

Uso de Ortofotos para Avaliação do Escoamento superficial de Águas pluviais do Centro de Criciúma – SC

Prof. M.eng. Tadeu de Souza Oliveira ¹
Neila Bertan ²

¹ UNESC: Dpto de Eng. Civil, Ambiental e Agrimensura
88806-000 – Criciúma – SC
tso@unesc.net

¹ UFSC: PPGEC. Cadastro Técnico Multifinalitário e Gestão Territorial
88.000-000 – Florianópolis - SC
tso@ecv.ufsc.br

¹ UTEC: Universidade de Tecnologia e Ciências
Luanda – Angola
Tadeu.oliveira@utecao.net

² UNESC: Dpto de Eng. Civil
88806-000 – Criciúma – SC
neilaprotol@engeplus.com.br

RESUMO : Este artigo avalia o volume de água pluvial contribuinte ao Rio Criciúma, precipitados sobre a parcela da bacia de contribuição localizada no centro urbano da cidade de mesmo nome. Este estudo se desenvolve utilizando ortofotos digitais na escala de 1:5.000, identificando os traçados das ruas, calçadas, edificações e áreas verdes, mensurando superfícies impermeabilizadas e permeáveis. Tem como objetivo quantificar o volume de água produzido por chuvas de alta intensidade no centro da cidade de Criciúma, Estado de Santa Catarina, responsável pelas freqüentes inundações.

Palavras-chave: Área impermeabilizada. Chuvas de alta intensidade. Inundações.

ABSTRACT : This article assesses the bulk of rainwater contributor to Rio Criciúma, precipitates on the portion of the basin for assistance located in the urban centre of the city of same name. This study is develops using digital ortho on the scale of 1:5.000, identifying the traces of the streets, sidewalks, buildings and areas green, measuring sealing and permeable surfaces. It intended to quantify the amount of water produced by rain high intensity in the centre of Criciúma, Estado de Santa Catarina, responsible for the frequent flooding.

Keywords: Area sealed. Heavy rains of high intensity. Floods.

1 INTRODUÇÃO

As chuvas de alta intensidade têm provocado transtornos e prejuízos em áreas residenciais e comerciais de centros urbanos altamente densificados.

O crescimento populacional e comercial aumenta substancialmente a impermeabilização do solo com as edificações, asfaltamento de vias e pavimentação de calçadas.

O maior problema de drenagem encontra-se nas bacias urbanas com contribuição significativa das

áreas impermeabilizadas, pois segundo TUCCI (2000), na bacia hidrográfica rural o fluxo é retido pela vegetação, infiltrando no solo e o que resta escoar sobre a superfície de forma gradual produzindo um hidrograma com variação lenta de vazão e com picos de enchente moderados.

A cidade de Criciúma, situada na região sul do Estado, apresenta um grande avanço das áreas urbanas tornando-se um centro comercial e residencial denso, proporcionando o desenvolvimento um pólo de desenvolvimento urbano-industrial.

Inserido neste contexto, o centro urbano da cidade de Criciúma tornou-se suscetível às inundações. Fato que ocorre, com grande participação do excesso de solo da área central impermeabilizado, coberto com calçadas, ruas e edificações, alterando assim os processos hidrológicos, principalmente o aumento do coeficiente de escoamento superficial e a redução do tempo de concentração da bacia hidrográfica.

Segundo Villela e Mattos (1975), a *Bacia Hidrográfica é uma área definida topograficamente, drenada por um curso d'água ou um sistema conectado de cursos d'água tal que toda vazão efluente seja descarregada através de uma simples saída.*

As enxurradas estão atreladas entre outros fatores, ao tempo de concentração e ao escoamento superficial, e esses dependem da topografia, vegetação e ocupação da bacia hidrográfica.

