



ESTUDO DAS ÁREAS DE INUNDAÇÃO DA BACIA DO CÓRREGO DOS PIRES NO MUNICÍPIO DE JAÚ - SP

Natália TECEDOR¹, Dalva Maria de Castro VITTI², José Carlos Toledo VENIZIANI JR³.

1 Mestranda do Programa de Engenharia Urbana DECiv / UFSCar. natytecedor@hotmail.com

2 Professora da Faculdade de Tecnologia de Jahu – CEETEPS. dalva.vitti@fatec.sp.gov.br

3 Professor da Faculdade de Tecnologia de Jahu – CEETEPS. jose.veniziani@fatec.sp.gov.br

Resumo

Historicamente, as atividades humanas são ordenadas com a proximidade de corpos d'água, sendo que muitas vezes, exercem pressão sobre o balanço hídrico. A pressão exercida pelo aumento da população em novas áreas para expansão da urbanização e as alterações climáticas têm potencializado eventos extremos como, por exemplo, as inundações. O estudo realizado na Bacia hidrográfica do Córrego dos Pires no município de Jaú- SP teve por objetivo analisar o escoamento superficial e reconhecer as áreas de inundação para as precipitações intensas selecionadas para os anos de 2001 a 2011, utilizando um sistema de informação geográfica. Segundo os dados levantados, precipitações de 1 mm, por exemplo, que apresenta período de retorno de um ano, ou seja, tem a probabilidade de ocorrer todo ano já extravasa a calha do rio e causa inundações que atingem moradias, expondo as populações do local a riscos.

Palavras-Chave: Meio Ambiente, Bacia Hidrográfica, Uso do Solo, Enchente.

Abstract

Historically, human activities are ordered according to proximity to water bodies, and often put pressure on the water balance. And the pressure exerted the growth by population in new areas for expansion of urbanization and climate change have boosted extreme events such as, for example, flooding. The study conducted in the Basin of Córrego dos Pires in the city of Jau-SP had as object analyze the runoff and recognize areas of heavy rainfall for flood selected for the years 2001 to 2011, using a geographic information system. According to data, rainfall of 1 mm, for example, which has a return period of one year, or is likely to occur every year as the river channel overflows and causes floods that hit houses, exposing the local population to risks.

Keywords: Environment, Watershed, Land Use, Flood.



CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE DESASTRES NATURAIS

14 a 17 de maio de 2012

Rio Claro - SP

1. Introdução

As inundações são tão antigas na Terra quanto à existência do homem que encontrou nas margens dos rios, um local apropriado para se assentar devido à topografia plana, fácil acesso a água para consumo e destino para seus dejetos, além de servirem como meios de transporte. Este último uso foi determinante no desenvolvimento das cidades ao longo dos rios e litoral (PORTAL SÃO FRANCISCO, 2011).

As inundações ocorrem quando águas de rios, riachos e galerias pluviais saem do leito de escoamento pela falta de capacidade de transporte de um destes sistemas, ou seja, as águas transbordam o canal natural do rio e ocupam áreas onde a população utiliza para algum fim (VILELLA E MATTOS, 1975).

Os problemas advindos das inundações dependem do grau de ocupação da área pela população e da impermeabilização e canalização da rede de drenagem. As inundações vêm sendo registradas juntamente com a história do desenvolvimento humano e estes acontecimentos podem se suceder devido ao comportamento natural dos rios ou maximizados por ações antrópicas através da urbanização, impermeabilização do solo e a canalização dos rios (PORTAL SÃO FRANCISCO, 2011).

Com a ocorrência de precipitação intensa e quando o solo não tem capacidade de infiltração, grande parte do volume da chuva, acaba indo para o sistema de drenagem, superando sua capacidade natural de escoamento. O volume que não consegue ser drenado ocupa a área inundando-a de acordo com a topografia dos locais próximos aos rios. Estes acontecimentos ocorrem de forma aleatória segundo os processos climáticos e características locais e regionais (TUCCI, 2003).

