

XII Simposio Iberoamericano sobre planificación de sistemas de abastecimiento y drenaje

“DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO DE REDES COLETORAS DE ESGOTO PLUVIAL – REDES DE DRENAGEM URBANA”

Alessandro de Araújo Bezerra (1), Marco Aurélio Holanda de Castro (2)

(1) Universidade Federal do Piauí, Centro de Tecnologia, Departamento de Recursos Hídricos e Geologia Aplicada, Avenida Universitária - lado ímpar, Bairro Ininga, CEP 64049550 - Teresina, PI – Brasil, Telefone: (86)32371372, email: alessandrobezerra@ufpi.edu.br

(2) Universidade Federal do Ceará, Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental, Campus do Pici Bloco 713, Bairro: Pici, CEP 60451970 - Fortaleza, CE – Brasil, Telefone: (85)33669623, email: marco@ufc.br

RESUMO

A urbanização das cidades no Brasil está aumentando rapidamente. Por essa urbanização não possuir um planejamento que leve em consideração a sua drenagem, os prejuízos causados pelas águas pluviais estão crescendo. Uma boa maneira de se evitar esses prejuízos é a existência de uma rede de drenagem na área urbanizada. O UFC8 é um software de projetos em drenagem urbana que realiza seus cálculos pelo SWMM. O software possui uma interface amigável e eficaz, por apresentar sua interface no AutoCAD, os projetos realizados com sua utilização podem ser plotados e apresentados facilmente.

Palabras claves: Projeto, Redes de drenagem urbana, AutoCAD, Software.

ABSTRACT

The urbanization of cities in Brazil is increasing rapidly. For that urbanization does not have a plan that takes into account its drainage, the damage caused by stormwater are growing. A good way to avoid these losses is the existence of a drainage system in urbanized area. The UFC8 is a software project on urban drainage that performs its calculations by SWMM. The software features a user-friendly and effective, by presenting its interface in AutoCAD projects undertaken with its use can be plotted and displayed easily.

Key words: Design, urban drainage networks, AutoCAD, Software.

SOBRE O AUTOR PRINCIPAL

Autor 1: Professor Assistente da Universidade Federal do Piauí, Departamento de Recursos Hídricos e Geologia Aplicada, Mestre em Engenharia Civil com área de concentração em Recursos Hídricos pela Universidade Federal do Ceará - UFC (2011). Graduado em Engenharia Civil pela UFC (2008). Tem experiência na área de Engenharia Sanitária, com ênfase em Recursos Hídricos.

INTRODUÇÃO

O Brasil é um país em desenvolvimento. Esse desenvolvimento traz melhorias para a população brasileira, principalmente quando esse desenvolvimento se dá em saneamento básico.

O saneamento básico, para a maior parte dos autores, é composto pelo abastecimento de água, coleta de esgotos domésticos e coleta de resíduos sólidos. A coleta de esgotos pluviais, ou seja, a drenagem, não é incluída no saneamento básico, mesmo sendo extremamente necessária nos dias de hoje.

O desenvolvimento do país está associado à sua urbanização, ou seja, localidades que antes da urbanização eram repletas de campos e outras áreas para infiltração das águas das chuvas, depois da urbanização passam a ser cobertas por asfalto e outros materiais de pequena capacidade de infiltração, o que aumenta os riscos de enchentes nessas localidades ou em regiões próximas.

A água é extremamente necessária à vida humana. Para que haja água é necessário que haja chuva. Nas regiões com pouca chuva, ocorre a falta de água, deixando a população dessas regiões sem água para lavar roupas, tomar banho, cozinhar e, às vezes, até para beber.

Por outro lado, o nosso país sofre com uma variação espacial das águas das chuvas, ou seja, assim como existem regiões com pouca chuva, existem regiões com muita chuva, regiões com chuvas de grande intensidade.

Assim como chover pouco é ruim, chover com muita intensidade também é. Chuvas intensas podem causar grandes estragos numa região que não foi preparada para isso, já que, sistemas de drenagem preparados para suportar chuvas com elevados períodos de retorno possuem um custo bastante elevado.

As grandes cidades do Brasil, como por exemplo, São Paulo, sofrem constantemente com enchentes causadas por águas da chuva. Um dos fatores que ocasionam essas enchentes é a acelerada urbanização dessas regiões sem o devido planejamento em relação à sua drenagem.

Outro fator que intensifica o problema com água em nosso país é que, além da variação espacial, o Brasil sofre com a variação temporal das águas das chuvas, ou seja, nosso país possui um período seco e outro

com bastante chuva, isso ocorre principalmente na região nordeste do país.