O grande problema ocorre quando a precipitação é intensa e contínua sobre a bacia hidrográfica, o volume de água que deveria ser absorvido ou infiltrado pelo solo, acaba escoando as margens das ruas, pois a canalização de águas pluviais não é suficiente para atender o fluxo d'água gerado pela bacia de contribuição.

Na medida em que a população impermeabiliza o solo, acelera o escoamento através de condutos e canais, a quantidade de água que chega ao sistema de drenagem aumenta produzindo inundações, isso ocorre devido a Urbanização descontrolada.

Segundo BALTAZAR, 2001 muitas mudanças aconteceram, deste o início da colonização da Vila, no final do século XIX. Na paisagem da cidade percebemos novos elementos que por si permitem uma nova leitura desta mesma paisagem, a arquitetura e a apropriação do espaço, a produção social e a estrutura urbana. De um modelo econômico agrícola, Criciúma se transforma, durante as décadas do século XX, com a produção carbonífera.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Localização da área de estudos

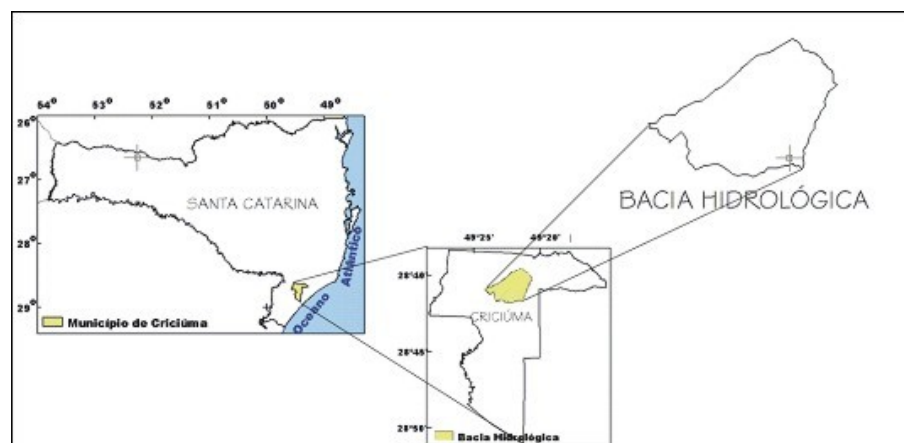


Figura 1 – Localização da bacia de contribuição do rio Criciúma.

A Bacia Hidrográfica em estudo localiza-se no Município de Criciúma, sul de Santa Catarina, a cidade possui uma população estimada de 170.420 mil habitantes, e área total de 209,8 Km², sendo este

um município de grande influência econômica e cultural.

Situa-se entre as latitudes 28° 30' a 29°00' Sul, e entre as longitudes 49°00' a 49°30' Oeste, figura 1.

2.2 – Áreas a partir de ortofotos.

Na realização da pesquisa, foram utilizadas ortofotos abrangentes à bacia de contribuição ao canal de drenagem da sub-bacia hidrográfica do Rio Criciúma no centro urbano na escala 1:5.000 do voo fotogramétrico do ano de 2001. A interpretação de imagens aéreas permitiu a identificação e mensuração de edificações, pavimentações das ruas e calçadas, além de pisos internos aos terrenos e áreas verdes, conforme figura 2 e 3.



Figura 2 – Ortofoto – escala 1.5000 (ano 2001).