Ainda segundo Tucci (2003), quanto maior a impermeabilização do solo, maior é o escoamento através de canais e menor é o tempo de concentração, ou seja, o tempo necessário para que toda a bacia contribua, numa dada seção; acarretando inundações mais frequentes que as que aconteciam quando se tinha uma superfície permeável.

Devido ao aumento significativo da urbanização nas cidades esses problemas têm sido muito mais frequentes e como consequências pode-se citar: prejuízos de perdas humanas e materiais, suspensão de atividades econômicas nas áreas inundadas, contaminação por doenças de veiculação hídrica, contaminação da água pela inundação de locais com materiais tóxicos (REDAÇÃO AMBIENTE BRASIL, 2011).



Devido à proporção e consequências que esse tema alcança, ele merece ser tratado com muita cautela pela sociedade, sendo assim, um estudo das áreas de inundação na bacia do Córrego dos Pires envolvendo chuvas intensas se justifica, por contribuir para a prevenção dos impactos destes fenômenos no município de Jaú.

2. Objetivos

Analisar a Bacia Hidrográfica do Córrego dos Pires quanto à tendência à inundação nesse Córrego com base em precipitações intensas no município de Jaú - SP.

3. Metodologia

A metodologia empregada neste trabalho consistiu na seleção dos dados de chuvas intensas, para o período de 2000 a 2011; elaboração do mapa de uso do solo, mapa de classes de declividades e mapa de coeficientes de escoamento conforme ASCE (1969), simulação das vazões e identificação das áreas de inundação em três seções selecionadas na bacia hidrográfica do Córrego dos Pires, utilizando o Idrisi Taiga, conforme fluxograma apresentado na figura 1.

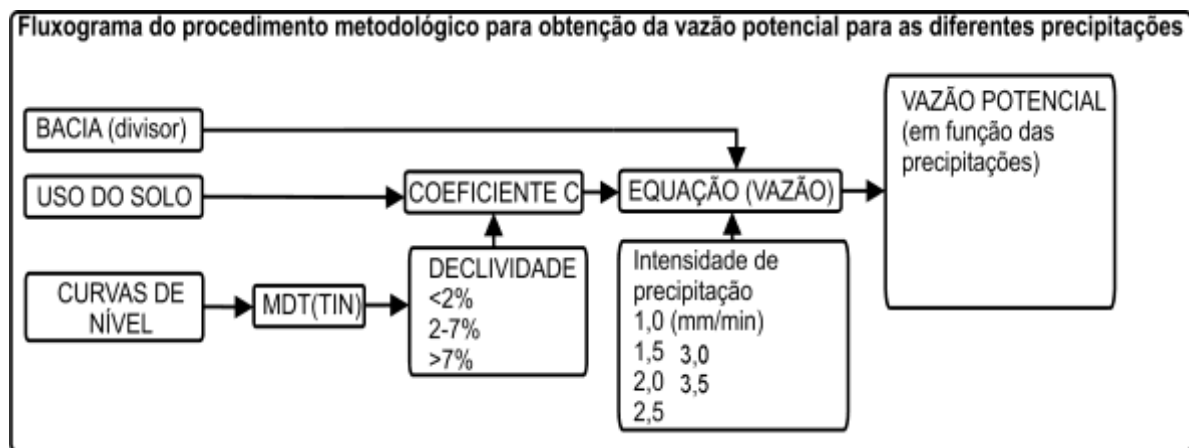


Figura 1 - Fluxograma da metodologia aplicada

4. Resultados

4.1 Precipitações Selecionadas e Períodos de Retorno

Foram utilizados dados do pluviógrafo analógico da estação hidrometeorológica da Fatec Jahu para o período de 2001 a 2008 e dados do pluviógrafo da estação digital para o período de 2009 a 2011, onde foram filtradas chuvas maiores que 1 mm/min. A partir disso foi realizada uma classificação, de acordo com o período de retorno, variando de 1 a 10 anos e gerado gráficos de freqüência para chuvas entre 1 ano e 1,5 anos; 1,5 a 2 anos; 2 a 2,5 anos e 2,5 a 3 anos e 3 a 3,5 anos (figura 2). Para esses intervalos de chuvas foram



CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE DESASTRES NATURAIS

14 a 17 de maio de 2012

Rio Claro - SP

determinadas as chuvas intensas de acordo com a equação para o município de Bauru – SP (MARTINEZ JÚNIOR e MAGNI, 1999).

$$i_{t,T} = 35,4487 (t + 20)^{-0,8894} + 5,9664 (t + 20)^{-0,7749} * [-0,4772 - 0,901 * \ln(T/T - 1)]$$

Em que,

I: intensidade de chuva em mm/min;

t: duração da chuva em minutos;

T: período de retorno em anos.

