

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: XXIII Seminário de Iniciação Científica

ÁGUAS PLUVIAIS E DRENAGEM URBANA INFLUÊNCIA DE RESERVATÓRIOS DE DETENÇÃO NO CONTROLE DE VAZÃO¹

Luiz Carlos Mittelstadt Júnior², Giuliano Crauss Daronco³.

¹ Trabalho de Conclusão de Engenharia Civil - Turma 02/2014 - Campus Santa Rosa

² Egresso da UNIJUI - Engenharia Civil, turma de 02/2014 Campus Santa Rosa

³ Professor Doutor do Curso de Engenharia Civil da UNIJUI.

INTRODUÇÃO

Devido ao crescimento das cidades, o nível de impermeabilização das áreas urbanas acaba se tornando muito alto. Esse fato em conjunto com a falta de planos urbanos de drenagem, gerencia inadequada e filosofia errônea dos projetos de engenharia, vem causando ao longo dos anos uma elevada série de inundações e consequentemente prejuízos muito elevados para sociedade como um todo que poderiam ser evitados (TUCCI, 1995).

Essas inundações são um problema crônico no Brasil (Tucci, 1995). A Pesquisa Nacional do saneamento básico de 2008 feita pelo IBGE, mostra que apenas 48,8% dos municípios brasileiros declararam não apresentar algum tipo de problema com inundação. Dos municípios que sofreram esses problemas, grande parte são causados pelo dimensionamento inadequado de projeto, obstrução de bueiros e bocas de lobo, obras inadequadas, lençol freático alto, interferências físicas no sistema de drenagem, desmatamento entre outros.

O uso de novas técnicas de drenagem urbana, baseadas em sustentabilidade, chamadas de SuDS (Sustainable urban Drainage Systems) começaram a surgir a partir da década de 1980 em vários países e apresentam uma série de relatos de experiências na execução dessas iniciativas. Argue (2002), mostra esses grandes progressos feitos na Austrália, Japão, Inglaterra e outros países.

Como se baseiam em sustentabilidade, esses SuDS buscam utilizar um novo pensamento na atividade gerencial do ciclo da água no meio urbano (Argue, 2002). Os SuDS buscam realizar o que Tucci (1995) chama de melhor drenagem que é a que drenagem o escoamento sem produzir impactos nem no local e nem a jusante.

METODOLOGIA

Primeiramente foi realizado uma etapa exploratória onde foram selecionados materiais bibliográficos que abordam o assunto em pauta. Após o término dessa etapa, foi iniciado o desenvolvimento da pesquisa, que consistiu em realizar um cálculo dos escoamentos superficiais e do volume de água produzido utilizando o método de cálculo racional:

- Antes da urbanização, partindo da premissa da bacia escolhida estar coberta de vegetação;
- Após a urbanização, onde irá ser considerado que o aumento do escoamento devido as áreas impermeáveis;

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico

Evento: XXIII Seminário de Iniciação Científica

Para a realizar esses cálculos foi necessário uma série de variáveis, que para serem encontradas foi escolhida uma parte de uma bacia da cidade de Santa Rosa para realizar o estudo. A partir da área escolhida foi feito o processo de cálculo das áreas impermeáveis através da utilização de imagens de satélite, obtidas do software Google Earth.

Após essa etapa foi iniciado o processo de cálculo das outras variáveis, como a intensidade média da chuva obtida pelos dados pluviométricos da cidade de Santa Rosa através da curva IDF ajustada para cidade e o coeficiente de escoamento superficial, que considera áreas impermeáveis e áreas permeáveis, tempos de concentração. Com todas as variáveis encontradas foi aplicado o modelo de cálculo das vazões de pico para as duas diferentes situações. Com as duas vazões de pico foi criado os Hidrogramas triangulares para representar as duas situações e os utilizando para realizar comparações e dimensionar os reservatórios de armazenamento.

Por fim, na etapa de reflexão, a partir dos dados obtidos foi realizado comparativos e assim identificar os possíveis benefícios da execução desses SuDs e a sua influência nas enchentes que acontecem na cidade de Santa Rosa e será feita considerações finais sobre os resultados obtidos com a realização deste trabalho.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Área de Estudo

Foi escolhida para receber o estudo a parte inicial da Bacia do Rio Pessegueirinho. Sua área total é bem dividida entre áreas rurais e áreas urbanas, diferentemente do resto da cidade, sendo que as áreas rurais ocupam mais que 50% de sua área total, sendo ocupada por vegetação nativa e por campos agrícolas.

