

## **AVALIAÇÃO DO IMPACTO DA URBANIZAÇÃO NO SISTEMA DE DRENAGEM DA REGIÃO DA QUARTA LINHA- CRICIÚMA (SC)**

Rafael da Silva Lúcio (1), Álvaro José Back (2)

UNESC – Universidade do Extremo Sul Catarinense  
(1)rafaeldasilvalucio@gmail.com, (2)ajb@unesc.net

### **RESUMO**

O avanço descontrolado da urbanização traz consigo uma problemática: as cheias urbanas, que se agravam devido à ocupação do solo e sua consequente impermeabilização, aumentando a vazão de escoamento da água. No bairro Quarta Linha, município de Criciúma/SC, o problema com enchentes preocupa a população e a tendência com o avanço da urbanização é desse cenário se agravar. Para isto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar os impactos do processo de urbanização, para um cenário intermediário e para um cenário crítico. Quantificando a vazão máxima para diferentes períodos de retorno e sugerir alternativas para criação de uma drenagem sustentável, para que se possam tomar medidas preventivas que diminuam a vazão máxima do sistema de drenagem, podendo-se manter a base da infraestrutura atual, dispensando custos como a ampliação de canais, bueiros e pontes. Foi realizada a delimitação da bacia de contribuição e foram estabelecidos três cenários de urbanização, um atual, um intermediário e um crítico e para cada um deles foi caracterizado a condição e o tipo de uso do solo, atribuindo o valor do número CN. A vazão máxima foi estimada pelo método de Ven Te Chow para os períodos de retorno de 5, 10, 25, 50 e 100 anos. Percebeu-se que o atual sistema de drenagem está atendendo a vazão máxima no período de retorno de 10 anos, então, este período foi utilizado como base para as análises e discussões. Partindo da premissa que a vazão máxima da bacia nos cenários de urbanização intermediário e crítico, deve ser igual à vazão máxima da bacia nas condições atuais, para o mesmo período de retorno, foi quantificado o volume necessário de água proveniente de precipitações a ser retido. Foram sugeridas medidas estruturais e não estruturais para que isto aconteça, como algumas alternativas sustentáveis para armazenamento e destinação desse volume, baseado nos principais pilares da economia da região, a indústria cerâmica e a agricultura. Também foi discutida a importância de regulamentações por parte do poder público, como criação de um plano diretor de drenagem urbana.

*Palavras-Chave: drenagem urbana, urbanização, drenagem sustentável, enchentes.*

### **1. INTRODUÇÃO**

Os estragos causados por inundações provenientes das fortes chuvas estão frequentemente nos noticiários, impressionando e causando grande comoção, porém, como o homem não tem como controlar as precipitações, nem as prever com

tal antecedência que possibilite tomar alguma medida para evitar enchentes, deve-se ter um projeto de drenagem urbana bem planejado, e acompanhando o processo de urbanização das cidades.

Segundo Gribbin (2009), é papel dos engenheiros civis e dos técnicos, quando se refere ao controle de inundações, gerenciar o escoamento natural das águas de chuva para prevenir danos a propriedades e perdas de vidas.

Em Criciúma/SC, mais especificamente no bairro Quarta Linha, são frequentes as inundações, onde no mês de janeiro de 2014, uma forte chuva deixou cerca de 300 moradores desabrigados, fazendo com que o município decretasse situação de emergência. Como a administração da drenagem urbana é de responsabilidade do município, os moradores se sentiram lesados e houve a instauração de um Inquérito Civil para apurar possíveis responsáveis, pois segundo os moradores “é obrigação do município garantir a ocupação racional do espaço urbano, assim como manutenção, proteção e recuperação do meio ambiente”.

De acordo com Tucci (2000) geralmente os municípios não possuem suporte técnico em drenagem urbana, e adotam medidas como a canalização de riachos, causando inundação do mesmo, ou seja, não se resolve o problema, apenas o transfere de local. Os países desenvolvidos já identificaram este problema na década de 70, e tomaram medidas que priorizam o controle do escoamento diretamente na fonte, isto é, no lote ou loteamento.

A urbanização do território e o conseqüente aumento da área impermeável da bacia provoca o aumento da vazão de escoamento, deixando a região ainda mais propícia a alagamentos. E este desenvolvimento urbano deve ser acompanhado pelas entidades responsáveis, analisando a necessidade de alterações no sistema de drenagem pluvial, evitando que o crescimento urbano seja prejudicial.

Conforme Miguez, Veról e Rezende (2015), o processo de urbanização é uma das ações antrópicas que geram maiores impactos no meio ambiente, principalmente devido a conseqüências provenientes das mudanças de ocupação e uso do solo. O desenvolvimento das cidades agravou os problemas de enchentes urbanas, na medida em que a urbanização além de remover a cobertura vegetal original, também aumenta a impermeabilização, introduzindo obras de canalização e ocupando planícies ribeirinhas.