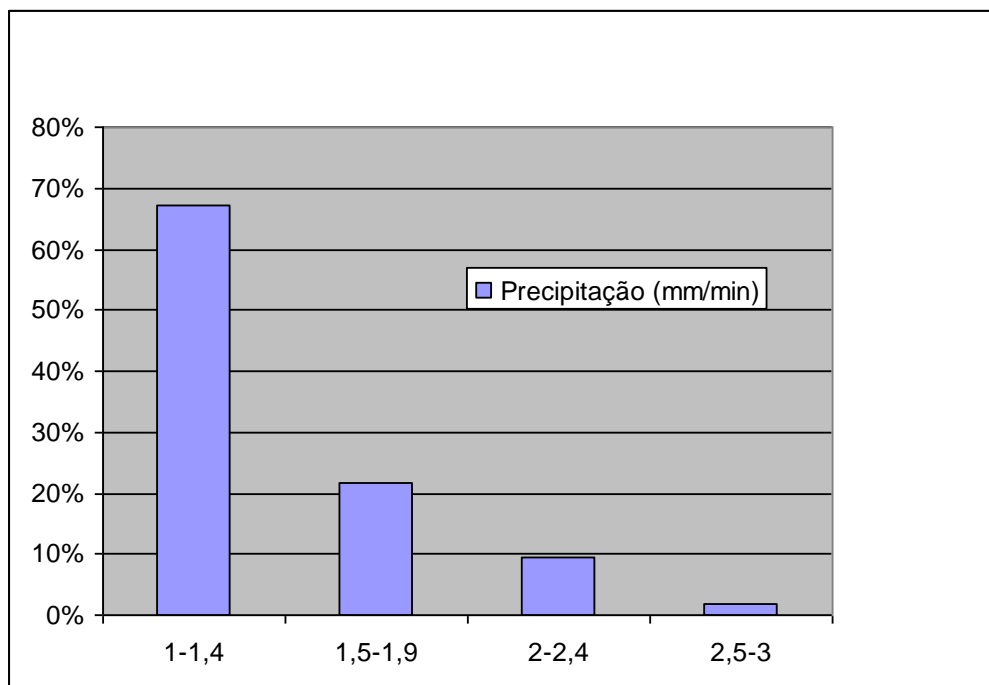


Figura 2 - Frequência das chuvas intensas no município de Jaú para os anos de 2000 a 2011

4.2. Mapa de Uso do Solo

Com relação ao uso do solo a bacia do córrego dos Pires apresenta 5,82 Km² de área impermeável, 37,25% da área total e 9,80 Km² de área não impermeável, 62,75% de sua área total (figura 3)