Para tentar diminuir as tragédias causadas pelas águas das chuvas, é importante que exista um bom sistema de drenagem, que colete as águas sem deixar que elas se amontoem nas regiões críticas.

Um dos principais estudos para que um sistema de drenagem seja eficaz, é o estudo hidrológico. Segundo McCuen(1989), inúmeros são os fatores que contribuem para a ineficiência dos projetos de drenagem, dentre eles destacam-se que as ocorrências das chuvas são imprevisíveis, uma coleta eficiente das águas das chuvas tem um custo muito elevado e, principalmente, os processos hidrológicos das chuvas são muito complexos e não existe uma completa teoria de hidrologia.

Infelizmente, menos da metade do nosso país possui rede de esgotos pluviais. Essa carência em drenagem faz com que ocorram desastres cada vez mais intensos.

Sabendo da carência de projetistas nessa área e em softwares para realização de projetos em drenagem urbana, o objetivo deste trabalho é a criação de um software denominado UFC8 que tem como seus principais objetivos tornar mais prático, fácil e rápido o desenvolvimento de projetos na área de drenagem urbana.

Como o AutoCAD é um software bastante conhecido e utilizado em vários projetos de engenharia, o software UFC8 funciona como um aplicativo do AutoCAD, facilitando a apresentação de seus projetos.

Este trabalho visa mostrar a importância da drenagem urbana no Brasil, ainda não muito intensa no país, mesmo com os vários desastres ocorridos devido à sua falta ou pouca eficiência.

O software desenvolvido e apresentado neste trabalho visa tornar mais fácil e rápido o desenvolvimento de projetos de redes de drenagem urbana. Este software é capaz de desenvolver desenho, dimensionamento e quantificar um projeto desenvolvido com sua utilização.

Com o desenvolvimento deste software, para a realização de projetos de drenagem urbana é possível utilizar mais uma tecnologia para a realização desses projetos.

BASE CIENTÍFICO-TEÓRICA

A água é essencial em nosso planeta. Ela é encontrada em vários locais da Terra em seus três estados físicos: sólido, como nas geleiras, líquido, como em rios, mares ou oceanos, e gasoso, como é encontrado na atmosfera.

A água não aumenta nem diminui de quantidade em nosso planeta, ela se movimenta através de um ciclo fechado contendo várias fases, chamado de ciclo hidrológico.

O estudo do comportamento da água não é assim tão simples, uma vez que, sendo um fenômeno natural, a chuva não pode ser controlada pelo homem. Isso faz com que cada chuva tenha características diferentes, tais como intensidade, duração e altura.

A urbanização traz várias mudanças no comportamento da água das precipitações. Com as cidades urbanizadas, existe a troca no solo de materiais permeáveis por materiais impermeáveis, o que diminui a capacidade de infiltração das águas das chuvas no solo. A eliminação da cobertura vegetal no solo, além de diminuir a capacidade de infiltração, também intensifica o escoamento superficial.

O aumento do escoamento superficial gera os alagamentos que vemos nas notícias dos jornais. Isso gera muitos danos materiais a várias famílias, danos físicos, danos psicológicos e, às vezes, causando até a morte de algumas pessoas. Segundo o documento intitulado “Consulta Nacional sobre a Gestão do Saneamento e do Meio Ambiente Urbano”, em drenagem e controle de cheias de áreas urbanas as ações são emergenciais, esporádicas e quase sempre definidas após a ocorrência de desastres (POMPÊO, 2000 apud Bezerra, 2011).

Segundo Garcia (2005) apud Bezerra (2011), as cheias decorrentes da urbanização não são apenas exclusividades dos grandes centros urbanos, pois as cidades menores também são afetadas pelos prejuízos econômicos e sociais causados por elas.

Para Tucci (1995), existem dois tipos de enchentes, as ocorridas em área ribeirinhas, ou seja, àquelas que ocorrem nas margens de rios e as que ocorrem devido à urbanização. Tucci (1995) diz, ainda, que estas enchentes podem ocorrer isoladamente ou de forma integrada.

Se a urbanização de uma cidade for planejada com sua respectiva drenagem, pode-se conter as cheias

urbanas. Mas o que vem acontecendo é que o crescimento dos centros urbanos não estão sendo planejados.

Araújo et al. (1999) apud Bezerra (2011) apontam que a falta de planejamento na ocupação das áreas urbanas resulta em alterações significativas nas taxas de impermeabilização das bacias, ocasionando transtornos e prejuízos em razão do aumento significativo das inundações, devido o aumento das vazões máximas e a redução do tempo de concentração e do volume escoado.