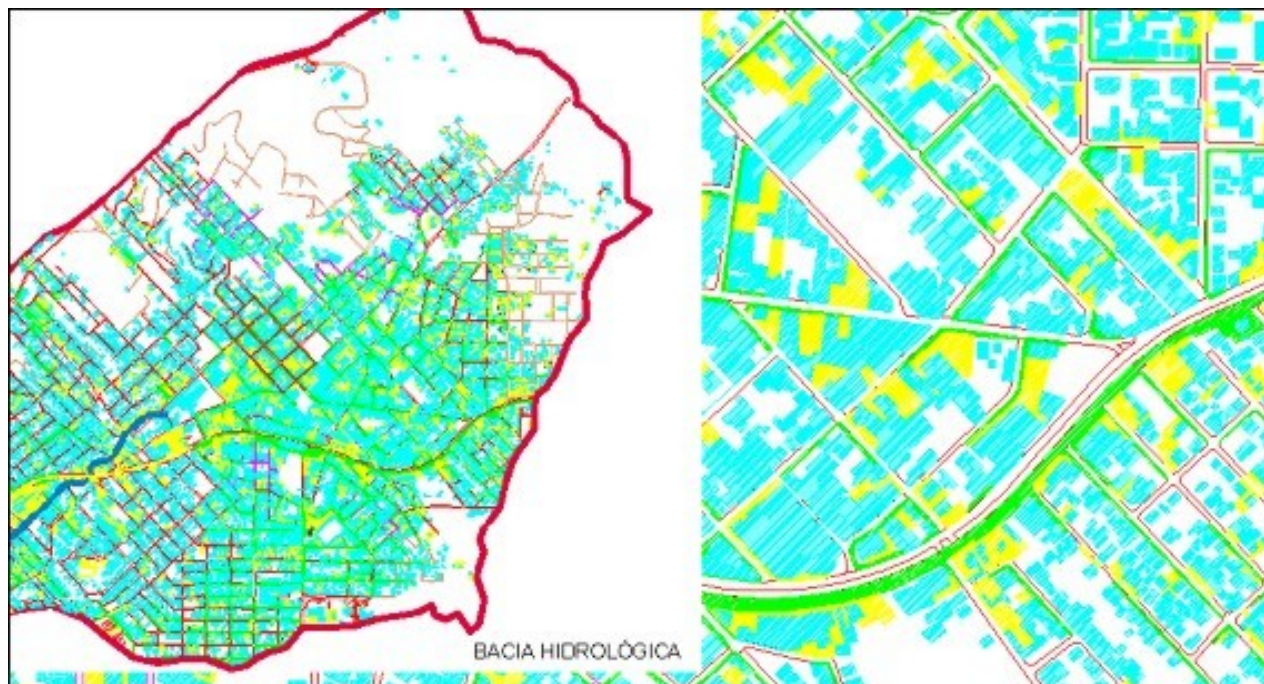


Figura 3 – Identificação das áreas impermeabilizadas

2.2.1 - Identificação e quantificação das áreas na bacia de contribuição

As áreas foram selecionadas sobre as ortofotos em ambiente CAD, identificando-se e quantificando-se conforme se apresenta na tabela 1. O gráfico da figura 4 faz a correlação entre as áreas identificando-as pelas cores.

Tabela 1: Identificação e quantificação das áreas

Tipo de área	Superfície (m ²)	Superfície em %
Edificações	2.275.188,5 1	21,74
Pavimentação em asfalto	847.690,90	8,10
Pavimentação em blocos de concreto ou pedra	100.012,11	0,95
Pavimentação primária	133.776,63	1,28
Calçada ou passeio público	310.498,36	2,97
Pavimentação de pátios internos	550.010,59	5,25
Alagadiços	1.826,29	0,02
Vegetação	6.247.968,5 5	59,69

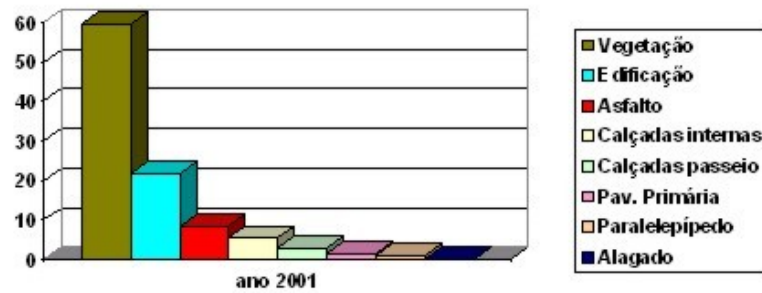


Figura 4: Áreas impermeabilizadas encontradas (porcentual)

2.2.2 – Bacia de contribuição

A bacia de contribuição foi delimitada a partir da base cartográfica e das ortofotos, ambas na escala 1:5.000, figura 5. Sua área total é de 10,46Km².