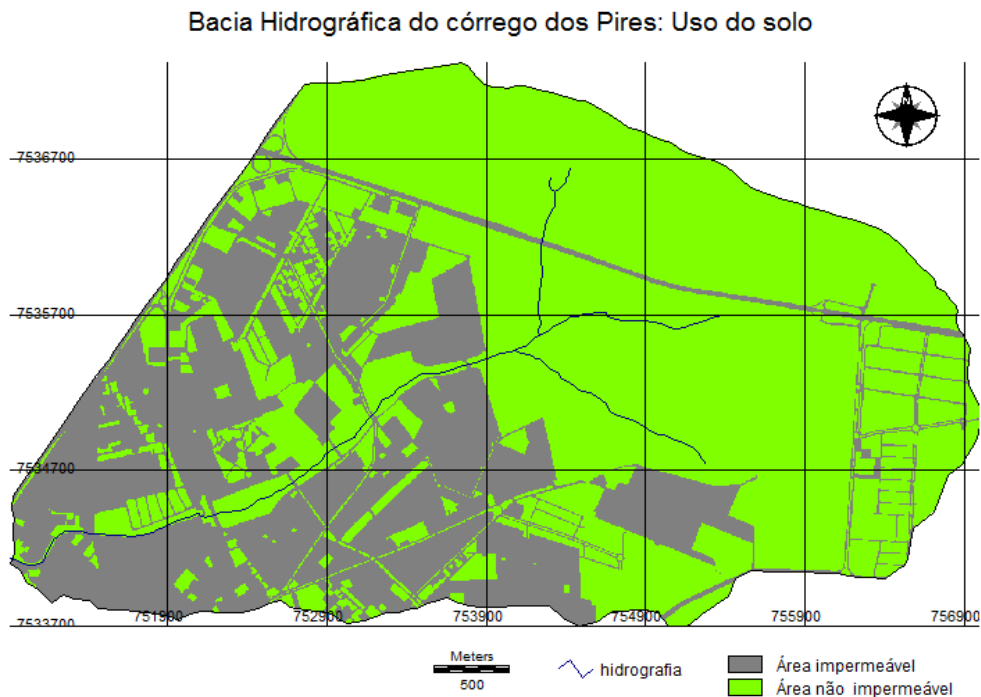


Figura 3 - Bacia Hidrográfica do Córrego dos Pires: Uso do Solo

4.3. Mapa de Declividade

Para as declividades encontradas na bacia do Córrego dos Pires os valores de 0 a 2% temos uma área de 0,74 Km², representando 4,74% da área total da bacia, os valores de 2 a 7% temos uma área de 10,92 Km², representando uma área de 69,91% da área total e para os valores maiores que 7% temos uma área de 3,96 Km², que representa 25,35% da área total da bacia, como pode ser observado na figura 4.

