



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE**

de Poços de Caldas

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016 pocos.com.br

ESTUDO HIDROLÓGICO DE FRAGMENTO DA BACIA DO RIO GUAXUPÉ

**Thiago Cardoso de Oliveira⁽¹⁾; Antonio Malvestitti Neto⁽²⁾; Otavio Duarte Giunti⁽³⁾;
Ariana Vieira Silva⁽⁴⁾**

(1) Professor Pesquisador e Conteudista, Consultor Ambiental; Curso Técnico em Meio Ambiente, CEAD; IFSULDEMINAS Câmpus Muzambinho; Estrada de Muzambinho, km 35, Morro Preto, Cx. Postal 02, CEP: 37890-000; e-mail: thiagocardoso@agronomo.eng.br (2) Mestrando em Ciências, FZEA/USP, Pirassununga/SP; (3) Professor Pesquisador e Conteudista; Curso Técnico em Meio Ambiente, CEAD; IFSULDEMINAS Câmpus Muzambinho; (4) Professora Doutora, EBTT; IFSULDEMINAS *Campus* Muzambinho.

Eixo temático: Gerenciamento de Recursos Hídricos e Energéticos

RESUMO – O estudo dos recursos hídricos implica em conhecimento do ciclo hidrológico, seus componentes e as relações entre eles. O ciclo hidrológico é o fenômeno global de circulação fechada da água entre a superfície terrestre e a atmosfera. Objetivou-se com o presente estudo analisar o comportamento hidrológico de um fragmento da bacia hidrográfica do Rio Guaxupé. Para determinação da vazão do projeto hidráulico, utilizou-se o método de Ven Te Chow e para a determinação da capacidade de escoamento utilizou-se a fórmula de Manning. Para as condições descritas neste estudo hidrológico e hidráulico, constatou-se que o rio Guaxupé, no fragmento analisado, apresenta capacidade de escoamento de vazão correspondente a uma chuva de 100 mm/h (milímetros por hora).

Palavras-chave: Canais naturais. Ciclo hidrológico. Hidráulica. Vazão hídrica.

ABSTRACT – The study of water resources requires knowledge of the hydrologic cycle, its components and the relationships between them. The hydrological cycle is the global phenomenon of closed water circulation between the land surface and the atmosphere. The objective of this study to analyze the hydrological behavior of a fragment of the Guaxupé River basin. To determine the flow of hydraulic design, we used Ven Te Chow and method for determining the flow capacity used to Manning formula. For the conditions described in this hydrological and hydraulic study, it was found that the Guaxupé River, the analyzed fragment corresponding flow of displays rinsability a shower of 100 mm / h (millimeters per hour).

Key words: Flow of water. Hydraulic. Hydrological cycle. Natural channels.

Introdução

Na composição da paisagem terrestre, a água mostra-se como um dos elementos físicos principais, por interferir na fauna e flora, ao mesmo tempo em que interage com os demais elementos da natureza e seu meio (BALBINOT et al., 2008). De acordo com o United States Federal Council of Science and Technology,



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016 www.pocos.com.br

apud TUCCI (1997), a hidrologia apresenta-se como a ciência que estuda a água existente na Terra, sua ocorrência, circulação e distribuição, bem como suas propriedades físicas e químicas, analisando suas relações com o meio ambiente, incluindo suas relações com a vida.

O conhecimento do ciclo hidrológico, seus componentes e inter-relações mostra-se essencial para o estudo dos recursos hídricos, uma vez que esse ciclo hidrológico é o fenômeno global da circulação fechada da água entre a superfície terrestre e a atmosfera, através do impulso promovido pela energia solar, associada à gravidade e a rotação terrestre (SILVEIRA, 1997).

O ciclo hidrológico, que é tema principal da hidrologia, envolve diversos processos hidrológicos. A condensação, precipitação, evapotranspiração, infiltração e percolação são exemplos de processos verticais, o escoamento superficial e subsuperficial são exemplos de processos horizontais (KOBAYAMA, 1999). Autores como KIRKBY (1978), CHOW et al. (1988), ANDERSON e BURT (1990) e BLACK (1996), apresentaram o ciclo hidrológico levando-se em consideração diferentes aspectos.

