DRENAGEM URBANA E CONTROLE DE ENCHENTES

Waister Martins De Sousa[1]

Lucas Oliveira Silva[1]

1- Discente do Curso de Engenharia Civil do Instituto Luterano de Ensino Superior de Itumbiara-GO.

Resumo

Este artigo tem como objetivo apresentar os sistemas de microdrenagem e macrodrenagem como soluções para a drenagem de águas pluviais em áreas urbanas, e considerar a engenharia, procedimentos de implantação, cálculos e análises necessários à sua execução. A microdrenagem tem como objetivo captar e direcionar a água da chuva para um grande sistema de drenagem. Além de retirar a água da chuva das calçadas das vias públicas, prevenir inundações, dar segurança a pedestres e motoristas e prevenir ou reduzir danos, também pode ser realizada a macrodrenagem, um planejamento do escoamento final das águas superficiais que engloba todo o sistema de microdrenagem, além da canalização de rios e galerias de grande porte.

Palavras Chave: Microdrenagem, Macrodrenagem, pluvial, urbanas.

1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, o expressivo crescimento populacional levou ao surgimento de múltiplas cargas e patologias na infraestrutura urbana, algumas das quais causadas por enchentes urbanas. Com a construção de pavimentação e novas edificações, a área de infiltração é reduzida e não há espaço para o escoamento da água da chuva, o que resulta em inundações. O plano diretor de drenagem urbana propôs diversas tecnologias de drenagem em suas diretrizes, mas a maioria das metrópoles não consideraram o planejamento adequado do projeto, e todo o sistema foi comprometido por falta de atenção e planejamento. São tomadas medidas não estruturais para manter os alertas e leis quanto à ocupação de áreas, especialmente no que diz respeito à ocupação de áreas ribeirinhas, mas não são adotadas medidas estruturais,

resultando em danos à área coberta pela água, danos ambientais e transtornos com logradouros submersos.

O planejamento da drenagem urbana envolve diversos estudos, desde a origem da água até como a água é tratada na cidade, então esse é um processo interminável que deve ser priorizado porque a população continuará crescendo ao longo dos anos. As políticas adotadas devem trazer os maiores benefícios à população e ao meio ambiente.

Nesta direção, o objetivo geral procurará investigar e entender, como e se são aplicadas as metodologias de drenagem urbana. Em especifico, demonstrar a importância da tecnologia correta para o manejo de águas pluviais, além de mostrar como essa tecnologia funciona e em que circunstâncias essas tecnologias devem ser aplicadas no Plano Diretor de Drenagem.

Como hipótese, o planejamento urbano é rico em conhecimentos e envolve múltiplas tecnologias, mas os aspectos básicos costumam ser esquecidos.

2. DESENVOLVIMENTO

O ciclo hidrológico nas áreas urbanas tem sofrido grandes alterações, que se devem principalmente às alterações da superfície e à passagem do escoamento, e ao aumento da poluição devido a poluição do ar, superfícies urbanas e materiais sólidos eliminados pela população que deriva em um problema comum, a inundação. Normalmente, a inundação contínua produzirá um segundo problema, que é o alagamento. Os alagamentos incluem água parada em um determinado local, a água encontrando obstáculos ou dificuldade para sair. O terceiro problema encontrado é a enchente, que é o fenômeno do transbordamento do rio. Normalmente, por não conseguirem drenar a água, as enchentes invadem casas, empresas e inundam ruas em dias ou até semanas.

A metodologia utilizada nesse projeto é o método de pesquisa, consistindo na leitura de diversos artigos de especialistas sobre o tema abordado. Este trabalho poderá servir de suporte para uma melhor compreensão das questões a respeito do processo de controle da drenagem em uma área urbana, e que possa suscitar novos debates que propiciem uma maior atenção social e política para essa questão.

O planejamento urbano deve considerar os aspectos relacionados com a água, no uso do solo e na definição das tendências dos vetores de expansão da cidade. (TUCCI, 2002).

