



SIMULAÇÃO DA VAZÃO MÁXIMA PELO MÉTODO DE VEN TE CHOW (SCS) EM BACIAS HIDROGRÁFICAS URBANIZADAS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON, PARANÁ

SIMULATION OF PEAK DISCHARGE FROM URBAN WATERSHEDS AT MARECHAL CÂNDIDO RONDON (BRAZIL) USING VEN TE CHOW METHOD

Oscar Vicente Quinonez Fernandez
Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Campus Marechal Candido Rondon
oscar.fernandez@unioeste.br

RESUMO

O incremento da urbanização tem causado alterações hidrológicas nas bacias hidrográficas acarretando aumento de enchentes e alagamentos. O objetivo do trabalho é estimar a vazão máxima no exutório das bacias que drenam a área urbana de Marechal Cândido Rondon, Oeste do Paraná. O método empregado é o ven te Chow – Soil Conservation Service (SCS), um modelo hidrológico de transformação de chuvas em vazões. As bacias estudadas foram: Peroba, cabeceira do Guavirá, Bonito, Guará, Matilde-cuê, Borboleta e Apepu. As vazões máximas foram simuladas para diversos tempo de duração da chuva e tempo de retorno da precipitação de 2, 5, 10 e 20 anos. A área de drenagem das bacias variou de 5,01 km² (Bonito) a 16,23 km² (Guará) e a área impermeabilizada variou de 8,30 % (Peroba) a 63,83 % (Matilde-cuê), conforme mapa de uso da terra realizado com imagens orbitais obtidas em 2013. Foi constatado que as vazões máximas simuladas não apresentaram uma associação direta com a urbanização, sugerindo a maior influência das características morfométricas e pedológicas das bacias na geração do escoamento superficial.

Palavras-chave: Urbanização; Enchente; Método de simulação de vazões.

ABSTRACT

The increase in urbanization has caused hydrological changes in the watersheds, resulting in flooding. The objective of this work is to estimate the peak discharge in the watersheds that drain the urban area of Marechal Cândido Rondon, Western region of Paraná state, Brazil. The method used is the *ven te Chow* - Soil Conservation Service (SCS), a hydrological model for transforming rainfall into surface runoff. The watersheds studied were: Peroba, headwaters of Guavirá, Bonito, Guará, Matilde-cuê, Borboleta and Apepu. The peaks discharges were simulated for several rain duration times and rainfall return time of 2, 5, 10 and 20 years. The drainage area ranged from 5.01 km² (Bonito) to 16.23 km² (Guará) and the impervious area ranged from 8.30% (Peroba) to 63.83% (Matilde-cuê), according to the land use made with orbital images obtained in 2013. It was verified that the peak discharge simulated did not present a direct association with the urbanization, suggesting the greater influence of the morphometric and pedological characteristics of the watersheds in the generation of the surface runoff.

Keywords: Urbanization; Floods; Simulation method of discharges.

1 – Introdução

O avanço da urbanização tem se caracterizado pela falta de planejamento do uso da terra, comprometendo a dinâmica das redes de drenagem e seu entorno. As atividades antrópicas alteram as condições naturais de infiltração das águas pluviais causando o aumento de enchentes e alagamentos.

Em razão do maior número de estações pluviométricas instaladas nas bacias em comparação com os postos fluviométricos, torna-se importante os métodos que transformam dados de chuva em dados de vazão. Os modelos chuva-vazão mais difundidos são: o método Racional e o método Hidrograma Unitário proposto pelo SCS (TUCCI et al., 1995), sendo este último empregado no presente trabalho.

O método SCS, desenvolvido em 1952 pelo *Soil Conservation Service*, cuja denominação atual é *Natural Resources Conservation Services* (NRCS), simula a transformação da chuva em vazão e se baseia na teoria do hidrograma unitário sintético (SCS, 1972). Neste método, também conhecido como *SCS Curve Number*, considera-se que o escoamento superficial é influenciado pelo tipo de ocupação da terra, classe do solo, condições de cobertura vegetal, volume da precipitação e as condições de umidade antecedentes da bacia. O método de *ven te Chow* deriva da simplificação do método SCS (CHOW, 1962). O autor observou a complexidade do método SCS e, através simplificações ou modificações, propôs um método simples que pode ser usado para projetos práticos (GENOVEZ, 1991). No Brasil, o método de *ven te Chow* foi adaptado por Wilken (1978) e adotado por Genovez (1991), Nunes (2007), Jabur (2010), Bianchi et al. (2012) e Veneziani (2014).

O método de *ven te Chow*, amplamente utilizado no Brasil, permite simular a chuva crítica ou a vazão de projeto, empregados na previsão de enchentes e no planejamento de obras hidráulicas em bacias que não possuam dados fluviométricos (FENDRICH, 2008).

O trabalho objetiva simular as vazões máximas nos córregos que drenam a área urbana de Marechal Cândido Rondon (Oeste do Paraná) empregando o método de *ven te Chow*. As condições hidrológicas das bacias hidrográficas da região foram alteradas pela remoção quase total da floresta original (Floresta Estacional Semidecidual Submontana) (RODERJAN et al., 2002) nas décadas de 1960 e 1970 e pelo crescimento urbano da sede dos municípios a partir da década de 1990 (MISAEL e RODRIGUES, 2015). No caso

específico do município de Marechal Cândido Rondon, a urbanização registrou um aumento expressivo desde o ano 2000 (JOHANN e LINDINO, 2018).

2 - Material e Métodos

2.1 - Área de Estudo

O município de Marechal Cândido Rondon está situado na mesorregião Oeste do Paraná (Figura 1), faz parte da Bacia Hidrográfica do Rio Paraná, de número 6, e da sub-bacia 64 (Paraná, Paranapanema, Amambai e outros) segundo os mapas apresentados por Marcuzzo (2017). A área do município é de 748 km², a população estimada para 2018 é de 52.379 habitantes e a economia é baseada nas atividades agrícola (soja e milho) e pecuária (suínos e produção de leite) (IBGE, 2018).

Na região afloram rochas basálticas de idade Cretácea agrupadas estratigraficamente na Formação Serra Geral (NARDY et al., 2002) e mais recentemente no Grupo Serra Geral (MINEROPAR, 2013). O oeste paranaense está inserido na unidade morfoescultural denominada Terceiro Planalto Paranaense (MAACK, 2012), cujo relevo regional é caracterizado por um grau de dissecação média e alta, topos alongados com cristas e, vertentes convexas e retilíneas (SANTOS et al., 2006).

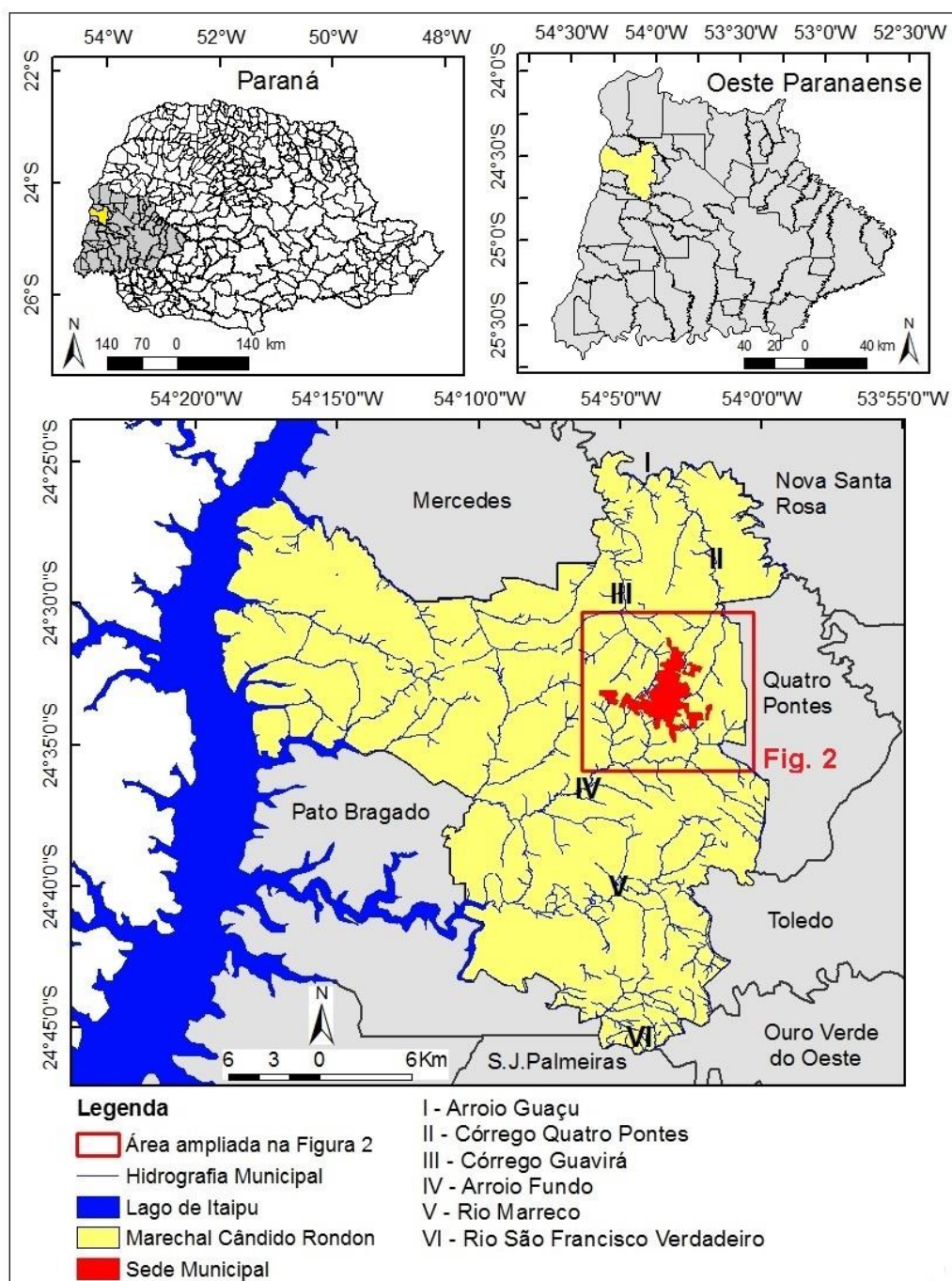
O clima no município de Marechal Cândido Rondon, de acordo com a classificação de Köppen é do tipo Cfa, clima subtropical mesotérmico, subtropical úmido (IAPAR, 1994). Segundo o Atlas Pluviométrico do Brasil, disponibilizado no site da CPRM/SGB, publicado por Pinto et al. (2011), a pluviosidade média anual está na faixa de aproximadamente 1700 a 1800mm.

