamento superficial e da infiltração em uma área de 1m<sup>2</sup> de cada uma das superfícies, conforme a tabela 1:

**Tabela 1: Média dos dados da taxa média de infiltração encontrados no estudo experimental realizado por Moura (2005)**

| Tipo de superfície        | Solo Gramado | Chão Batido | Bloco Maciço sem compactação | Bloco Maciço com compactação | Bloco Vazado sem compactação | Bloco Vazado com compactação |
|---------------------------|--------------|-------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| Média Taxa de Infiltração | 103,5        | 51          | 59                           | 24,5                         | 53                           | 93                           |

|                                    |      |      |      |      |      |     |
|------------------------------------|------|------|------|------|------|-----|
| Média do Coeficiente de Escoamento | 0,21 | 0,57 | 0,63 | 0,72 | 0,51 | 0,2 |
|------------------------------------|------|------|------|------|------|-----|

Fonte: Moura, 2005.

Bruno et al. (2013) também fez uma análise de alguns tipos de pavimentos, localizados na Universidade Federal do Mato Grosso que possui um tipo de solo argiloso. As superfícies experimentais foram de 0,70m<sup>2</sup> de área e foram isoladas por uma placa metálica. As estruturas avaliadas foram as seguintes: solo gramado, solo exposto, blocos de cimento maciço, blocos de concreto vazado e piso de concreto convencional. Com simulações de chuvas, foi avaliado o escoamento superficial das estruturas com duas intensidades de precipitação, 79mm/h e 121mm/h, com três ensaios para cada uma das superfícies, obtendo então os resultados presentes na tabela 2:

**Tabela 2: Taxas de infiltração média por Bruno et al. (2013)**

| Tipo de superfície   | Solo gramado      | Solo exposto | Bloco de concreto maciço | Bloco de concreto vazado | Concreto convencional |
|----------------------|-------------------|--------------|--------------------------|--------------------------|-----------------------|
| Precipitação 79mm/h  | Infiltração total | 29,15        | 48,2                     | 78,07                    | 3,11                  |
| Precipitação 121mm/h | 96,3              | 42,85        | 48,71                    | 84                       | 6,01                  |

Fonte: Bruno et. al, 2013.

## 2.2 Estudos Sobre Pavimento Permeável

Barbosa e Moura (2014) em um estudo baseado na norma C1701 (ASTM, 2009), com testes em pavimentos permeáveis de 40% de área livre, analisaram a vida útil dos mesmos para 15 anos de uso, pois são estruturas sujeitas a colmatção ao longo do tempo de uso. Os estudos mostraram que quando novos os pavimentos mostram alta taxa de infiltração e que com o passar dos anos essa taxa de infiltração diminui até se estabilizar, e se manter constante.

Virgilis (2009) através de estudo de dimensionamento de um pavimento permeável, apontou a necessidade de se conhecer a posição do lençol freático,

podendo este influenciar de forma direta no funcionamento da estrutura do pavimento. Ele também aponta para as diferenças nas concepções estruturais na escolha como dispositivo de infiltração das águas pluviais ou para armazenamento delas.

Em pesquisa sobre o aumento da resistência do concreto permeável através de misturas com variação do diâmetro máximo de agregados graúdos, Batezini (2009) conseguiu observar que em revestimentos maiores ou iguais a 110 mm de espessura podem ser implantadas em áreas de tráfego de veículos leves, levando em consideração a sua resistência mecânica.

Em monitoramento em condições reais, como eventos naturais de precipitação pluviométrica e sujeito a ações que tendem a prejudicar a performance do pavimento, como folhas de árvores, sedimentos e lixo, Coutinho (2011) observou um bom funcionamento hidráulico do pavimento permeável.

Os pavimentos permeáveis apresentam além do impacto quantitativo na drenagem urbana, um impacto na qualidade da água. Becker e Pinheiro (2019) em uma revisão de diversos estudos sobre a influência do pavimento permeável na qualidade da água do escoamento superficial, apontam a possibilidade de aplicação de concreto permeável em áreas agrícolas para separação de sólidos/líquidos ou como barreira reativa de resíduos.