As medidas estruturais são as obras que podem ser feitas para correção e/ou prevenção de problemas devidos a inundações. Enquanto as medidas não

estruturais correspondem as que procuram reduzir os danos ou as consequências das enchentes, não por meio de obras, mas pela introdução de normas, regulamentos e programas que visem, por exemplo, uma correta utilização e ocupação do solo, a implementação de sistemas de alertas e a conscientização da população para a manutenção e bom funcionamento do sistema de drenagem. Um planejamento consistente de melhoria e controle dos sistemas de drenagem urbana deve prever uma combinação adequada de recursos humanos e materiais, e um balanceamento coerente entre medidas estruturais e não estruturais (Canholi, 2005). Para Tucci (1995), as medidas não estruturais têm como objetivo um melhoramento da interação entre a população e o meio ambiente.

Na cidade de São Paulo, existe a chamada “Lei das piscininhas”, onde torna obrigatório toda nova construção, com área impermeável maior que o limite estabelecido, a construção de reservatórios de retenção dentro do próprio lote, e somente quando este reservatório estiver cheio, o excedente seguirá para o sistema de drenagem urbana. Em estudo realizado sobre os efeitos da lei das piscininhas, Canholi (2013) concluiu que foi possível abater o pico de cheia em 20% para áreas diretamente controladas.

Baseado nisto o presente trabalho tem como propósito analisar o comportamento do sistema drenagem nas condições de ocupação atuais e futuras, e propor medidas estruturais e não estruturais para diminuir os impactos das cheias nesta região.

## **2. MATERIAIS E MÉTODOS**

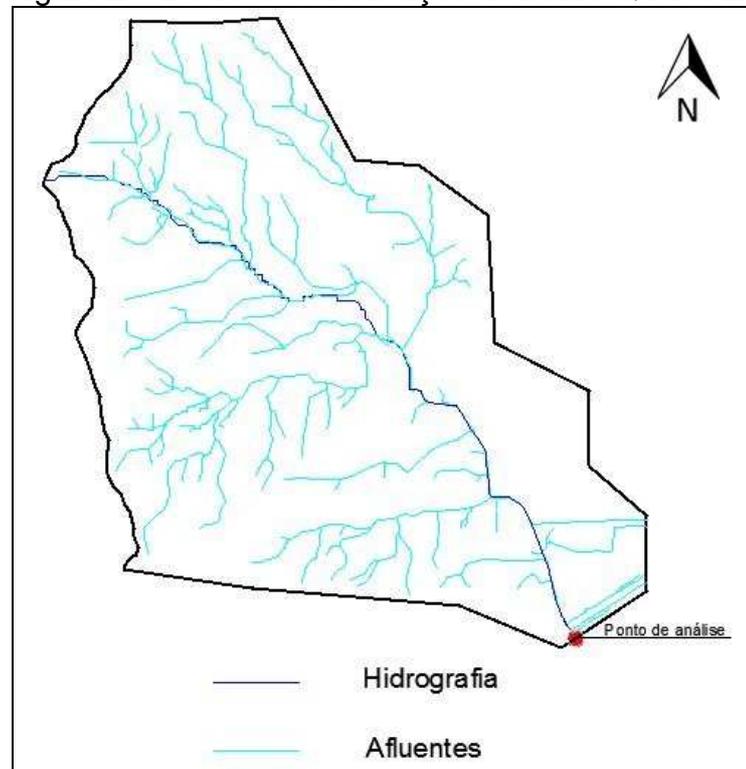
Para o presente estudo foram usadas fotos aéreas do ano de 2010 e cartas topográficas do município de Criciúma. Realizou-se a delimitação e caracterização física da bacia de contribuição de acordo com Back (2014). A área em estudo está localizada no bairro Quarta Linha (Figura 1) e está inserida na bacia do Rio dos Porcos. Na Figura 2 está representada a rede de drenagem da bacia de contribuição analisada e o ponto onde será verificada a vazão máxima.

Figura 1 – Localização da bacia de contribuição do bairro Quarta Linha.



Fonte: Autor, 2016.

Figura 2 – Bacia de contribuição do bairro Quarta Linha.



Fonte: Autor, 2016.

Com base na Figura 2 e também no levantamento aerofotogramétrico da região, foram obtidos alguns dados essenciais para o prosseguimento do estudo. Estes dados são mostrados na Tabela 1.