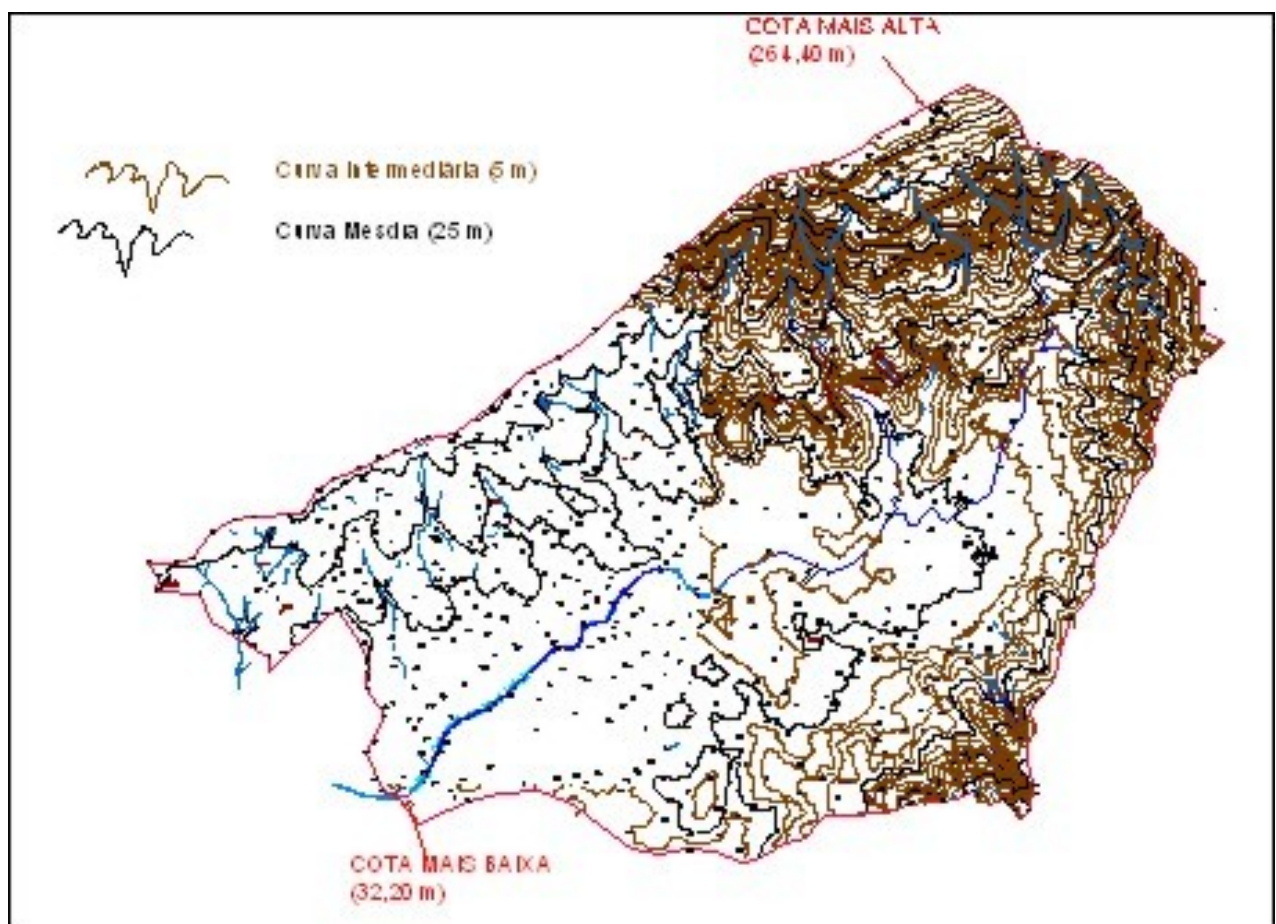


Figura 5 : Bacia de contribuição obtida a partir da base cartográfica

2.3 – Coeficiente de escoamento superficial

Considerando a parcela de cada área e os coeficientes respectivos para a natureza de cada superfície, utilizou-se a classificação de Kuichling, (AZEVEDO NETO, 1998), apresentado na tabela 2 apresentando como coeficiente médio de 54,44% ou seja $C = 0,5444$.

Superfície	Área (%)	C	AxC
Edificação	21,74	0,95	20,65
Pav. Asfáltica	8,1	0,90	7,29
Pav. Com blocos	0,95	0,85	0,81
Calçadas	8,22	0,85	6,99
Pav. Primária	1,28	0,60	0,77
Alagamento	0,02	1,00	0,02
Vegetação	59,69	0,30	17,91
Total	100,00		54,44

Tabela 2: Coeficientes de escoamento superficial

2.4 – Período de retorno

Considerando a área de estudo ser um centro urbano e por conseqüência o fator econômico, a variável “T” correspondente ao período de retorno, utilizou-se valor de 5 na os, proposto por Linsley, Kohler e Paulhus.

2.5 – Tempo de concentração

O tempo de concentração médio para a bacia de contribuição em estudo, foi determinado pela equação de Ven Te Chow, $t_c = 52,64 \times \left(\frac{L}{\sqrt{S}} \right)^{0,64}$ com a sub-divisão da bacias por áreas (sub-bacias, num total de 3 e o valor máximo encontrado é de 28,74 minutos.

2.6 – Intensidade de chuva

A intensidade de chuva foi determinada pela equação de chuva intensa desenvolvida por BACK, 2002 obtida a partir da estação meteorológica do município de Urussanga. , onde “T” é o período de retorno, e “t” o tempo de duração da chuva.