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: XXIII Seminário de Iniciação Científica



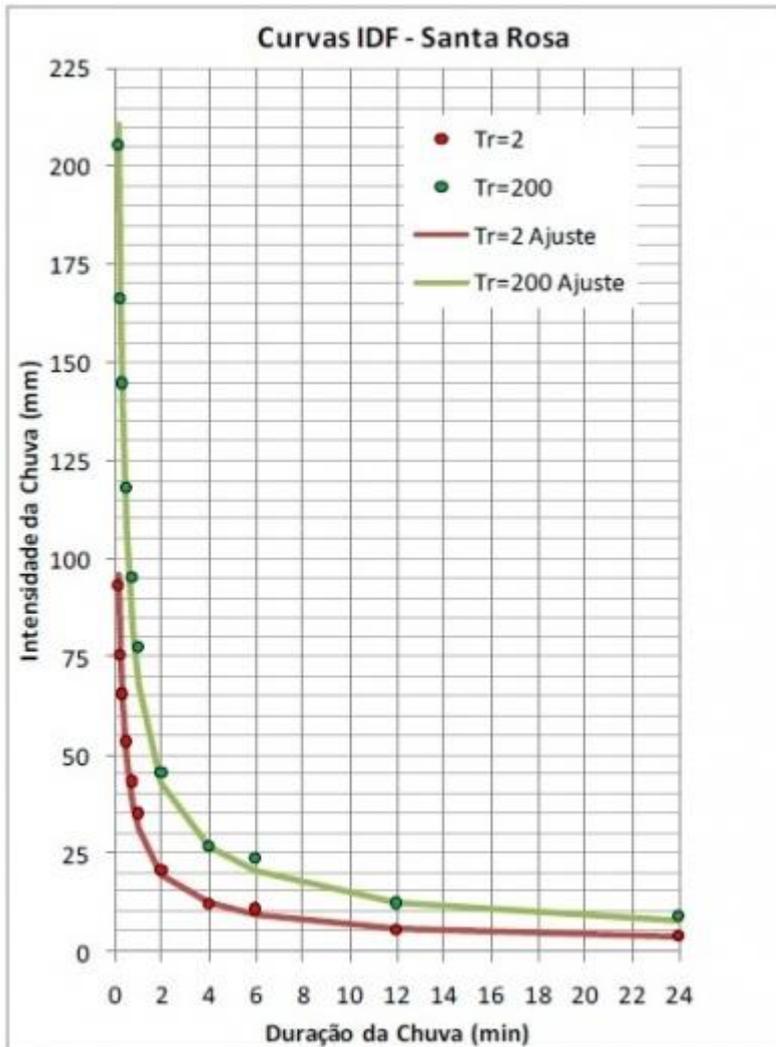
Figura 1. Área da Bacia para Realizar o Estudo

Através de imagens de satélite e os mapas da cidade é possível identificar que as áreas ao sul do arroio pessegueiro apresentam um desenvolvimento de urbano alto. No lado oposto, ao norte do arroio Pessegueirinho é possível perceber uma grande quantidade de áreas verdes, divididas em áreas com floresta nativa.

Dados Pluviométricos

O Plano Municipal de Saneamento Básico (2010) do município de Santa Rosa, apresenta um estudo de dados históricos de chuvas de todos postos de coleta existentes. A partir desses dados foi criado uma curva IDF específica para a cidade e através dela foi obtido os valores necessários para o cálculo dos escoamentos.

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: XXIII Seminário de Iniciação Científica



Parâmetro	Valor
<i>a</i>	28
<i>b</i>	0.17
<i>c</i>	0.025
<i>d</i>	0.676

Figura 2. Curva IDF e Parametros para a cidade de Santa Rosa Fonte: Plano Municipal de Saneamento Básico de Santa Rosa (2010).

Áreas impermeáveis

O cálculo das áreas da bacia escolhida foi feito através de imagens de satélites obtidas pelo software Google Earth, onde foi possível realizar uma composição de áreas impermeáveis e áreas permeáveis da bacia escolhida e assim obter sua metragem total, através da utilização do Software AutoCad.