Nesse contexto, é visto a necessidade de se planejar a drenagem urbana de forma eficiente, pois é um sistema que precisa sempre estar se atualizando de acordo com o crescimento demográfico. O escoamento pluvial pode produzir inundações e impactos nas áreas urbanas, isso pode ocorrer devido a impermeabilização, obstruções da rede de condutos pluviais. As infraestruturas têm sido planejadas de maneira inadequada e deixam de fora diversos aspectos importantes sobre o escoamento. (TUCCI, 2002)

2.1 DRENAGEM

Saneamento de acordo com a Lei 11.445/07, é definido como conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais de abastecimento de água potável, esgoto sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e drenagem urbana.

Drenagem é um termo usado para instalações designadas para o drene do excesso de água. O problema da água da chuva urbana pode ser resolvido ao drenar a água produzida pela água da chuva para a jusante o mais rápido possível. O princípio é impermeabilizar o solo com pavimentação e canalizar córregos, de modo que, assim que a água da chuva seja rapidamente retirada da cidade.

2.2 MICRODRENAGEM

Os sistemas de micro drenagem incluem coleta e afastamento das águas superficiais ou subterrâneas através de galerias fazendo parte de um sistema de coleta. As obras de micro drenagem são realizadas com projetos que adotem as vazões de dois a dez anos de período de retorno.

Os sistemas de drenagem urbana são essenciais para prevenir inundações e alagamentos (figura 1), principalmente em áreas mais baixas da cidade ou em marginais de cursos naturais de água.

Figura 1- Inundação Devido a deficiência na Macro drenagem:

Fonte: https://ndonline.com.br/files/images/2016/06/03-06-2016-14-22-01-mare-alta.jpg

Problemas de drenagem podem ser agravados devido à urbanização desorganizada. Um planejamento urbano que seja projetado sem um sistema de drenagem antes de sua formação, quando for implantando elevará o custo da construção e apresentará deficiências. Portanto é conveniente que a área urbana seja planejada integralmente com o sistema de drenagem. O planejamento associado ao sistema de drenagem deve visar delimitar as áreas potencialmente inundáveis e áreas de risco para verificar a viabilidade ou não da ocupação dessa área do ponto de vista de expansão dos serviços públicos.

Um sistema de drenagem adequado pode gerar inúmeros benefícios, tanto para a comunidade como para o serviço público, como o desenvolvimento do sistema viário, redução de gastos com manutenção das vias públicas, valorização das propriedades existentes na área beneficiada, escoamento rápido das águas superficiais, facilitando o tráfego por ocasião das precipitações, eliminação de águas estagnadas e lamaçais, rebaixamento do lençol freático, recuperação de áreas alagadas ou alagáveis e segurança e conforto para a população.

De forma geral, o sistema de micro drenagem é responsável por criar condições de circulação de pedestres e veículos em uma área urbana, por ocasião de chuvas, levando em consideração as precipitações mais intensas, seus danos e riscos de perda humana por esses temporais.

No Brasil, a infraestrutura da microdrenagem é de responsabilidade dos governos municipais, que devem definir as ações do setor, na medida que crescem de relevância, já a responsabilidade pelas macrodrenagens amplia-se para os governos estaduais. Portanto a competência da Administração Municipal - a Prefeitura deve fornecer devidamente os recursos de infraestrutura básica, micro drenagem, e serviços correlacionados. As águas de drenagem superficiais são originadas das precipitações, cujos danos devem ser neutralizados pelo sistema de drenagem pluvial ou esgoto.

Conhecer as chuvas é importante para os sistemas de micro drenagem já que para a construção de galerias pluviais é necessário saber as variações da altura de chuva com o tempo. Essa variação é medida através dos pluviógrafos.

Sobre pluviógrafos:

> Um pluviógrafo é constituído de duas unidades, a saber: elemento receptor e elemento registrador. O receptor é semelhante ao de um pluviômetro comum diferindo, apenas, quanto a superfície receptora que é de 200cm2, ou seja, a metade da área do pluviômetro. O elemento registrador consta de um cilindro oco, dentro do qual fica instalado um equipamento de relojoaria que faz girar um pequeno carretel situado sob o fundo do cilindro. Este cilindro gira uma volta completa em 24 horas, o que permite a mudança diária do papel com os registros de precipitações ocorridos, bem como o arquivamento contínuo para possíveis consultas futuras dos dados registrados. Entre os vários modelos conhecidos, o mais empregado no Brasil é o de Hellmann-Fuess. (FERNANDES, 2002, p.9)