A área urbana de Marechal Cândido Rondon localizada-se no divisor das bacias dos rios Guaçu (ao Norte da cidade) e Arroio Fundo (ao Sul) (Figura 1). Ambos cursos d'água deságuam no reservatório de Itaipu. Os córregos estudados na bacia do rio Guaçu são: a cabeceira do córrego Guavirá e seu afluente Peroba e, os córregos Bonito e Guará. Na bacia do Arroio Fundo foram estudados os córregos Matilde-cuê, Borboleta e Apepu (Figura 2).

As condições do escoamento superficial são controladas pelas características morfométricas, hidrológicas e uso/tipo do solo das bacias. Os dados destas variáveis correspondentes as bacias em estudo são sumariadas na Tabela 1. As áreas das bacias variam de 5,01 km² (Bonito) a 16,23 km² (Guará). Cabe citar que as bacias do Guavirá e

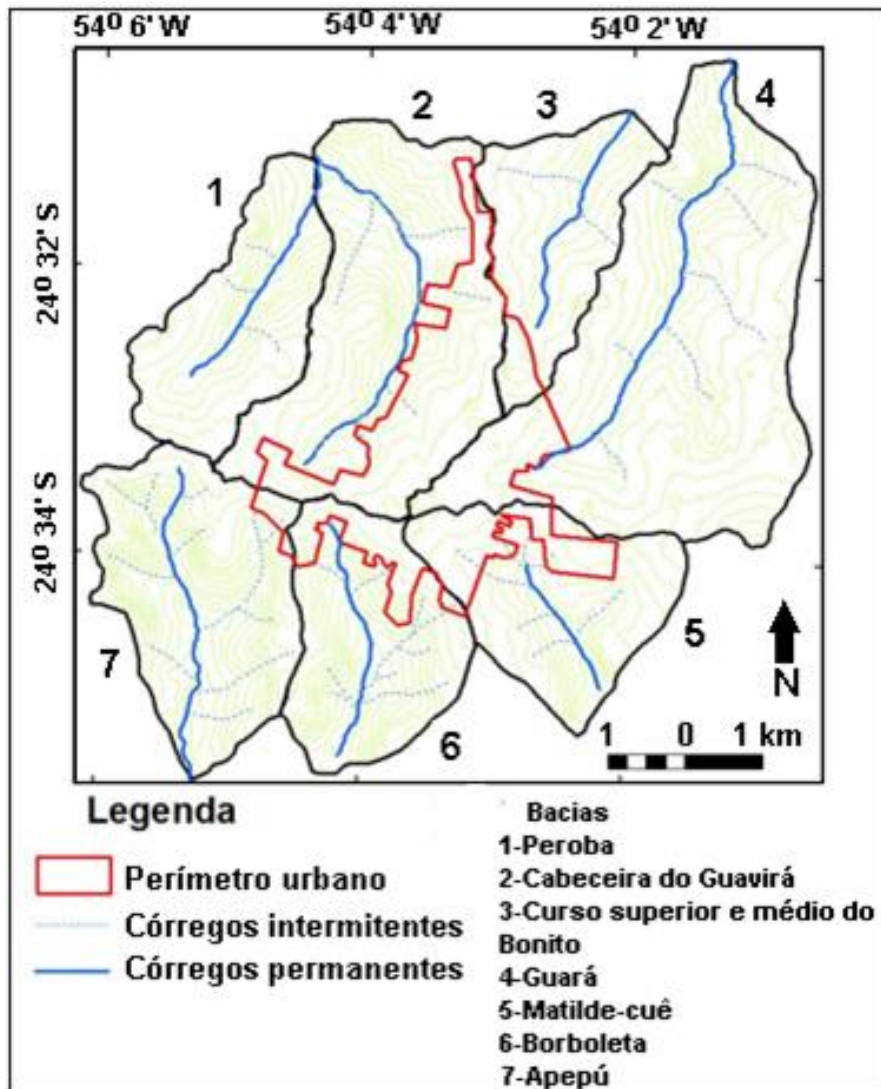
Bonito não foram incluídas na sua totalidade. No caso do córrego Guavirá foi incluída somente a sua cabeceira (a área total da bacia é de 100 km²) e no caso do córrego Bonito foram incluídos somente os trechos superior e médio.

Figura 1 - Localização do município de Marechal Cândido Rondon, região Oeste do estado do Paraná.



Fonte: Calzavara, 2015.

Figura 2 - Delimitação das bacias hidrográficas que drenam a sede urbana de Marechal Cândido Rondon, PR.



Fonte: Fruet (2016)

Os córregos com maiores amplitudes altimétrica e declividades do talvegue constituem as bacias do Borboleta e Apepu (Tabela 1). O parâmetro Forma da bacia é descrito neste trabalho pelo índice de compacidade de Gravelius (K_c) (Tabela 1). O valor mínimo de K_c corresponde à unidade e representa uma bacia circular, enquanto que as bacias mais alongadas possuem valores de K_c mais distantes de 1. Uma bacia será mais suscetível a enchentes quanto mais sua forma se aproxima de um círculo. Dentre as bacias em estudo, os córregos Matilde-cuê ($K_c=1,20$) e Borboleta ($K_c=1,15$) possuem forma mais arredondada e, portanto, mais propensas à enchentes, enquanto que as bacias do Guará e

Bonito são mais alongadas (Valores de K_c iguais a 1,42 e 1,40 respectivamente) e menos suscetível à enchentes (FERNANDEZ, 2016).

As áreas das bacias em estudo possuem proporções diversas de urbanização. Esta variável é representada no trabalho pela área impermeabilizada total (A_i) definida por Booth e Jackson (1997 apud GAROTTI e BARBASSA, 2010) pela porcentagem total da área urbanizada na bacia, ou seja, a soma de infraestruturas como edificações, pavimentos, etc. que limitam a infiltração da água no solo. Os valores de A_i para o ano de 2013, variam de 8,30 % na bacia do Peroba a 63,83 % na Matilde-cuê (Tabela 1) (FRUET, 2016).

O tempo de concentração da bacia é uma característica hidrológica relevante no comportamento do escoamento superficial. Esta variável é definida pelo tempo necessário para uma gota d'água se deslocar superficialmente do ponto mais distante da bacia até o seu exutório ou seção de referência (McCUEN *et al.*, 1984 apud SILVEIRA, 2005). A bacia do Matilde-cuê apresenta o menor tempo de concentração e a do Guará o maior tempo (Tabela 1).

Tabela 1 - Características morfométricas, hidrológicas e uso do solo das bacias em estudo. **A**-Área; **L**-Comprimento do talvegue; **A_{alt}**-Amplitude altimétrica do curso d'água; **S**-Declividade; **K_c**-Índice de compacidade de Gravelius (adimensional); **A_i**-Área impermeabilizada total; **T_c**-Tempo de concentração da bacia.