Para Garcia (2005) apud Bezerra (2011), a prevenção dos impactos é a melhor maneira de evitar as tragédias, pois nos centros já urbanizados os custos de mitigação são altos e difíceis de serem implementados, seja pela falta de espaço para a construção de obras ou pelo elevado custo que as obras de mitigação ou ampliação apresentam.

O citado autor também diz que os projetos bem executados são aqueles que procuram não modificar as características do ciclo hidrológico, da área em questão, tal que a área modificada não cause grandes incrementos de vazão e antecipação do pico de cheia. Tucci (1995) cita que os meios de implementação do controle de enchentes são o Plano Diretor Urbano, as Legislações Municipal / Estadual e o Manual de Drenagem.

As chuvas variam e podem ser medidas através de várias características. As três mais importantes são: altura, intensidade e duração.

A duração das chuvas é o tempo desde o início da chuva até o seu fim. A altura das chuvas é a quantidade que choveu durante o tempo de duração da chuva. A altura das chuvas é mediada através de aparelhos chamados pluviômetros. A intensidade das chuvas é a quantidade que chove em determinado período de tempo. Para se ter real conhecimento da chuva ocorrida, deve-se conhecer as três características da chuva.

As três características citadas são as mais utilizadas para medições das chuvas que já ocorreram. Para haver melhor prevenção de acidentes causados pelas chuvas, é importante saber quando irá ocorrer uma chuva com características semelhantes a uma chuva que se deseja prever. Por este motivo, é importante conhecermos uma característica das chuvas conhecida como período de retorno.

O período de retorno das chuvas indica quanto tempo vai levar para que uma determinada chuva

ocorra novamente, ou seja, um período de retorno de cinco anos indica que a cada cinco anos acontece uma chuva de intensidade conhecida.

Para McCuen (1989), período de retorno é o tempo entre duas chuvas de mesma altura e duração. Além de se conhecer a chuva, deve-se conhecer o local onde ela ocorre, ou seja, a bacia hidrográfica.

Bacia hidrográfica é a parte geográfica onde toda a água da chuva que cai sobre ela segue para um único destino, a parte mais baixa da bacia hidrográfica. Para Pinto et. al. (1976), bacia hidrográfica ou bacia de contribuição de uma seção de um curso de água é a área geográfica coletora de água de chuva que, escoando pela superfície do solo, atinge a seção considerada.

Para que seja possível o estudo hidrológico de uma bacia hidrográfica, deve-se possuir várias características dessa bacia e de suas sub-bacias. Dentre essas características estão: características do solo, área da bacia ou sub-bacia, tempo de concentração, entre outros.

Precipitações de Projeto

Para a elaboração de projetos hidrológicos, como barragens ou drenagens, é necessário que se determine a chuva de projeto. Para isto, existem alguns métodos bastante conhecidos, entre eles estão:

Método de Pfafstetter: Otto Pfafstetter realizou o trabalho mais significativo no que se trata no estudo de chuvas intensas no Brasil. Pfafstetter colheu dados de 98 postos pluviográficos de diferentes locais do país. Com este estudo pôde-se obter equações para se determinar a precipitação da região.

Método das Isozonas: Segundo Carneiro et. al. (2002) apud Bezerra (2011), este método utiliza dados de chuvas diárias e, através de um processo de desagregação, transforma para cada período de retorno, a chuva de 1 dia de duração, em chuvas de duração variando de 6 minutos a 24 horas. Este método utiliza isozonas determinadas por Taborga Torrico.

Método das Equações de Chuva: As equações de chuvas são fórmulas encontradas estatisticamente que calculam a intensidade das chuvas de acordo com a equação disponível para cada município.

Microdrenagem Urbana

Com a urbanização crescente no país é cada vez mais necessário que se projete adequadamente e se construa redes de microdrenagem urbana. Para que um projeto de microdrenagem urbana seja perfeitamente eficaz, é necessário que o município cresça com a sua drenagem planejada lado a lado com a sua urbanização.

Segundo Tucci (1995), a microdrenagem urbana é definida pelo sistema de condutos pluviais a nível de loteamento ou de rede primária urbana. Para Tucci (1995), o dimensionamento de uma rede de esgotos pluviais é baseado em três etapas: subdivisão da área e traçado, determinação das vazões que afluem à rede de condutos e dimensionamento da rede de condutos.

Tucci (1995) descreve os principais elementos necessários para uma rede de microdrenagem urbana:

Galerias: canalizações públicas com a função de conduzir as águas pluviais provenientes das bocas-de-lobo e das ligações privadas.