Objetivou-se com o presente estudo analisar o comportamento hidrológico de um fragmento da bacia hidrográfica do Rio Guaxupé, analisando os fatores de entrada e de deflúvio, bem como a capacidade de escoamento do corpo d'água e a determinação de sua cota inundável para um determinado volume de chuva.

Material e Métodos

Foi estudado um fragmento da bacia do Rio Guaxupé, em Guaxupé/MG, numa área de 317 ha. O clima é subtropical úmido tipo Cwa (Köppen-Geiger, 1948). O índice médio pluviométrico anual de 1.690 mm. A cobertura vegetal da área de estudo não apresenta espécies de porte arbóreo, sendo caracterizado por um campo sujo, composto por espécies de *Poaceae*, cespitosas de porte baixo, *fabaceas* e *asteraceas* na maior parte da gleba. Os solos predominantes são o Argissolo e o Latossolo (EMBRAPA, 2013) (Figuras 1 e 2).



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE**

de Poços de Caldas

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS
21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016 www.pocos.com.br

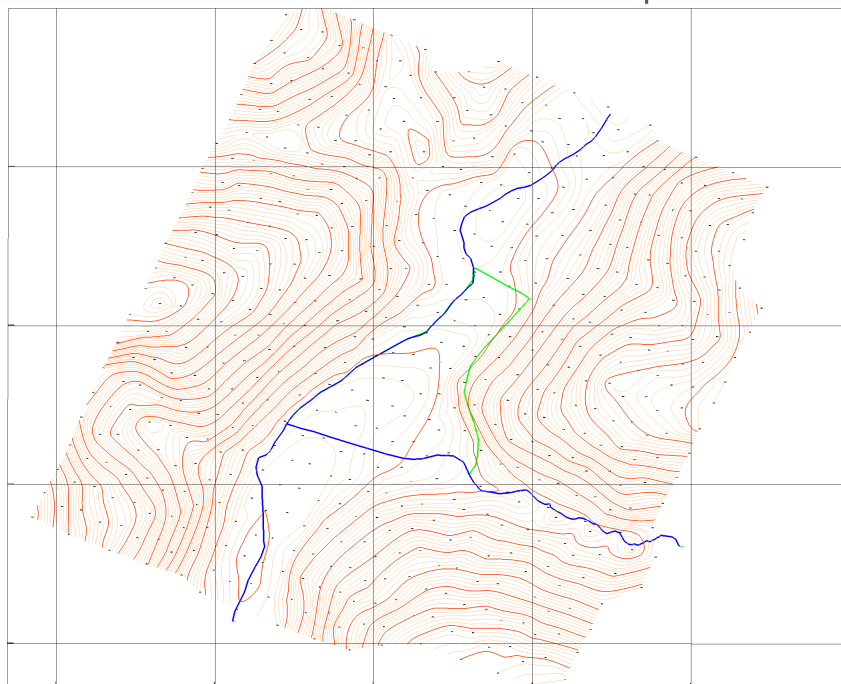


Figura 1. Levantamento planialtimétrico do fragmento da bacia do Rio Guaxupé.
Área 317.00.00 ha.