### 3 METODOLOGIA

Para o presente trabalho foi dimensionado um pavimento permeável com base na área de estacionamento do Auditório Principal da UFGD, localizado na unidade II. Através de imagens de satélite (Figura 1) obteve-se uma área de 30.000 m<sup>2</sup>. Para garantir que o dimensionamento não extravase em pouco tempo, foi admitido um período de retorno (T) de 5 anos e uma duração de chuva (t) de 10 minutos.

**Figura 1** – Imagem via satélite da área do projeto de pavimento permeável



Fonte: Adaptado de Google Maps, 2019.

Para exemplificar a aplicação da Medida de Controle de inundações (MC) foi adotada a metodologia de cálculo apresentada por Silveira e Goldenfum (2007). Esse método utiliza como base dos cálculos o “método da curva envelope” ou “método das chuvas” que é muito utilizado para dimensionamento de bacias de retenção (DAEE/CETESB, 1980). Este método pode ser adaptado para qualquer MC com algum volume de armazenamento (SILVEIRA e GOLDENFUM, 2007).

A expressão de Talbot (Equação 1) permite o cálculo da intensidade máxima de precipitação. Parte-se, então, de relações IDF análoga à de Talbot (AZZOUT et al, 1994).

$$i = \frac{aT^2}{t + c} \tag{1}$$

Em que:

$i$  = intensidade da chuva (mm/h)

$T$  = tempo de retorno (anos)

$t$  = duração da chuva (min)

Como a expressão de Talbot não é tão comum, também encontra-se a fórmula da relação Intensidade-Duração-Frequência (IDF) na seguinte forma:

$$i = \frac{kT^m}{(t + d)^n} \tag{2}$$

Em que, a partir de simulações matemáticas pôde-se relacionar os parâmetros  $a$ ,  $b$  e  $c$  assim:

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



$$b = m$$

$$c = 1,32.n^{-2,28}d^{0,89}$$

Para a cidade de Dourados, MS, Nóia (2013) chegou a seguinte IDF:

$$i_m = \frac{2455,12633T^{0,17975}}{(t + 28,14066)^{0,88386}} \quad (3)$$

sendo:

$i_m$  = intensidade da chuva (mm/h)

T = período de retorno (anos)

t = duração da chuva (min)

Da equação 3 extrai-se os valores das incógnitas da equação 2:

$$n = 0,88386$$

$$m = 0,17975$$

$$d = 28,14066$$

$$k = 2455,12633$$

a partir disso obtêm-se os seguintes parâmetros para a região de Dourados:

$$a = 24607,58$$

$$b = 0,17975$$

$$c = 34,09785859$$

A vazão máxima pode ser encontrada através do método racional que é indicado para bacias com área menor que 2km<sup>2</sup> (TUCCI, BARROS, e PORTO, 1995):

$$Q = 0,278.C.i.A \quad (4)$$

Em que:

Q = vazão máxima (m<sup>3</sup>/s)

C = coeficiente de escoamento superficial ponderado

i = máxima de intensidade de precipitação (mm/h)

A = área da bacia contribuinte (km<sup>2</sup>)

Para os cálculos os volumes podem ser expressos em lâminas de água equivalentes sobre a área em planta do dispositivo. Define-se então, inicialmente as seguintes variáveis de massa (função do tempo):

$H_e$  = lâmina d'água de entrada acumulada, medida sobre a área em planta da MC;

$H_s$  = lâmina d'água de saída acumulada, também medida sobre a área em planta da MC.

A função  $H_e$  é construída pela equação IDF multiplicada pelo tempo que vem ser uma (Altura-Duração-Frequência) HDF da chuva e por fatores de escoamento e relação de área.

Desta forma, a expressão de  $H_e$ , em mm, fica:

$$H_e = \beta \frac{aT^b}{t + c} \frac{t}{60} \quad (5)$$

Em que:

$H_e$  = altura d'água de entrada acumulada medida sobre a área em planta da MC;

$a$  = parâmetro da IDF

$T$  = tempo de retorno (anos)

$b$  = parâmetro da IDF

$t$  = duração da chuva (min)

$c$  = parâmetro da IDF

Onde  $\beta$  é produto do coeficiente de escoamento (*runoff*) pela razão entre a área contribuinte e a área do dispositivo:

$$\beta = \frac{A_{pav} + C \cdot A}{A_{pav}} \quad (6)$$

Em que:

$A_{pav}$  = área do pavimento permeável (m<sup>2</sup>);

$C$  = coeficiente de escoamento superficial ponderado;

$A$  = área impermeável cujo escoamento será absorvido pelo pavimento permeável (m<sup>2</sup>).