Poço de Visita: dispositivos localizados em pontos convenientes do sistema de galerias para permitirem mudança na direção das galerias, mudança de declividade em um próximo trecho, mudança de diâmetro de trechos e inspeção e limpeza das canalizações.

Caixa de ligação: são utilizadas quando se faz necessária a locação de bocas-de-lobo intermediárias ou para evitar-se a chegada, em um mesmo poço de visita, de mais de quatro tubulações. Possui a mesma função de um poço de visita, a diferença entre eles é que a caixa de ligação não é visitável.

Trecho: parte de galeria situada entre dois acessórios como poços de visita ou caixas de ligação. Toda a tubulação de um trecho possui as mesmas características mas, um trecho pode diferir de outro.

Bocas-de-lobo: dispositivos localizados em pontos convenientes das sarjetas, dependendo da topografia e da capacidade da sarjeta, para captação de águas pluviais.

Tubos de ligação: são canalizações destinadas a conduzir as águas pluviais captadas nas bocas-de-lobo para as galerias, para as caixas de ligação ou

para os poços de visita, geralmente possuem pequenos comprimento e diâmetro.

Sarjetas: faixas de via pública, paralelas e vizinhas ao meio-fio que recebem as águas pluviais que caem nas vias públicas e nas calçadas, escoando até uma boca-de-lobo.

Sarjetões: calhas localizadas nos cruzamentos de vias públicas, formadas pela sua própria pavimentação e destinadas a orientar o fluxo das águas que escoam pela sarjeta.

Para a elaboração de um projeto de microdrenagem urbana é necessário possuir dados da região onde será elaborado o projeto. Tucci (1995) diz que os principais dados necessários para a elaboração deste tipo de projeto são:

- Plantas de situação;
- Planta geral da bacia contribuinte;
- Planta plani-altimétrica da área do projeto;
- Levantamento topográfico;
- Cadastro das redes pluviais existentes no local;
- Tipo de ocupação das áreas urbanizadas;
- Porcentagem de ocupação dos lotes;
- Ocupação e recobrimento dos lotes nas áreas não urbanizadas;
- Nível de água máximo do rio que irá receber o lançamento final;
- Levantamento topográfico do local de descarga final.

Cálculo de Vazões

O método mais fácil de calcular as vazões geradas pelas bacias e as encontradas dentro dos condutos é o método racional. Este método utiliza a equação 1, onde Q é a vazão, C é o coeficiente de escoamento superficial, i é a intensidade da chuva de projeto e A é a área da bacia, para calcular a vazão gerada por uma bacia.

$$Q = CiA \text{ (1)}$$

Utilizando o método racional, para encontrar a vazão no interior das tubulações, calcula-se a velocidade da água através da equação de Manning, conhecendo o comprimento da tubulação pode-se encontrar o tempo que essa água chega até o fim de cada trecho. O tempo encontrado é adicionado ao tempo de concentração, calculando-se uma nova intensidade de chuva de projeto e, assim, uma nova vazão para aquele ponto da tubulação, e assim continua até o destino final da água.

O método racional não é um método muito apropriado para águas pluviais, uma vez que, desta maneira, o fluxo de água dentro da tubulação não é calculado corretamente, e, a equação de Manning não mostra resultados corretos aplicada em escoamentos variados. Quanto maiores forem os trechos, maiores são os erros calculados por este método.

Para o cálculo das vazões em tubulações de esgotos pluviais, ou seja, em escoamentos não permanentes, deve-se utilizar as equações de Saint Venant. O modelo do MIT, o SWMM (Storm Water Management Model) da EPA e o ISS (Illinois Storm Sewer System Simulation Model) apresentam simplificações nas equações de escoamento variado, utilizando o modelo da onda cinemática para fluxo a superfície livre. O modelo da onda cinemática apresenta resultados bem melhores do que o método racional.

O software SWMM (Storm Water Management Model) é bastante conhecido e utilizado para bacias urbanas tanto para coleta de esgotamento sanitário como para coleta de esgotos pluviais. Rossman (Rossman, 2008 apud Bezerra, 2011) diz que a primeira versão do SWMM surgiu em 1971, e, a partir daí, sofreu diversas atualizações.

METODOLOGIA

O software UFC8, para desenho, dimensionamento e quantitativos de redes de drenagem urbana funciona como um aplicativo do AutoCAD, ou seja, sua palheta de funções é adicionada às palhetas do AutoCAD, sendo utilizado como sendo um recurso deste programa, o que facilita a apresentação dos projetos realizados com a utilização do UFC8.

