

**FACULDADE VALE DO AÇO
UNIDADE ACADÊMICA DE GRADUAÇÃO
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

TALITA RIBEIRO BRITO

**DRENAGEM URBANA DE ÁGUAS PLUVIAIS: CENÁRIO ATUAL DAS RUAS DA
CIDADE DE ITINGA DO MARANHÃO – MA**

Açailândia

2021

TALITA RIBEIRO BRITO

**DRENAGEM URBANA DE ÁGUAS PLUVIAIS: CENÁRIO ATUAL DAS RUAS DA
CIDADE DE ITINGA DO MARANHÃO – MA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil, pelo Curso de Engenharia Civil da Faculdade Vale do Aço – FAVALE.

Orientadora: Profa. Ms Rachel Avelar

Açailândia

2021

**Ficha catalográfica - Biblioteca José Amaro Logrado
Faculdade Vale do Aço**

B862d

Brito, Talita Ribeiro.

Drenagem urbana de águas pluviais: cenário atual das ruas da cidade de Itinga do Maranhão – MA. / Talita Ribeiro Brito. – Açailândia, 2021. 33 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Engenharia Civil, Faculdade Vale do Aço, Açailândia, 2021.

Orientadora: Prof. Ms. Rachel Avelar.

1. Drenagem urbana. 2. Águas pluviais. 3. Itinga do Maranhão. 4. Itinga-Ma. 5. Saneamento básico. I. Brito, Talita Ribeiro. II. Avelar, Rachel. (orientadora). III. Título.

CDU 626.86

TALITA RIBEIRO BRITO

**DRENAGEM URBANA DE ÁGUAS PLUVIAIS: CENÁRIO ATUAL DAS
RUAS DA CIDADE DE ITINGA DO MARANHÃO – MA**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como requisito parcial para
obtenção do grau de Bacharel em
Engenharia Civil, pelo Curso de
Engenharia Civil da Faculdade Vale do
Aço – FAVALE.

Aprovada em ____/____/_____.

BANCA EXAMINADORA

-

Prof.^a MSc. Rachel de Andrade Avelar da Silva (orientadora)
Faculdade Vale do Aço – FAVALE

Prof.Esp. Randal Silva Gomes
Faculdade Vale do Aço – FAVALE

Prof. MSc. Fernando Henrique Fernandes Sousa
Faculdade Vale do Aço - FAVALE

À minha família em especial meus queridos pais e meu esposo que sempre acreditaram que esse sonho pudesse se tornar realidade.

AGRADECIMENTOS

A Deus, em primeiro lugar que sem a permissão dele nada pode acontecer.

À minha avó, Maria de Melo Ribeiro que sempre torceu tanto para me ver realizando esse sonho e por um trágico problema de saúde que a levou à morte, não poderá está presente nesse momento.

Aos meus pais, Waldemar Ferreira de Brito e Jocélia de Melo Ribeiro pelo grande apoio de todas as maneiras que estavam ao seu alcance.

Ao meu esposo, Dalmo Ferreira da Silva Filho pelo grande companheiro e incentivador em todos os momentos de dificuldade pelo qual passei no decorrer desses cinco anos.

Aos colegas, que tive o prazer de compartilhar momentos tão gratificantes e pelo conhecimento dividido, em especial aos colegas do grupo fechado.

Aos professores, que foram essenciais nessa jornada transmitindo os seus conhecimentos e sempre nos dando positividade em todos os momentos.

À minha orientadora, Prof.^a. MSc. Rachel Avelar por ter aceitado fazer a orientação do meu trabalho contribuindo muito para que eu concluísse essa etapa tão importante para a conclusão desse sonho.

Ao coordenador Randal, que desde a sua entrada na Favale, só contribuiu para que pudéssemos evoluir cada vez mais e melhor.

À toda a equipe de colaboradores da Favale – Faculdade Vale do Aço, desde o porteiro ao pessoal da secretaria.

“A mente que se abre a uma nova ideia jamais voltará ao seu tamanho original.” Albert Einstein.

RESUMO

A cidade de Itinga do Maranhão é localizada em uma região de terreno arenoso e argiloso, onde se têm uma deficiência enorme em drenagem pluvial da água das chuvas e do esgoto mesmo nos dias atuais. A falta de um sistema de drenagem urbano de águas pluviais provoca sérios problemas para a sociedade, para o ambiente e para a economia, por meio de alagamentos, prejuízos de bens materiais, destruição da pavimentação, erosões, deslizamentos e doenças por veiculação hídrica. Com tudo isso, surge a preocupação de como se encontra o sistema de drenagem urbana de águas pluviais na cidade de Itinga do Maranhão, onde os resultados do trabalho foram alcançados através de levantamentos em campo com registros fotográficos, pesquisa com alguns moradores, além de informações junto ao órgão público responsável. Com isso foi definido como objeto principal de estudo a situação do sistema de drenagem de águas pluviais no centro da cidade de Itinga do Maranhão, explanando os efeitos da urbanização, onde essa interfere diretamente no percorrer dessas águas pluviais. Foi detectado que não existe na cidade o sistema de drenagem urbana onde, o lançamento de resíduos sólidos, de esgotos domésticos e o volume das águas pluviais, causam os alagamentos das ruas como também doenças e erosões, principalmente nos períodos chuvosos. Tendo em vista os efeitos causados por essa falta de drenagem urbana, é necessário, através de medidas construtiva, medidas legais ou de conscientização, trabalhar um projeto de implantação da drenagem urbana superficial causando menor impacto à população e ao meio ambiente, adequando uma melhor qualidade de vida para as pessoas e conseqüentemente diminuindo os gastos públicos.

Palavras-chave: Itinga do Maranhão. Saneamento Básico. Drenagem pluvial.