Tabela 1 – Dados da bacia de contribuição

Índice	Valor
Área (km <sup>2</sup> )	8,53
Perímetro (km)	12,71
Comprimento do maior rio (m)	5170
Desnível (m)	95
Declividade (m/m)	0,0184
Área urbana (%)	9,73
Área de vegetação (%)	90,27

Fonte: Autor, 2016.

A vazão máxima foi estimada pelo método de Chow (1962), que é indicado para a determinação de projeto para estruturas hidráulicas, em bacias pequenas nas zonas rurais ou arredores das cidades. Neste método a vazão máxima é calculada empregando a Equação 1:

$$Q = 0,278.A.X.Y.Z \quad \text{Equação (1)}$$

Onde: Q = vazão de pico em m<sup>3</sup>/s;

A = área de drenagem da bacia em km<sup>2</sup>;

X = fator de escoamento em mm/h;

Y = fator climático (adimensional);

Z = fator de redução do pico (adimensional);

O fator de escoamento, variável X da Equação 1, é obtido através da equação abaixo:

$$X = \frac{2,78P_{ef}}{t} \quad \text{Equação (2)}$$

Onde P<sub>ef</sub> é a chuva efetiva para escoamento superficial (mm) de uma dada localidade geográfica adotada como base, aumentada em certa porcentagem para levar em conta a variação da distribuição da chuva durante o tempo t (horas).

Conhecida a equação de chuvas intensas da localidade, pode-se calcular a precipitação total no tempo t, como mostra a Equação 3:

$$P = i.t \quad \text{Equação (3)}$$

Onde: P = precipitação total em mm;

i = intensidade em mm/h;

t = tempo em horas.

A precipitação efetiva é estimada pelo método da Curva Número, calculado pela Equação 4:

$$P_{ef} = \frac{(P - 0,2S)}{P + 0,8S} \quad \text{Equação (4)}$$

Onde S seria o potencial máximo de retenção dado pela Equação 5.

$$S = \frac{25400}{CN} - 254 \quad \text{Equação (5)}$$

No método de Chow, o escoamento superficial é estimado pelo método do SCS (Soil Conservation Service), com algumas modificações. Os valores de CN foram ligeiramente modificados e chamados de Número de Escoamento Superficial (N). No método de Chow pequenas alterações foram feitas para os solos com cobertura vegetal.

O fator climático (Y) representa a chuva da localidade base em relação a chuva de outra localidade. Como foram usados dados do município de Içara, foi considerado o fator climático  $Y = 1$ .

O fator de redução de pico (Z) representa a relação entre a vazão de pico de um hidrograma unitário devido a chuva de certa duração e o escoamento devido a mesma intensidade de chuva continuando indefinitivamente. A determinação do fator de redução de pico foi realizada de acordo com a metodologia descrita em Wilken (1978).

O tempo de ascensão pode ser estimado através da Equação 6:

$$tp = 0,005055 \left( \frac{L}{\sqrt{y}} \right)^{0,64} \quad \text{Equação (6)}$$

Onde: tp = tempo de ascensão em horas;

L = comprimento do rio principal, em metros, medido ao longo do leito desde a saída da bacia até o ponto mais afastado da bacia;

Y = é a declividade média do leito do curso d'água (%).

A chuva foi estimada com base na equação de chuvas intensas de Içara – SC, apresentada por Back (2013) como:

$$i = \frac{72290I^{0,174}}{(t+8,95)^{0,70}} \quad \text{para } 5 < t < 120 \text{ minutos} \quad \text{Equação (7)}$$

$$i = \frac{13180T^{0,174}}{(t+21,77)^{0,807}} \text{ para } 120 < t < 1440 \text{ minutos} \quad \text{Equação (8)}$$

Onde:  $i$  = intensidade da chuva em mm/h;

$t$  = duração em minutos;

$T$  = período de retorno em anos.

Para o dimensionamento do reservatório de retenção foi considerado o método de Aron e Kibler (1990). Conforme Tomaz (2002), neste método é suposto que o hidrograma da vazão afluente tem formato trapezoidal e que o pico da vazão efluente está no trecho de recessão do trapézio adotado e que a vazão de saída tem forma triangular, dessa forma o volume do reservatório é dado pela Equação 9:

$$V_s = Q_e \cdot t_D - Q_p \frac{(t_D + t_c)}{2} \quad \text{Equação (9)}$$

Onde:  $V_s$  = volume de retenção em  $m^3$ ;

$Q_e$  = pico da vazão de entrada em  $m^3/s$ ;

$t_D$  = duração da chuva em minutos;

$t_c$  = tempo de concentração da bacia em questão, em minutos;