O programa UFC8 foi desenvolvido nas linguagens de programação AutoLISP, VBA (Visual Basic for Applications) e Visual Basic. As duas primeiras são linguagens internas ao próprio AutoCAD e o Visual Basic é uma linguagem externa que foi utilizada apenas nas planilhas de dimensionamento e de quantitativos do software.

A palheta do UFC8 possui os acessórios necessários para a realização de um projeto de drenagem urbana, tanto graficamente como no sentido de dimensionamento e quantitativos.

O software permite ao usuário elaborar um projeto seguindo a metodologia geral mostrada na figura 1.

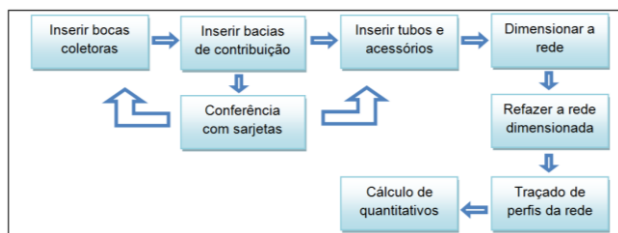


Figura 1 – Metodologia geral de utilização do UFC8.

A figura 1 mostra que um projetista de redes de drenagem urbana utilizando o UFC8 deve, inicialmente, inserir as bocas-de-lobo em seus devidos locais, com isso, deve-se traçar a bacia de contribuição para cada boca-de-lobo. Nesse momento, o projetista deve conferir se a sarjeta suportará a vazão das bacias de contribuição destas. Se a sarjeta suportar a vazão, o projeto pode seguir, se não suportar, o projetista deve indicar uma nova boca-de-lobo intermediária, traçar novamente as bacias de contribuição e conferir as sarjetas novamente.

Com a utilização do UFC8, não é obrigatório a conferência das sarjetas, mas, como não existe norma para redes de drenagem urbana, aconselha-se que exista essa conferência, visando um projeto de melhor qualidade.

Com as bocas coletoras e suas respectivas bacias de contribuição, o projetista deve inserir tubulações e acessórios, como poços de visita, indicando sentido do fluxo, se possível a favor da gravidade e minimizando comprimento de tubulações, visando a otimização do projeto.

Com a rede traçada, faz-se o dimensionamento desta, redesenhando a rede, assim pode-se traçar perfis dos coletores e calcular os quantitativos da rede.

Cálculo de Chuvas

A cheia de projeto é o fator mais importante em um projeto de drenagem urbana. O software UFC8 permite ao usuário escolher entre três métodos de cálculo de chuvas, podendo-se calcular e conferir os resultados dos três métodos entre si.

O primeiro e mais utilizado para regiões urbanas é o método das equações de chuva. Para o cálculo através das equações de chuva, são armazenados arquivos de texto contendo os estados, municípios e seus coeficientes e tipo de equação.

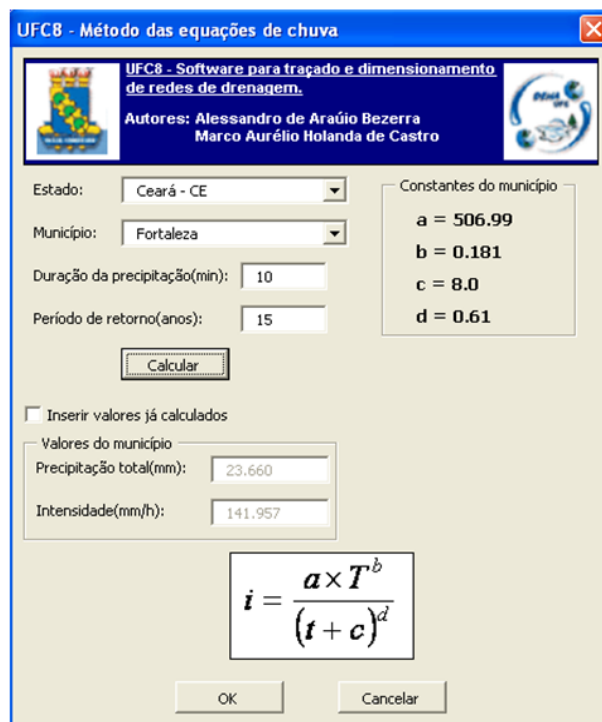


Figura 2 – Tela para cálculo de chuva pelo método de equações de chuva do UFC8 para o município de Fortaleza.

O segundo método é o de Pfafstetter, e também é muito utilizado para regiões urbanizadas.

O último método, o método de Taborga Torrico ou método das isozonas, também pode ser utilizado no UFC8, apesar de ser pouco utilizado em zonas urbanas.



Figura 3 – Método das Isozonas no UFC8.

