

## RESUMO

A bacia do riacho Água da Cachoeira foi caracterizada na fase do escoamento superficial do ciclo hidrológico, mediante o hidrograma unitário, vazão máxima e resposta da bacia, sob três diferentes usos do solo: agropecuária – uso atual; cobertura florestal – a original; e solo arado – com maior exposição à erosão. O método utilizado foi do Soil Conservation Service – EUA. O uso atual aumentou 3,5 vezes o volume do escoamento superficial e 3,33 a vazão máxima, em relação ao gerado pelo uso original. A exposição total do solo provocaria um volume de escoamento superficial três vezes maior que o produzido pelo uso atual e 10,8 vezes maior que aquele da cobertura florestal. Os parâmetros, a densidade de drenagem, de  $0,842 \text{ km}^{-1}$ , e a extensão média do escoamento superficial, de 297m mostraram que a bacia tem baixa eficiência em drenagem.

**Palavras-chave:** cobertura vegetal, escoamento superficial, vazão máxima.

## ABSTRACT

By using the Soil Conservation Service, USA method, a study was made to characterize run-off in areas under three different land cover types (agriculture crops, pasture, forest, and plowed soil) in the Água da Cachoeira basin. Areas under agriculture and pasture had a run-off 3.5 times higher and a maximum discharge 3.3 times higher than those under forest. The run-off from plowed soil was 3 times higher than that from agriculture and pasture and 10.8 times larger than that from forest. Drain density ( $0.842 \text{ km}^{-1}$ ) and average length of run-off (297 m) indicated low drain efficiency.

**Key-words:** maximum discharge, run-off, vegetation cover.

<sup>1</sup> Rua Otávio Mangabeira, 81, CEP 13401-555, Piracicaba, SP, Brasil.

## INTRODUÇÃO

A bacia do riacho Água da Cachoeira foi caracterizada hidrologicamente mediante a confecção de seu hidrograma unitário sintético triangular e a obtenção de vazão máxima, obtidos pelo método do Soil Conservation Service-EUA (SCS-EUA) para um período de retorno de dez anos.

Foram simuladas três situações de uso do solo: a original, com cobertura florestal; a atual, ocupada com a agropecuária; e a condição de maior exposição à erosão hídrica, ou seja, com solo arado. Nas três situações foram obtidos os dados de vazão máxima, volume escoado superficialmente e a resposta da bacia. Com essas três simulações pretendeu-se comparar a situação de uso atual, antes do processo de recuperação, com a situação original, e também com a situação de maior erosão hídrica.

Os cálculos necessários ao método do SCS-EUA, tais como a duração unitária, tempos de pico e de base do hidrograma, vazão máxima unitária, abstração inicial ao escoamento superficial, precipitações efetivas nos intervalos e o valor total, soma gráfica das coordenadas dos gráficos obtidos em cada intervalo de chuva, vazão máxima e o volume escoado superficial foram obtidos mediante programa em linguagem Pascal.

Os parâmetros morfológicos da bacia, densidade de drenagem e extensão média do escoamento superficial, e a resposta da bacia, obtida pelo coeficiente de escoamento superficial (C), diretamente associados ao escoamento superficial e portanto, à erosão hídrica, foram auxiliares nesse estudo.

## HIDROGRAMA UNITÁRIO TRIANGULAR

A metodologia usada pelo Soil Conservation Service - EUA pode ser consultada detalhadamente em Genovez (1993).

### 1. Tempo de concentração, $t_c$ (h)

É o tempo necessário para que toda a área da bacia contribua para o escoamento superficial, e foi obtido pela equação de Kirpich:

$$t_c(\text{min}) = 57 \times \left( \frac{Ld}{S3} \right)^{0,385} \dots\dots\dots(1)$$

Sendo:

$Ld$  = comprimento do talvegue, medido ao longo do rio principal até o divisor (km); e,  
 $S3$  = declividade do canal, (m/km), obtida pela equação:

$$S3 = \left[ \frac{\sum Li}{\left( \frac{\sum Li}{Si} \right)} \right]^2 \dots\dots\dots(2)$$

Onde:

$Li$  = distância horizontal entre cotas de curvas de nível consecutivas (km).  
 $\sum Li = Ld$ .