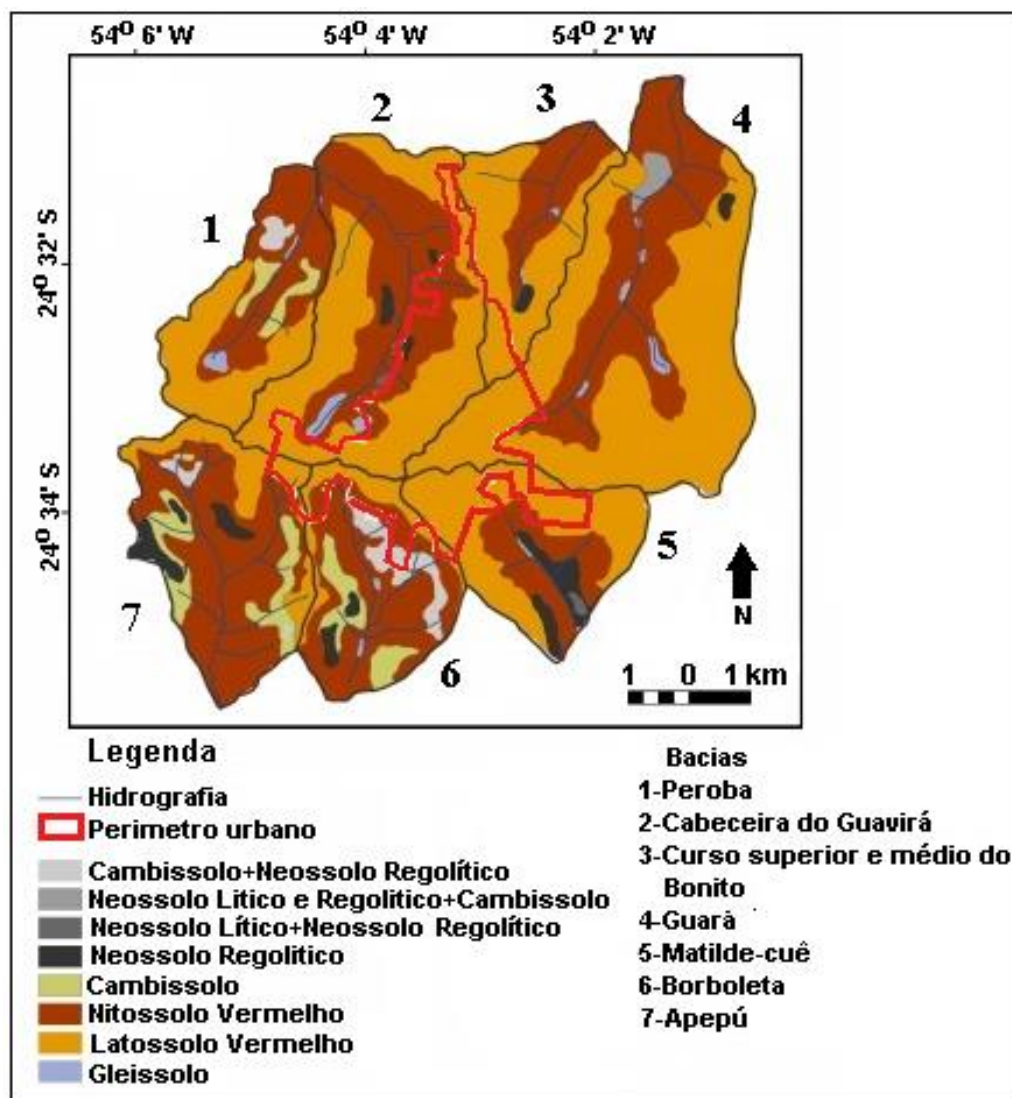
| Bacias | A* (km ²) | L* (km) | A alt* (m) | S* (%) | K _c * | A _i * (%) | T _c ** (horas) |
|-------------|--------------------------|------------|---------------|-----------|------------------|-------------------------|------------------------------|
| Peroba | 5,54 | 3,547 | 72 | 2,00 | 1,32 | 8,30 | 1,25 |
| Guavirá | 11,09 | 3,935 | 66 | 1,70 | 1,32 | 45,68 | 1,42 |
| Bonito | 5,01 | 3,017 | 61 | 2,00 | 1,40 | 41,85 | 1,13 |
| Guará | 16,23 | 6,480 | 81 | 1,25 | 1,42 | 17,67 | 2,15 |
| Matilde-cuê | 6,17 | 2,216 | 65 | 2,90 | 1,20 | 63,83 | 0,83 |
| Borboleta | 6,14 | 3,266 | 122 | 3,70 | 1,15 | 33,94 | 0,98 |
| Apepu | 7,95 | 4,521 | 153 | 3,38 | 1,25 | 12,45 | 1,25 |

Fonte: * Fruet (2016); **T_c calculado pela equação *ven te Chow* ($T_c=0,160.L^{0,64}S^{-0,32}$) (Silveira, 2005).

Nas bacias da área urbana de Marechal Cândido Rondon são encontrados os seguintes tipos de solos: Latossolo Vermelho, Nitossolo Vermelho, Cambissolo, Gleissolo e as associações de Neossolos Regolítico e Litólico (Figura 3) (FRUET, 2016). Os Latossolos ocupam a maior parte da área da bacia, associados aos setores de alta e média vertente. Os Nitossolos estão presentes na média baixa vertente e se estendem até o fundo de vale.

Os Neossolos e Cambissolos situam-se em setores de média-baixa vertente e fundo de vale.

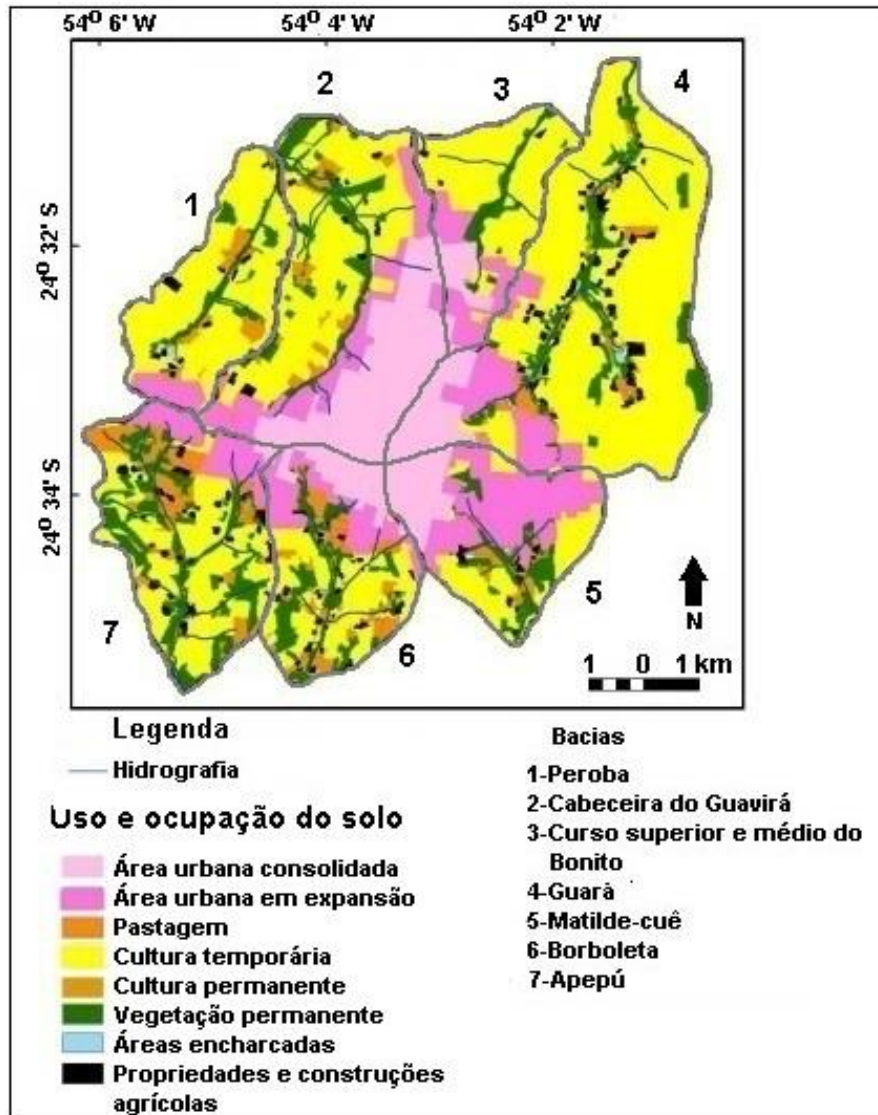
Figura 3 - Carta de solos referente as bacias hidrográficas em estudo.



Fonte: Fruet, 2016.