A função  $H_s$  (em mm) é obtida a partir da multiplicação da vazão da saída constante pelo tempo, conforme segue:

$$H_s = \gamma \cdot H \cdot q_s \frac{t}{60} \quad (7)$$

Em que:

$q_s$  = vazão de saída constante do dispositivo (mm/h)

$\gamma$  = razão entre a área de percolação e volume do dispositivo (mm<sup>-1</sup>)

$H$  = profundidade média do volume de acumulação do dispositivo (mm)

$t$  = duração da chuva (min)

Sendo o  $q_s$  descrito pela seguinte relação:

$$q_s = \alpha \cdot K_{sat} \quad (8)$$

Onde:

$q_s$  = vazão de saída constante do dispositivo (mm/h)

$\alpha$  = coeficiente de colmatação

$K_{sat}$  = condutividade hidráulica saturada do solo (mm/h)

Em seguida Silveira e Goldenfum (2007) chegaram à fórmula do tempo da máxima diferença de volumes, através do qual pode-se calcular o volume de dimensionamento ou volume máximo:

$$t = \sqrt{\frac{\beta \cdot c \cdot a \cdot T^b}{\gamma \cdot H \cdot q_s}} - c \quad (8)$$

Sendo:

$\beta$  = produto do coeficiente de escoamento pela razão entre a área contribuinte e a área do dispositivo

$c$  = parâmetro da IDF

$a$  = parâmetro de escoamento

$T$  = tempo de duração

$\gamma$  = razão entre área de percolação e volume do dispositivo (1/mm)

$H$  = profundidade média do volume de acumulação do dispositivo (mm)

$q_s$  = vazão de saída constante do dispositivo (mm/h)

Esse volume máximo  $V_{m\acute{a}x}$  (em mm) é expresso por:

$$V_{m\acute{a}x} = \left( \sqrt{\frac{a}{60}} \sqrt{\beta} T^{b/2} - \sqrt{\frac{c}{60}} \sqrt{\gamma} \sqrt{H} \sqrt{q_s} \right)^2 \quad (9)$$

Para o pré-dimensionamento de uma MC, é considerado apenas o aspecto quantitativo de retenção e/ou redução do escoamento superficial. Não é avaliado o controle de poluição nem aspectos relevantes de localização (SILVEIRA e GOLDENFUM, 2007). É admitido que as MC's de infiltração (caso do pavimento permeável) promovam infiltração no solo de todo excesso pluvial a elas destinado, sendo assim, as áreas por elas controladas possuem um escoamento superficial nulo, para o período de retorno do projeto (SILVEIRA e GOLDENFUM, 2007).

No pavimento permeável é admitido uma camada suporte porosa (revestimento), e é dimensionado a espessura dessa camada. Nesse caso têm-se a área de percolação igual a área do dispositivo em planta.

Logo:

$$V_{m\acute{a}x} = \left( \sqrt{\frac{a}{60}} \sqrt{\beta} T^{b/2} - \sqrt{\frac{c}{60}} \sqrt{q_s} \right)^2 \quad (10)$$

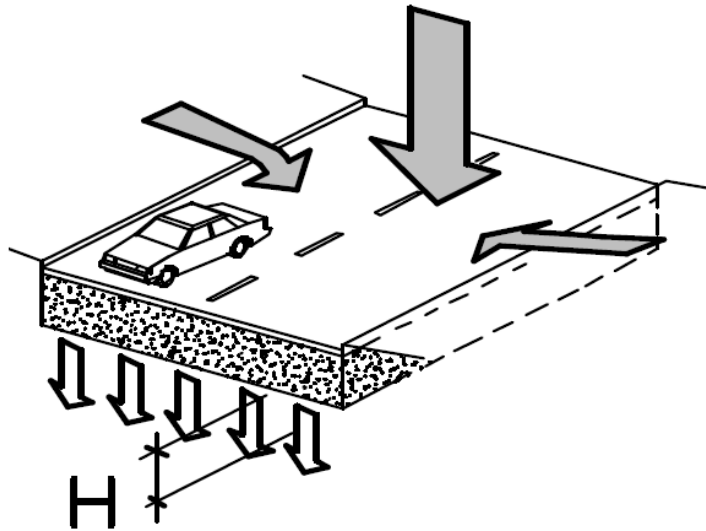
A partir de  $V_{m\acute{a}x}$  obtêm-se o seguinte cálculo para a espessura do pavimento:

$$H = \frac{V_{m\acute{a}x}}{\eta} \quad (11)$$

Em que  $\eta$  é a porosidade do material de enchimento da camada porosa.