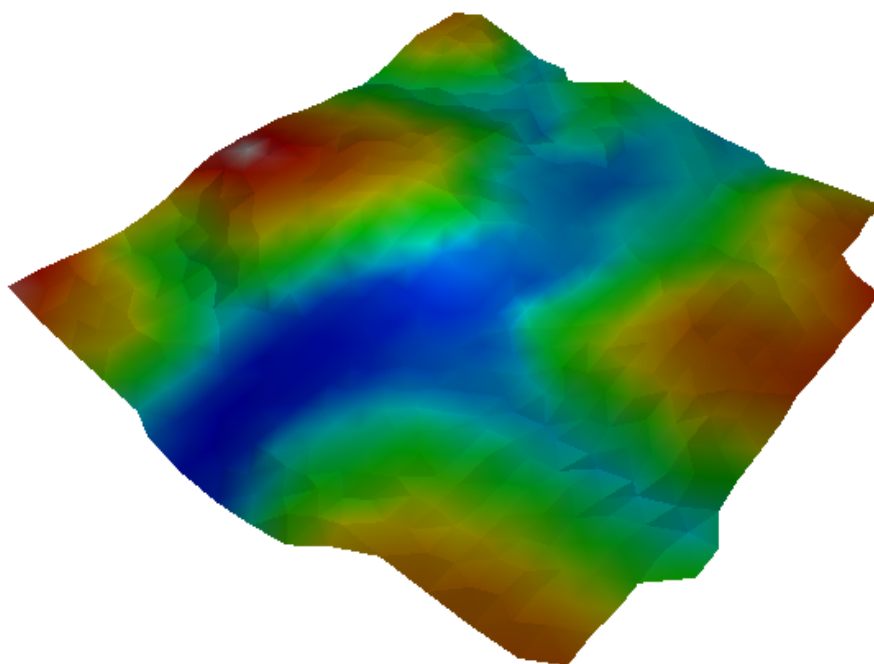


Figura 2. Perfil 3D do fragmento da bacia do Rio Guaxupé.
Área 317.00.00 ha.



XIII Congresso Nacional de MEIO AMBIENTE

de Poços de Caldas

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016 www.pocos.com.br

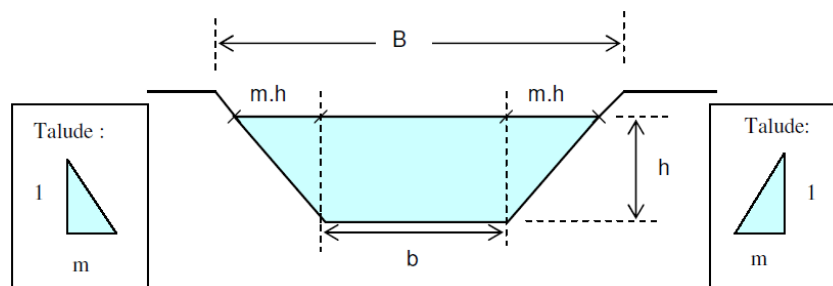
Para determinação da vazão do projeto hidráulico, utilizou-se o método de Ven Te Chow. O método utiliza o conceito de Hidrograma Unitário e é baseado na síntese do Hidrograma Unitário. O seu desenvolvimento é o seguinte: O valor máximo de deflúvio direto de uma bacia de drenagem é definido como produto do excesso de chuva pela vazão de pico de um Hidrograma Unitário, ou analiticamente:

$$Q = R_e \cdot q_p,$$

onde R_e = excesso de chuva em milímetros para uma dada duração de “t” horas; q_p = pico do Hidrograma Unitário em litros por segundo de escoamento direto para a duração de “t” horas de excesso de chuva.

Para determinação da capacidade de escoamento utilizou-se a fórmula de Manning. Segundo Tomaz (2011) o escoamento em galerias, canais e sarjetas devem ser calculados pela fórmula de Manning, onde se calcula a velocidade e uma vez que já temos o comprimento obteremos o tempo de escoamento da água de chuva também chamado tempo de trânsito (*Travel Time*). O fragmento do rio Guaxupé estudado apresenta secção trapezoidal.

onde: Q = Vazão (m^3/s); n = Rugosidade do canal; A = Área (m^2); R_h = Raio Hidráulico (m); i = Declividade (m/m).



Geometria da Seção	Área Molhada (A_m)	Perímetro Molhado (P_m)	Raio Hidráulico (R_H)	Largura Superficial (B)
	$(b+mh)h$	$b + 2h\sqrt{1+m^2}$	$\frac{(b+mh)h}{b + 2h\sqrt{1+m^2}}$	$b+2mh$

Determinou-se a vazão, a área molhada e a velocidade do Rio Guaxupé, numa normal climatológica de 25 anos. Com os dados do perfil do corpo d’água, obtiveram-se as medidas relativas ao barranco. Com as medidas do barranco, dimensionou-se, a partir da Equação de Manning, qual vazão máxima que o corpo



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016 www.meioambiente.pocos.com.br

d'água consegue escoar, caso toda a seção (área molhada) estiver ocupada, bem como a velocidade que a água passará pelo corpo d'água.