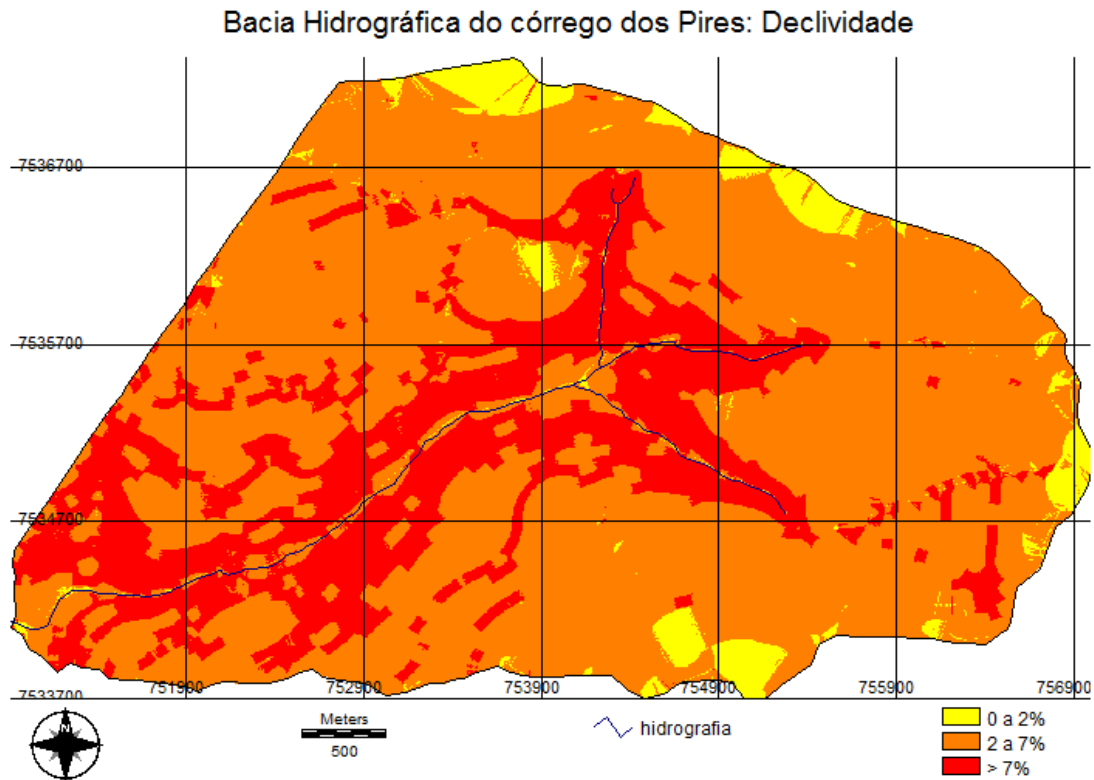


Figura 4 - Bacia Hidrográfica do Córrego dos Pires: Declividade

4.4. Mapa do Coeficiente de Escoamento C

Comparando os valores do coeficiente C desta bacia temos para o valor de 0,12 uma área de 0,69 Km², representando 4,42% da área total, para o valor de 0,17 uma área de 6,97 Km², representando 44,62% da área total e para o valor de 0,24 uma área de 2,14 Km², representando 13,71% da área total, se o valor for de 0,84 teremos uma área de 5,82 Km² representando 37,25% da área total, já para o valor de 0,20 não existe nenhuma área.



Bacia hidrográfica do córrego dos Pires: Coeficiente C

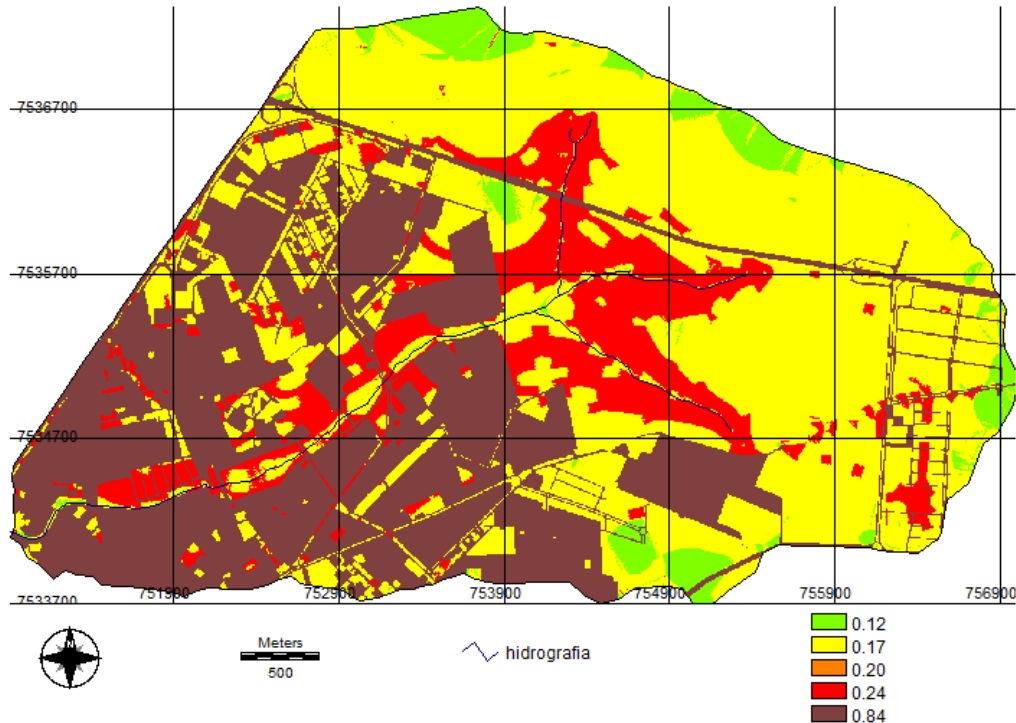


Figura 51 - Bacia Hidrográfica do Córrego dos Pires: coeficiente C

4.5. Vazões nas seções selecionadas

Para comparação das vazões identificadas neste trabalho foram selecionadas três seções transversais, em função do bairro onde se localizam: Jardim Cila de Lucio Bauab (JCLB) com área de montante de 781,67 ha; Jardim Santa Rosa (JSR) com área de montante de 1221,00 ha e Jardim São Judas Tadeu (JSJT) com área de montante de 1539,06 ha.