ABSTRACT

The city of Itinga do Maranhão is located in a region of sandy and muddy terrain, where there is a huge deficiency in rainwater and sewage drainage even today. The lack of an urban rainwater drainage system causes serious problems for society, the environment and the economy, through flooding, damage to material goods, destruction of the pavement, erosion, landslides and diseases caused by water. With all this, the concern arises as to how the urban rainwater drainage system is located in the city of Itinga do Maranhão, where the results of the work were achieved through field surveys with photographic records, research with some residents, in addition to information with the responsible public agency. Thus, the situation of the rainwater drainage system in the center of the city of Itinga do Maranhão was defined as the main object of study, explaining the effects of urbanization, where it directly interferes in the flow of rainwater. It was detected that the urban drainage system does not exist in the city, where the release of solid waste, domestic sewage and the volume of rainwater cause street flooding as well as diseases and erosion, especially in rainy periods. In view of the effects caused by this lack of urban drainage, it is necessary, through constructive measures, legal measures or awareness, to work on a project to implement surface urban drainage causing less impact on the population and the environment, adjusting for better quality of life for people and consequently reducing public spending.

Palavras-chave: Itinga of Maranhão. Sanitation. Rain drenage.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Meio-fio	197
Figura 2 - Exemplo de sarjeta	208
Figura 3 - Tipos de Bocas-de-lobo	208
Figura 4 - Poço de visita	219
Figura 5 - Rede de galeria de águas pluviais	19
Figura 6 - Macrodrenagem Urbana do Canal do Frango - Patos (PB).....	20
Figura 7 – Pavimento permeavel.....	22
Figura 8 - Jardim de chuva.....	23
Figura 9 - Cidade de Itinga do Maranhão- Ma (Google Earth)	25
Figura 10 - Avenida Presidente Médici.....	286
Figura 11 - Outros pontos da Av. Presidente Médici no momento de chuva	297
Figura 12 - Av. Presidente Médici e Rua das Mangueiras respectivamente	297
Figura 13 - Rua Sabiá e Rua Sete de setembro respectivamente	308
Figura 14 - Bueiro na Rua José dos Reis Feitosa	308
Figura 15 – Canaletas nas Ruas do Ipê e do Cedro.....	29

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	11
2 OBJETIVOS.....	16
2.1 Objetivo geral.....	16
2.2 Objetivos específicos.....	16
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	17
3.1 Drenagem urbana.....	188
3.2 Sistemas de drenagem	199
3.2.1 Microdrenagem	199
3.2.2 Macrodrenagem	22
3.3 A importância da drenagem urbana	22
3.4 Sistemas de drenagem alternativo	24
4 METODOLOGIA.....	25
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	31
REFERÊNCIAS	32

1 INTRODUÇÃO

No princípio a população humana era nômade e os homens andavam em pequenos grupos, de uma área para outra, intensamente na busca por alimentos. Com o tempo foram aprendendo a criar animais e a cultivarem seus alimentos, permitindo assim uma vida mais sedentária. Com o desenvolvimento da agricultura foram surgindo maneiras de drenagem para a irrigação de cultivos de cereais não dependendo das chuvas. A irrigação dos campos proporcionou o surgimento das primeiras cidades. (Christofidis; Facchetti; Cynamon,2019)

Inicialmente, a drenagem era somente uma complementação da irrigação, foi evoluindo para uma técnica bem definida, de como fazer a recuperação de grandes áreas de terrenos inundados, tais como charcos, pântanos, etc., fazer o regulamento da umidade do solo em áreas de menor cultivo agrícola e desvio das águas do subsolo em terrenos com o propósito para a construção. (Christofidis; Facchetti; Cynamon,2019)

Os primeiros sistemas de drenagem eram somente de valas abertas que atravessavam as terras, no entanto logo foram surgindo a ideia de construir dutos cobertos com blocos de argila cozidos e cimentados com barro e gesso. (Christofidis; Facchetti; Cynamon,2019)

Exemplificando a prática da drenagem em grande escala é o dos Países Baixos, onde foi iniciado o grande projeto de Zuiderzee (1924) que abrangeu a construção de um dique, na foz de um rio, objetivando impedir o acesso das águas do mar do Norte. Isoladamente, a área começou a ser enxuta por meio de um sistema de canais e bombas, o que permitiu o aproveitamento de novas terras aráveis. (Giffoni; Sousa,2010)

Na América do Sul, surpreendentes ruínas de sistemas de esgotos confirmam a presença de engenharia sanitária. Os povos que habitaram as regiões do atual Peru e Equador, construiu cidades drenadas e com abastecimento de água, garantindo um terreno seguro para a saúde da comunidade. (Giffoni; Sousa,2010)

Com o pensamento de se manter ruas mais limpas e mais transitáveis, no século XII, começou-se a introdução da prática de pavimentação. Paris com mais de 100 mil habitantes, iniciou a pavimentação sistemática de suas ruas (1185). Logo, em seguida foi a vez de Praga (1331), Nuremberg (1368), Basileia (1387) e Augsburg (1416). (Giffoni; Sousa,2010)

Entre os períodos do século XVI e século XVII, foi um momento de grande transição, onde foi generalizado as pavimentações de ruas com o escoamento de refugos não desejados em direção aos rios e lagos. (Giffoni; Sousa,2010)

Já no início do século XIX, foi melhorando as condições de vida da vida urbana, mas ainda muito desigual. Os sistemas de abastecimento de água e de esgoto era bem modesta, sendo somente bombas a vapor e canos de ferro, mas ainda mesmo nesse tempo ainda tinham muitos encanamentos de madeira. (Christofidis; Facchetti; Cynamon,2019)

Um fator importante foi o conhecimento do concreto armado como material de construção (1866) pelo comerciante de mudas e peças de jardinagem francês, Joseph Monier (1829-1906), e a compra de sua patente pelos alemães (1867). Assim, a construção civil foi incrementada pelo processo e introduziu o uso do concreto para a construção de reservatórios, encanamentos e canais, mesmo que no início bem rudimentares e sem cálculos precisos. Com inúmeras qualidades, o concreto armado trouxe segurança, durabilidade, rapidez de execução, economia de conservação, impermeabilidade e resistência a choques e vibrações. Isso revolucionou favoravelmente o desenvolvimento das obras de drenagem, essencialmente as de micro drenagem, trazendo mais facilidade na construção de lajes de cobertura e contribuindo assim com o emprego de tubos pré-moldados para construção das galerias, especialmente as de menor porte. (Christofidis; Facchetti; Cynamon,2019)

No Brasil, as primeiras canalizações de esgoto foram no Rio de Janeiro em 1864. Mas, só se preocupou-se com a área de drenagem de águas pluviais, depois da Proclamação da República. Esse novo conceito urbanístico fez com que se modificassem as cidades brasileiras mais rapidamente pois a preocupação era de livrar as cidades das águas nocivas para a população. (Garrido;Verol;Miguez;Varquez,2019)