A Figura 2 ilustra como fica o dimensionamento do sistema:

**Figura 2:** Modelo do reservatório e a altura H (m) a ser dimensionada



Fonte: Silveira e Goldenfum, 2007.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para o dimensionamento do pavimento permeável primeiramente calculou-se a intensidade máxima da chuva de projeto para Dourados – MS, para o período de retorno (T) de 5 anos e a duração de chuva (t) de 10 minutos que resultou em intensidade de 131,22 mm/h.

O tempo de retorno é definido pelo tipo de drenagem e o tipo de ocupação da área em que vai ser aplicado, sendo o caso do presente trabalho uma microdrenagem de área com edifício de serviço público (DAEE/CETESB, 1980).

O tipo de pavimento permeável escolhido para ser aplicado será os blocos de concreto vazados, com coeficiente de escoamento (c) de 0,03 (ARAÚJO *et al.*, 2000), esse coeficiente significa que apenas 3% da água da chuva irá escoar pela superfície, e 97% irá ser infiltrada.

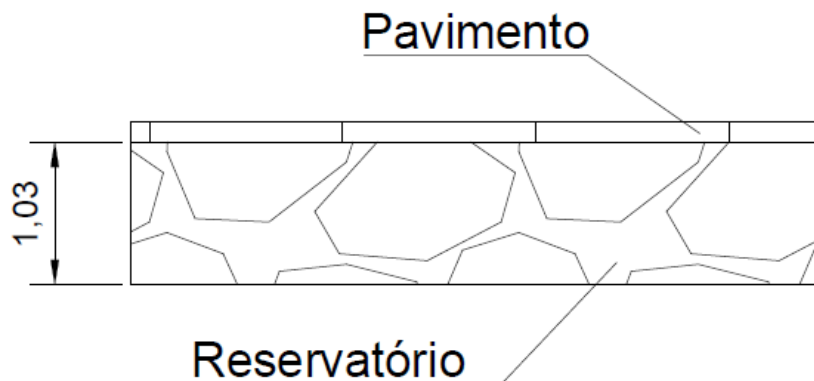
Tendo o valor do coeficiente inicia-se o pré-dimensionamento encontrando o valor de  $\beta$  pela fórmula (6), sendo que não há nenhuma área impermeável com escoamento ligado ao estacionamento têm-se para uma área de pavimento de 30.000 m<sup>2</sup> um  $\beta = 1,03$ .

Para encontrar  $q_s$  é preciso primeiro definir o valor da permeabilidade do solo saturado  $K_{sat}$  da região. Júnior e Silva (2011) encontraram esses valores para 3 (três) diferentes tipos de solos da região de Dourados em profundidades de 0 (zero) à 100 (cem) centímetros, para esse estudo foi utilizada a média desses valores, sendo o  $K_{sat} = 125,58$  mm/h e vazão de saída constante do pavimento permeável considerando um coeficiente de colmatção de 0,1, proposto por Silveira e Goldenfum (2007), de  $q_s = 12,58$  mm/h.

A partir dos parâmetros encontrados através dos valores da IDF, e sabendo o valor de  $q_s$  foi possível calcular o volume máximo do reservatório em lâmina de água, de 444,28 mm.

Usando uma brita que tem porosidade de  $\eta=0,43$  (espessura de 40 cm) para material de preenchimento, obtêm-se uma altura da camada porosa de 1,03 m, disposto conforme a Figura 3.

**Figura 3** – Corte do Pavimento Permeável/Reservatório



Fonte: O autor, 2019.

Acioli (2005) verificou que essa altura do reservatório se deve a um superdimensionamento que pode ser comum nesse tipo de metodologia, pois devido à dificuldade em determinar as características exatas do solo, e também da variabilidade do funcionamento dos dispositivos, pode ser justificado a adoção de métodos de cálculo com imprecisões a favor da segurança.