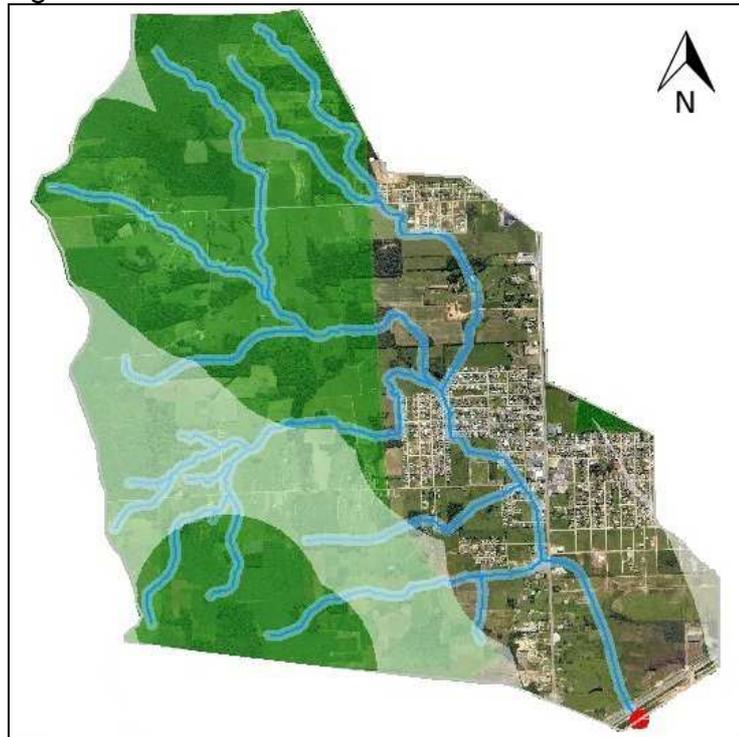
$Q_p$  = vazão de pico de saída em  $m^3/s$ .

O cálculo é feito por tentativas, pois a intensidade da chuva varia com o tempo  $t_D$  e a vazão de entrada  $Q_e$  também varia.

Os valores de CN foram determinados com base no tipo de solo e ocupação da bacia, obtido por comparação com a descrição dos valores tabelados por Chow (Wilken, 1978). A ocupação atual da bacia corresponde a  $CN = 70$ . Foram considerados ainda dois cenários em função do processo de urbanização da bacia, um para condição de médio prazo, em que o CN passa a ter valor de 75 e outro em longo prazo, com a urbanização da bacia e redução da vegetação, passando o CN para 80. Dessa forma foram estimados os valores de vazão máxima com períodos de retorno de 5, 10, 25, 50 e 100 anos para cada um dos cenários.

A Figura 3 mostra a bacia com a foto aérea, que serviu como base para determinação do CN na condição atual, intermediária e crítica do avanço do processo de urbanização. As linhas azuis da figura representam os afluentes da bacia, e o ponto vermelho representa o ponto onde a vazão será analisada.

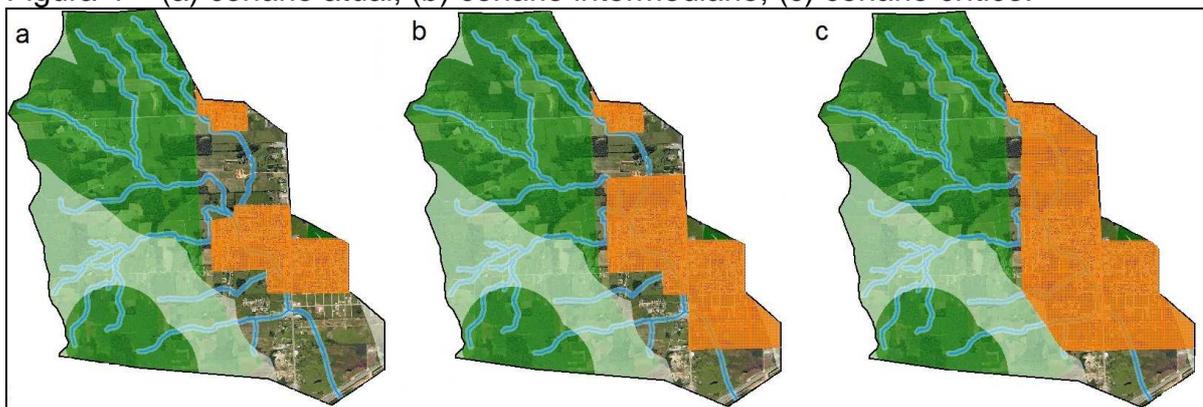
Figura 3 – Foto aérea da bacia.



Fonte: Autor, 2016.

A Figura 4 exibe como foram considerados, territorialmente, os cenários do processo de urbanização da bacia, indicados na cor laranja.