Resultados e Discussão

a) Dados da Bacia

Área do estudo: 317,79 ha (3,1779 km²).

Comprimento do Talvegue Principal: 2.175 m.

Cota Inicial do Talvegue: 821 m.

Cota Final do Talvegue: 811 m.

Tipo de Solo: Argilossolo Vermelho-Amarelo (PVA Distrófico + PVA Eutrófico); Latossolo Vermelho (LV Distrófico); Latossolo Vermelho-Amarelo Típico (LVA3 Distrófico).

b) Tipo de solo e número de deflúvio

Classificou-se a utilização da terra, na área agrícola, como Pastagem, normais, em curvas de nível, com o solo variando de C a D. Porém, o maior problema reside na determinação do modo de utilização do solo, no futuro. Não se dispendo de dados mais seguros para um estudo estatístico, admite-se que 50% da área seja impermeável (ruas, edificações, pavimentações, coberturas, etc.).

Porcentagem da área	Número de Deflúvio	
	N	% de N
Impermeável (50%)	100	50,0
Permeável (50%)	75	37,5
Total		87,5
Número de Deflúvio		90

c) Fator de deflúvio

Para uma chuva de 100 mm/h e Período de Retorno de 25 anos (dados disponíveis).

1. Re

2. X



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS
21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016
www.meioambiente.pocos.com.br

d) Fator climático Y

e) Tempo de ascensão t_p

f) Fator de redução de pico

Z para Relação 0,88 = 0,59.

g) Vazão de base (Rio Guaxupé)

$$Q = 1,073 \text{ m}^3/\text{s}$$

h) Vazão do Projeto

$$Q = 0,278 \cdot A \cdot X \cdot Y \cdot Z$$

$$Q = 0,278 \cdot 3,1779 \cdot 72,6357 \cdot 1,18 \cdot 0,59$$

$$Q = 44,675 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q = 44,675 + 1,073 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q = 45,75 \text{ m}^3/\text{s}$$

i) Aplicação de Manning



XIII Congresso Nacional de MEIO AMBIENTE

de Poços de Caldas

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016 pocos.com.br

Tabela 1. Aplicação da Equação de Manning no perfil do Rio Guaxupé.

Perfil	b	h	z	S (m ²)	P (m)	Rh	Rh ^{2/3}	i	Q (m ³ /s) ^a	Q (m ³ /s) ^b	Vel (m/s)
1	5,568	2,243	2,540	25,268	17,814	1,418	1,262	0,0046	60,03	45,75	1,811
2	5,893	2,566	5,380	50,545	33,976	1,488	1,303	0,0046	123,96	45,75	0,905
3	9,247	2,470	1,000	28,941	16,233	1,783	1,470	0,0046	80,08	45,75	1,581
4	6,433	2,676	2,278	33,527	19,748	1,698	1,423	0,0046	89,80	45,75	1,365
5	13,999	2,503	1,770	46,129	24,176	1,908	1,538	0,0046	133,55	45,75	0,992
6	23,660	2,791	1,000	73,825	31,554	2,340	1,762	0,0046	244,86	45,75	0,620
7	12,768	2,614	2,044	47,342	24,664	1,919	1,545	0,0046	137,61	45,75	0,966
8	7,005	3,446	2,876	58,291	27,990	2,083	1,631	0,0046	178,90	45,75	0,785
9	9,255	3,276	2,706	59,361	28,157	2,108	1,644	0,0046	183,68	45,75	0,771
10	9,255	3,276	2,706	59,361	28,157	2,108	1,644	0,0046	183,68	45,75	0,771
11	12,675	2,609	2,039	46,948	24,525	1,914	1,542	0,0046	136,22	45,75	0,974
12	5,747	1,995	2,490	21,376	16,453	1,299	1,191	0,0046	47,90	45,75	2,140
13	7,863	3,153	3,364	58,235	29,994	1,942	1,556	0,0046	170,57	45,75	0,786
14	9,920	2,370	1,800	33,621	19,680	1,708	1,429	0,0046	90,42	45,75	1,361
15	6,198	2,682	2,112	31,815	18,732	1,698	1,424	0,0046	85,23	45,75	1,438
16	10,628	2,995	2,425	53,583	26,340	2,034	1,606	0,0046	161,90	45,75	0,854
17	21,680	2,554	1,984	68,312	33,029	2,068	1,623	0,0046	208,70	45,75	0,670
Média	10,458	2,719	2,383	46,852	24,778	1,854	1,506	0,0046	136,30	45,75	1,105