No Brasil, o marco na engenharia urbana foi a inauguração da primeira cidade com planejamento urbano, Belo Horizonte em 1897, sendo fundada para ser capital mineira, servida com serviços de água e esgotos projetados por Saturnino de Brito, engenheiro civil e o mais notável sanitaria nacional. Outro grande obra desse engenheiro, desenvolvido no início do século XX, foi a inauguração dos primeiros canais de drenagem dos terrenos alagados, próximos ao centro da cidade de Santos em 1912. A abertura desses canais destinava-se a drenagem das águas paradas

dentro do perímetro urbano, fazendo assim com que diminuísse o aparecimento de epidemias. (Garrido; Verol; Miguez; Varquez,2019)

Com o Brasil sendo obrigado a fazer a adoção de um sistema separador em 1912, começaram a se projetar e construir sistemas de drenagem pluvial, que se tornou obrigatório nos projetos de urbanização. (Garrido; Verol; Miguez; Varquez,2019)

No estado do Maranhão somente 6,65% da população é atendida com drenagem de águas pluviais. (IAS – Instituto de água e saneamento,2019)

Em São Luís, capital do Maranhão, somente 30% das ruas têm drenagem urbana. Sendo que, só 12,8% da população é atendida com drenagem de águas pluviais. (IAS – Instituto de água e saneamento,2019)

A atividade de construção em áreas urbanas está sempre em andamento, em consequência das transformações que vão sofrendo com o decorrer do tempo, o meio ambiente vai se transformando. Nessas circunstâncias estão acontecendo as precipitações que normalmente são absorvidas pelo terreno causando perda da capacidade de absorção da água pelo solo. Desta forma, se a cidade que não tiver um plano de desenvolvimento para que organize a drenagem pluvial de suas ruas, podem em geral causar mudanças no ciclo hidrológico e atingir diretamente a população, causando perdas irreparáveis. (MOREIRA,2014)

Com a crescente urbanização, há necessidade de maiores investimentos em infraestrutura para que as cidades venham se expandir de forma mais empática propiciando moradias de qualidade, saneamento, drenagem de águas pluviais contra enchentes e alagamentos, que por acaso merecem uma maior atenção pois se caracteriza em um dos maiores problemas das cidades devido possuírem áreas extensas cobertas por concreto e asfalto, impossibilitando a infiltração de água no solo. (LIMA; LOPES E FAÇANHA, 2019). Para Almeida (2018):

A drenagem urbana é o conjunto de medidas que tenham como objetivo minimizar os riscos que a população está sujeita, diminuir os prejuízos causados por inundações e possibilitar o desenvolvimento urbano de forma harmônica, articulada e sustentável. Todo esse método é de suma importância, pois gerencia as águas decorrentes das chuvas que escoam por meio urbano, contribuindo com a minimização de alagações e inundações. (ALMEIDA, W.,2018, p.02)

“Um sistema de drenagem de águas pluviais é composto por estruturas de engenharia destinadas ao transporte, retenção, tratamento e disposição final das águas das chuvas”. (GEOFOCO BRASIL,2014)

O tratamento de localização final das águas pluviais drenadas nas áreas urbanas deve estar contido nos planos diretores com a visão onde a técnica e a tecnologia precisam ser aplicadas em função da precisão do serviço público para concretização de projetos de drenagem urbana. (PHILIPPI JR.,2005)

O processo de drenagem das águas das chuvas constitui-se num produto essencial para o desenvolvimento das cidades, uma vez que com o crescimento das áreas urbanizadas verifica-se um grande aumento de áreas encauchadas, o que ajuda a acumulação e empoçamento da água, que precisa ser rodeado por sistemas eficazes de escoamento para evitar não somente a acumulação, como também, outros problemas relacionados como erosão e assoreamento. Neste sentido, as grandes e médias cidades dependem cada vez mais de sistemas de drenagem que constituem parte essencial da agenda de planejamento urbano, para garantir o crescimento organizado com menos riscos para a população. (PNSB, 2008).

Com isto, é indispensável que a administração pública responsável ache medidas preventivas e corretivas para a diminuição e controle dos efeitos causados pela água da chuva, de forma que venham a atender a um plano diretor de drenagem urbana, visando o bem estar da sociedade, meio ambiente e economia.

Itinga é um município brasileiro localizado na Região Amazônica no Estado do Maranhão sendo o 4^a mais populoso da Microrregião de Imperatriz e o 65^a do estado. Itinga conta com uma população de 26.000 habitantes segundo o IBGE 2019 e 3.596,99 km² em extensão territorial sendo o 19^a maior município do estado.

A cidade de Itinga do Maranhão tem Clima tropical (Aw) de acordo com a classificação climática de Köppen com temperatura média anual de 26,5 °C, índice pluviométrico médio de 1.462 mm anuais, temperatura média mínima anual de 26,1° e temperatura média máxima anual de 26,9°. As chuvas normalmente ocorrem depois de novembro quando está próximo o verão (inverno amazônico) e vão até maio, já o mês de maior incidência de chuva do ano é março com precipitação média de 330mm. Depois de maio ocorre a estiada e com ela o relativo frio nas madrugadas e início das temperaturas mínimas caindo aos 15°C ou menor.

O relevo é formado de depressões que compõe a região oeste da Serra do Tiracambu que vai até a Serra da Desordem, com altitude entre 100 e 200m. Uma região de terreno arenoso e barrento, rica em barro amarelo. A hidrografia da região é formada por muitos rios e riachos que define a divisa com o estado do Pará.

Por ser uma cidade criada sem planejamento tem inúmeras necessidades de estruturação e uma delas é sobre a drenagem de águas pluviais. No local por haver uma proximidade de vegetação, a maioria dos esgotos são desperdiçados por encanações residenciais para a rua, onde segue um caminho para dentro da vegetação, gerando um acúmulo de resíduos alimentares e de esgotos sanitários.

Essa cidade foi escolhida por haver uma enorme necessidade de infraestrutura básica. Pois um dos maiores problemas do local é a poluição do solo por causa dos esgotos domiciliares e as águas decorrentes das chuvas.