Figura 4 – (a) cenário atual; (b) cenário intermediário; (c) cenário crítico.



Fonte: Autor, 2016.

Entre as alternativas de drenagem, foi considerada a construção de reservatórios de retenção, tendo como base a manutenção da vazão máxima na condição atual.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

#### 3.1 COEFICIENTE DE COMPACIDADE

É a relação entre o perímetro da bacia e a circunferência de um círculo de área igual à da bacia. A bacia analisada apontou  $K_c = 1,23$ , que segundo Back (2014), indica que a bacia em estudo apresenta alta propensão a grandes enchentes. A relação entre os valores de  $K_c$  com os riscos de enchentes pode ser observada na Tabela 2.

Tabela 2 – Interpretação dos valores de  $K_c$

Valor de $K_c$	Interpretação
1,00 a 1,25	Bacia com alta propensão a grandes enchentes
1,25 a 1,50	Bacia com tendência mediana a grandes enchentes
> 1,50	Bacia não sujeita a grandes enchentes

Fonte: Back, 2014.

O fato da bacia apresentar alta propensão a grandes enchentes reforça ainda mais a necessidade de observar os avanços da urbanização, para que medidas sejam tomadas para precaução, evitando danos à população.

#### 3.2 VAZÃO MÁXIMA

Com bases em fotos aéreas da região, observando as áreas suscetíveis à ação antrópica, fora estabelecido condições para o avanço da urbanização. Para cada condição temos um número de CN, que está relacionado ao tipo de ocupação do solo. E para cada condição, foi calculada a precipitação, o escoamento e a vazão máxima nos períodos de retorno de 5, 10, 25, 50 e 100 anos. Os resultados estão expostos na Tabela 3.

Analisando as dimensões da seção do canal existente, foi possível constatar que o sistema atual atende no limite a vazão máxima do período de retorno de 10 anos, então alguma medida deve ser tomada para neutralizar o efeito do processo de urbanização. A única medida que geralmente os poderes públicos tomam, e que aparentemente parece a mais apropriada, não é a mais correta, que seria a dragagem e aumento do canal nos pontos que estão apresentando inundações. Não é o correto, caso nenhuma outra medida seja adotada, pois só irá postergar o problema, pois em algum lugar este excesso de água terá que escoar, portanto, só irá provocar uma transferência dos problemas de alagamento, privilegiando certos locais e não visando o sistema como um todo.

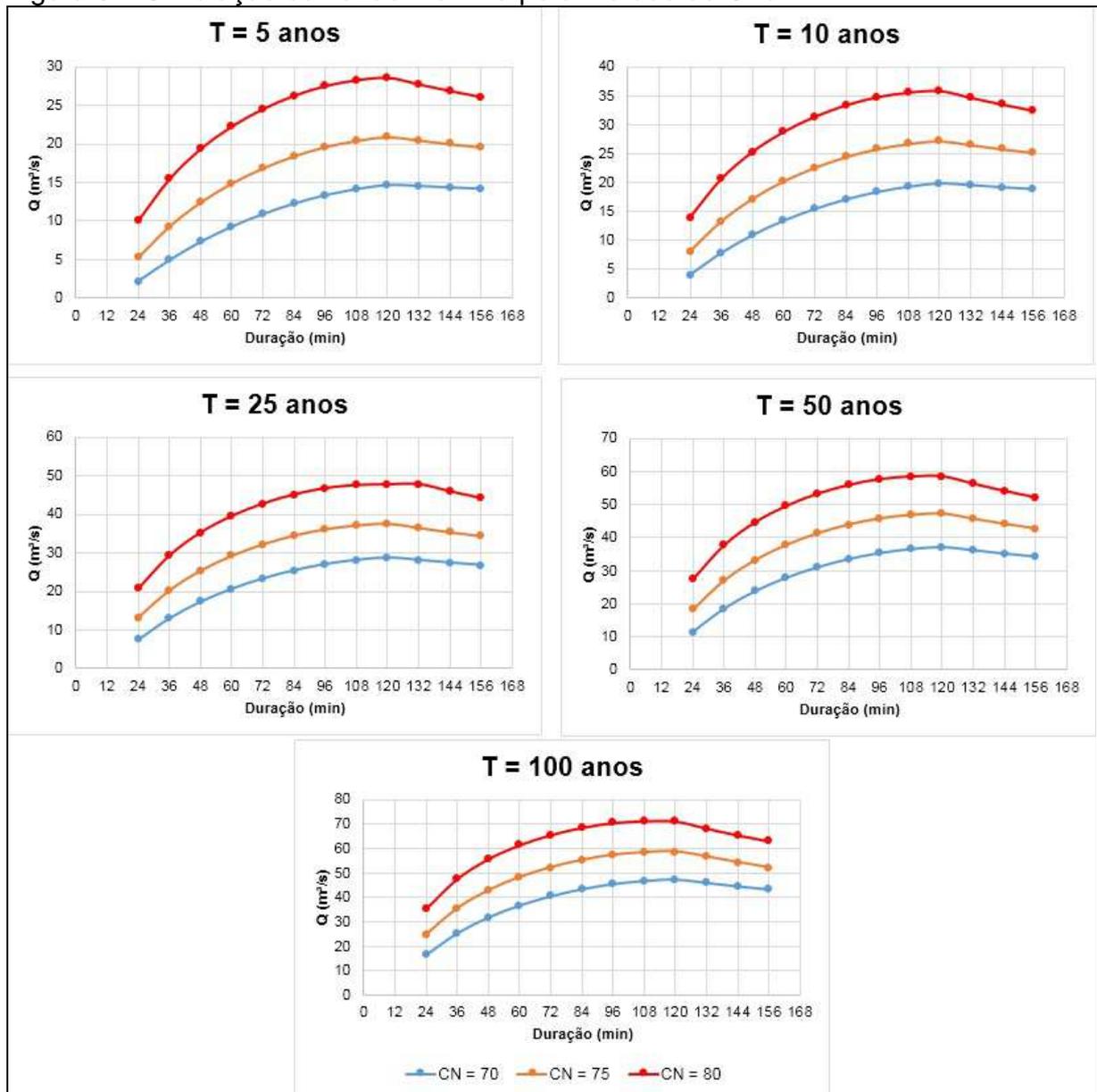
Tabela 3- Dados da estimativa da vazão máxima para os cenários