$Si$  = declividade em cada intervalo de cotas consecutivas, (m/km).

O mapa utilizado foi o do IBGE, com escala de 1:50000. A equidistância vertical entre as cotas foi de 20 m.

O valor de S3 obtido foi de 13,34 m/km, e o tempo de concentração,  $t_c$ , foi de 120,44 min ou 2,00 h. A metodologia para o cálculo da linha S3 pode ser consultada em Villela & Mattos (1975).

**2. Vazão máxima unitária,  $qp$  (m<sup>3</sup>/s.cm)**

É a maior vazão alcançada quando há 10 mm, ou 1 cm, de escoamento superficial. É obtida pela relação:

$$qp = \frac{2,08 \times A \times Pe}{\frac{D}{2} + 0,6 \times tc} \dots\dots\dots(3)$$

sendo:

$A$  = área da bacia (km<sup>2</sup>)

$Pe$  = precipitação efetiva (1cm)

$D$  = duração unitária da chuva do hidrograma unitario triangular ( HUT) (h).

A chuva é dividida em 7 intervalos, de  $D$  horas de duração, ou  $t_c$  dividido por 7 .

O valor obtido foi de 57,3 m<sup>3</sup>/s.cm.

Para a confecção do hidrograma unitário, característico da bacia, também são necessários os tempos de pico ( $tp$ ) e de base ( $tb$ ):

$$tp = \frac{D}{2} + 0,6 \times tc \dots\dots\dots(4)$$

$$tb = 2,67 \times tp \dots\dots\dots(5)$$

Considerando  $D = 0,29h$  os tempos  $tp$  e  $tb$  obtidos foram 1,34h e 3,59h respectivamente. A Figura 1 mostra o hidrograma unitário triangular para a bacia Água da Cachoeira.

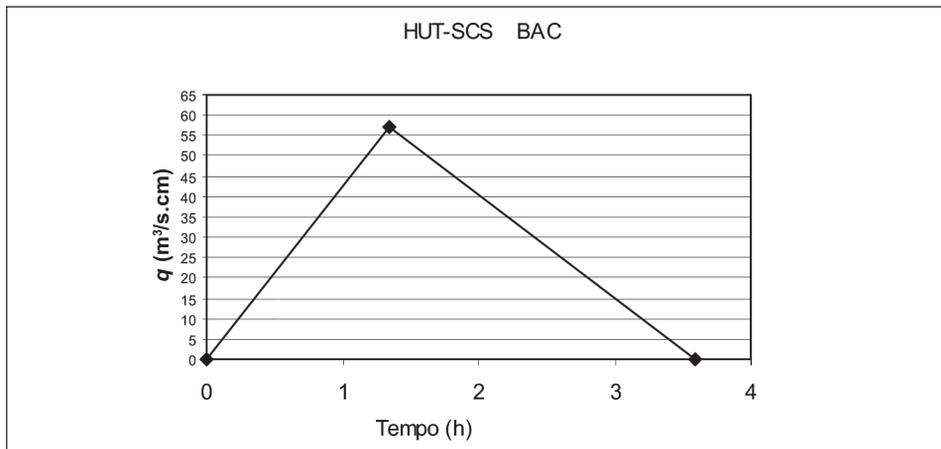


Figura1. Hidrograma unitário triangular – Bacia Água da Cachoeira.