Para identificar as causas destes problemas e chegar a possíveis soluções, o presente trabalho tem como objetivo o desenvolvimento de um estudo referente a falta de estrutura de drenagem pluvial urbana no município de Itinga do Maranhão.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

O objetivo desse trabalho foi realizar a análise a falta de um sistema de drenagem pluvial urbana na cidade de Itinga do e seus impactos, demonstrando consequências econômicas e sociais.

2.2 Objetivos específicos

- Verificar as condições atuais do sistema de drenagem de águas pluviais na cidade de Itinga do Maranhão;
- Apresentar possíveis soluções para o caso deste estudo.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O planejamento urbano é o processo de idealização, criação e desenvolvimento de soluções que visam melhorar alguns aspectos em uma determinada área urbana ou do planejamento de uma nova área urbana em uma região, tendo como objetivo melhorar para os habitantes a qualidade de vida. (AETEC – 2018)

O planejamento urbano, de acordo com o ponto de vista contemporâneo, enquanto disciplina acadêmica quanto como meio de atuação no ambiente urbano, lida basicamente com os processos de produção, estruturação e apropriação do espaço urbano. A interpretação destes processos, bem como o grau de alteração de sua associação, varia de acordo com a posição a ser tomada no processo de planejamento e principalmente com o poder de atuação do órgão planejador. (AETEC – 2018)

Os planejadores urbanos, os profissionais que convivem com este processo, aconselham municípios, sugerindo possíveis medidas que podem ser tomadas com o objetivo de melhorar a comunidade urbana, ou trabalham para o governo ou empresas privadas que tem interesse no planejamento e construção de uma nova cidade ou comunidade, fora de uma área urbana que já existe. (AETEC – 2018)

Os planejadores urbanos trabalham junto das autoridades locais, para a municipalidade da cidade, embora nos últimos tempos tenham se destacado os profissionais que trabalham para organizações, empresas ou grupos comunitários que propõem planos para o governo. O dia-a-dia de um planejador urbano inclui melhorias na qualidade de vida dentro de uma certa comunidade. Uma comunidade é vista por um planejador urbano como um sistema, em que todas as suas partes dependem umas das outras. (E-CIVIL - 2011)

Segundo Tucci (2005), o desenvolvimento urbano começou a se desenvolver mais rapidamente na segunda metade do século XX, atingindo o ecossistema terrestre e aquático e a própria população por meio das inundações, doenças e perda de qualidade de vida. Isto acontece por causa da falta de controle do crescimento do espaço urbano que gera um efeito direto sobre a infraestrutura.

A população Brasileira, conforme o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2016), entre 2015 e 2016 cresceu em média 1.630.783 pessoas,

no qual continuará crescendo até o ano de 2021, onde tenderá à estabilização, como em países desenvolvidos.

Conforme Tucci (2005), um dos motivos que induzem o crescimento populacional em áreas urbanas, é a migração da população rural para as cidades, normalmente pessoas de baixa renda que não tem recursos financeiros para investir em lugares próprios para habitação e migram para locais pobres e com risco de inundações e deslizamentos.

Segundo Tucci (1995) o propósito do Plano Diretor de Drenagem Urbana é produzir mecanismos de administração de serviços básicos de uma sociedade urbana, relacionados com o escoamento das águas pluviais, dos rios e riachos em áreas urbanas.

O planejamento correto desses mecanismos ligado ao uso e ocupação do solo corretos auxiliará para melhores estruturas de saneamento, qualidade do meio ambiente e urbano, diminuição de perdas econômicas. Logo, entre algumas ações que podem ser realizadas, o plano diretor de drenagem deve ser observado como um instrumento imprescindível no processo de urbanização (ALMEIDA E COSTA, 2014).

2.1 Drenagem urbana

A drenagem urbana é o conjunto de medidas que tem como objetivo diminuir os perigos causados pelas águas pluviais, a fim de, diminuir os prejuízos causados por inundações e possibilitar o desenvolvimento urbano de forma harmoniosa, estruturada e sustentável. Ou seja, a drenagem é o gerenciamento da água da chuva que escoar no meio urbano (ARESC, 2016).

De acordo com a Lei do Saneamento nº 14.026/2020– que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico no Brasil traz como conceito de drenagem e manejo das águas pluviais urbanas: constituídos pelas atividades, pela infraestrutura e pelas instalações operacionais de drenagem de águas pluviais, transporte, detenção ou retenção para o amortecimento de vazões de cheias, tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas, contempladas a limpeza e a fiscalização preventiva das redes.

2.2 Sistemas de drenagem

Os sistemas de drenagem são classificados como de micro drenagem e de macrodrenagem.

2.2.1 Microdrenagem

Micro drenagem definida pelo sistema de canalizações pluviais ou canais nos loteamentos ou na rede primária urbana. Este tipo de sistema de drenagem é projetado para atender a drenagem de precipitações com riscos menores.

Tratando-se de micro drenagem os guias ou meio-fio são peças pré-moldados em concreto, com a função de separar a faixa de pavimentação da faixa de passeio. Junto com a sarjeta, direcionam a água da chuva e preservam a calçada. (DER/PR,2005). A Figura 1 apresenta um exemplo de meio-fio.

Figura 1 - Meio-fio



Fonte: Tauros Engenharia (2019).

Já a sarjeta, apresentada na Figura 2, são ferramentas que tem a função de conduzir as águas precipitadas sobre a pista de rolamento ou áreas laterais à rodovia, para os bueiros ou talvegues naturais. As sarjetas são localizadas nas bordas da plataforma de cortes, em canteiros centrais e em banquetas realizadas em taludes de cortes ou aterros (DER/PR,2005).

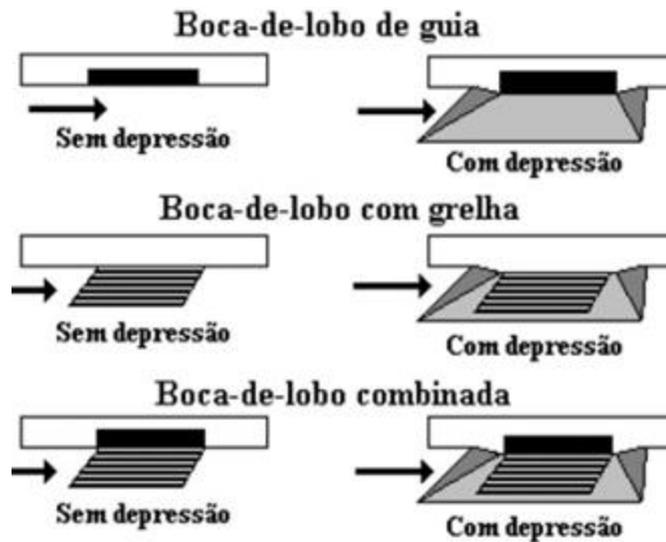
Figura 2 - Exemplo de sarjeta



Fonte: Ebanataw (2019).