Variável Hidrológica	Cenário		
	Atual	Intermediário	Crítico
	CN = 70	CN = 75	CN = 80
<b>T = 5 anos</b>			
Precipitação (mm)	63,70	63,70	63,70
Escoamento (mm)	12,40	17,70	24,10
Vazão máxima (m <sup>3</sup> /s)	14,660	20,930	28,565
<b>T = 10 anos</b>			
Precipitação (mm)	71,90	71,90	71,90
Escoamento (mm)	16,80	22,90	30,30
Vazão máxima (m <sup>3</sup> /s)	18,858	27,184	35,882
<b>T = 25 anos</b>			
Precipitação (mm)	84,30	84,30	84,30
Escoamento (mm)	24,20	31,70	40,30
Vazão máxima (m <sup>3</sup> /s)	28,682	34,525	47,696
<b>T = 50 anos</b>			
Precipitação (mm)	95,20	95,20	95,20
Escoamento (mm)	31,30	39,80	49,40
Vazão máxima (m <sup>3</sup> /s)	37,109	47,176	58,498
<b>T = 100 anos</b>			
Precipitação (mm)	103,50	103,50	103,50
Escoamento (mm)	39,90	49,50	56,60
Vazão máxima (m <sup>3</sup> /s)	47,304	58,640	71,253

Fonte: Autor, 2016.

Os gráficos da Figura 5 mostram claramente o aumento da vazão máxima em função do cenário da urbanização com relação ao período de retorno, em que se percebe que a vazão máxima praticamente dobra se compararmos a situação crítica com a situação atual no período de retorno de 10 anos, ficando clara a necessidade de alterações no sistema existente hoje, que já está trabalhando em seu limite máximo, atendendo a vazão máxima atual para este mesmo período de retorno. Nos gráficos, a cor azul corresponde ao cenário atual (CN = 70), a laranja ao intermediário (CN = 75), e, a cor vermelha mostra o cenário crítico (CN = 80).

Figura 5 – Simulação da vazão máxima pelo método de Chow



Fonte: Autor, 2016.

### 3.3 DRENAGEM SUSTENTÁVEL

Como a bacia de contribuição estudada é predominantemente composta por campos e vegetações, uma boa alternativa seria a construção de reservatórios de detenção, para reter parte da água escoada das precipitações e aliviar o sistema de drenagem, não necessitando assim de maiores alterações físicas na rede de drenagem existente.

Foi calculado volumes de reservatórios de detenção para cada situação de ocupação do solo e diferentes períodos de retorno. O critério utilizado é que a vazão

máxima da bacia, com o desenvolvimento urbano, deve ser igual à vazão máxima das condições preexistentes para um tempo de retorno determinado. Os números estão representados na Tabela 4.