O mapa de uso da terra no ano de 2013 (FRUET, 2016) (Figura 4) mostra que a área urbana está localizada ao longo dos interflúvios ocupados por Latossolos Vermelhos. As culturas temporárias situam-se nos setores planos das bacias entorno da área urbana, onde predominam Latossolos e Nitossolos. As pastagens e a vegetação permanente estão associadas com terrenos declivosos formados por Litossolos e Cambissolos.

Figura 4 - Uso da terra nas bacias hidrográficas em estudo em 2013.



Fonte: Fruet (2016).

2.2. Cálculo dos Parâmetros de Entrada da Modelagem Hidrológica *ven te Chow*-SCS

A vazão máxima obtida pelo método de *ven te Chow* (Q_{max} , em m^3/s) é estimada pela equação (1):

$$Q_{max} = \frac{A.Y.Z.X}{3,6} \dots\dots\dots(1)$$

Na qual **A** é a área da bacia (km^2), **Y** é o fator climático, **Z** é o fator de redução de tempo de pico da vazão e, **X** é o fator de deflúvio.

Os valores de **A** e **Y** são constantes para cada seção de referência, neste caso os exutórios de cada bacia. A área das bacias foi obtida do trabalho de Fruet (2016) (Ver tabela 1) e o valor do fator climático é constante (**Y=1**) devido a adoção da curva IDF correspondente à região (Ver equação 3).

Os valores de **Z** são obtidos a partir de uma tabela disponível na literatura (Tabela 2) na qual são relacionados os quocientes do tempo de duração da chuva (td em horas) e o tempo de pico da vazão (Tp) com os valores de Z. Tp é o intervalo de tempo entre o centro de massa da precipitação e o pico de vazões do hidrograma (TUCCI, 1993). Os valores de Tp (em horas) foram calculados para cada bacia pela equação *ven te Chow* (2).

$$Tp = 0,005055 \left(\frac{L}{\sqrt{I}} \right)^{0,64} \dots\dots\dots (2)$$

Em que L = comprimento do talvegue (km) e I = declividade média do talvegue (%).

Tabela 2 - Relação entre os valores de td/T e os fatores de redução de pico Z.

| td/T | Z | td/T | Z | td/T | Z | td/T | Z | td/T | Z | td/T | Z | td/T | Z |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 0,05 | 0,04 | 0,36 | 0,29 | 0,64 | 0,47 | 0,92 | 0,61 | 1,20 | 0,74 | 1,48 | 0,86 | 1,76 | 0,94 |
| 0,10 | 0,08 | 0,38 | 0,30 | 0,66 | 0,48 | 0,94 | 0,62 | 1,22 | 0,75 | 1,50 | 0,86 | 1,78 | 0,94 |
| 0,12 | 0,10 | 0,40 | 0,32 | 0,68 | 0,49 | 0,96 | 0,63 | 1,24 | 0,76 | 1,52 | 0,87 | 1,80 | 0,95 |
| 0,14 | 0,12 | 0,42 | 0,33 | 0,70 | 0,50 | 0,98 | 0,64 | 1,26 | 0,77 | 1,54 | 0,88 | 1,82 | 0,95 |
| 0,16 | 0,14 | 0,44 | 0,34 | 0,72 | 0,51 | 1,00 | 0,65 | 1,28 | 0,78 | 1,56 | 0,88 | 1,84 | 0,96 |
| 0,18 | 0,16 | 0,46 | 0,36 | 0,74 | 0,52 | 1,02 | 0,66 | 1,30 | 0,79 | 1,58 | 0,89 | 1,86 | 0,96 |
| 0,20 | 0,18 | 0,48 | 0,38 | 0,76 | 0,54 | 1,04 | 0,67 | 1,32 | 0,80 | 1,60 | 0,90 | 1,88 | 0,97 |
| 0,22 | 0,19 | 0,50 | 0,39 | 0,78 | 0,55 | 1,06 | 0,68 | 1,34 | 0,81 | 1,62 | 0,90 | 1,90 | 0,97 |
| 0,24 | 0,20 | 0,52 | 0,40 | 0,80 | 0,56 | 1,08 | 0,69 | 1,36 | 0,82 | 1,64 | 0,91 | 1,92 | 0,98 |
| 0,26 | 0,22 | 0,54 | 0,41 | 0,82 | 0,56 | 1,10 | 0,70 | 1,38 | 0,82 | 1,66 | 0,91 | 1,94 | 0,98 |
| 0,28 | 0,24 | 0,56 | 0,42 | 0,84 | 0,57 | 1,12 | 0,71 | 1,40 | 0,82 | 1,68 | 0,92 | 1,96 | 0,99 |
| 0,30 | 0,25 | 0,58 | 0,44 | 0,86 | 0,58 | 1,14 | 0,72 | 1,42 | 0,83 | 1,70 | 0,92 | 1,98 | 1 |
| 0,32 | 0,26 | 0,60 | 0,45 | 0,88 | 0,59 | 1,16 | 0,73 | 1,44 | 0,84 | 1,72 | 0,93 | 2,00 | 1 |
| 0,34 | 0,28 | 0,62 | 0,46 | 0,90 | 0,60 | 1,18 | 0,74 | 1,46 | 0,85 | 1,74 | 0,93 | | |

Fonte: Fendrich (2008).

Por último, para definir o coeficiente de deflúvio (X) em cada bacia para cada tempo de retorno da precipitação (Tr) e diversos tempo de duração da chuva (tds), é necessário

calcular primeiramente a intensidade da chuva (I , mm/h) (Equação 3), a precipitação total (P , mm) (Equação 4) e, finalmente, a precipitação efetiva (Pe , mm) (Equação 5).

A intensidade da precipitação (I , mm/h) foi calculada pela equação regional de intensidade da chuva estimada para a cidade de Cascavel, multiplicada pelo fator de correção (1,2) correspondente as coordenadas geográficas de Marechal Cândido Rondon (FENDRICH, 2011).

$$I = \frac{1710,8 \cdot Tr^{0,151}}{(td + 16)^{0,865}} \times 1,2 \dots \dots \dots (3)$$

Onde td é a duração da chuva (min.) e Tr é o tempo de retorno da precipitação (anos).

Foram calculados valores da intensidade de precipitação (I) para td s de 12, 18, 24, 30, 36; 48, 60, 75, 90, 120, 150 e 180 minutos e, para Tr os períodos 2, 5, 10 e 20 anos.

A chuva total acumulada (P) foi estimada pelo produto entre a intensidade da chuva (I , mm/h) e a duração da precipitação (td em horas) (Equação 4).

$$P = I \cdot td \dots \dots \dots (4)$$

A precipitação efetiva (Pe em mm), calculada pela equação (5), representa a parcela da precipitação convertida em escoamento superficial direto.

$$Pe = \frac{\left(P - \frac{5080}{CNmed} + 50,8\right)^2}{P + \frac{20320}{CNmed} - 203,2} \dots \dots \dots (5)$$

Onde P é a chuva total acumulada (mm) e $CNmed$ é o Número da Curva de Escoamento Superficial estimado a partir das condições de ocupação, tipo e umidade antecedente dos solos. O $CNmed$ constitui um valor adimensional, que varia de 0 a 100, sendo zero o extremo de maior infiltração e 100 o extremo de maior escoamento.

Para determinar o CN médio ($CNmed$) da bacia, é necessário inicialmente realizar a classificação hidrológica dos solos da bacia. No presente trabalho, esta classificação foi feita empregando a condutividade hidráulica dos solos. Para tanto, foram adotados os dados coletados por Magalhães (2013) nos horizontes de Latossolo Vermelho Eutroférico e Nitossolo Vermelho Distroférico próximo a cidade de Marechal Cândido Rondon. O valor médio ponderado da condutividade hidráulica obtido para o Latossolo

foi igual a 2,67 mm/h e para o Nitossolo igual a 0,57 mm/h. Com a aplicação destes resultados nos intervalos de classificação hidrológica dos solos propostos por Barreto e Souza Filho (2003 apud MENDES FILHO et al., 2007), os Latossolos foram classificados no Grupo hidrológico C e os Nitossolos, Cambissolos, Gelissolos e Neossolos foram agrupados no Grupo D.

O CN médio da bacia (CN_{med}) foi calculado aplicando a equação (6):

$$CN_{med} = \frac{A1.CN1 + A2.CN2 + An.CNn}{At}(6)$$

Em que:

A (1, 2,... n) = área (km²) correspondente a cada tipo de uso da terra e a respectiva classe de solo, baseado em Fruet (2016) (Figuras 3 e 4);

CN (1, 2,... n) = valor tabelado do CN para cada tipo de solo, obtido na Tabela 3;

At = área da bacia hidrográfica até a seção de referência ou exutório (km²).

Nas tabelas 4 ao 10 são apresentados os valores do CN médio correspondentes as bacias em estudo para o ano de 2013.