Em aplicação de pavimento permeável com blocos de concreto, Andrade (2016) obteve um reservatório de 11 cm e 13 cm para duas IDF's diferentes da região de aplicação.

Ao comparar a altura do reservatório aqui dimensionado e a altura do exemplo (3,5 cm) de aplicação do método feito pelo próprio Silveira e Goldenfum (2007), nota-se que o dado de maior impacto nas diferenças de valores vem do parâmetro 'a' da IDF ao definir o  $V_{m\acute{a}x}$ .

Para chuvas maiores que a chuva de projeto é necessário definir um sistema de desague para o exutório (SILVEIRA e GOLDENFUM, 2007), por ser um sistema superdimensionado, com escoamento pelo solo, cabe o posicionamento de três bocas de lobos, sendo duas nas extremidades e uma no centro do estacionamento como precaução para casos de chuvas excepcionais.

O reservatório possui um volume de 30.997 m<sup>3</sup> sendo 20.768 m<sup>3</sup> para o armazenamento da água. Sabendo pela equação (5) o  $H_e$  que é a entrada de água acumulada no sistemas, obtêm-se o volume de água da chuva em lâmina d'água igual à 127,93 mm e multiplicando esse valor pela área do dispositivo obtêm-se um volume de 3.837,94 m<sup>3</sup> de água entrando no sistema. Dividindo esse volume de entrada pelo  $q_s$  que é a vazão de saída do dispositivo pelo solo, é definido o tempo de escoamento do sistema em 10 horas.

## 5 CONCLUSÕES

O método proposto pode ser aplicado em qualquer tipo de estabelecimento não somente em áreas públicas, também em estacionamento que recebem o escoamento de edificações próximas, diminuindo o impacto direto no sistema de drenagem urbana (SILVEIRA e GOLDENFUM, 2007).

Quando projetado para um período de retorno longo dificilmente ocorrerá o extravasamento do reservatório, garantindo então uma boa eficiência, podendo ainda ser feita uma integração do sistema de reservatório com sistemas de irrigação, limpeza e outros que utilizam de água não potável.

Por ser um sistema sem grandes complicações é importante então salientar que seria de grande importância sua utilização, principalmente em universidades como formas de estudo ajudando a ampliar o conhecimento sobre esse sistema e o seu aprimoramento.

É possível observar que devido ao superdimensionamento do reservatório, seria de grande vantagem, uma comparação com outra IDF da região e estudos mais aprofundados dos dados utilizados no cálculo, a fim de compreender se o superdimensionamento aqui presente, se deve à IDF's de regiões diferentes,

imprecisão nos cálculos ou apenas uma margem de segurança proveniente do método.

#### 4 AGRADECIMENTOS

Quero agradecer primeiramente à minha mãe Lourdes de Lima Cabral e ao meu pai Celso Cabral, por me apoiarem e sempre me incentivarem a estudar e ir atrás dos meus sonhos. Sem o apoio de vocês eu não conquistaria nem metade do que tenho agora.

Agradeço à minha irmã Valentina, minha prima Rany e minha tia Gessi, pelo apoio emocional, pela presença e ajuda ao longo dos cinco anos do curso.

Aos meus amigos que estiveram presentes e acompanharam a luta diária desse curso, Gabriel Chamorro, Leonardo Walz, Luis H. Mercado, Thiago Brum e Vander Matoso. Obrigada pela ajuda, vocês fazem parte disso também.

E a minha orientadora Loide Angelini Sobrinha, obrigada pela paciência, pela ajuda e pelo conhecimento compartilhado nesse trabalho.