Para se compreender as dimensões necessárias para a serem projetadas na obra, é preciso conhecer o volume de água que escoa de uma determinada superfície, denominado deflúvio superficial direto. Para determinar esse volume são utilizados alguns métodos. Os mais comuns nas obras de micro drenagem são os de natureza analítica, já que trazem definição baseada em estudos matemáticos/empíricos com maiores credibilidades. Existem três tipos de métodos analíticos, Método Racional, Método do Hidrograma Unitário e a Análise Estatística.

Para a realização adequada de um sistema de micro drenagem, algumas partes constituintes são necessárias como galerias, bocas-de-lobo, sarjetas, estações de bombeamento e poços de visita, conforme pode ser visto no esquema da figura 2.

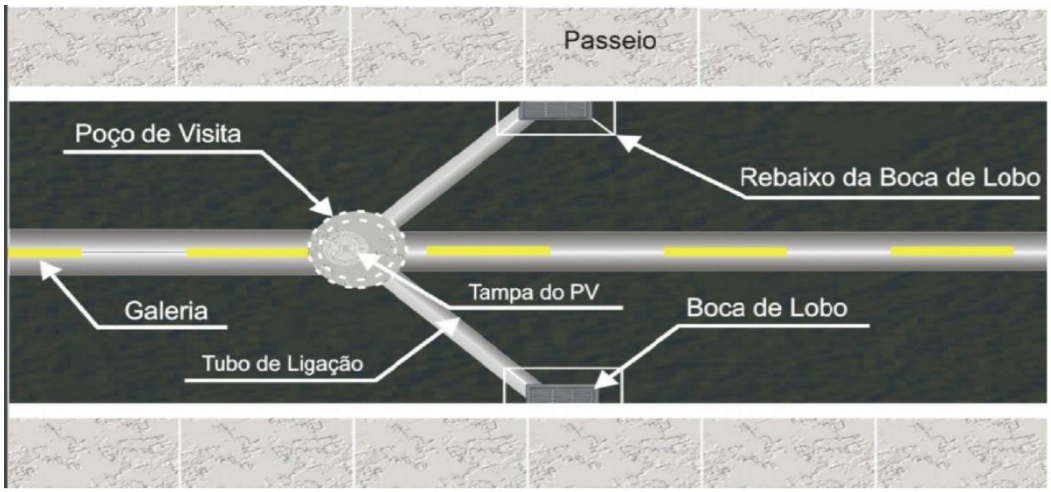

Figura 2- Esquema de Micro drenagem

Fonte: http://wiki.urca.br/dcc/lib/exe/fetch.php?media=drenagem-urbana-microdrenagem.pdf Fernandes, R. 2007 p.14

2.3 SARJETAS

São canais que se encontram nas laterais das ruas, conforme na figura 3, normalmente de seção transversal e triangular, tais dispositivos se encarregam da função de coletar as águas de escoamento superficial e transportá-las até as bocas coletoras. As sarjetas podem ser construídas em concreto simples ou paralelepípedos.

Figura 3- Sarjeta Implantada nas Laterais

Fonte: http://vadebike.org/2016/06/sarjeta-ciclovia-ciclofaixa-buracos-buenos-aires-sao-paulo/

2.4 BOCAS DE LOBO

Tais dispositivos são de alvenaria, e possuem forma de caixas coletoras. Sua função é a de receber á água vinda da sarjeta e leva-las á rede coletora. As dimensões da boca de lobo são calculadas ainda no projeto, e podem ser de quatro tipos (Figura 4):

- Lateral: Indicada para instalação com pequena declividade longitudinal, em ponto intermediário, e em vias de tráfego intenso.
- Com Grelha: Para pontos intermediários em ruas com grande declividade, em sarjetas com limitação de depressão.
- Combinada: Indicada para sarjetas em pontos baixos, onde a declividade fica entre 5% e 10%.
- Múltipla: Adequada para pontos baixos e sarjetas com grandes vazões.