Após a obtenção da chuva efetiva (Pe) pela equação (5) foram calculados os valores do coeficiente deflúvio (X) para cada tempo de duração da chuva (td), mediante a equação (7).

$$X = Pe / td(7)$$

Tabela 3 - Valores de CN em função do uso e tipo hidrológico de solo para a condição II de umidade do solo.

| Tipo de uso do solo / tratamento / condições hidrológicas | | Grupo hidrológico | | | |
|---|-----------------|-------------------|----|----|----|
| | | A | B | C | D |
| Uso residencial: | | | | | |
| Tamanho médio do lote | | | | | |
| | % Impermeável | | | | |
| Até 500 m ² | 65 | 77 | 85 | 90 | 92 |
| 1000 m ² | 38 | 61 | 75 | 83 | 87 |
| 1500 m ² | 30 | 57 | 72 | 81 | 86 |
| Estacionamentos pavimentados, telhados | | 98 | 98 | 98 | 98 |
| Ruas e estradas: | | | | | |
| -pavimentadas, com guias e drenagem | | 98 | 98 | 98 | 98 |
| -com cascalho | | 76 | 85 | 89 | 91 |
| -de terra | | 72 | 82 | 87 | 89 |
| Áreas comerciais (85% de impermeabilização) | | 89 | 92 | 94 | 95 |
| Distritos industriais (72% de impermeabilização) | | 81 | 88 | 91 | 93 |
| Espaços abertos, parques jardins: | | | | | |
| Boas condições, cobertura de grama > 75% | | 39 | 61 | 74 | 80 |
| Condições médias, cobertura de grama > 50% | | 49 | 69 | 79 | 84 |
| Terreno preparado para plantio, descoberto: | | | | | |
| Plantio em linha reta | | 77 | 86 | 91 | 94 |
| Culturas em fileira: | | | | | |
| Linha reta | Condições ruins | 72 | 81 | 88 | 91 |
| | Boas | 67 | 78 | 85 | 89 |
| Curva de nível | Condições ruins | 70 | 79 | 84 | 88 |
| | Boas | 65 | 75 | 82 | 86 |
| Cultura de grãos: | | | | | |
| Linha reta | Condições ruins | 65 | 76 | 84 | 88 |
| | Boas | 63 | 75 | 83 | 87 |
| Curva de nível | Condições ruins | 63 | 74 | 82 | 85 |
| | Boas | 61 | 73 | 81 | 84 |
| Pasto | | | | | |
| Curva de nível | Condições ruins | 68 | 79 | 86 | 89 |
| | Médias | 49 | 69 | 79 | 84 |
| | Boas | 39 | 61 | 74 | 80 |
| Campos | Condições ruins | 47 | 67 | 81 | 88 |
| | Médias | 25 | 59 | 75 | 83 |
| | Boas | 6 | 35 | 70 | 79 |
| Florestas | Condições boas | 30 | 58 | 71 | 78 |
| | Condições ruins | 45 | 66 | 77 | 83 |
| | Boas | 36 | 60 | 73 | 79 |
| | Médias | 25 | 55 | 70 | 77 |

Fonte: Porto (1995).

Tabela 4 - Valor do CN médio ponderado para a bacia do córrego Peroba (condição de umidade antecedente N II) para o cenário de 2013.

| Uso da terra | Classes do solo | Área (km ²) | CN tabela | Área x CN |
|----------------------------------|-----------------|-------------------------|-----------|----------------|
| Área urbana em expansão | C | 0,46 | 83 | 38,18 |
| | D | 1,84 | 82 | 150,88 |
| Cultura temporária | D | 2,29 | 86 | 196,94 |
| | C | 0,12 | 79 | 9,48 |
| Pastagens | D | 0,22 | 84 | 18,48 |
| | D | 0,015 | 86 | 1,29 |
| Sede de propriedades rurais | D | 0,015 | 86 | 1,29 |
| Vegetação | C | 0,045 | 73 | 3,285 |
| | D | 0,55 | 79 | 43,45 |
| Total | | 5,54 | | 461,985 |
| CN médio ponderado= 83,39 | | | | |

Tabela 5 - Valor do CN médio ponderado para a cabeceira do córrego Guavirá (condição de umidade antecedente N II) para o cenário de 2013.

| Uso da terra | Classes do solo | Área (km ²) | CN tabela | Área x CN |
|----------------------------------|-----------------|-------------------------|-----------|----------------|
| Área urbana consolidada | C | 2,67 | 90 | 240,30 |
| | D | 0,83 | 92 | 76,36 |
| Área urbana em expansão | C | 0,96 | 83 | 79,68 |
| | D | 0,88 | 87 | 76,56 |
| Cultura temporária | C | 2,435 | 82 | 199,67 |
| | D | 1,299 | 86 | 111,714 |
| Pastagens | C | 0,155 | 79 | 12,245 |
| | D | 1,17 | 84 | 98,28 |
| Sede de propriedades rurais | C | 0,036 | 81 | 2,916 |
| | D | 0,015 | 86 | 1,29 |
| Vegetação | C | 0,37 | 73 | 27,01 |
| | D | 0,87 | 79 | 68,73 |
| Total | | 11,69 | | 994,755 |
| CN médio ponderado= 85,09 | | | | |

Tabela 6 - Valor do CN médio ponderado para a bacia do córrego Bonito (condição de umidade antecedente N II) para o cenário de 2013.

| Uso da terra | Classes do solo | Área (km ²) | CN tabela | Área x CN |
|----------------------------------|-----------------|-------------------------|-----------|----------------|
| Área urbana consolidada | C | 0,534 | 90 | 48,06 |
| | D | 0,185 | 92 | 17,02 |
| Área urbana em expansão | C | 1,38 | 83 | 114,54 |
| | D | 0,536 | 86 | 46,096 |
| Cultura temporária | C | 1,89 | 82 | 154,98 |
| | D | 0,536 | 86 | 46,096 |
| Sede de propriedades rurais | C | 0,025 | 81 | 2,025 |
| | D | 0,46 | 79 | 36,34 |
| Total | | 5,01 | | 419,061 |
| CN médio ponderado= 83,64 | | | | |

Tabela 7 - Valor do CN médio ponderado para a bacia do córrego Guará (condição de umidade antecedente N II) para o cenário de 2013.

| Uso da terra | Classes do solo | Área (km ²) | CN tabela | Área x CN |
|----------------------------------|-----------------|-------------------------|-----------|-----------------|
| Área urbana consolidada | C | 1,08 | 90 | 97,2 |
| | D | 0,36 | 87 | 31,32 |
| Área urbana em expansão | C | 1,428 | 83 | 118,524 |
| | D | 0,36 | 87 | 31,32 |
| Cultura temporária | C | 6,83 | 82 | 560,06 |
| | D | 4,378 | 86 | 376,508 |
| Pastagens | C | 0,028 | 79 | 2,212 |
| | D | 0,30 | 84 | 25,2 |
| Sede de propriedades rurais | C | 0,04 | 81 | 3,24 |
| | D | 0,16 | 86 | 13,76 |
| Vegetação | C | 0,456 | 73 | 33,288 |
| | D | 1,17 | 79 | 92,43 |
| Total | | 16,23 | | 1353,742 |
| CN médio ponderado= 83,41 | | | | |

Tabela 8 - Valor do CN médio ponderado para a bacia do córrego Matilde-cuê (condição de umidade antecedente N II) para o cenário de 2013.

| Uso da terra | Classes do solo | Área (km ²) | CN tabela | Área x CN |
|----------------------------------|-----------------|-------------------------|-----------|----------------|
| Área urbana consolidada | C | 1,30 | 90 | 117 |
| | D | 0,06 | 92 | 5,52 |
| Área urbana em expansão | C | 1,605 | 83 | 133,215 |
| | D | 0,97 | 87 | 84,39 |
| Cultura temporária | C | 1,136 | 82 | 93,152 |
| | D | 0,367 | 86 | 31,562 |
| Pastagens | D | 0,136 | 84 | 11,424 |
| Sede de propriedades rurais | D | 0,03 | 86 | 2,58 |
| Vegetação | C | 0,15 | 73 | 10,95 |
| | D | 0,411 | 79 | 34,839 |
| Total | | 6,165 | | 524,632 |
| CN médio ponderado= 85,10 | | | | |

Tabela 9 - Valor do CN médio ponderado para a bacia do córrego Borboleta (condição de umidade antecedente N II) para o cenário de 2013.