Tabela 4 – Volume do reservatório para manutenção da vazão do pico da atual condição

Cenário	Vazão de entrada (m <sup>3</sup> /s)	Vazão de saída (m <sup>3</sup> /s)	Duração (min)	Volume (m <sup>3</sup> )	Redução (%)
<b>T = 10 anos</b>					
Intermediário	27,184	19,880	105	53322	30,90
Crítico	35,882	19,880	135	96254	43,90
<b>T = 25 anos</b>					
Intermediário	34,525	28,682	100	30294	15,00
Crítico	47,696	28,682	112	112887	39,30
<b>T = 50 anos</b>					
Intermediário	47,176	37,109	100	590004	20,30
Crítico	58,498	37,109	115	120566	35,00
<b>T = 100 anos</b>					
Intermediário	58,640	47,304	105	68223	19,80
Crítico	71,253	47,304	110	146088	33,90

Fonte: Autor, 2016.

Tendo como base o período de retorno de 10 anos, é possível observar que para um cenário crítico, considerando as condições atuais do sistema, 43,9% do volume total de entrada da bacia teria de ser retido em reservatórios e afins, quase metade do volume total.

O valor do volume do reservatório necessário para manter a vazão na condição atual deve ser considerado como um indicativo se uma única medida estrutural fosse adotada. Para a drenagem sustentável devem-se aliar medidas estruturais e medidas não estruturais (Tucci, 2000; Canholi, 2005; Canholi, 2013). Também é importante ressaltar que esse valor poderia ser dividido entre vários pequenos reservatórios de retenção distribuídos na bacia, tanto em área urbana como nas áreas rurais, atendendo diferentes propósitos. Também se deve destacar que medidas estruturais como a limpeza, manutenção, ampliação, retificação do curso d'água podem e devem ser adotadas para resolver problemas pontuais, mas não devem ser consideradas como a única alternativa.

A palavra sustentabilidade está em alta, e não é diferente no aspecto da drenagem urbana, as alternativas sugeridas apontam para a chamada drenagem sustentável,

que incluem ações estruturais, que são relativas a componentes da engenharia referente a infraestrutura, e ações não estruturais, que seria toda a forma de atividade com finalidade de gerenciamento e mudança de comportamento.

O Plano Diretor da cidade de Criciúma exige que seja reservada uma área mínima para infiltração em cada lote de 25% da área total, o que vem mostrando não ser suficiente, porém, aumentar esta taxa mínima começaria a prejudicar e inviabilizar o aproveitamento do lote por parte de seu proprietário. Em locais onde a bacia praticamente é constituída por zona urbana e não se tem como colocar um reservatório de grande porte, são adotados microreservatórios dentro do próprio lote, como é o caso das cidades de Porto Alegre e São Paulo, onde existem leis que exigem a construção de reservatórios com capacidade dependendo da área impermeabilizada do terreno. Entretanto, não seria o caso do bairro Quarta Linha, pois possui grande área disponível para implantações de reservatórios maiores, que apresentam custos reduzidos se comparados à construção de vários reservatórios de pequeno porte. Uma desvantagem destes reservatórios maiores seria o custo para aquisição da área para implantação, contudo, como a região tem como uma das suas principais fontes de renda a agricultura e a pecuária, reservatórios poderiam ser construídos na forma de açudes, distribuídos por diferentes propriedades, no qual a própria água da chuva poderia ser reaproveitada para irrigação das plantações e também para dessedentação de animais.

Outra alternativa para reutilização das águas das chuvas, e conseqüente diminuição da vazão de escoamento, seria nas indústrias, que possui um polo forte na região, principalmente a indústria cerâmica. As águas poderiam ser reaproveitadas em torres de resfriamento, caldeiras, lavagem de peças e demais processos industriais, menos para fins potáveis.

Para as alternativas sustentáveis apresentadas, os proprietários dos empreendimentos ficariam incumbidos pela implantação dessas medidas em suas propriedades, não transmitindo o custo ao poder público. Geralmente a medida mais tomada pelos governos é o aumento da seção do canal, que no ponto estudado possui atualmente uma área de aproximadamente 6,75 m<sup>2</sup>, atendendo a vazão máxima para o período de retorno de 10 anos. Para este mesmo período de retorno, no cenário crítico, onde a vazão máxima passa de 18,858 m<sup>3</sup>/s para 35,882 m<sup>3</sup>/s, ter-se-ia que aumentar a seção transversal do canal em praticamente 65%, passando para 11,11 m<sup>2</sup>, ao longo de um trecho de 3 km. Teria todo o custo relacionado com

escavação, transporte de solo, ampliação de bueiros e pontes, que além de representarem altos valores para os cofres tão comprometidos da prefeitura, apenas iriam transferir o problema para os pontos seguintes da bacia.

