Sumário

1. INTRODUÇÃO 1

2. ENCHENTES NO BRASIL 1

2.1 PRINCIPAIS CAUSAS DAS ENCHENTES URBANAS 1

2.2 SOLUÇÕES PARA EVITAR OU MINORAR AS ENCHENTES 1

3. SISTEMAS DE DRENAGEM URBANA 3

3.1 BENEFÍCIOS DE UM SISTEMA 3

3.3 ESTUDOS 5

3.4 SISTEMAS DE MICRODRENAGEM 6

3.5 SISTEMA DE MACRODRENAGEM 7

4 PAVIMENTOS PERMEAVEIS - BENEFÍCIOS 7

5 PISCINÃO 10

5.1 O QUE É E COMO FUNCIONA? 10

5.2 PISCINÃO DO MALUF 10

5.3 ESTRUTURA DO PISCINÃO DO MALUF 11

5.4 PISCINÃO VERSUS GALERIAS 12

6 CONCLUSÃO 13

7 BIBLIOGRAFIA 14

1. INTRODUÇÃO

A drenagem antigamente era apenas um complemento da irrigação, porem evoluiu com técnicas e objetivos bem definidos, como recuperar pântanos, terrenos inundados, regular a umidade do solo em áreas agrícolas e desviar a água do subsolo em terrenos destinados a construções.

Hoje em dia possui técnicas modernas para construção de uma drenagem, através de projetos pormenorizados, compostos por dispositivos coletores, coletores de transporte ou galerias. A execução de obras de drenagem das áreas urbanas e adjacentes faz parte de um conjunto de obras de infra-estrutura necessária à garantia da integridade física das propriedades urbanas e evitar a perda de bens e vidas humanas.

2. ENCHENTES NO BRASIL

2.1 PRINCIPAIS CAUSAS DAS ENCHENTES URBANAS

As principais causas das enchentes urbanas são:

- As chuvas intensas, ou seja, as chuvas de curta duração e de alta intensidade.

- A impermeabilização que sem dúvidas é o maior vilão das enchentes.

- Se a água não pode infiltrar, como é o caso do Brasil, grande parte do volume precipitado, em vez de se dirigir para os lençóis subterrâneos, vai engrossar as águas do escorrimento superficial, agravando os efeitos das enchentes.

- A carência na coleta do lixo nas áreas periféricas e de difícil acesso, e a falta de educação ambiental da população.

- E a Ocupação irregular do solo, por exemplo, ocupação em locais nas cidades e arredores que não deveriam ser ocupadas: as margens dos rios, áreas de dunas e com matas nativas, as encostas acima de determinada cota, os mangues e outras.

2.2 SOLUÇÕES PARA EVITAR OU MINORAR AS ENCHENTES

As soluções para evitar ou minorar as enchentes estão enquadradas em três ramos: técnicas (hidráulica ou hidrológica), ambientais e legais.

As soluções do ramo da hidráulica resumem-se em utilizar drenos maiores em diâmetro ou em maior quantidade. E quando o canal de drenagem costuma transportar muito lixo, os estudos hidráulicos devem contemplar um dispositivo de retirada automática desse material num ponto da margem ou uma grade ou tela transversal ao fluxo.

As soluções hidrológicas, embora sejam em maior número do que as hidráulicas são pouco conhecidas e menos aplicadas no Brasil. Entre elas destacam-se:

- Captação da água da chuva, a partir dos telhados e pisos;
- Bacias de retenção, para aumentar o tempo de pico das enchentes;
- Bacias de infiltração, para diminuir a vazão máxima das enchentes;
- Pisos permeáveis, para aumentar a infiltração e diminuir o escorrimento;
- Rio com mata ripária, para diminuir a velocidade média do escoamento.