Como a área escolhida para realizar o estudo é grande, a utilização de uma unica imagem de satélite total da bacia se tornou inviável devido a sua qualidade e assim impossibilitar uma definição mais precisa das áreas de telhados e calçadas. A partir disso foi optado por dividir toda a bacia em várias

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: XXIII Seminário de Iniciação Científica

imagens aproximadas, onde cada uma englobando algumas quadras, sendo possível definir de maneira mais precisa as áreas de telhado e calçadas como mostra a figura 3, a seguir como exemplo.



Figura 3. Imagem reduzida da parte da bacia

Bacia do Arroio Pessegueirinho		
Ocupação	Área (Ha)	Percentual
Coberturas e Calçadas	50,98	8,85
Ruas	32,63	5,66
Áreas Verdes e Vegetação	492,78	85,49
Total:	576,39	100,00

Tabela 1. Relação entre as áreas da bacia

Cálculo das vazões

O cálculo das vazões pré-impermeabilização e pós-impermeabilização foram feitas através do método racional, método amplamente utilizado para pequenas bacias hidrográficas e é dado pela seguinte fórmula:

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: XXIII Seminário de Iniciação Científica

$$Q_{max} = 0,278 . C . I . A$$

Onde:

Q_{max} = Vazão máxima;

C = Coeficiente de perdas;

I = Intensidade da precipitação (mm/h);

A intensidade da chuva foi calculada através da curva IDF utilizando a fórmula da intensidade e os parâmetros apresentados na figura 2. Para o seu cálculo foi considerado como o tempo de duração da chuva o tempo de concentração da bacia, calculado através do método SCS e a escolha do tempo de retorno como 100 anos. Os resultados obtidos foram os seguintes:

$$i = \frac{28 \times T_r^{0,17}}{(t+0,025)^{0,676}}$$

$$i = \frac{28 \times 100^{0,17}}{(0,156+0,025)^{0,676}}$$

$$i = 194,52 \text{ mm/h}$$

Vazão Pré-Impermeabilização:

$$Q_{max} = 62,34 \text{ m}^3/\text{s}$$

Vazão Pós-Impermeabilização:

$$Q_{max} = 91,73 \text{ m}^3/\text{s}$$

Cálculo do Reservatório

Para o cálculo do volume de reservatório foi utilizada a fórmula criada por McCuen (1989), que utiliza hidrogramas triangulares para seu cálculo, e apresentou a seguinte expressão para o cálculo do V_s (volume entre o hidrograma de entrada e o hidrograma de saída):

$$\frac{V_s}{V_d} = 1 - \alpha \quad \text{onde} \quad \alpha = \frac{Q_a}{Q_d}$$

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: XXIII Seminário de Iniciação Científica

No caso da bacia estudada são obtidos os seguintes volumes:

$$\alpha = \frac{Q_a}{Q_d} = \frac{62,34}{91,73} = 0,6796 = 0,68$$
$$V_s = 16432,14 \text{ m}^3$$

CONCLUSÕES

Para o cálculo das vazões e volumes de água produzidos nessa bacia foi necessário o cálculo da intensidade da chuva e esta apresentou um valor elevado de 194,72 mm/h. Esse alto valor é devido a escolha de um tempo de retorno de 100 anos, tempo normalmente escolhido para obras de macrodrenagem, significando que uma chuva desse tipo só aconteceria uma vez a cada 100 anos.

Relação Vazão Pré-Pós	
Pré (m ³ /s)	Pós (m ³ /s)
62,3383768	91,7270945

Tabela 2. Relação entre as vazões pré e pós urbanização

Através de uma análise dessas vazões percebe-se que ocorreu um aumento de 47,14%, isso é um aumento de 29,39 m³/s de vazão, em relação ao inicial produzido quando não havia áreas impermeáveis, apenas vegetação.

Esse aumento de 47,14% de vazão que ocorre, quando comparado ao mapeamento das áreas urbanas, mostra que apenas um pequeno crescimento de áreas impermeáveis, no caso 14,51%, divididos entre telhados, calçadas e ruas pavimentadas, altera consideravelmente o volume de água produzido e os riscos de enchentes e alagamentos nessas áreas.

Mesmo com a bacia apresentando grandes áreas verdes, essa parte do arroio pessegueirinho está em áreas propícias a enchentes segundo o Plano Municipal de Saneamento Básico de 2010 devido as suas características topográficas e urbanas. Isso pode ser percebido no mapeamento das áreas feitas observando as construções ribeirinhas que desequilibram o perfil natural dos rios e ao aumento de vazão produzido devido ao crescimento de áreas impermeáveis.