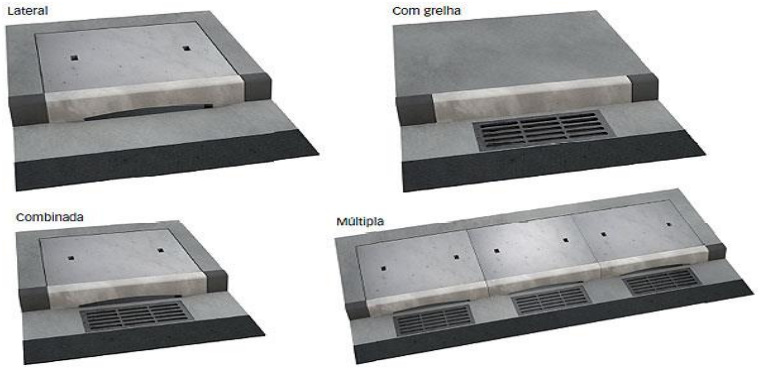

Figura 4- Tipos de Bocas Coletoras

Fonte: http://infraestruturaurbana17.pini.com.br/solucoes-tecnicas/8/2-bocas-de-lobo-como-planejar-o-posicionamento-das-239376-1.aspx

2.5 GALERIAS

Assim são denominados todos os condutos fechados que se destinam ao transporte de águas de escoamento da superfície, conforme figura 5, ou seja, escoar as águas captadas pela boca coletora. O sistema de galerias pluviais é a parte subterrânea da microdrenagem, o sistema completo se dá pela junção com bocas coletoras, condutos de ligação, galerias e poços de visita.

Figura 5- Galeria de Micro Drenagem

Fonte: http://www.chuiengenharia.com.br/wp-content/uploads/2010

2.6 POÇOS DE VISITA

Trata-se de uma câmara visitável com uma abertura em sua parte superior, ao nível do terreno, tal dispositivo tem a função de reunir dois ou mais trechos consecutivos e a execução dos trabalhos de manutenção dos trechos ligados a ele. Um poço geralmente possui dois

compartimentos, A chaminé, que consiste no conduto de ligação, entre superfície e o balão, se tratando da parte exterior. Possui também o balão, que se dá pelo compartimento principal, onde são feitas todas as operações internas de manutenção em cada trecho, como se pode identificar na Figura 6.

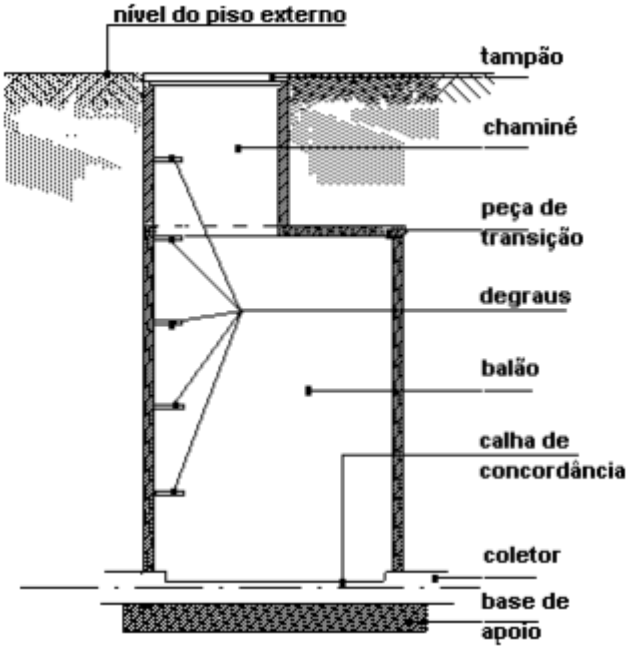

Figura 6- Poço de Visita Convencional

Fonte: http://www.ceap.br/material/MAT28052014140255.pdf

2.7 MACRO DRENAGEM

A macrodrenagem é a drenagem ampla e completa de uma região, feita normalmente em bacias com uma área superior a 2 km². Tal planejamento envolve diversos estudos alternativos para que se monte um bom projeto.