Outro elemento de micro drenagem é a boca-de-lobo que consiste em uma caixa de alvenaria ou pré-moldado de concreto localizado sob o passeio ou sob a sarjeta. É uma estrutura hidráulica determinada a receber as águas superficiais. Instaladas com no mínimo 60 metros de distância (USP, 2015). A Figura 3 apresenta os tipos de boca-de-lobo em função de suas combinações possíveis.

Figura 3 - Tipos de Bocas-de-lobo



Fonte: Tucci (1995).

O poço de visita, por sua vez, tem a função primordial de permitir o acesso às canalizações, de modo que se possam mantê-las em bom estado de funcionamento.

Sua locação é indicada nos pontos de mudança de direção, mudança de declividade, cruzamento de ruas, e de diâmetro (TOMAZ, 2013).

Figura 4 - Poço de visita



Fonte: Ebanataw (2009).

Por fim as galerias pluviais são projetadas como canal livre para funcionamento a para a vazão do projeto. A velocidade obedece ao material a ser usado. A menor velocidade para tubos de concreto deverá ser de 0,65m/s e a máxima de 5,0m/s. O revestimento mínimo é de 1,00 m (TOMAZ, 2013).

Figura 5 - Rede de galeria de águas pluviais



Fonte: Moraes (2015).

2.2.2 Macrodrenagem

Macrodrenagem de acordo com as diretrizes básicas para projetos de drenagem urbana no município de São Paulo, a macrodrenagem é composta por canais (abertos ou de contorno fechado) de dimensões maiores, planejada para vazões de 25 a 100 anos de tempo de retorno. Do seu movimento apropriado resulta a prevenção ou diminuição dos danos às propriedades, dos danos à saúde e perdas de vida das populações atingidas, seja em resultados direto das águas, ou seja, por doenças de veiculação hídrica. A Figura 6 apresenta em detalhes a macrodrenagem urbana do canal do frango - Patos (PB).

Figura 6 - Macrodrenagem Urbana do Canal do Frango - Patos (PB)



Fonte: Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) (2011).

2.3 A importância da drenagem urbana

O que define drenagem urbana é um conjunto de medidas que visa diminuir os riscos e prejuízos à população como também ao meio ambiente acerca das inundações consequentes de chuvas ou alagações. Esse procedimento tem como finalidade drenar rápido e eficaz as águas de chuvas de locais não apropriados, causando o menor impacto ambiental ao meio ambiente, evitar transformações nas características do ciclo hidrológico do local em questão (LOPES, 2016).

Segundo Canholi (2014) o ponto de vista clássico do sistema de drenagem está resumido como uma implantação de soluções estruturais em obras de canalização, que provoca o escoamento para baixa-mar. Ponto de vista “higienista”

responsável pela drenagem pluvial, dos esgotos sanitários, onde é recomendada a rápida retirada das águas drenando o local de onde iniciou os córregos receptores.

Na visão de Queiroz et al., (2003), em consequência da sequência de urbanização podemos ver consequência em relação de uso inadequado do solo, causando complicações às características hidrológicas locais. Por causa da ocupação dessa área prejudica o curso da água junto a um sistema de drenagem deficiente e de crescente impermeabilidade dos solos, ajudam muito para o agravamento dos problemas desenvolvidos pela urbanização.

Na medida em que se aumentam os efeitos negativos das chuvas, como alagamentos, inundações, deslizamentos e perda de rios e lagos, pode ser observada a relevância de um serviço adequado de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas tornando-se mais clara para a população das grandes cidades (ADASA, 2015).

Uma boa parte dos efeitos prejudiciais das chuvas está ligada à ação dos homens. Um dos motivos que possibilitam a diminuição de infiltração das chuvas no solo, tornando-o impermeável, é a ocupação desordenada de áreas urbanas e a consequente cobertura de grandes áreas (TUCCI, 1995).

A lavadura de superfícies urbanas causa o aumento de carga de poluentes em rios e lagos, além de facilitar a transmissão de doenças. No Brasil, 65% das internações hospitalares têm origem em doenças de veiculação hídrica.

O próprio Covid 19 sobrevive por longos períodos na água e no esgoto. Por sua estrutura se assemelhar a de outros corona vírus, alguns estudos feitos com outros vírus da mesma classe familiar trazem informações importantes. Um estudo publicado por Casanova e colaboradores em 2009 mostrou a insistência de vírus semelhantes ao SARS 11 Cov-2 em águas naturais e pluviais, e no esgoto por mais de 10 dias. Os autores também relataram a possibilidade de contaminação por meio de gotículas provenientes do esgoto.

Em outra pesquisa, feitas em testes in vitro por Wang e colaboradores em 2005, foi avaliada a persistência do vírus responsável pela SARS em água de torneira sem cloro, águas residuárias de hospital, e esgoto doméstico, verificando a existência do vírus nesses ambientes por dois dias numa temperatura a 20 °C. No entanto, a permanência do mesmo vírus em fezes e urina foi de, respectivamente, 3 e 17 dias. A sobrevivência dele em águas é mencionada pela literatura técnica indicada em temperaturas entre 4 e 25°C. (OESTE, 2020)

2.4 Sistemas de drenagem alternativo

De acordo com a Revista Nacional de Gerenciamento das Cidades, gerenciada pela ANAP, para se aumentar a eficácia na gestão e controle das enchentes urbanas, são necessárias outras soluções complementares aos pavimentos permeáveis. Por meio de uma camada permeável o escoamento é desviado para um reservatório subterrâneo de pedra, situado sob a superfície do terreno. Após, o escoamento armazenado pouco a pouco se infiltra no terreno.