As soluções para as enchentes urbanas que estão relacionadas às práticas ambientais são as seguintes:

- Evitar desmatamentos, para que não ocorram os assoreamentos;
- Não jogar lixo em valões, para não obstruir os canais de drenagem;
- Aumento das áreas verdes, para aumentar a infiltração; e
- Revitalização de rios, para evitar as enchentes, entre outras razões.

Entre os instrumentos legais para evitar as causas das cheias urbanas, destacam-se:

- Plano Diretor Municipal;
- Plano de Saneamento;
- Plano de Micro e Macro Drenagem;
- Código de Obras;
- Código Florestal;
- E Agenda 21

3. SISTEMAS DE DRENAGEM URBANA

Os sistemas de drenagem urbana são sistemas de prevenção a inundações, principalmente nas áreas mais baixas das comunidades sujeitas a alagamentos ou marginais de cursos naturais de água.

Quando um sistema de drenagem não é considerado desde o início da formação do planejamento urbano, é bastante provável que esse sistema, ao ser projetado, revele-se, ao mesmo tempo, de alto custo e deficiente. E é composto por instalações destinadas ao transporte, retenção, tratamento e disposição final das águas das chuvas.

3.1 BENEFÍCIOS DE UM SISTEMA

Um adequado sistema de drenagem quer de águas superficiais ou subterrâneas, onde esta drenagem for viável, proporcionará uma série de benefícios, tais como:

- 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 da presença de águas estagnadas e lamaçais;
- Rebaixamento do lençol freático;
- Recuperação de áreas alagadas ou alagáveis;
- Segurança e conforto para a população habitante ou transeunte pela área de projeto.

3.2 COMPONENTES

A seguir, encontram-se conceituados componentes de um sistema de microdrenagem:

- Tanques de detenção: são tanques construídos no terreno de prédios ou condomínios. Servem para o acúmulo de parte do volume das águas das chuvas que caem na área da propriedade.

- Técnicas construtivas para favorecer a infiltração ou pequena detenção da água da chuva: calçadas ecológicas (parte em gramado), pisos intertravados, concreto poroso, poços de infiltração, áreas de jardins, etc.

- Arborização urbana: as árvores conseguem deter parte da água pluvial que cai sobre ela, além de aumentar a quantidade de água da chuva que evapora e que infiltra no solo. Por outro lado, suas folhas e ramos que são carreados pelo escoamento das águas das chuvas influenciam negativamente na velocidade de escoamento, característica que já é mensurada nos cálculos tradicionais do sistema de drenagem.

- Guia ou meio-fio: é a faixa longitudinal de separação do passeio com a rua.

- Sarjeta: é o canal situado entre a guia e a pista, destinada a coletar e conduzir as águas de escoamento superficial até os pontos de coleta.

- Bocas-de-lobo ou bueiros: são estruturas destinadas à captação das águas superficiais transportadas pelas sarjetas.

- Galerias: são condutos destinados ao transporte das águas captadas nas bocas coletoras até os pontos de lançamento.

- Poços de visita: são câmaras situadas em pontos previamente determinados, destinados a permitir a inspeção e limpeza dos condutos subterrâneos.

- Trecho de galeria: é a parte da galeria situada entre dois poços de visita consecutivos.

Componentes da Macrodrenagem:

- Bacias de amortecimento: são grandes reservatórios construídos em locais estratégicos do sistema de drenagem para o armazenamento temporário de parte do volume das águas das, que liberam esta água acumulada de forma gradual.

- Bacias de Infiltração: são também chamadas de “lagoas secas”. São bacias que geralmente têm o subsolo e superfície preparados para proporcionar grande capacidade infiltração de água.

- Canais abertos: são canalizações abertas, geralmente sendo canalizações de córregos e rios, e recebem toda a água pluvial e fluvial da bacia.

- Córregos e rios urbanos: são cursos naturais de água que foram margeados pela cidade. Recebem toda a água fluvial e pluvial de sua bacia, inclusive a água coletada pelo sistema de drenagem urbana.