Sarjetas

O traçado das sarjetas no UFC8 não é obrigatório, mas é de grande importância para o projeto. O UFC8 é capaz de conferir se a sarjeta é capaz de suportar e carregar a vazão da bacia até a boca-de-lobo.

A sarjeta no UFC8 pode ter um dos três tipos de seção transversal mostrados na figura 4.

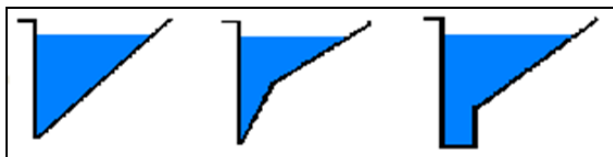


Figura 4 – Seções de sarjetas utilizados pelo UFC8.

Para conferir se a sarjeta suporta a vazão gerada pela bacia, calcula-se a vazão máxima suportada pela sarjeta para dadas lâminas máximas vertical e horizontal e compara-se com a vazão da bacia.

Se a sarjeta não suportar a vazão gerada pela bacia, o UFC8 considera que a bacia contribui com sua vazão para a sarjeta linearmente, e calcula o ponto onde ocorrerá o transbordamento de água na sarjeta.

Traçado e Dimensionamento da Rede

O traçado da rede com o UFC8 é bastante simples, bastando clicar nos pontos de montante e jusante de cada trecho. Ao indicar estes pontos, o projetista está automaticamente indicando o sentido do escoamento e escolhendo o caminho a ser percorrido por este escoamento.

As singularidades como poços de visita, podem ser inseridos clicando apenas em um botão, isto evita o trabalho cansativo de inserir um a um entre cada interseção de trechos.

Depois de traçada, a rede deve ser dimensionada. O método mais simples e usual, como dito antes, é através do método racional. O UFC8 utiliza o SWMM para o seu dimensionamento.

Enquanto a planilha de dimensionamento do UFC8 estiver executando, esta pode interagir com o SWMM a qualquer momento, podendo até, transferir os dados e fazer simulações a qualquer instante do dimensionamento. A figura 5 mostra um resumo geral de como é feito o dimensionamento pelo UFC8.

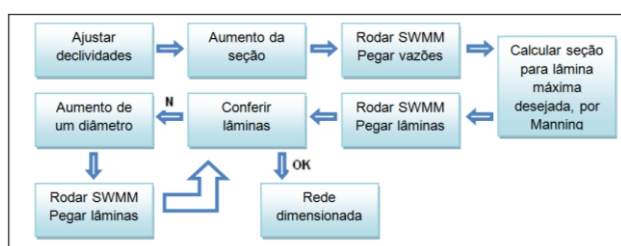


Figura 5 – Resumo do dimensionamento do UFC8.

No processo de dimensionamento, primeiramente, as declividades são ajustadas de acordo com a declividade mínima escolhida pelo projetista. Com as declividades da rede garantindo o fluxo, o diâmetro de toda a rede é passa a ser de 3 metros. O software SWMM calcula as vazões com esse diâmetro, garantindo, assim, que toda a rede estará trabalhando como canais.

Com as vazões já determinadas, calcula-se as seções, circulares ou retangulares, para a lâmina máxima desejada.

Quantitativos

Depois da elaboração de um projeto técnico, é necessário a realização do orçamento. O trabalho mais oneroso na realização de um orçamento é o levantamento de quantitativos.

O UFC8 faz esse levantamento apenas com um clique, fazendo o levantamento de material, cadastro, movimento de terra, entre outros.

O programa UFC8 é capaz de calcular a cota do terreno em qualquer ponto através de interpolação linear em oito direções, usando as distâncias entre o ponto onde será calculada a cota e as curvas de nível como peso.

Com a cota do terreno em qualquer ponto, pode-se calcular o volume de terra a ser movimentado com qualquer precisão. O UFC8 permite esse cálculo com precisão, assim como no perfil, a cada 1 metro, 2 metros, 3 metros, 4 metros, 5 metros ou apenas onde houver singularidades.

RESULTADOS

O desenvolvimento de um projeto de redes de drenagem urbana com a utilização do software UFC8 é prático e simples para o projetista. As funções que o UFC8 possibilita ao projetista estão mostradas na figura 6. Para mostrar os resultados da utilização deste software será mostrado os resultados obtidos e suas vantagens na elaboração de um projeto utilizando o UFC8.