O pavimento permeável são dispositivos ao qual o escoamento é desviado por meio de uma camada permeável para um reservatório subterrâneo de pedra, situado sob a superfície do terreno. Após, o escoamento armazenado gradualmente se infiltra no terreno ou ocorre uma lenta liberação por tubulações subterrâneas.

O pavimento permeável se parece com os revestimentos convencionais. No entanto, ao contrário destes ele contém pouca ou nenhuma quantidade de agregados finos. Assim, forma vazios que propiciam a infiltração (CHATTANOOGA, 2008 e ARAÚJO et al., 2000). Ele pode ser constituído por (URBONAS, 2000): asfalto poroso; concreto poroso, blocos modulares. Os pavimentos permeáveis são tipicamente formados por três camadas: a primeira composta pelo pavimento permeável– que pode ser asfalto ou concreto poroso; a segunda é o filtro, formado por agregados finos ou médios; e por fim, o reservatório de agregados graúdos. Na figura 7, observa-se um modelo de pavimento permeável.

Figura 7 – Pavimento permeável



Fonte: Tijoleste(2020)

Outra alternativa o sistema de bio-retenção, apresentado na Figura 8, (chamados de jardins da chuva) são depressões pouco profundas onde são plantadas vegetações nativas selecionadas para tratar e reter as águas de chuva.

Figura 8 - Jardim de chuva



Fonte: Pennsylvania (2006).

3 METODOLOGIA

Para a apresentação do presente trabalho foi elaborado um estudo de observação participante, é um tipo de observação etnográfica (repertório de imagens) no qual o observador participa ativamente nas atividades de coleta de dados, sendo atribuída a capacidade do investigador se adaptar à situação (Pawłowski, Andersen, Troelsen, & Schipperijn, 2016). A opção metodológica pela observação de tipo participante tem como objetivo de proceder, dentro das realidades observadas, a uma apropriada participação do investigador, de forma “não usurpadora”, e de modo a reduzir a variabilidade habitual, bem como a simulação dos mesmos (Brandão, 1984; Marshall & Rossman, 1995). Além da observação participante, a pesquisa foi realizada nos meses de novembro de 2020 a maio de 2021, meses onde ocorre o maior volume de chuvas, através de visitas à secretaria de obras e infraestrutura da cidade de Itinga do Maranhão - Ma, com o objetivo de colher informações a respeito da drenagem da cidade. A partir das informações colhidas na secretaria de obras e infraestrutura, delimitou-se as principais áreas de estudo para execução deste trabalho. Os pontos foram escolhidos levando em consideração os seguintes fatores: drenagem natural, obras de drenagem existente na cidade e principais pontos de alagamento da cidade. Onde foi analisado a problemática do sistema de drenagem pluvial urbana da cidade de Itinga do Maranhão – Ma.

O estudo foi feito em todos os bairros da cidade, sendo realizado um levantamento das características dos problemas causados na infraestrutura, na higiene e na saúde da população e um relatório fotográfico. Como não existe nenhum projeto existente, foi feito uma pesquisa com possíveis sugestões que poderiam ser adotadas em um futuro projeto de sistema de drenagem pluvial urbana.

Através dessa observação pode-se ver que em todas as ruas e avenidas existem problemas com a falta de um projeto para drenagem de águas pluviais, destacando algumas por serem as mais utilizadas pela população como as principais vias de acesso para outras ruas ou estabelecimentos importantes, gerando problemas para os pedestres quando precisam utilizá-las. A avenida Presidente Médici é a mais movimentada da cidade, onde é localizada à beira da rodovia BR – 010, servindo como acesso para outros municípios. Em seguida,

destacou –se também a Rua Jose dos Reis Feitosa, por ser uma rua que dar acesso a rodoviária da cidade, estádio municipal, câmara de vereadores e mercado municipal. Outras ruas menores, mas não menos importante, como a Rua Sete de Setembro, que concede acesso ao NAC – Núcleo de atendimento ao cidadão, rua essa que também tem ligação com uma das principais avenidas da cidade. A rua das Mangueiras que dar acesso para o Hospital Municipal, possui uma pavimentação de bloquetes com sarjetas que não funcionam corretamente por causa dos resíduos de lixos das residências e estabelecimentos comerciais. A Rua Sabiá que está com seu final interdita por causa da falta de drenagem de águas pluviais, onde há muita reclamação por parte dos moradores da mesma, pelo perigo que estão correndo quem mora próximo ao final dessa rua. De acordo com a fala do engenheiro do município, diz que a prefeitura já está tomando as devidas providencias sobre o problema nessa rua especificamente. Na figura 09, destaca-se os bairros e os pontos onde se tem mais acesso da população.

Figura 09 – Imagem cidade de Itinga do Maranhão- Ma



Fonte: Google Earth (2020)

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em visitas realizadas a área urbana da cidade de Itinga do Maranhão - Ma, percebeu-se que o setor de saneamento básico é precário ou nenhum, destacando a drenagem urbana como uma das áreas não estruturadas. Nota-se que as ruas principais do centro da cidade são pavimentadas com bloquetes, material ecologicamente correto pois propicia uma melhor infiltração da água, e algumas ruas pavimentadas com asfalto, material não permeável, o que prejudica o processo de infiltração de água proveniente de precipitações. Pode ser constatado ainda, que algumas vias possuem inclinação baixa para o escoamento da água, sendo essa ficando acumulada em cima da malha asfáltica. Podemos também observar que as principais ruas só existem o mínimo de drenagem que seriam as sarjetas, a Figura 10 apresenta a estrutura na Av. Presidente Médici, localizada no centro da cidade, antes e depois da chuva, mostrando que não se conta com uma drenagem urbana de eficácia, fazendo com que águas pluviais fiquem concentradas no local.

Figura 10 - Avenida Presidente Médici



Fonte: Registrada pela autora.

Com base em dados obtidos na observação dos bairros, foi levantado que poucas ruas possuem sistema de drenagem urbana, pois o plano diretor da cidade de Itinga do Maranhão nunca foi instituído, sendo que de acordo com as mudanças estabelecidas na legislação do saneamento básico, a partir da Lei nº 14.026/2020, preveem a universalização desses serviços até 2033.