- Lagos ou lagoas: são represamentos ou escavações em nascentes, córregos, rios ou em suas áreas de inundação natural, fazendo com que a água ocupe a área permanentemente evitando assim locais de empoçamento e barreiro e também contribuindo com o controle de vazão de pico à jusante no sistema de macrodrenagem.

3.3 ESTUDOS

Os estudos relacionados à drenagem urbana envolvem prioritariamente Engenheiros ligados à Hidrologia, Hidráulica e Saneamento, nesta ordem.

Para realizar os estudos hidráulicos de uma drenagem deve-se calcular a seção transversal da tubulação por onde deverá passar a descarga máxima ou a vazão da micro bacia- hidrográfica urbana, ou seja da área geográfica delimitada por divisores de água (espigões), drenada por um rio ou córrego, para onde escorre a água da chuva.

Vale lembrar que, a tubulação da drenagem urbana opera sob a ação da gravidade, sem pressão interna como utilizadas nas adutoras e redes de abastecimento de água, por este motivo, o Engenheiro não deve prever, no dimensionamento hidráulico, que a água preencha totalmente o tubo.

Os estudos hidrológicos são bem mais complexos que os cálculos hidráulicos, pois envolvem as chuvas intensas, a impermeabilização dos terrenos, a densidade demográfica, etc. E não se limitam à preocupação com a água que passará nas

bocas de lobo, bueiros, valas e tubos, mas também nos córregos e rios que atravessam a cidade.

Os estudos sócio-econômicos dizem respeito, basicamente, ao nível de renda da população que poderá ser atingida pelas cheias, à localização geográfica das habitações construídas nas zonas de inundação, ao grau de atendimento pela Prefeitura e órgãos de saneamento nas áreas periféricas e aos custos das obras de drenagem necessárias para evitar as enchentes urbanas.

3.4 SISTEMAS DE MICRODRENAGEM

O sistema de drenagem inicial, ou de microdrenagem inclui coleta das águas superficiais ou subterrâneas de pequenas e médias galerias. São obras na qual no projeto é adotado vazões produzidas por eventos hidrológicos com 2, 5 e no máximo 10 anos de período de retorno.

As áreas envolvidas, na sua maioria com menos de um quilometro quadrado ou cem hectares, ou seja, são ruas e loteamentos que envolvem a parte da drenagem urbana representada pelo dimensionamento de sarjetas e posterior entrada em bocas de lobo para escoamento em dutos de drenagem.

A partir da determinação da vazão efluente nos pontos de análise faz-se o dimensionamento dos coletores, podendo estes serem, deste sarjetas a galerias pluviais. Além destes, medidas não-estruturais como valas de infiltração, calçadas verdes, dentre outros, podem ser implementados a fim de minimizar os picos de vazão em períodos com chuvas intensas.

Figura 01 - Recuperação de uma Microdrenagem

3.5 SISTEMA DE MACRODRENAGEM

O Sistema de Macrodrenagem destina-se ao escoamento final das águas escoadas superficialmente, inclusive as captadas pelas estruturas de microdrenagem;

São compostos dos seguintes itens: sistema de microdrenagem, galerias de grande porte, canais e rios canalizados ou naturais.

Sendo assim, a macrodrenagem compreende a rede de drenagem natural, existente antes da ocupação. As obras de macrodrenagem são de retificação ou de embutimento dos corpos aquático, criação de lagoas ou lagos artificiais, desassoreamento de córregos ou rios, são de grande vulto, dimensionadas para grandes vazões, buscando maior velocidade de escoamento para algumas situações, ou a redução da velocidade de escoamento em outras.

As obras de macrodrenagem as vezes retificam os cursos de água natural e reduzem o percurso a ser vencido, pelo escoamento superficial, outras vezes recupera áreas de alagamento natural, a vegetação ripária e forma lagos e lagoas para aumentar o tempo de detenção.