A maioria das obras de drenagem brasileira consiste na ideia da eliminação das águas de maneira sistemática, através de obras de canalização, contudo, quando a bacia se desenvolve aumenta a vazão máxima (Figura 7), as inundações voltam a ocorrer no trecho que havia sido canalizado, gerando somente recursos que são usados de maneira inadequada.

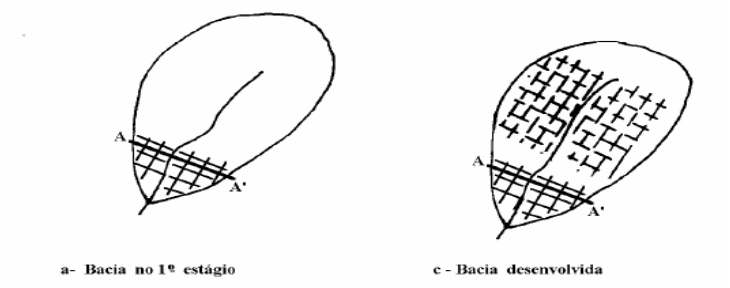

Figura 7- Esquema de Bacia Hidrográfica, Antes e após o desenvolvimento

Fonte: Agua no Meio Urbano, TUCCI, 1997

O procedimento correto para a implantação da macrodrenagem necessita de planejamento e gerenciamento adequados do desenvolvimento da bacia, de forma a evitar os problemas mencionados. Nesse meio, se faz necessário a tomada de algumas medidas:

- As áreas desapropriadas pelo poder público, não devem ficar sem algum tipo de infraestrutura, pois assim se evita que tal área seja invadida.
- O poder público deve estão atento à regulamentação de uso e ocupação de cada área, especialmente quanto a áreas ribeirinhas.
- Em áreas ribeirinhas de risco, é necessário tomar todas as medidas não estruturais necessárias, para que haja uma boa convivência com as inundações, minimizando os danos causados.
- As áreas inundáveis pertencentes ao poder público, podem atuar como reservatórios urbanos.
- Parques, praças, pistas, todas essas áreas podem ser usadas para amortecer e preservar os hidrogramas de uma bacia.

2.8 PROCESSO DE PLANEJAMENTO DA MACRO BACIA

Diversos estudos são necessários para se determinar a estrutura correta a ser feita a macrodrenagem. A primeira delas passa pela parte de caracterizar a bacia, aqui se analisa a geologia, tipo de solo e quanto a ocupação feita, também deve ser feito o mapeamento da bacia e sub – bacias e suas características quanto a seção de escoamento e comprimento, além de determinar os dados como precipitação e qualidade da água.

A segunda parte é a definição dos cenários, ou seja, encontrar uma solução de acordo com o desenvolvimento previsto para a cidade, e todas as demais áreas que não foram ocupadas e que poderão vir a ser no futuro.

Outra parte demasiada importante é a escolha do risco da precipitação dos projetos, pois o tempo comum de retorno da vazão é de 10 anos, e pode variar de acordo com os riscos.

Após esse processo, se tem a determinação da precipitação de projeto, com base nos dados sobre precipitação deve ser escolhido a curva de IDF e determinar o tempo de concentração da bacia, quando houver a precipitação.

A Simulação dos cenários com modelo hidrológico são simulações para redes de drenagens existentes ou planejadas. A região hidrográfica deve ser representada da melhor maneira possível dentro de uma previsão, desta forma é possível identificar se o sistema pode conter acréscimos de vazão, ou seja, saber o quanto as redes suportam. De acordo com essas simulações, quando necessário se deve projetar alternativas para detenção ou contenção, de forma a não transferir a jusante, qualquer acréscimo da vazão máxima.

As medidas de retenção e detenção também devem ser simuladas, pois se faz necessário evitar as inundações nas ruas, para isso, as estruturas projetadas precisam suportar a carga prevista.

A qualidade da água é de extrema importância no estudo, por isso devem-se ter dados da carga cloacal que não é coletada pela rede de esgoto sanitário, e também controle sobre a quantidade de resíduos sólidos.

Após o estudo feito na bacia, e quais providencias deverão ser tomadas, a parte financeira é estudada, pois sempre se procura um maior beneficio com o menor custo, isto é, um planejamento adequado e que não ultrapasse todo um orçamento municipal. Após todos os passos serem aprovados, se parte para a execução do projeto, estabelecendo as obras e implementações necessárias.