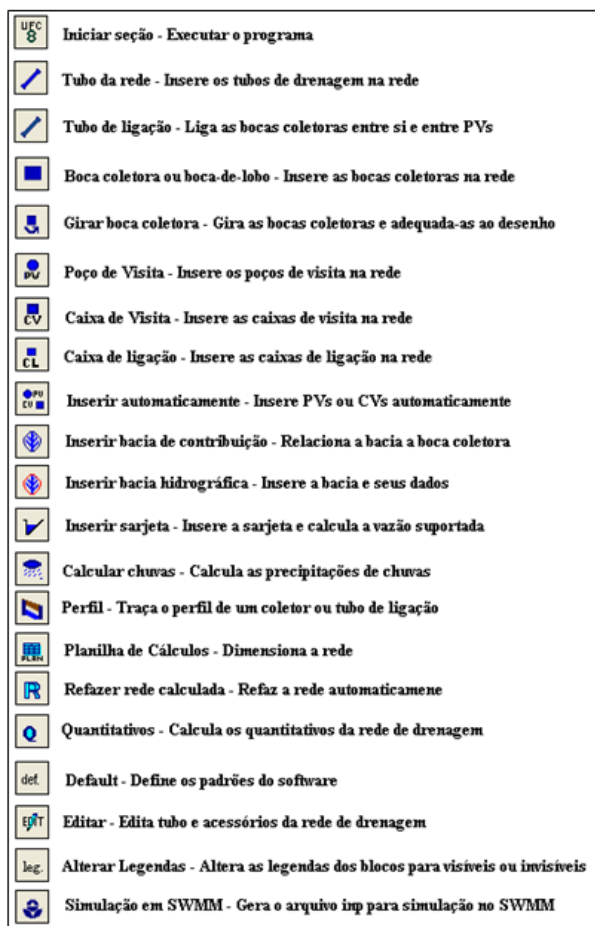


Figura 6 – Botões e funções do UFC8.

Uma das grandes vantagens do UFC8 é a possibilidade de escolher os dados iniciais da rede antes de iniciar o seu traçado e poder alterá-los após o traçado. Esses dados estão na tela de Default do software e são: diâmetro mínimo, recobrimento mínimo, número de Manning da tubulação e sarjetas, tipo de seção da sarjeta e sua declividade mínima, método de cálculo para precipitações, duração mínima da chuva e período de retorno, tipo de pavimentação, tipo de solo e outros.

Ao indicar o ponto onde existirá uma boca coletora, todos os dados contidos na caixa já aparecem inseridos, ou seja, o projetista não precisa se preocupar, podendo alterar qualquer um dos dados sem dificuldade. O número da boca coletora vai crescendo de acordo com o número de bocas coletoras inseridas, a cota do terreno é calculada automaticamente, a profundidade é o recobrimento mínimo somado ao diâmetro do tubo de ligação. Os outros dados como quantidade de bocas-de-lobo lado a lado, gradeamento e tipo de captação são escolhidas pelo projetista.

Com a boca-de-lobo inserida, o projetista traça a bacia de contribuição para aquela boca-de-lobo, clicando no botão devido e nos vértices da bacia.

Uma característica bastante interessante do UFC8 é que após a inserção da primeira bacia de contribuição as intensidades de chuva são calculadas sem que o projetista entre na tela de cálculo de precipitações, sempre utilizando como tempo de concentração o mínimo adotado ou o encontrado, caso esse seja maior que o mínimo.

Com as bocas coletoras e suas respectivas bacias de contribuição inseridas no projeto, o projetista indica o percurso que a água deve percorrer através da inserção de tubulações de ligação e de rede. Após as tubulações insere-se poços de visita, caixas de visita ou caixas de ligação.

A inserção das singularidades com o UFC8 possui características importantes para o projetista. A inserção automática economiza tempo e trabalho, mas não permite ao projetista modificar seus atributos enquanto insere, podendo, assim, editá-los ou inserir os que necessitam de modificações manualmente, depois inserir os outros automaticamente.

As legendas de tubos e acessórios do UFC8 podem aparecer ou ficar invisíveis de acordo com o que o projetista deseja apresentar em seu projeto. Na legenda da tubulação podem aparecer tipo de seção transversal (circular ou retangular), número de coletor e trecho, material, diâmetro ou largura e altura, comprimento e declividade do trecho. O projetista pode mostrar desde nenhuma até todas essas características.

Omitir algumas características é extremamente necessário para que se evite que o projeto fique cheio de desenhos e textos e não se possa entendê-lo, como por exemplo se a rede inteira possuir seção circular, não é necessário mostrar isso nos trechos.

Com a rede traçada, o projetista pode utilizar a planilha de cálculos apenas clicando no botão devido, aparecendo a rede não dimensionada.