Através das fórmulas de McCuen (1989), utilizando dos hidrogramas pré e pós urbanização foi calculado o volume de detenção necessário que foi igual a 16.432,14 m³.

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: XXIII Seminário de Iniciação Científica

Esse é o volume necessário de retenção, que deve ser localizado na parte mais a jusante da bacia, para impedir que esse volume adicional não cause problemas futuros a jusante da cidade, onde as áreas são mais urbanizadas e que produzem mais volume de escoamento. No cálculo do reservatório foi apenas considerado o seu volume total necessário, não limitando os possíveis tipos de reservatórios que poderiam ser utilizados, desde os mais comuns como também SUDs, como lagoas, bacias de infiltração e etc.

No ponto a jusante da bacia estuda, próximo ao arroio pessegueirinho, existem várias áreas verdes de grandes extensões, onde a construção desses SUDs poderiam ter um grande impacto benéfico nas áreas mais afetadas por enchentes devido a retenção de grande parte do volume produzido durante a duração da chuva para posterior liberação diminuindo assim o volume escoado.

Como existem grandes áreas verdes não ocupadas, a execução de bacias de filtração ou lagoas de retenção são possíveis e deveriam ser até projetadas, devido as futuras expansões da cidade na qual o volume de água produzido pelas chuvas será consideravelmente aumentado e assim os problemas futuros a jusante de enchentes e alagamentos.

Fazendo um simples dimensionamento considerando um reservatório enterrado com as dimensões de 50 metros de comprimento por 50 metros de largura e uma altura de 7 metros apresenta um volume de 17500 m³, mais do que o necessário para realizar a retenção dos 16432,14 m³. Essa base de 50 metros por 50 metros ocupa uma área de 2500 m² que se equivale a 0,0433% da área total da bacia estudada.

Por fim o uso de reservatórios de retenção para o caso iriam reter essa vazão excedente produzida pelos telhados, calçadas e ruas, deixando apenas a parcela da vazão pré-desenvolvimento escoar ao longo da duração da chuva e após seu término liberar o volume retido aos poucos, diminuindo assim a quantidade de enchentes e sua agressividade nas áreas de risco a população sendo assim uma das melhores alternativas possíveis de serem executadas.

REFERENCIAS

CRUZ, Marcus A S.; SOUZA, Christopher Freire e TUCCI, Carlos E M. (2007). Controle da drenagem urbana no Brasil: avanços e mecanismos para sua sustentabilidade. In: Anais XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. São Paulo/SP. CD-ROM.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA - IBGE. 2008. Pesquisa Nacional de Saneamento Básico. Rio de Janeiro. 219p. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pnsb2008/PNSB_2008.pdf>. Acessado em 16 abril 2014.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA - IBGE. Santa Rosa: Infográficos: dados Gerais do município. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/painel/painel.php?codmun=431720>>. Acesso em: 15 abr. 2014.

MARTINS, Francisco José Paulos; PINHEIRO, António do Nascimento; CARMO, José Simão Antunes. Passagens Hidráulicas: Dimensionamento hidrológico e hidráulico e estimativa de custo assistidos por computador. Recursos Hídricos, Lisboa, v. 24, n. 3, p.37-50, nov. 2003.

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico
Evento: XXIII Seminário de Iniciação Científica

SANTA ROSA. Prefeitura Municipal de Santa Rosa. Plano Municipal de Saneamento Básico Participativo. Santa Rosa, 2010. v. 1.

TUCCI, Carlos Eduardo Morelli. (Org.). Hidrologia: Ciência e Aplicação. 4. ed. Porto Alegre: Editora da Universidade (UFRGS), Edusp, ABRH, 2009. v. 1. 943p .

TUCCI, Carlos Eduardo Morelli; BERTONI, Juan Carlos . Urbanización. In: Carlos E. M. Tucci e Juan Carlos Bertoni. (Org.). Inundações Urbanas na América do Sul. Porto Alegre: ABRH GWP, 2003, v. 1, p. 1-10.

TUCCI, Carlos e M; PORTO, Rubem La Laina; BARROS, Mário T de (Org.). Drenagem Urbana. Porto Alegre: ABRH/editora da Universidade/UFRGS, 1995.