No sistema de drenagem sustentável sugerido, caberia ao município, tendo conhecimento do volume necessário para armazenamento da quantia excedente da vazão, provocada pelo efeito da urbanização, acompanhar o andamento destas obras, adotando medidas de incentivo para indústrias, agricultores e pecuaristas da região, que os deixem motivados a construir sistemas para reaproveitamento das águas de chuva, onde todos têm a ganhar, pois, estarão aproveitando um recurso renovável e evitando problemas que as cheias urbanas proporcionam, tanto prejuízos financeiros quanto prejuízos à saúde pública.

As grandes cidades, como a capital Porto Alegre, viram-se obrigadas a elaborar um Plano Diretor específico para drenagem urbana, para amortecer os efeitos da rápida urbanização. Em cidades em que o nível de urbanização ainda não é alto, não se deve esperar chegar em tais condições para elaboração de um plano de drenagem, o quanto antes a cidade implantar esta regulamentação menores serão os efeitos da urbanização, pois, o custo do controle do processo de urbanização é muito elevado quando o desenvolvimento já está implantado. A criação de um Plano Diretor de Drenagem Urbana (PDDrU) para a cidade de Criciúma, juntamente com um Manual de Drenagem Urbana, viria a regulamentar mecanismos para gestão da infraestrutura urbana e orientar profissionais que projetam a drenagem urbana, bem como dirigir a ocupação de áreas ribeirinhas.

#### **4. CONCLUSÕES**

Com base no que foi apresentado, pode-se concluir:

- 1) Para os cenários futuros de urbanização tem-se a necessidade de medidas para minimizar os efeitos deste processo na região do bairro Quarta Linha em Criciúma/SC, onde o sistema atual trabalha no limite para condição de ocupação em que se encontra.
- 2) As medidas mais convencionais para correção do sistema, como o aumento de canais em trechos específicos, além de representarem altos custos ao governo municipal, apenas transferem o problema para pontos posteriores da bacia.

- 3) Aplicação de conceitos de drenagem sustentável, aumentando a responsabilidade e participação da população no processo. A construção de reservatórios de retenção, e a reutilização das águas pluviais em processos industriais, na agricultura e pecuária, teriam como objetivo captar a diferença de vazão provocada pela urbanização e neutralizar seu efeito no sistema de drenagem.
- 4) Importância da criação de um Plano Diretor específico para drenagem urbana, para que a urbanização ocorra de forma planejada, evitando possíveis transtornos e custos desnecessários para o município e também para a população.

## 5. REFERÊNCIAS

ARAÚJO, R. **Retenção de águas pluviais: São Paulo e Porto Alegre obrigam a construção de reservatórios para contenção da água de chuva. Medida visa diminuir o comprometimento das edificações com áreas impermeabilizadas.** Revista Técnica, Ed. 95, Fevereiro de 2005. <<http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/95/artigo286334-1.aspx>> Acesso em: 23 de novembro de 2015.

BACK, A. J. **Bacias hidrográficas: Classificação e caracterização física (com programa HidroBacias para cálculos).** Florianópolis, Epagri. 2014. 162p.

BACK, A. J. **Chuvas intensas e chuva para dimensionamento de estruturas de drenagem para o Estado de Santa Catarina.** Florianópolis, Epagri. 2013. 177p.

BOTELHO, Manoel Henrique Campos. **Águas de chuva: Engenharia das águas pluviais nas cidades.** 3. ed. São Paulo: Ed. Edgard Blucher, 2011. 297 p.

CANHOLI, A. P. **Drenagem urbana e controle de enchentes.** São Paulo: Oficina de Textos, 2005. 301 p.

CANHOLI, J. F. **Medidas de controle in situ do escoamento superficial em áreas urbanas: análise de aspectos técnicos e legais.** São Paulo, 2013, 167p.

GRIBBIN, J. E. **Introdução à hidráulica, hidrologia e gestão de águas pluviais/** John E. Gribbin; tradutor: Glauco Peres Damas. 3. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2009. 494 p.

MIGUEZ, Marcelo Gomes; VEROL, Aline Pires; REZENDE, Osvaldo Moura. **Drenagem Urbana. Do projeto tradicional à sustentabilidade.** Rio de Janeiro: Elsevier, 2015. 366 p.

TOMAZ, Plínio. **Cálculos hidrológicos e hidráulicos para obras municipais**. São Paulo: Ed. Navegar, 2002. 475 p.

TUCCI, C. E. M.; MARQUES, D. M. L. M. **Avaliação e controle da drenagem urbana**. Porto Alegre. Ed. Universidade/UFRGS, 2000.

TUCCI, C. **Drenagem urbana**. Porto Alegre. Ed. Universidade/UFRGS, 1995. 428p.  
WILKEN, Paulo Sampaio. **Engenharia de drenagem superficial**. São Paulo: Cetesb, 1978. 477 p.