O traçado de macrodrenagem obedece ao caminho natural dos corpos aquáticos, as áreas envolvidas são na maioria, maiores que 3km² (grandes bairros, bacias hidrográficas). As vazões de projeto são oriundas de eventos com 20, 50 ou 100 anos de período de retorno. É importante considerar a perspectiva de urbanização da bacia à montante da onde se está promovendo a urbanização ou uma obra de macrodrenagem, já que a urbanização à montante promove uma alteração drástica no volume de pico à jusante. Usa-se o coeficiente de escoamento superficial de 0,75, 0,80 ou 0,85 (dependendo do tipo e local da obra) para o período de retorno adotado. Estes coeficientes representam a quantidade de água do total da chuva que vai ser captado e transportado pelo sistema de drenagem.

4. PAVIMENTOS PERMEAVEIS - BENEFÍCIOS

O pavimento permeável é uma das alternativas para reduzir impactos citados nos outros tópicos, e deve ser utilizado como via para pedestres, estacionamento e para trafego leve de veículos, pois além de permitir a infiltração da água, o

pavimento permeável diminui as superfícies impermeáveis das cidades. Este tipo de pavimento reduz o escoamento superficial em até 100%, dependendo da intensidade da chuva, e sua característica principal é o retardamento da chegada da água ao subleito, diminuindo assim a erosão. A camada de base granular ainda funciona como um filtro para a água da chuva, reduzindo a sua contaminação.

Os pavimentos permeáveis possuem espaços livres em sua estrutura e sua camada de revestimento é a base de cimento e pode ser executada utilizando concreto poroso moldado in loco ou peças pré-moldadas de concreto, conforme figuras abaixo.

Figura 02 – Pavimento Permeável de Concreto Poroso

O concreto poroso moldado in loco possui poros que permitem a infiltração de água, para isso utilizam-se agregados com poucos ou sem finos, resultando nos vazios por onde a água passa.

Figura 03 – Pavimento Permeável de peças de concreto para pavimentação Inter travada.

Figura 04 – Pavimento Permeável de placas de concreto.

Também podem ser utilizadas peças pré-moldadas de concreto, que dependendo da sua dimensão são classificadas como peças de concreto para pavimentação Inter travada ou como placas de concreto.

A camada de revestimento tem como objetivo permitir a passagem da água, que fica armazenada por um período nas camadas de base e sub-base.