| Uso da terra | Classes do solo | Área (km ²) | CN tabela | Área x CN |
|----------------------------------|-----------------|-------------------------|-----------|----------------|
| Área urbana consolidada | C | 0,620 | 90 | 55,8 |
| | D | 0,35 | 92 | 32,2 |
| Área urbana em expansão | C | 0,205 | 83 | 17,015 |
| | D | 0,90 | 87 | 78,3 |
| Cultura temporária | C | 0,155 | 82 | 12,71 |
| | D | 2,01 | 86 | 172,86 |
| Pastagens | D | 0,4 | 84 | 33,6 |
| Sede de propriedades rurais | D | 0,2 | 86 | 17,2 |
| Vegetação | D | 1,30 | 79 | 102,7 |
| Total | | 6,14 | | 522,385 |
| CN médio ponderado= 85,08 | | | | |

Tabela 10 - Valor do CN médio ponderado para a bacia do córrego Apepu (condição de umidade antecedente N II) para o cenário de 2013.

| Uso da terra | Classes do solo | Área (km ²) | CN tabela | Área x CN |
|----------------------------------|-----------------|-------------------------|-----------|---------------|
| Área urbana consolidada | C | 0,12 | 90 | 10,8 |
| Área urbana em expansão | C | 0,87 | 83 | 72,21 |
| Cultura temporária | C | 0,35 | 82 | 28,7 |
| | D | 3,86 | 86 | 331,96 |
| Pastagens | C | 0,17 | 79 | 13,43 |
| | D | 0,53 | 84 | 44,52 |
| Sede de propriedades rurais | D | 0,1 | 86 | 8,6 |
| Vegetação | C | 0,04 | 73 | 2,92 |
| | D | 1,91 | 79 | 150,89 |
| Total | | 7,95 | | 664,03 |
| CN médio ponderado= 83,53 | | | | |

Finalmente, após obter a área da bacia até seção de referência (A), o fator climático (Y), o fator de redução de tempo de pico da vazão (Z) e o fator de deflúvio (X), foi possível estimar a vazão máxima nas bacias para diversos tds e Trs aplicando a equação (1). Na tabela 11 é colocado um exemplo dos cálculos realizados para estimar a vazão máxima no exutório do córrego Peroba pelo método *ven te Chow*-(SCS) para o período de retorno de 2 anos.

Tabela 11: Exemplo da estimativa da vazão máxima (m³/s) no exutório do córrego Peroba para diversos tempo de duração da chuva (td) para o período de retorno de 2 anos.

| td (min) | td (h) | I (mm/h) | P (mm) | Pe (mm) | td/Tp | Y | Z | X | Qmax (m ³ /s) |
|----------|--------|----------|--------|---------|-------|---|-------|--------|--------------------------|
| 12 | 0,2 | 127,657 | 25,531 | 3,600 | 0,26 | 1 | 0,220 | 17,998 | 6,09 |
| 18 | 0,3 | 107,921 | 32,376 | 6,801 | 0,40 | 1 | 0,320 | 22,260 | 11,16 |
| 24 | 0,4 | 93,768 | 37,507 | 9,620 | 0,53 | 1 | 0,405 | 24,051 | 14,99 |
| 30 | 0,5 | 83,090 | 41,545 | 12,042 | 0,66 | 1 | 0,480 | 24,085 | 17,79 |
| 36 | 0,6 | 74,730 | 44,838 | 14,131 | 0,79 | 1 | 0,555 | 23,551 | 20,11 |
| 48 | 0,8 | 62,444 | 49,955 | 17,550 | 1,06 | 1 | 0,680 | 21,938 | 22,96 |
| 60 | 1,0 | 53,819 | 53,819 | 20,254 | 1,32 | 1 | 0,800 | 20,254 | 24,94 |
| 75 | 1,25 | 46,054 | 57,567 | 22,965 | 1,65 | 1 | 0,915 | 18,372 | 25,97 |
| 90 | 1,50 | 40,360 | 60,539 | 25,169 | 1,98 | 1 | 1 | 16,779 | 25,82 |
| 120 | 2,0 | 32,533 | 65,066 | 28,609 | 2,64 | 1 | 1 | 14,779 | 22,01 |
| 150 | 2,50 | 27,381 | 68,451 | 31,241 | 3,30 | 1 | 1 | 12,496 | 19,23 |
| 180 | 3,0 | 23,716 | 71,147 | 33,369 | 3,96 | 1 | 1 | 11,123 | 17,12 |

td=tempo de duração da precipitação em min. e horas; **Tp**=tempo de pico (45,48 min.); **I**=intensidade da precipitação; **P**=chuva total acumulada, **Pe**=precipitação efetiva; **Y**=fator climático, **Z**=fator de redução do tempo de pico da vazão; **X**=fator de deflúvio e **Qmax**=vazão máxima.

3 – Resultados

A tabela 12 apresenta as vazões máximas simuladas pelo método *ven te Chow* (SCS) para as bacias parcialmente urbanizadas de Marechal Cândido Rondon para o ano de 2013, partindo de resultados de precipitações simuladas para diferentes tds e Trs.

A variação das vazões simuladas representadas na Tabela 12 segue as previsões já estabelecidas na literatura, isto é, as vazões máximas aumentam conforme o incremento do tempo de retorno da precipitação. As vazões com menores magnitudes ocorrem em um intervalo de alta probabilidade, enquanto os eventos mais expressivos se desenvolvem em intervalos menos frequentes. As vazões máximas para cada Tr em cada bacia (Tabela 12) coincidem, *grosso modo*, com os tempos de concentração calculados com base nas características morfométricas das bacias (Ver tabela 1).

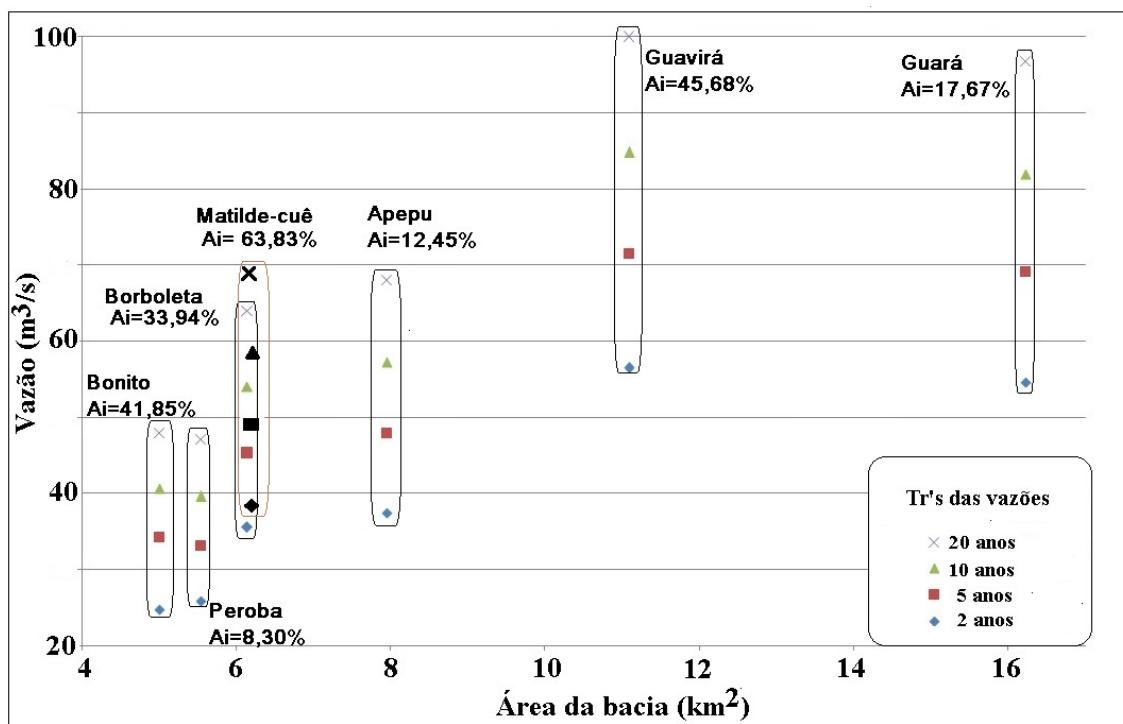
As bacias em estudo apresentam diversas porcentagens de área impermeabilizada (Tabela 1). Afim de verificar os efeitos da urbanização sobre as vazões simuladas, foram confrontadas as maiores vazões simuladas para cada tempo de retorno da precipitação com as áreas de drenagem das bacias e os valores da área impermeabilizada total (A_i) (Figura 5). Como é esperado, nas bacias com áreas de contribuição similar, as maiores vazões simuladas correspondem as bacias com maior A_i

Tabela 12 - Vazão máxima (Qmax) (m³/s) calculada pelo método de *ven te Chow* (SCS). Em negrito são destacadas as estimativas das vazões mais elevadas para cada Tr.