O valor encontrado é: $i = 74,50 \text{ mm/h}$

2.6 – Descarga total

A descarga por área foi determinada pela equação do Método Racional, , considerando que dentro da bacia em estudo (área de 10,46 km²) terá um valor para cada tipo de superfície, analisando áreas menores correspondente às ruas, edificações, vegetações, etc na qual compõe a bacia hidrológica. A tabela 3 indica a descarga por tipo de área.

Coefficiente Superficial (C)	Descrição	Área (km²)	I (mm/h)	Q
0,95	Edificação	2,27519	74,50	44,73
0,90	Pav. asfáltica	0,84769	74,50	15,79
0,85	Pav. com blocos	0,100012	74,50	1,76
0,85	Calçadas	0,86051	74,50	15,14
0,60	Pav. Primária	0,13378	74,50	1,66
1,00	Alagamento	0,00183	74,50	0,04
0,30	Vegetação	6,24797	74,50	38,79
	Total	10,47		117,91

Tabela 3: Descarga por área e total

Se utilizarmos o coeficiente de escoamento superficial médio, $C = 0,5444$ a descarga apresenta o mesmo valor, $Q = 117,95\text{m}^3/\text{s}$.

2.7 – Descarga futura

Analisando o conteúdo do plano diretor referente aos índices permitidos para ocupação do solo com edificações, podemos fazer uma projeção para o caso da ocupação total permitida para esta área. O plano diretor permite 80% de ocupação, sendo assim, da área total pertencente a bacia ($10.466.972,95\text{ m}^2$), descontando a área de preservação permanente na qual não é permitido construção ($1.562.481,07\text{ m}^2$) temos uma área total de $8.904.491,88\text{ m}^2$ na qual 80% pode ser construída, ou quase toda impermeabilizada, tabela 4.