As vazões nas referidas seções foram obtidas por meio de dois métodos: o método flutuador e o de medição das velocidades do fluxo da água. O método de medição das velocidades do fluxo da água obteve os resultados de: 0,1744 m³/s para a seção JCLB; 0,2190 m³/s para a seção JSR e 0,3909 m³/s para a seção JSJT.

Para o segundo método utilizado, o do flutuador, realizado após uma precipitação de 69,75 mm somada dos três dias anteriores, obteve-se as seguintes vazões: 0,520 m³/s para a seção JCLB; 0,712 m³/s a seção JSR e 1,459 m³/s para a seção JSJT.



4.6. Mapa de Escoamento Direto

O mapa de escoamento direto foi gerado a partir da multiplicação do mapa de coeficiente de escoamento, pela intensidade-duração das precipitações selecionadas envolvendo a área de cada pixel. As vazões consideradas foram aquelas cujas precipitações tiveram duração superior ao tempo de concentração de bacia, ou seja, tempo de concentração superior a 68 minutos.

Tabela 11 - Vazões em m³/s para diferentes precipitações em três áreas de drenagem na Bacia do Córrego dos Pires

Área (ha)		JCLB	JSR	JSJT
Precipitação (mm/min)	TR	781,67 (ha)	1221,00 (ha)	1539,06 (ha)
1,0	1 ano	34,53	72,66	108,70
1,5	1, 5 anos	47,18	108,47	163,29
2,0	4 anos	62,61	145,95	217,13
2,5	13 anos	78,66	181,08	270,41
3,0	47 anos	94,57	217,79	-----
3,5	172 anos	109,71	253,63	-----

4.7. Simulação das vazões nas seções selecionadas

Para realizar a simulação das vazões, foram calculadas as áreas e perímetros das seções de acordo com a altura da lâmina de água variando a cada 0,1 m, aplicando a equação de Manning, até encontrar as vazões correspondentes as precipitações selecionadas.

Conforme as seções vão ficando mais próximas da foz do Córrego e conseqüentemente aumentando suas áreas de drenagem, o raio hidráulico para as mesmas precipitações vão aumentando, ou seja, para uma mesma precipitação a vazão e o raio hidráulico do rio aumentam. Como por exemplo, para a precipitação de 1 mm na seção JCLB onde a área a montante é pouco urbanizada, a vazão é de 34,5303 m³/s e o raio hidráulico de 0,5298, já na seção JSJT, em que a área a montante é bastante urbanizada,



para esta mesma precipitação a vazão é de 108,7025 e o raio hidráulico de 0,8272. Observa-se que a área à montante na seção JSJT é 1,95 vezes a área da seção JCLB e a vazão sofre um aumento de 215%.

4.8. Delimitação das áreas de inundação

Para determinar as áreas de inundação foram identificadas as cotas correspondentes a cada precipitação. Essas cotas juntamente com o sistema de drenagem existente (barragem, lago de contenção, rio Jaú) foram utilizadas para delimitar a área de inundação de cada seção. A partir de então calculou-se as áreas dessas seções, sua vazão e altura da lâmina de água.

Para a seção JSJT, não foram analisadas as precipitações de 3 e 3,5 mm pelo fato das respectivas áreas de inundação extrapolarem a área de estudo.

Comparando as precipitações selecionadas, há um aumento de 0,5 mm entre elas, aumento esse considerável, levando-se em conta os períodos de retorno. Para a seção JCLB, o acréscimo entre as áreas inundadas são de 2 a 4% e as vazões de 19,70 a 62,81%. Para a seção JSR, as áreas inundadas aumentam de 2 a 9% e a vazão de 33,08 a 115,71%. E para a seção JSJT, entre as áreas inundadas há um aumento de 3 a 4% e as vazões de 270 a 560%.