| td (min) | Peroba | Guavirá | Bonito | Guará | Matilde-cuê | Borboleta | Apepu |
|-------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Tr 2 anos | | | | | | | |
| 12 | 6,09 | 14,69 | 6,35 | 9,77 | 12,42 | 10,79 | 9,11 |
| 18 | 11,16 | 25,01 | 11,05 | 19,47 | 20,85 | 18,18 | 16,25 |
| 24 | 14,99 | 33,17 | 15,23 | 26,62 | 26,86 | 23,36 | 22,05 |
| 30 | 17,79 | 33,92 | 17,61 | 31,55 | 30,78 | 27,07 | 26,08 |
| 36 | 20,11 | 43,88 | 19,70 | 35,63 | 33,94 | 30,10 | 29,43 |
| 48 | 22,96 | 49,58 | 22,82 | 43,59 | 38,02 | 34,41 | 33,50 |
| 60 | 24,94 | 54,22 | 24,34 | 46,64 | 38,67 | 35,57 | 36,55 |
| 75 | 25,87 | 56,46 | 24,78 | 50,18 | 34,85 | 34,66 | 37,43 |
| 90 | 25,82 | 56,44 | 23,69 | 52,64 | 31,69 | 31,52 | 37,35 |
| 120 | 22,01 | 50,88 | 20,17 | 54,56 | 26,85 | 26,71 | 31,82 |
| 150 | 19,23 | 44,27 | 17,61 | 53,87 | 23,36 | 23,24 | 27,79 |
| 180 | 17,12 | 39,29 | 15,67 | 50,20 | 20,73 | 20,62 | 24,73 |
| Tr 5 anos | | | | | | | |
| 12 | 8,94 | 20,86 | 10,96 | 14,33 | 17,62 | 15,31 | 13,34 |
| 18 | 15,48 | 33,90 | 17,35 | 26,99 | 28,26 | 24,65 | 22,49 |
| 24 | 20,25 | 43,98 | 23,00 | 35,96 | 35,62 | 30,98 | 29,74 |
| 30 | 23,68 | 52,25 | 25,94 | 41,97 | 40,28 | 35,43 | 34,67 |
| 36 | 26,50 | 56,93 | 28,52 | 46,93 | 44,02 | 39,05 | 38,72 |
| 48 | 29,85 | 63,59 | 32,33 | 56,66 | 48,77 | 44,14 | 43,51 |
| 60 | 32,16 | 69,05 | 34,01 | 60,14 | 49,24 | 45,30 | 47,09 |
| 75 | 33,14 | 71,47 | 34,23 | 64,26 | 44,11 | 43,88 | 47,90 |
| 90 | 32,91 | 71,14 | 32,45 | 67,09 | 39,93 | 39,73 | 47,56 |
| 120 | 27,88 | 63,76 | 27,34 | 69,09 | 33,64 | 33,47 | 40,27 |
| 150 | 24,25 | 55,26 | 23,70 | 69,91 | 29,16 | 29,01 | 35,02 |
| 180 | 21,52 | 48,91 | 20,97 | 63,10 | 25,80 | 25,68 | 31,06 |
| Tr 10 anos | | | | | | | |
| 12 | 11,67 | 26,66 | 14,01 | 18,69 | 22,52 | 19,60 | 17,37 |
| 18 | 19,50 | 42,08 | 21,53 | 33,99 | 35,07 | 30,63 | 28,30 |
| 24 | 25,09 | 53,82 | 28,14 | 44,54 | 43,58 | 37,95 | 36,81 |
| 30 | 29,04 | 63,38 | 31,46 | 51,47 | 48,86 | 43,02 | 42,48 |
| 36 | 32,28 | 68,65 | 34,39 | 57,16 | 53,08 | 47,12 | 47,13 |
| 48 | 36,05 | 76,10 | 38,69 | 68,42 | 58,36 | 52,87 | 52,50 |
| 60 | 38,63 | 82,24 | 40,51 | 72,23 | 58,64 | 53,99 | 56,52 |
| 75 | 39,62 | 84,78 | 40,60 | 76,83 | 52,32 | 52,08 | 57,23 |
| 90 | 39,23 | 84,14 | 38,38 | 79,96 | 47,23 | 47,02 | 56,65 |
| 120 | 33,08 | 75,12 | 32,21 | 81,97 | 39,63 | 39,46 | 47,75 |
| 150 | 28,69 | 64,94 | 27,84 | 80,34 | 34,26 | 34,11 | 41,41 |
| 180 | 25,40 | 57,36 | 24,59 | 74,49 | 30,26 | 30,13 | 36,65 |
| Tr 20 anos | | | | | | | |
| 12 | 14,97 | 33,60 | 17,66 | 23,97 | 28,38 | 24,71 | 22,25 |
| 18 | 24,27 | 51,68 | 26,45 | 42,28 | 43,07 | 37,62 | 35,18 |
| 24 | 30,77 | 65,27 | 34,13 | 54,61 | 52,85 | 46,02 | 45,09 |
| 30 | 35,29 | 76,27 | 37,85 | 62,55 | 58,79 | 51,77 | 51,58 |
| 36 | 38,99 | 82,18 | 41,17 | 69,04 | 63,54 | 56,41 | 56,89 |
| 48 | 43,21 | 90,47 | 45,99 | 82,01 | 69,37 | 62,85 | 62,89 |
| 60 | 46,08 | 97,34 | 47,94 | 86,14 | 69,40 | 63,91 | 67,37 |
| 75 | 47,06 | 99,98 | 47,88 | 91,25 | 61,70 | 61,42 | 67,94 |
| 90 | 46,46 | 98,97 | 45,14 | 94,69 | 55,55 | 55,30 | 67,06 |
| 120 | 39,02 | 88,04 | 37,75 | 96,69 | 46,45 | 46,24 | 56,30 |
| 150 | 33,75 | 75,93 | 32,55 | 94,52 | 40,06 | 39,88 | 48,69 |
| 180 | 29,83 | 66,95 | 28,70 | 87,45 | 35,32 | 35,17 | 43,02 |

Esta relação pode ser observada na bacia do Matilde-cuê comparando com a bacia do Borboleta e na bacia do Bonito comparando com a de Peroba. Na primeira comparação, a diferença percentual de A_i é de 88 % e a diferença de Q_{max} , para o $Tr=20$ anos por exemplo, é de 8,6 %. No entanto, na segunda comparação (córrego Bonito versus Peroba), a diferença de A_i é de 404 % e a diferença de Q_{max} é de apenas 0,82 % (Figura 5). Este comportamento díspar pode ser atribuído, entre outros fatores, as características morfométricas e pedológicas das bacias. As bacias do Matilde-cuê e Borboleta apresentam maiores declividades do talvegue, formas mais arredondadas, tempo de concentração mais baixo e possuem áreas com Cambissolos e Neossolos. Por outro lado, as bacias do Peroba e Bonito, encontram-se no setor norte da cidade com relevo mais suave, a forma das bacias é alongada, o tempo de concentração mais elevado e tem predomínio de solos mais permeáveis como Latossolo e Nitossolo (ver Tabela 1 e Figura 3).

Figura 5 - Relação entre as vazões máximas (m^3/s) para cada tempo de retorno, as áreas das bacias e as respectivas porcentagem de áreas impermeabilizadas totais (A_i).



4 – Conclusões

O método de *ven te Chow* permitiu simular a vazão máxima no exutório das bacias que drenam a área urbana de Marechal Cândido Rondon para diferentes tempo de duração e tempo de retorno da precipitação. Foram estimadas as vazões máximas para períodos de retorno de 2, 5, 10 e 20 anos. A área de drenagem das bacias variou de 5,01 a 16,23 km² e apresentaram diferentes porcentagens de área impermeabilizada, que variou de 8,30 % (Peroba) a 63,83 % (Matilde-cuê), conforme o mapa de uso da terra realizado com base a imagens orbitais coletadas em 2013. Numa primeira análise, as vazões máximas simuladas nas bacias não apresentaram uma associação direta com a porcentagem de áreas impermeabilizadas. Este comportamento pode ser atribuído a influência das diferentes características morfológicas e pedológicas que apresentam as bacias em estudo.

Os valores de vazões simuladas obtidos pelo método de *ven te Chow* devem ser empregados com cuidado, pois a tendência do método é proporcionar valores de vazões sobreestimados, como foi constatado por Genovez (1991) e Jabur (2010).

REFERÊNCIAS

BIANCHI, R.C.; RIZZI, N.E.; GUIMARÃES, R.Z.; SCHECHI, R.G. **Estimativa da vazão máxima da bacia hidrográfica do rio Canguiri através do método de Ven Te Chow**. Revista Ra'Ega, v. 25, p. 164-185. 2012. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/raega/article/view/28010>>. Acesso em: 08 dez. 2018.

CALZAVARA, S.F. **Uso e cobertura do solo e escoamento superficial nas bacias hidrográficas urbanas de Marechal Cândido Rondon-PR**. 2015. 141f. Dissertação (Mestrado em Geografia), Programa de Pós-Graduação em Geografia, campus de Marechal Cândido Rondon, Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste). 2015 (Inédito).