#### 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACIOLI, L. A. **Estudo Experimental de Pavimentos Permeáveis Para o Controle do Escoamento Superficial na Fonte**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.
- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM 1701/C 1701 M - 09**: Standard Test Method for Infiltration Rate of In Place Pervious Concrete. ASTM, 2009.
- ANDRADE, G. C. **Dimensionamento de pavimentos permeáveis em Boa Vista – RR para Redução do Escoamento Superficial**. Trabalho de Conclusão de Curso. Boa vista, 2016.
- ARAÚJO, P. R., TUCCI, C. E. M., GOLDENFUM, J. A. **Análise da eficiência dos Pavimentos Permeáveis na Redução do Escoamento Superficial**. Porto Alegre: ABRH, p. 351 – 362, 2000.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16416**: Pavimentos Permeáveis – Requisitos e Procedimentos. ABNT, 2015.
- AZZOUT, Y.; BARRAUD, S.; CRES, F.N.; ALFAKIH, E. **Techniques Alternatives en Assainissement Pluvial**. Choix, Conception, Réalisation et Entretien, LCPC, 1994.
- BARBOSA, R. S.; MOURA, P. M. Análise da Permeabilidade de Pavimento Intertravado Vazado. **Em Anais do X Encontro Nacional de Águas Urbanas**, São Paulo, 2014.
- BATEZINI, R. **Estudo Preliminar de Concretos Permeáveis como Revestimento de Pavimentos para Áreas de Veículos Leves**. Dissertação (Mestrado), Universidade Politécnica da USP, São Paulo, 2009.

- BECKER, N.; PINHEIRO, I.G. **Potencialidade dos Pavimentos Permeáveis na melhoria da qualidade da água do escoamento superficial: uma revisão.** *Urban. Revista Brasileira de Gestão Urbana*, 2019.
- BRUNO, L. O.; AMORIM, R. S. S.; SILVEIRA, A. Estudo da Redução do Escoamento Superficial direto em Superfícies Permeáveis. **RBRH – Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Vol. 18, nº 2, abr/jun, 2013.
- CALDAS, L.; LINS, D.; SPOSTO, R.; **Avaliação do Ciclo de Pavimento de Concreto Drenante Considerando Diferentes Unidades Funcionais.** *MIX Sustentável*, v. 3, n. 3, p. 14-23, 2017.
- CANHOLI, A. P. **Drenagem Urbana e Controle de Enchentes.** São Paulo, 2ª ed., 2014.
- CAPUTO, H. P. **Mecânica dos Solos e suas Aplicações.** Rio de Janeiro: LTC, 6ª edição, 1996.
- COUTINHO, A. P. **Pavimento Permeável Como Técnica Compensatória na Drenagem Urbana da Cidade de Recife.** Recife, Pernambuco, 2011.
- DAEE/CETESB. **Drenagem Urbana, Manual de Projeto, Departamento de Águas e Energia Elétrica e Companhia de Tecnologia de Saneamento.** São Paulo, 1980.
- DNIT. **Manual de Hidrologia Básica para Estruturas de Drenagem.** Rio de Janeiro, 2005.
- GROEN, PMSB. **Plano Municipal de Saneamento Básico.** Prefeitura de Dourados, 2019.
- JÚNIOR, R. P. S.; SILVA, J. P. **Sensibility Analysis of the Pearl Model for Pesticide Leaching in the State of Mato Grosso do Sul, Brazil.** Dourados, MS, 2011.
- MOURA, T. A. M. **Estudo experimental de superfícies permeáveis para o controle do escoamento superficial em ambientes urbanos.** UNB, Brasília, 2005.
- NÓIA, C. P. Z. **Estimativa de Precipitação Pluvial Máxima para o estado de Mato Grosso do Sul.** UFGD, Dourados, 2013.
- PINTO, C. S. **Curso Básico de Mecânica dos Solos.** 2ª ed., São Paulo, Brasil, 2002.
- SILVEIRA, A. L. L.; GOLDENFUM, J. A. **Metodologia Generalizada para Pré-Dimensionamento de Dispositivos de Controle pluvial na Fonte.** UFRGS, Porto Alegre, 2007.
- TUCCI, C. E. M. **Drenagem Urbana.** Ciência e Cultura. São Paulo, 2003. Disponível no site <http://rhama.com.br/blog/wp-content/uploads/2017/01/drenagem-urbana.pdf>. Acesso em 12 de agosto 2019.
- TUCCI, C. E. M. **Gestão da Drenagem Urbana.** Brasília, DF: CEPAL. Escritório no Brasil/IPEA, 2012. (Textos para discussão CEPAL-IPEA, 48).
- TUCCI, C. E. M.; BARROS, M. T. L.; PORTO, R. L. L. **Drenagem Urbana.** UFRGS, Porto Alegre, 1995.
- VIRGILIS, A. L. C. **Procedimentos de Projeto e Execução de Pavimentos Permeáveis Visando Retenção e Amortecimento de Picos de Cheia.** Universidade Politécnica USP, São Paulo, 2009.