^a Vazão calculada no perfil;

^b Vazão do projeto;

Coefficiente de rugosidade Manning $n = 0,036$;

Velocidade calculada pela Equação da Continuidade ($Q = S \cdot V$);

Velocidade Máxima Permitida (Ven Te Chow, 1997) = 1,07 a 1,52 m/s.

Conclusões

Nas condições acima descritas e analisadas, no estudo hidrológico e hidráulico de fragmento da bacia hidrográfica do Rio Guaxupé, constatou-se que o mesmo apresenta capacidade de escoamento de vazão correspondente a uma chuva de 100 mm/h (milímetros por hora). Sendo assim, na condição acima descrita, o rio continuará a fluir dentro de sua cota normal, que neste estudo foi de 821 a 811 metros.

Referências

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Sistema de Informações Hidrológicas: HidroWeb. 2015. Disponível em: <<http://hidroweb.ana.gov.br/>>. Acesso em: 10 mai. 2016.

ANDERSON, M.G.; BURT, T P. (eds) Process Studies in Hillslope Hydrology. Chichester: John-Wiley, 1990. 539p.

AZEVEDO NETTO J.M.; ALVAREZ G.A, Manual de Hidráulica, 7^a edição ed. Edgard Blücher Ltda., São Paulo, 1991, 728p.

BALBINOT, R. et al. O papel da floresta no ciclo hidrológico em bacias hidrográficas. *Ambiência*, v.4, n.1, p.131-149, 2008.



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS
21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016 www.meioambiente.pocos.com.br

BLACK, P.E. Watershed hydrology. 2.ed. Chelsea: Ann Arbor Press, 1996. 449p.

CHOW, V.T.; MAIDMENT, D.R.; MAYS, L.W. Applied hydrology. New York. McGraw-Hill, 1988. 572p.

CHOW, V.T. Open channel hydraulics. McGraw-Hill, 1986, 680p.

DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO ESTADO DE SÃO PAULO. Diretrizes de Projeto para Estudos Hidrológicos – Método de “Ven-Te-Chow” (DP-H04). São Paulo, 1999. 30p.

DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO ESTADO DE SÃO PAULO. Estudos Hidrológicos (DE 01/HID-001). São Paulo, 2001. 16p.

EMBRAPA. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 3. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 2013. 353p.

KIRKBY, M.J. (ed.). Hillslope hydrology. Chichester: John-Wiley, 1978. 389p.

KOBIYAMA, M. Manejo de bacias hidrográficas - Conceitos básicos. In: Curso "Manejo de bacias hidrográficas sob a perspectiva florestal", Apostila, Curitiba: FUPEF, 1999. p.29-31.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PAULO. Diretrizes básicas para projetos de drenagem urbana no município de São Paulo. FCTH, PMSP, 1998, 270p.

SILVEIRA, A.L.L. Ciclo Hidrológico e a Bacia Hidrográfica. In: TUCCI, C.E.M. Hidrologia: ciência e aplicação. Porto Alegre: Edusp / ABRH, 1997, 35-51p.

TOMAZ, P. Fórmula de Manning e Canais. In: Curso de manejo de águas pluviais. 2011. 61p.

TOMAZ, P. Método de Ven Te Chow. In: Curso de manejo de águas pluviais. 2012. 09p.

TUCCI, C.E.M. Hidrologia: ciência e aplicação. Porto Alegre: ed. da Universidade/UFRGS. ABRH, 1997. 946p.