## VAZÃO MÁXIMA ( $Q_{MAX}$ ) E VOLUME ESCOADO ( $VOL_{ESC}$ )

### 1. Intensidade média da chuva, $I_m$ (mm/h)

**1.1. Intensidade máxima da chuva,  $i$ , (mm/h).** A equação utilizada para a obtenção da intensidade máxima foi a equação de Presidente Prudente, obtida por Sudo *et al.* (1981), apresentada em Genovez (1993), corrigida pelas isoietas correspondentes, ou seja, as dos locais de base (Presidente Prudente) e de estudo (Paraguaçu Paulista) respectivamente. É apresentada a seguir:

$$i = \frac{60 \times 13,9059 \times tr^{0,168}}{(t+15)^{0,7247}} \dots\dots\dots(6)$$

Considerando-se a duração da chuva,  $t = tc$ , o valor obtido para  $i$  foi de 36,8 mm/h. A correção do valor de  $i$  é feita multiplicando-se esse valor pelo fator  $Yis$ :

$$Yis = \frac{\text{Precipitação de Paraguaçu Paulista (estudo)}}{\text{Precipitação de Presidente Prudente (base)}} \dots\dots\dots(7)$$

O mapa das isoietas para o Estado de São Paulo (Genovez & Oliveira, 2000), para um período de retorno de 10 anos, fornece os seguintes valores das precipitações: 160 mm para Paraguaçu Paulista, e 140 mm para Presidente Prudente. O valor de  $Yis$  encontrado foi de 1,142. Assim sendo, a intensidade máxima para Paraguaçu Paulista foi de 42,0 mm/h.

A intensidade máxima da chuva,  $i$ , deve também ser corrigida pelo fator  $Ki$ , que é o coeficiente de distribuição espacial, obtido em função da área da bacia e

tempo de concentração. O valor encontrado para a bacia, com o auxílio de um gráfico de autoria do Weather Bureau, apresentado em Genovez (1993), foi de 96%.

A intensidade média,  $I_m$ , que é obtida multiplicando-se  $K_i$  por  $i$ , para a bacia Água da Cachoeira foi de 40,368 mm/h.

## 2. Altura de precipitação total (Pt)

A precipitação total é encontrada pela relação:

$$Pt = I_m \times t_c \dots\dots\dots(8)$$

E o valor obtido para a bacia Água da Cachoeira é de 81,03 mm.

## 3. Precipitação efetiva (Pe)

Para a obtenção da precipitação efetiva que gera a vazão máxima e o volume escoado, foram definidos o tipo de solo e os números de curva, baseando-se em Genovez (1993).

Os solos são do tipo B de condições hidrológicas, com moderada resistência à erosão, permeabilidade de rápida à moderada e textura arenosa à média, segundo Lombardi *et al.* (1989) *apud* Genovez (1993), que adequaram a metodologia do SCS-EUA para as condições brasileiras.

### 3.1. Números de curva, CN

O número de curva varia de 0 a 100, e quanto maior o seu valor maior é a impermeabilidade do solo e menor é a proteção da vegetação. Para a condição de solo arado, CN encontrado foi de 86 e para a cobertura florestal foi de 52. Para as condições de uso atual, com agropecuária principalmente, o valor de CN foi obtido por ponderação, em função das áreas ocupadas pela cultura correspondente, obtidas em Mattos *et al.* (1997). O Quadro 1 mostra os dados calculados para obtenção de CN.

Quadro1. Dados para a obtenção de CN- uso atual.

Culturas	CN	% A total	CN ponderado (CNx(%At)x100)
Perenes	75	3,2	2,4
cana-de-açúcar	75	33,7	25,2
Pastagem	61	45,7	27,8
Floresta	52	8,9	4,6
reflorestamento	55	4	2,2
culturas anuais	73	3,9	2,8
			$\Sigma = 65$

Os valores da vazão máxima, precipitação efetiva total e volume escoado para as três condições de uso de solo foram obtidos com o auxílio de um programa de computador em linguagem Pascal, apresentado no Anexo 1 e as saídas nos Anexos 2 a 4. Os dados estão no Quadro 2.