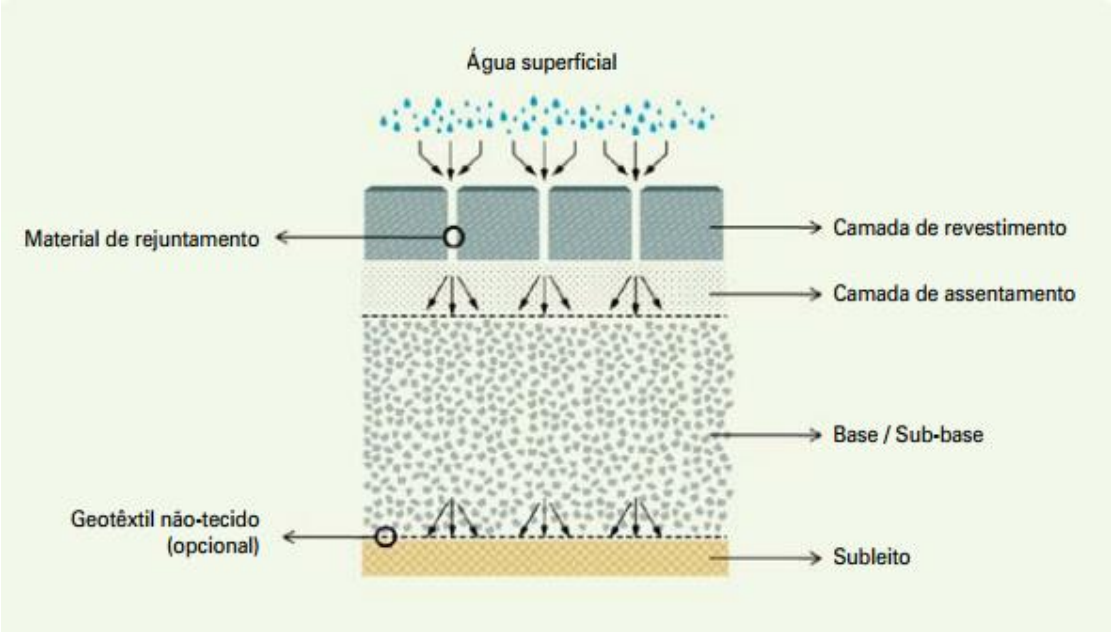

Figura 05 – Exemplo do pavimento Inter travado permeável.

5. PISCINÃO

5.1 O QUE É E COMO FUNCIONA?

O piscinão não é nada mais que a criação de uma nova várzea, uma área que possa acumular água atrasando sua ida para o esgoto pluvial, ou seja, um reservatório para amortecimento de picos de cheias, ele retém a água que iria transbordar no rio até que o fluxo que circula na rede diminua e possa receber ela de volta, sendo liberada aos poucos de forma controlada evitando inundações.

Os piscinões podem ser cobertos ou a céu aberto.

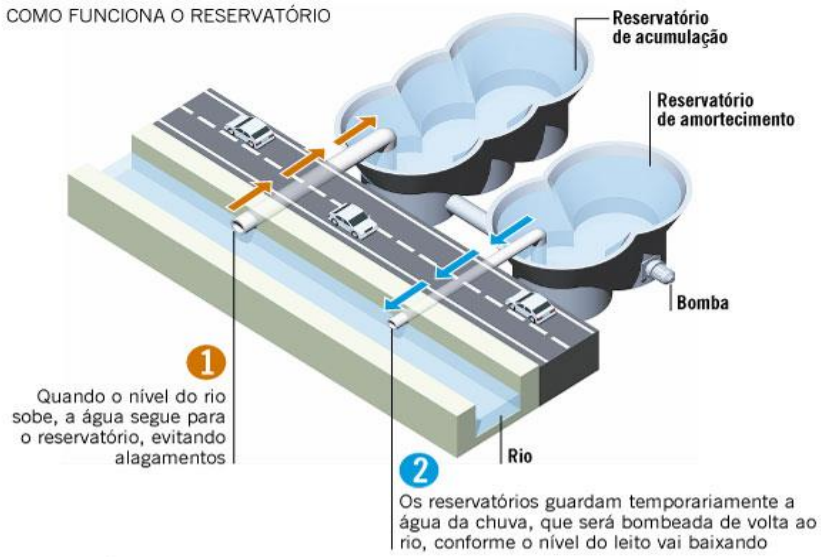

Figura 06 – Como funciona um reservatório.

5.2 PISCINÃO DO MALUF

Em 1960, ampliava-se a percepção de que o crescimento desordenado era o agravante das inundações nas grandes metrópoles. Havia registro de inundações na Av. Pacaembu, assim o piscinão do Pacaembu foi idealizado na década de 1990 pelo engenheiro civil Aluísio Canholi. Funcionando desde 1994, o reservatório foi escavado sob a Praça Charles Miller. Foram feitos estudos hidrológicos e hidráulicos para conhecer a capacidade de vazão das galerias existentes a jusante e determinar o volume do reservatório.

Os estudos realizados apontavam sempre a necessidade de aumentar a capacidade do sistema incorporando novas galerias, uma solução que era inviável,

por envolverem fatores econômicos e transtornos a população, causados pelas futuras obras, diante o quadro apresentado só havia uma solução, a criação de uma obra não convencional.