2.9 OBRAS DE MACRO DRENAGEM

2.9.1 GALERIAS PLUVIAIS

São galerias instaladas abaixo do solo, conforme se observa na figura 8, e que desempenham um papel fundamental em períodos com grandes quantidades de chuva nas cidades, sua função é minimizar o problema da enchente. Para se obter um bom desempenho, é essencial que se faça os dimensionamentos corretos quanto a diâmetro do tubo de concreto, e também que seja mantida a sua manutenção periódica, de acordo com as normas técnicas.

Figura 8- Montagem de Galerias Pluviais

Fonte: https://www.bebedouro.sp.gov.br/portal/index.php/governo

2.9.2 RESERVATÓRIOS DE DETENÇÃO

Tais Reservatórios se consistem em dispositivos de drenagem com a função de armazenar águas pluviais, ou seja, uma estrutura de cumulação temporária, que em seu funcionamento reduz o pico dos hidrogramas e retarda a resposta do escoamento superficial. Conforme a seguinte figura:

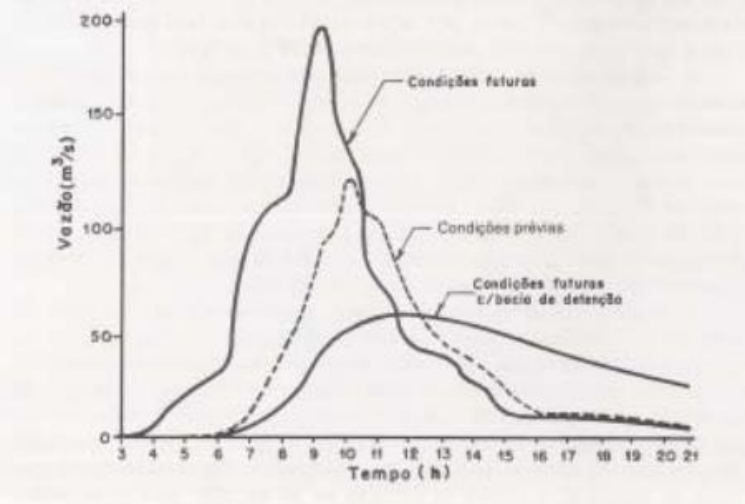

Figura 9- Hidrogramas típicos de bacias de detenção

Fonte: Tucci (1997)

O objetivo destes reservatórios é de minimizar o impacto hidrológico da redução da capacidade de armazenamento natural da bacia hidrográfica, o qual é provocado pela urbanização, devido a impermeabilidade (TUCCI, 1997).

Os reservatórios de detenção podem ser fechados ou abertos, enterrados ou não, dependendo da área disponível, sua localização e da legislação vigente. Podem ser definidos em *in loco*, quando construídos nas próprias margens do curso de água, se enchendo a partir do transbordamento do leito menor. E também podem ser definidos em “off-line”, quando

implantados em outras áreas laterais disponíveis, se enchendo através do desvio da água de seu curso normal. Tal esquema pode ser visto na figura 10.

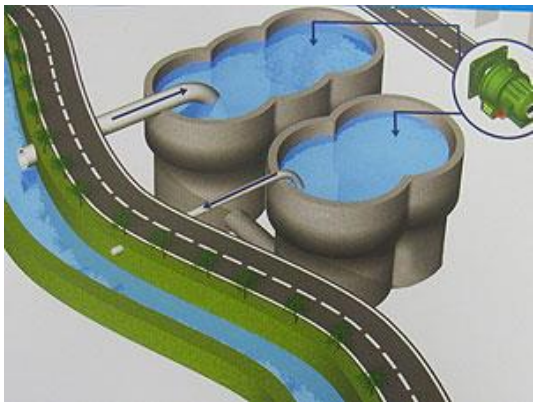

Figura 10- Reservatório Off-line

Fonte: https://pasquimdooesteonline.blogspot.com.br/2013/07/v-behaviorurldefaultvmlo.html

Os reservatórios de detenção podem ser usados de diversas maneiras, pois após o a o escoamento da água, o mesmo ficará vazio e pode ser usado como praças e lugares destinados ao lazer. Assim também como se possui os reservatórios que permanecerão com uma lamina permanente de água, sendo dimensionados conforme cada necessidade.