Diante de tal visão, observa-se que existe poucos tipos de recursos de drenagem feita pela prefeitura municipal, a não ser a pavimentação com meio –fio,

algumas ruas com sarjetas e poucas canaletas, somente em uma rua existe um bueiro. Já que no município de Itinga do Maranhão, não possui um plano diretor aplicado atualmente, sendo apenas aplicada intervenções pela secretaria de infraestrutura para trabalhar o manejo das águas pluviais, buscando uma maneira de amenizar os danos para a infraestrutura da cidade.

Na Figura 11 pode-se observar outros pontos da avenida Presidente Médici no momento de chuvas.

Figura 11 - Outros pontos da Av. Presidente Médici no momento de chuva



Fonte: Registrada pela autora.

Em relação aos meios-fios em muitas ruas da cidade de Itinga do Maranhão – MA, observou-se a presença de meio – fio. A Figura 12 apresenta registros de meios-fios na Avenida Presidente Médici e Rua das Mangueiras respectivamente.

Figura 12 - Av. Presidente Médici e Rua das Mangueiras respectivamente



Fonte: Registrada pela autora.

Em relação as sarjetas foram observadas em diferentes locais a obstrução de sarjetas por acúmulo de resíduos, muitas vezes esses resíduos são despejados pela própria população. Como por exemplo na rua Sabiá, Vila Emanuela, onde por consequência das águas da chuva a pavimentação está prejudicada e o pouco de sarjeta que existia somente em um lado, está sendo destruída. A rua Sabiá está com o trecho final interditado por desabamento em decorrência do grande volume de águas pluviais. A Figura 13 apresenta sarjetas da Rua Sabiá e Sete de setembro respectivamente.

Figura 13 - Rua Sabiá e Rua Sete de setembro respectivamente



Fonte: Registrada pela autora.

Foi possível observar, conforme apresentado na Figura 14, que mesmo em épocas sem chuvas os bueiros continuaram com fluxo contínuo de água indicando ligações clandestinas de esgoto causando poluição difusa no solo e corpos hídricos.

Figura 14 - Bueiro na Rua José dos Reis Feitosa



Fonte: Registrada pela autora.

Conforme apresentado na Figura 14 os bueiros da cidade de Itinga do Maranhão, por sua vez, sofrem com seu mal uso, onde são depositados resíduos sólidos e em seu entorno há uma demonstração do mal uso e ocupação do solo, podendo causar danos significativos a população e ao meio ambiente, como doenças de veiculação hídrica e mal cheiro devido.

Já em relação as bocas de lobo no município de Itinga do Maranhão, esse sistema de micro drenagem não existe em nenhuma rua ou avenida, pois ainda não foram projetados, já as canaletas existem com grelhas e sem grelhas, que na observação percebe-se que não conseguem transpor águas pluviais com precisão, pois as canaletas com grelhas estão obstruídas por lixos que são transportados com a água e as que não tem grelhas não suportam o volume de água. Como mostrado na figura 15, respectivamente:

Figura 15 – Canaletas nas Ruas do Ipê e do Cedro



Fonte: Registrada pela autora.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em Itinga do Maranhão, como várias cidades brasileiras, a realidade do atual serviço de saneamento ainda é deficiente ou inexistente. Os resultados alcançados mostram adversidades na maior parte da área em estudo. Desse modo, o reconhecimento da importância dos serviços de saneamento básico pelo poder público é fundamental. Os efeitos da urbanização como uso inadequado do solo e áreas impermeabilizadas, acarretam uma enorme proporção de escoamento superficial e essas condições constituem a realidade do sistema de drenagem de águas pluviais da cidade de Itinga do Maranhão. Na maior parte da cidade, o sistema de drenagem é composto apenas de sarjetas para o escoamento superficial da água. Nos pontos de menor cota, foi possível localizar valetas e bueiros. Algumas sarjetas se encontravam com acúmulo de resíduos sólidos, podendo ocasionar em eventos de chuva alagamentos devido à obstrução desses elementos. O centro da cidade é o mais afetado com os alagamentos em ocorrências de chuvas, prejudicando a população.

Para amenizar o problema da drenagem urbana na cidade é necessária a implantação de obras estruturais, investimento na infraestrutura da cidade (instalação de galerias) e uma educação à população acerca do correto gerenciamento dos seus resíduos. São medidas neste sentido que se propõem na cidade, no Brasil e no mundo por problemas decorrentes de um falho e ineficiente sistema de drenagem urbana. Espera-se direta ou indiretamente que o presente trabalho venha contribuir para outras pesquisas sobre drenagem urbana, sejam elas micro drenagem ou macrodrenagem, e que se desenvolvam com a finalidade de diminuir os graves resultados causados pelas mesmas.

Por fim, o trabalho propõe, depois de analisar as condições do sistema de drenagem urbana pluvial na cidade, o planejamento para a elaboração de um plano diretor para a cidade e, por consequente, que seja implantado um sistema de drenagem urbana pluvial eficiente.

REFERÊNCIAS

ADASA – Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal – 2015. Disponível em:<<http://www.adasa.df.gov.br>>. Acesso em: 20 de janeiro de 2021.

ALMEIDA, D. S. D.; COSTA, I. T. D. A Drenagem Urbana das Águas Pluviais e sua Relação com o Meio Ambiente e a Saúde Pública no Município de Santana. Macapá/AP, 2014.

ARAÚJO, P., TUCCI C. E. M., GOLDENFUM, J. Avaliação da eficiência dos pavimentos permeáveis na redução de escoamento superficial. RBRH, V5 n.3 p 21-28. 2000.

ARESC - Agência de Regulação de Serviços Públicos de Santa Catarina. Disponível em: < <https://www.aresc.sc.gov.br/index.php/servicos-regulados/drenagem-urbana>>. Acesso em: 20 de abril de 2021.

ASSOCIAÇÃO DOS ARQUITETOS, ENGENHEIROS E TÉCNICOS DE COTIA – AETEC. A importância do planejamento urbano no crescimento na cidade. Disponível em: < <https://aetec.org.br/a-importancia-do-planejamento-urbano-no-crescimento-na-cidade/>>. Acesso em: 10 de fevereiro de 2021.

Brandão, C. R. (1984). Participar-pesquisar. In C. R. Brandão (Org), Repensando a pesquisa participante (pp.7-14). São Paulo: Brasiliense.