O projetista pode escolher entre dimensionar automaticamente e alterar apenas se houver obstruções no terreno, o que é recomendado, ou dimensionar manualmente, escolhendo profundidades, diâmetros e declividades para cada trecho.

A planilha de dimensionamento da rede mostra trecho, singularidades de montante e jusante, comprimento, cotas do terreno à montante e à jusante, cotas do coletor à montante e à jusante, profundidade à montante e à jusante, seção, diâmetro, largura, altura, declividade, vazão no trecho, velocidade, lâmina máxima e observações, como degraus.

Todas essas características são necessárias no desenvolvimento e na apresentação de um projeto. A possibilidade da escolha da lâmina máxima é um grande avanço, pois além de permitir ao trecho suportar vazões maiores que a do período de retorno escolhido, ultrapassando a lâmina máxima, mantém o software em atividade quando futuramente surgir uma norma para redes de drenagem urbana e se esta fixar uma lâmina máxima para tubulação o UFC8 será capaz de segui-la.

Além de ser uma grande vantagem do UFC8 o cálculo de quantitativos com um só clique, este já aparece num formato para facilitar o cálculo do orçamento. Para isso, o UFC8 separa serviços de materiais. Para o item serviços é calculado:

- Cadastro da rede;
- Locação e nivelamento;
- Trânsito, segurança e travessia;
- Movimento de terra;
- Escoramento;
- Singularidades;
- Assentamento de tubos;
- Pavimentação.

No item material é calculado o fornecimento de tubulação. Os dados quantitativos do software podem ser transferidos para o Excel da Microsoft apenas com um clique, o que facilita no cálculo do orçamento.

CONCLUSÕES

O software UFC8 torna mais fácil, prático e economiza o tempo gasto para a realização de projetos de redes de drenagem urbana, tornando, assim, este tipo de projeto mais viável de ser realizado pelos engenheiros da área.

Por permitir ao projetista três métodos para cálculo da chuva de projeto de forma simples e prática, este pode elaborar o seu projeto com uma maior segurança do que confiando em apenas um método.

O fato de um único software portar estas três etapas de projeto, desenho, dimensionamento e quantitativos, facilita o desenvolvimento de projetos, sendo desnecessária a alternância de softwares durante a realização de projetos.

A capacidade de visualização de perfis com cotas de terreno entre as singularidades torna o projeto muito mais real e aceito pelas concessionárias.

O uso do SWMM torna o projeto mais próximo da realidade, mostrando resultados bem mais próximos da realidade do que a utilização do método racional, que é o mais utilizado para este tipo de projeto.

BIBLIOGRAFIA

- Almeida, R. A. (2000). LISP para AutoCAD. 2ª edição, Florianópolis: Visual Books.
- Kramer, B. e Gibb, J. (1999). AutoCAD VBA Programming. 1ª edição, United States of America: Miller Freeman Books.
- Kramer, W. (1995). Programando em AutoLISP. 1ª edição, São Paulo: Makron Books.
- Matsumoto, E. Y. (1998). AutoLISP Linguagem de Programação do AutoCAD. 1ª edição, São Paulo: Editora Érica Ltda.
- Mccuen, R. H. (1989). Hydrologic Analysis and Design. 1ª edição, Englewood Cliffs, New Jersey: Editora Prentice Hall.
- Perry, G. (1999). Aprenda em 21 dias Visual Basic 6. 1ª edição, Rio de Janeiro: Campus.
- Pinto, N. L. S.; Holtz, A. C. T.; Martins, J. A.; Gomide, F. L. S. (1976). Hidrologia Básica. 1ª edição, São Paulo: Editora Edgard Blücher LTDA.
- Porto, R. M. (2006). Hidráulica Básica. 4ª edição, São Carlos: EESC/USP.
- Tsutiya, M. T. e Sobrinho, P. A. (1999). Coleta e transporte de esgoto sanitário. 1ª edição, São Paulo: Editora USP.
- Tucci, C. E. M.; Porto, R. L. L.; Barros, M. T. (1995). Drenagem Urbana. 1ª edição, Porto Alegre: Editora da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Villela, S. M. e Mattos, A. (1975). Hidrologia Aplicada. São Paulo: Editora McGraw-Hill.

Rodrigues, G. P. W. (2006). Computação Gráfica e Modelagem Computacional Aplicadas ao Traçado e Dimensionamento Hidráulico de Redes Coletoras de Esgoto Sanitário, Dissertação 2006, Fortaleza.

Bezerra, A. A. (2011). Dimensionamento Hidráulico de Redes Coletoras de Esgoto Sanitário Usando o Critério de Atendimento Crítico. Dissertação 2011, Fortaleza.