Ano 2001		
Estimativa de acordo com Plano Diretor		
Descrição	Área (m²)	Área (%)
Área total	8.904.491,88	100,00
Área edificada permitida	7.123.593,50	80,00
Área já edificada	2.275.188,51	31,94
Área disponível para edificação	4.848.404,99	68,06

Tabela 4: Estimativa de ocupação do solo de acordo com o plano diretor

Neste contexto, a descarga nesta bacia de contribuição, pode aumentar em $54,62\text{m}^3/\text{s}$, que acrescentado a descarga estudada, pode chegar a $172,53\text{m}^3/\text{s}$.

3 – CONCLUSÃO

Através do levantamento das áreas impermeabilizadas da cidade pode-se verificar que 39,04% da área encontra-se impermeabilizadas, (edificações e calçadas), de acordo com esses índices foi encontrada uma vazão de escoamento superficial estimada de $117,97\text{ m}^3/\text{s}$.

Os problemas de enchente e inundações tendem a aumentar, com a impermeabilização do solo, acarretando o aumento do escoamento superficial, uma vez que com a situação estudada vem ocorrendo inundações bruscas com frequência.

Tendo em vista que o crescimento da população em áreas comercial e industrial aumenta a demanda de consumo d'água, aumentado assim a vazão do rio Criciúma pelo esgoto doméstico que acabam sendo nele despejados, contribuição esta oriunda dos sistemas de tratamento das edificações.

O problema tende a aumentar ao considerar que o plano diretor do município permite taxa de ocupação de 80%, não considerando a capacidade de infiltração dos outros 20%, que na maioria dos casos não cumpre seu objetivo, que é a infiltração de parte das águas pluviais.

Conclui-se também que o uso de ortofotos e de uma base cartográfica em escalas convenientes, neste estudo 1:5.000, permitem estudos com bons resultados, apresentando-se como importante ferramenta para planejamento urbano, expansão urbana e planos de drenagem pluvial.

4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AZEVEDO NETTO, J.; ALVAREZ, G. A.** *Manual de hidráulica*. 8 ed. São Paulo: Ed. Edgard Blücher, 1998.
- BACK, Á. J.** *Chuvas intensas e chuva de projeto de drenagem superficial no estado de Santa Catarina*. Florianópolis: Epagri, 2002.
- BALTAZAR, L.F.** *Criciúma – Memória e vida urbana*. Dissertação de Mestrado em Geografia – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2001.
- BELTRANE, Â. V.** *Diagnóstico do Meio Físico de Bacias Hidrográficas*. Florianópolis: UFSC, 1994.
- BOTELHO, M. H.C.** *Água de Chuva: Engenharia das Águas Pluviais nas cidades*. 2.ed. São Paulo: Edgard Blücher Ltda, 1998.
- CETESB.** *Manual de projetos. Drenagem Urbana*. 3.ed. São Paulo: Associação dos Funcionários da CETESB, 1986.
- CHOW, Ven Te.** *Open-Channel Hydraulics*. Tóquio: McGraw Hill, 1959.
- PINTO, N.L. S.; HOLTZ, A. C. T.; MARTINS, J. A.** *Hidrologia Básica*. São Paulo: Edgard Blücher Ltda, 1976.
- TUCCI, C. E. M.; MARQUES, D. M. L. M.** *Avaliação e controle da drenagem urbana*. Porto Alegre: Universidade/UFRGS, 2000.
- TUCCI, C. E. M.** *Hidrologia, Ciências e Aplicação*. 3.ed. São Paulo: UFRGS, 2002.
- GOULART, D. A. B.; BOTELO, D. A.** *Estudo dos Dois Afluentes Formadores do Rio Criciúma (SC) como Contribuição para a Compreensão das Inundações Periódicas na Bacia do Rio Criciúma*. Programa de Iniciação Científica PIC IV - Universidade do Extremo Sul Catarinense. Criciúma, 2006.
- VILLELA, S.; MATTOS, A.** *Hidrologia Aplicada*. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1975.