Foi no Governo do Prefeito Paulo Maluf que a primeira obra não convencional para controle de enchentes foi criada, conhecida como piscinão do Maluf.

Em um determinado ponto da praça ocorre a confluência de Três grandes galerias, a primeira proveniente do estádio, a segunda da Av. Arnolfo Azevedo (lado Sumaré- margem esquerda) e a terceira da Rua Itatiaia (Lado Higienópolis- margem direita), após 15 minutos do inicio das chuvas ocorre as somas das vazões extremas atingindo um pico calculado de 43 m³/s para uma chuva com período de retorno de 25 anos.

Figura 07 – Localização do Piscinão do Maluf

5.3 ESTRUTURA DO PISCINÃO DO MALUF

O reservatório construído tem em sua estrutura uma laje de concreto armado com volume de 6 mil m³ e 180 m³ de escavação em solo, são vigas longitudinais e pilares pré-moldados, apoiados sobre fundação direta de sapatas. Sendo seis mil m³ de concreto armado e 180 m³ de escavação em solo, Criando uma capacidade de armazenamento de 75.000 m³ de água de chuva, (equivalente a 75.000 caixas d' água de 1.000 litros), a escavação da área da praça de é 15 mil m², com uma profundidade útil de 5,6 m, o seu escoamento se da por gravidade, quando o reservatório se enche existe uma abertura de (1,00m x 0,50m) no fundo aonde a água vai para a galeria e caso o volume seja grande cairá fora através do extravasor que mede 2 metros, Com seu custo orçado de US$ 8 milhões.

È o único reservatório subterrâneo coberto na cidade de São Paulo para amortecimento dos picos de enchente. Foi construído em 12 meses tendo inicio no final de 1993 e concluído em novembro de 1994.

Figura 08 – Foto do Piscinão do Maluf

5.4 PISCINÃO VERSUS GALERIAS

Piscinões

- Custo do piscinão (reservatório) orçado em cerca de US$ 8 milhões;
- A execução da obra teve interferências mínimas no trafego local, como também nas redes das concessionárias de serviços públicos.
- Atendem completamente as necessidades de drenagem

Galerias

- O custo das galerias foi orçado em US$ 20 milhões;
- Transtornos ao intenso trafego local;
- Não atenderia as necessidades de drenagem face aos problemas com os alagamento.

6. CONCLUSÃO

A experiência com implantação do reservatório na Praça Charles Miller, representou tanto em aspectos econômicos quanto ambiental, que garantem de forma adequada um bom e confiável resultado quanto a ocorrências de inundações, e permite uma economia comparada ao sistema de túnel.

O piscinão apresenta uma solução satisfatória, estudos demonstraram que entre 1994 e 1995, o piscinão evitou cinco enchentes, outra vantagem foi à redução da vazão a jusante proporcionando o controle de inundações.

O que mostra que os métodos não convencionais em drenagem urbana podem ou devem ser aplicados em locais com grandes problemas.

Para locais de expansão urbana é necessário, como visto, a implantação de conceitos de drenagem sustentável buscando a integração do meio urbano com a natureza. O paradigma sanitarista foi muito importante para uma fase histórica das reformas urbanas, porém hoje está ultrapassada e convivemos com os problemas dos limites que este paradigma contém.

Conclui-se que os Engenheiros Civis que atuarão na área de drenagem urbana se depararão com basicamente duas situações distintas: a primeira é trabalhar em cima de problemas em locais com urbanização extremamente consolidada e com poucas possibilidades de intervenção; a outra com a expansão urbana ou a reforma urbana em áreas que comportam grandes possibilidades de intervenção, devendo o engenheiro desenvolver projetos que leve em consideração questões de recuperação ambiental, integração do espaço natural com o espaço urbano, qualidade de vida, integração harmoniosa com outras infraestruturas, enfim, com uma visão de Gestão Integrada das Águas Urbanas, muito além da simples Drenagem Urbana.

7. BIBLIOGRAFIA