BRASIL. Lei n. 14.026, de 15 de julho de 2020. Atualiza o marco legal do saneamento básico, a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, para aprimorar as condições estruturais do saneamento básico no País. Disponível em:<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019/2022/2020/Lei/L14026.htm#art3>. Acesso em: 16 abril 2021.

CANHOLI, A. P. Drenagem Urbana e Controle de Enchentes, 2. Ed, São Paulo, 2014.

CDC - CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION. Water Transmission and COVID-19. Disponível em: <<https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/php/water.html>>. Acesso em: 22 março 2021.

CHATTANOOGA. Stormwater BMP Manual - Best Management Practices. Section 9 - Low Impact Designs. City of Chattanooga/ Hamilton County/Town of Signal Mountain/ Tennessee. 2008.

Christofidis D. O ciclo da água, os paradigmas da drenagem urbana e a sintonia com a natureza. Brasília, DF: Universidade de Brasília. No prelo 2019.

DER/PR - Departamento de Estradas de Rodagem do Estado do Paraná. Obras complementares: meios-fios. Disponível em: <http://www.der.pr.gov.br/sites/der/arquivos_restritos/files/documento/2019-10/esoc1318meiosfios.pdf>. Acesso em: 06 de maio de 2021.

DIRETRIZES BÁSICAS PARA PROJETOS DE DRENAGEM URBANA NO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO. Disponível em: <http://www.fau.usp.br/docentes/deptecnologia/r_toledo/3textos/07drenag/dren-sp.pdf>. Acesso em: 20 de março de 2021.

GEOFOCO BRASIL. Sistema de drenagem pluvial. Publicado em: 14 nov. 2014. Disponível em: <<http://geofoco.com.br/sistema-de-drenagem-pluvial/>>. Acesso em: 23 fev. 2021.

Google Earth. Disponível em: <<http://earth.google.com/web>>. Acesso em: 18 abr. 2021

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Sistema de Drenagem Urbana de Águas Pluviais. 2016.

Lima, S. M. S. A., Lopes, W. G. R., & Façanha, A. C. (2019). Desafios do planejamento urbano na expansão das cidades: entre planos e realidade. *Urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana*, 11, e20190037. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/2175-3369.011.e20180037>>. Acesso em: 20 de abril de 2021.

LOPES, P. G. Análise comparativa entre um sistema de drenagem tradicional (higienista) e um sistema de drenagem com um reservatório de detenção online. (Trabalho de conclusão de curso) apresentado ao Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS). Santa Maria, RS, Brasil, 2016.

Marshall, C., & Rossman, G. B. (1995). *Designing qualitative research* (2nd ed., 78-79). Thousand Oaks: CA. Sage Publications

MEDAU, Isaac. Análise dos Dispositivos de Drenagem Urbana na Avenida São Francisco – Anápolis - GO. TCC, Curso de Engenharia Civil, Uni Evangélica, Anápolis, GO, 84p. 2018.

MOREIRA, Luana Lavagnoli. **Análise do impacto da evolução urbanística sobre o sistema de drenagem urbana.** 2014. 87 f. Trabalho de conclusão de curso (Especialização). Centro Tecnológico da Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2014.

OESTE, CISAM -Consórcio Intermunicipal de Saneamento Ambiental - Meio. RECOMENDAÇÕES PARA PREVENÇÃO DO CONTÁGIO DA COVID-19 PELA ÁGUA E PELO ESGOTO. *In: Nilvo Dorini. CISAM. [S.l.]*. 30 mar. 2020. Disponível em: <<http://www.cisam.sc.gov.br/noticias.php?pg=65>>. Acesso em: 24 abr. 2021.

Pawlowski, C. S., Andersen, H. B., Troelsen, J., & Schipperijn, J. (2016). Comportamento de atividade física das crianças durante o recreio escolar: um estudo piloto usando GPS, acelerômetro, observação participante e entrevista.

PESQUISA nacional de saneamento básico 2008. Rio de Janeiro: IBGE, 2010. 218 p. Acompanha 1 CD-ROM. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pnsb2008/PNSB_2008.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2021.

PHILIPPI, Jr. A. Saneamento, saúde e ambiente: Fundamentos para um desenvolvimento sustentável. Barueri, SP: Manoele, 2005, (coleção Ambiental; 2).

Planejamento Urbano. E- civil. 2 p. Disponível em: <http://www.ecivilnet.com/artigos/planejamento_urbano.htm>. Acesso em: 15 jun. 2021.

QUEIROZ, A. J. M. F.; CASAQUE, C. R.; SANTOS, M. C.; SEZAR, R. G. M. Gerenciamento de Riscos em Projetos de Construção Civil sob a Ótica dos Principais Stakeholders - Análise sob um contexto prático e teórico. 2003. 73 f. Trabalho de Conclusão de Curso (MBA em Administração de Projetos) – Departamento de Fundação Instituto de Administração, Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo, São Paulo.

REVISTA NACIONAL DE GERENCIAMENTO DAS CIDADES, Métodos Alternativos de Drenagem a Partir da Retenção e Infiltração das Águas de Chuva no Solo, Visando a Redução das Enchentes Urbanas – ISSN 2318-8472 v.03, n17, 2015 – ANAP 2015 - <https://amigosdanatureza.org.br/publicacoes/index.php/gerenciamento_de_cidades/articlo/viewFile/1005/1028>. Acesso em: 01 de fevereiro de 2021.

TOMAZ, PLINIO - Curso de Manejo de águas pluviais - Capítulo 5- Micro drenagem – 2013, p.25.

TUCCI, C. E. M. 1995. Enchentes urbanas, In Drenagem Urbana. cap. 1. Editora da Universidade. ABRH.

TUCCI, C. E. M; BERTONI, J. C., Inundações Urbanas na América do Sul; Porto Alegre, 2013.

Tucci, Carlos E. M. Gestão de Águas Pluviais Urbanas/ Carlos E. M.Tucci – Ministério das Cidades – Global Water Partnership - Wolrd Bank – Unesco 2005.

URBONAS, B. Assessment of Stormwater Best Management Practice Effectiveness (Chapter 7). In: Innovative Urban Wet-Weather Flow Management Systems, Field, R., J.P. Heaney, and R. Pitt, (editors). U.S. Environmental Protection Agency, Cincinnati, OH. EPA/600/R-99/029. 2000