Percebe-se que as áreas inundadas, nas três seções, não são muito maiores levando-se em conta a variação das precipitações. A precipitação de 1 mm/min, adotada como inicial, abrange maior área superficial se comparada com as demais estudadas. Porém, considerando as vazões, há acréscimo significativo conforme aumenta o volume das precipitações. Para precipitação de 1 mm/minuto, a menor considerada, já se nota que a área inundada atinge as ruas e moradias, expondo a população a risco.

5. Conclusão

A Bacia hidrográfica do Córrego dos Pires, localizada no município de Jahu – SP apresenta área de 15,62 Km² e seu curso principal possui uma extensão de 5,05 km. Levando-se em conta o uso do solo desta bacia, ela apresenta 37,25% de área impermeável e 62,75% de área permeável, permitindo concluir que mais da metade da área total desta bacia é permeável, ou seja, grande parte da água que precipita consegue infiltrar no solo diminuindo o escoamento superficial.



CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE DESASTRES NATURAIS

14 a 17 de maio de 2012

Rio Claro - SP

Dentre as declividades encontradas nesta bacia, a predominante esta entre 2 a 7%, representando 69,91% da área total. Analisando os respectivos coeficientes de Runnof (C), prevalece o valor de 0,17 para áreas vegetadas médias (44,62%) e 0,84 para áreas urbanizadas com construções (37,25%).

Analisando as vazões nas três seções estudadas é possível notar que a seção localizada no Bairro São Judas Tadeu próximo a foz do córrego, apresenta maior vazão, isto devido à maior área de drenagem impermeável. Segundo a análise das precipitações intensas no município de Jaú-SP para os anos de 2001 a 2011 e suas respectivas vazões, juntamente com o mapa das áreas de inundações que foi gerado, pode-se observar que uma chuva de 1 mm/minuto, com duração de mais de 68 minutos, que é o tempo de concentração dessa bacia, de período de retorno anual já causa inundações. Tal fato ocorre porque a calha do Córrego dos Pires não tolera o volume gerado por estas precipitações, tais inundações já atingem moradias dos bairros próximos a essa Córrego.

Considerando-se que esta bacia ainda não esta totalmente urbanizada e já apresenta sérios riscos a inundações, o planejamento da ocupação e uso do solo no entorno desse Córrego é muito importante e deve incluir estudos hidrometeorológicos nas tomadas de decisões visando à mitigação das perdas sociais e econômicas.

7. Referências

AMERICAN SOCIETY OF CIVIL ENGINEERS (ASCE). 1969. Disponível em: <<http://www.asce.org/>>. Acesso em: 4 maio 2011.

ESTAÇÃO HIDROMETEOROLÓGICA IBICA-RE-IG – Fatec-Jahu. 2011.<[HTTP://http://www.fatecjahu.edu.br/estacao/index.php](http://www.fatecjahu.edu.br/estacao/index.php)> Acesso em: 20 abril de 2011.

> . Acesso em: 02 de março de 2011.

INSTITUTO GEOGRÁFICO E CARTOGRÁFICO. 2011. Disponível em: <<http://www.igc.sp.gov.br/>>. Acesso em: 18 agosto 2011.

MARTINEZ JÚNIOR, F.; MAGNI, N. L. G. Equações de Chuvas Intensas do Estado de São Paulo. 1999.

PORTAL SÃO FRANCISCO. **Inundações**. 2011. Disponível em: <<http://portalsaofrancisco.com.br/alfa/inundacoes/inundacoes.php>>. Acesso em: 20 setembro 2011.

REDAÇÃO AMBIENTE BRASIL. **Enchentes e Inundações**. 2011. Disponível em: <http://ambientes.ambientebrasil.com.br/agua/artigos_aguas_urbanas/enchentes_e_inundacoes.html>

TUCCI, C. E. M. . Inundações e Drenagem Urbana. In: Carlos E. M. Tucci e Juan Carlos Bertoni. (Org.). **Inundações Urbanas na América do Sul**. Porto Alegre: ABRH GWP, 2003, v. 1, p. 45-150.

VILLELA, S.M.; MATTOS, A. **Hidrologia Aplicada**. McGraw-Hill, 1975. 248 p.



CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE DESASTRES NATURAIS

14 a 17 de maio de 2012

Rio Claro - SP