CHOW, V.T. **Hydrologic design of culverts**. Journal of Hydraulics Division, Proceedings of the American Society of Civil Engineers, v. 88, p. 39-55. 1962.

FENDRICH, R. **Canais de drenagem de pequenas bacias hidrográficas**. Curitiba. Editora UFPR, 2008. 121 p.

FENDRICH, R. **Chuvvas intensas para obras de drenagem no estado do Paraná**. Curitiba. Editora Vitória, 2011. 89 p.

FERNANDEZ, O.V.Q. **Caracterização morfológica das bacias hidrográficas urbanas e periurbanas de Marechal Cândido Rondon, Paraná**. Revista Geografia em

Questão, v. 9, n. 2, p. 88-106, 2016. Disponível em: <<http://e-revista.unioeste.br/index.php/geoemquestao/article/view/13770>>. Acesso em: 08 dez. 2018.

FRUET, J.G.W. **Fragilidade ambiental: subsídios para a gestão de uso e ocupação do solo nas bacias hidrográficas periurbanas de Marechal Cândido Rondon, PR.** 2016. 126f. Dissertação (Mestrado em Geografia), Programa de Pós-Graduação em Geografia, campus de Marechal Cândido Rondon, Universidade Estadual do Oeste do Paraná. 2016.

GAROTTI, L.M.; BARBASSA, A.P. **Estimativa da área impermeabilizada diretamente conectada e sua utilização como coeficiente de escoamento superficial.** Engenharia Sanitária Ambiental, v.15, n. 1, p. 19-28, 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/esa/v15n1/v15n1a03>>. Acesso em: 08 dez. 2018.

GENOVEZ, A.M. **Avaliação dos métodos de estimação das vazões de enchente para pequenas bacias rurais do estado de São Paulo.** 1991. 245f. Tese (Livre docente em Engenharia), Faculdade de Engenharia Civil – Universidade Estadual de Campinas (Unicamp).1991.

IAPAR (Fundação Instituto Agrônomo do Paraná). **Cartas Climáticas Básicas do Estado do Paraná,** Londrina: IAPAR, 1994. 49p.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **População.** Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/v4/brasil/pr/marechal-candido-rondon/panorama>>. Acesso em: 10 out. 2018.

JABUR, A.S. **Estudo hidrológico da bacia hidrográfica do Alto Rio Ligeiro, Pato Branco, PR.** 2010. 178f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal). Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba. 2010.

JOHANN, C.C.; LINDINO, T.C. **Expansão territorial urbana na cidade de Marechal Cândido Rondon -PR e seus impactos.** Revista Sustentare, v. 2, p. 83-102. 2018. Disponível em: <http://periodicos.unincor.br/index.php/sustentare/article/view/4935/pdf_14> Acesso em: 08 dez. 2018.

MAACK, R. **Geografia Física do Paraná.** Ponta Grossa (PR). Editora UEPG, 2012. 526 p.

MAGALHÃES, V.L. **Gênese e evolução de sistemas pedológicos em unidades de paisagem do município de Marechal Cândido Rondon-PR.** 2013. 123f. Tese (Doutorado em Geografia). Departamento de Geografia, Universidade Estadual de Maringá (UEM), Maringá. 2013. Disponível em: <<http://www.pge.uem.br/documentos-para-publicacao/teses/teses-2013-pdfs/VanderleiLeopoldMagalhaes.pdf>>. Acesso em: 30 dez. 2018.

MARCUZZO, F.F.N. **Bacias hidrográficas e regiões hidrográficas do Brasil: cálculo de áreas, diferenças e considerações.** In: XXII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Florianópolis (SC) 26 de novembro a 1 de dezembro de 2017. Anais. ABRH.

Disponível em: <http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/bitstream/doc/18492/1/2017_sbrh_bacias_hidrograficas_brasil_artigo.pdf>. Acesso em: 08 dez. 2018.

MENDES FILHO, W.M.; VENDRAME, I.F.; de CARVALHO R.G. **Utilização de sistema de informações geográficas para o mapeamento do potencial de retenção de águas pluviais no município de São José dos Campos-SP.** In: XIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO. Florianópolis, 21-26 abril 2007. Anais. INPE, p. 3453-3460.

MINEROPAR (Minerais do Paraná S.A.) **O Grupo Serra Geral no estado do Paraná.** Curitiba. Editora Mineropar, 2013. 2 v.

MISAEAL, J.K.; RODRIGUES, K.F. **Urbanização nos municípios do oeste do Paraná no período de 1991, 2000 e 2010.** In: I Cingen (Conferência Internacional em Gestão de Negócios. Cascavel (PR) 16-18 novembro 2015. Anais, Unioeste, p. 1-12.

NARDY, A.J.R.; OLIVEIRA, M.A.F.; BETANCOURT, R.H.S.; VERDUGO, D.R.H.; MACHADO, F.B. **Geologia e estratigrafia da Formação Serra Geral.** Geociências (Unesp, São Paulo), v. 21, p. 15-32, 2002.

NUNES, F.G. **A influência do uso e ocupação do solo nas vazões de pico na bacia hidrográfica do rio Atuba.** 2007. 205f. Tese (Doutorado em Geologia), Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba. 2007.

PINTO, E. J. de A.; AZAMBUJA, A. M. S. de; FARIAS, J. A. M.; SALGUEIRO, J. P. de B.; PICKBRENNER, K. (Coords.). **Atlas pluviométrico do Brasil: isoietas mensais, isoietas trimestrais, isoietas anuais, meses mais secos, meses mais chuvosos, trimestres mais secos, trimestres mais chuvosos.** Brasília: CPRM, 2011. 1 DVD. Escala 1.5:000.000. Equipe Executora: Da Costa, Margarida Ragueira; Dantas, Carlos Eduardo de Oliveira; Melo, De Azambuja, Andressa Macêdo Silva; De Rezende, Denise C.; Do Nascimento, Jean Ricardo da Silva; Dos Santos, André Luis M. Real; Farias, José Alexandre Moreira; Machado, Érica C.; Marcuzzo, Francisco Fernando Noronha; Medeiros, Vanesca Sartorelli; Rodrigues, Paulo de Tarso R.; Weschenfelder, Adriana Burin; SIG - versão 2.0 - atualizada em 11/2011; Levantamento da Geodiversidade. Disponível em: <<http://www.cprm.gov.br/publique/Hidrologia/Mapas-e-Publicacoes/Atlas-Pluviometrico-do-Brasil-1351.html>>. Acesso em: 21 dez. 2018.

PFLUCK, L.D. **Riscos ambientais: enxurradas e desabamentos na cidade de Marechal Cândido Rondon-PR, 1980 a 2007.** 2009. 274f. Tese (Doutorado em Geografia), Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 2009.

PORTO, R.L.L. Escoamento superficial direto. In: TUCCI, C.E.M. (Org.). **Drenagem Urbana.** Porto Alegre. Editora ABRH, v. 5, 1995. p. 107-162.

RODERJAN, C.V.; GALVÃO, F.; KUNIYOSHI, Y.S.; HATSCHBACH, G.G. **As unidades fitogeográficas do estado do Paraná, Brasil.** Ciência e Ambiente, v. 24, n. 1, p. 1-16, 2002.

SANTOS, L.J.C.; OKA-FIORI, C.; CANALI, N.E.; FIORI, A.P.; SILVEIRA, C.T.; SILVA, J.M.F.; ROSS, J.L.S. **Mapeamento geomorfológico do estado do Paraná**. Revista Brasileira de Geomorfologia, v. 7, n. 2, p. 3-12, 2006.

SCS (Soil Conservation Service). **National engineering handbook**. Washington. U.S. Department of Agriculture, 1972. section 4. 127 p. Disponível em: <<https://directives.sc.egov.usda.gov/OpenNonWebContent.aspx?content=18393.wba>> Acesso em: 08 dez. 2018.

SILVEIRA, A.L.L. **Desempenho de formulas de tempo de concentração em bacias urbanas e rurais**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 10, p. 5-23, 2005.

TUCCI, C.E.M.; PORTO, R.L.; BARROS, M.T. **Drenagem urbana**. Porto Alegre (RS). Editora da UFRGS, 1995. 428 p.

VENEZIANI, Y. **A abordagem da geomorfologia antropogênica e de modelagens hidrológica e hidráulica na bacia do Córrego Três Pontes (SP) para determinação de picos de vazão e de vulnerabilidade a inundações**. 2014. 468f. Dissertação (Mestrado em Geografia Física), Universidade de São Paulo. 2014. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/8/8135...2014_YuriVeneziani_VOrg.pdf> Acesso em: 30 dez. 2018.

WILKEN, P.S. **Engenharia de drenagem superficial**. São Paulo. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), 478 p. 1978.