3. CONCLUSÃO

O desenvolvimento do presente trabalho possibilitou a análise de soluções preventivas e corretivas para carência de planos efetivos de drenagem urbana. O projeto apresenta dados sobre uma área do saneamento básico enfatizando em captação e transporte de aguas pluviais, evidenciando que a drenagem é de extrema importância para a infraestrutura da cidade, visto que as águas pluviais não manejadas corretamente causam diversos prejuízos. Por tal motivo, o projeto mostra que a questão das águas pluviais deve ser melhor abordada nos critérios de planejamento urbano, pois esta contribui em muito para um desenvolvimento próspero das áreas urbanas.

ABSTRACT

This article aims to present the micro and macro drainage systems as solutions for stormwater drainage in urban areas, and to consider the engineering, implementation procedures, calculations and analysis necessary for their execution. Micro-drainage aims to capture and direct rainwater to a large drainage system. Besides removing rainwater from sidewalks of public roads, preventing flooding, providing safety to pedestrians and drivers, and preventing or reducing damage, macro-drainage can also be performed, a planning of the final

drainage of surface waters that encompasses the entire micro-drainage system, in addition to the channeling of rivers and large galleries.

Keywords: Micro-drainage, Macro-drainage, stormwater, urban.

4. REFERÊNCIAS

TUCCI, Carlos E.M. **Água no meio Urbano**. 1.ed. Rio Grande do Sul: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1997. Disponível em: http://www.pec.poli.br/sistema/material_disciplina/fotos/%C3%A1guanomeio%20urbano.pdf

CUSTÓDIO, Vanderli. **Inundações no Espaço Urbano:** as dimensões natural e social do problema. 24.ed. São Paulo: Terra Livre, 2005. Disponível em: <http://www.agb.org.br/publicacoes/index.php/terralivre/article/view/>.

MARTINS, José Rodolfo Scarati. **Gestão da Drenagem Urbana:** só tecnologia será suficiente?1. ed São Paulo: Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 2012. Disponível em:<http://www.daee.sp.gov.br/outorgatreinamento/Obras_Hidr%C3%A1ulic/gestaodrenagem.pdf>.

TUCCI, Carlos E.M. **Gerenciamento da Drenagem Urbana**. 7.ed. Rio Grande do Sul: Revista Brasileira de Recursos Hídricos, 2002. Disponível em:<http://rhama.com.br/artigos/2002/GEREN02.pdf>.

TASSI, Marcus et al. **Plano Diretor de Drenagem Urbana:** Manual de drenagem Urbana. 6.ed. Rio Grande do Sul: Instituto de Pesquisas Hidráulicas, 2005.

RAMOS, Carlos Lloretet al. **Diretrizes para Projetos de Drenagem Urbana no Município de São Paulo**. 1.ed. São Paulo. Centro Tecnológico de Hidráulica, 2005. Disponível em: http://www.fau.usp.br/docentes/deptecnologia/r_toledo/3textos/07drenag/dren-sp.pdf.

CASTILHO, Auriluce Pareira; Borges, Nara Rúbia M.B; TANÚS, Vânia Pereira. **Manual de Metodologia Cientifica.** 2.ed. Itumbiara. Instituto Luterano de Ensino Superior, Disponível em: http://www.ulbra.br/itumbiara/espaco-academico/manual-de-metodologia-cientifica.

MURATA, Lilian. **Plano Diretor de Drenagem Urbana: Princípios e Concepção.** 1.ed. São Paulo. Instituto de Pesquisas Hidráulicas, Disponível em: https://www.abrh.org.br/SGCv3/index.php?PUB=1&ID=56&SUMARIO=741

FERNANDES, Carlos. **Micro drenagem: Um estudo inicial**. 1ed. Campina Grande. Universidade Federal de Campina Grande, 2002. Disponível em: http://www.dec.ufcg.edu.br/saneamento/SBlivro.html