### COEFICIENTE DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL (C)

O coeficiente C, indicativo da resposta da bacia, em Villela & Mattos (1975), foi obtido para as três condições de uso do solo, mediante a seguinte relação:

$$C(\%) = \frac{\text{volume escoado}(m^3)}{\text{volume precipitado}(m^3)} \times 100 \dots\dots\dots(9)$$

O volume precipitado é fornecido pela relação:

$$Vol_{precipitado}(m^3) = Pt(mm) \times A (km^2) \times 1000 \dots\dots\dots(10)$$

O valor encontrado para a bacia foi de 2.998.110 m<sup>3</sup>

O volume escoado, obtido pelo programa, é fornecido pela relação:

$$Volesc(m^3) = Pe(mm) \times A(km^2) \times 1000 \dots\dots\dots(11)$$

Os valores estão no Quadro 2.

Quadro 2. Dados de escoamento superficial da bacia Água da Cachoeira.

Cobertura	Pe total (mm)	Qmáx (m <sup>3</sup> /s)	Volume escoado (m <sup>3</sup> )	C (%)
agropecuária	14,98	73,17	554.206	18
floresta	4,27	21,98	157.813	5
solo arado	46,13	207,38	1.706.642	57

## PARÂMETROS MORFOLÓGICOS ASSOCIADOS À EROÇÃO HÍDRICA

### 1. Densidade de drenagem (Dd)

A densidade de drenagem,  $Dd$ , em  $\text{km}^{-1}$ , varia inversamente com a extensão do escoamento superficial, e fornece assim uma indicação da eficiência de drenagem da bacia, em Villela & Mattos (1975). É obtida segundo a relação:

$$Dd = \frac{Lt}{A} \dots\dots\dots(12)$$

Sendo:  $Lt$  = comprimento total dos canais (km) e,

$A$  = área da bacia ( $\text{km}^2$ )

Considera-se que  $Dd$  igual a  $0,5 \text{ km}^{-1}$  indica uma drenagem pouco eficiente e  $Dd$  maior ou igual a  $3,5 \text{ km}^{-1}$ , excepcionalmente drenadas. A bacia em estudo apresentou o valor de  $0,842 \text{ km}^{-1}$ , considerando  $Lt$  igual  $31,15 \text{ km}$  e  $A$  igual a  $37 \text{ km}^2$ , mostrando uma eficiência de drenagem baixa.

### 2. Extensão média do escoamento superficial (l)

Consiste na distância média, em m, na qual a água da chuva escoaria sobre os terrenos da bacia, caso ocorresse em linha reta, em um espaço compreendido entre o ponto em que se iniciou a precipitação até o ponto mais próximo do leito, em um curso de água qualquer da bacia, em Villela & Mattos (1975). É obtida pela relação:

$$l = \frac{A}{4 \times Lt} \dots\dots\dots(13)$$

Para a bacia Água da Cachoeira o valor da extensão média do escoamento encontrado foi de  $297\text{m}$ , podendo ser considerado alto, pois é inversamente proporcional à densidade de drenagem.

## DISCUSSÃO DOS DADOS APRESENTADOS

Os dados apresentados no Quadro 2 permitem uma análise embasada nas três situações de coberturas simuladas, para uma determinada intensidade média de chuva, sobre a bacia do riacho Água da Cachoeira. Enquanto a cobertura original permitia um escoamento superficial de  $4,27\text{mm}$ , com a cobertura atual o escoamento gerado é de  $14,9 \text{ mm}$ , ou seja,  $3,5$  vezes maior. A maior exposição possível do solo geraria um escoamento de  $46,3 \text{ mm}$ , ou seja,  $10,8$  vezes maior que a cobertura original e  $3$  vezes maior que o escoamento obtido pela cobertura atual.

A resposta da bacia ao evento chuvoso, dada pelo coeficiente de escoamento superficial,  $C$ , em termos percentuais, também se eleva de 5 para 18, quando é alterado o uso do solo de floresta para agropecuária, aumentando, assim, a produção de água. Quando se avalia o uso de solo arado, mais da metade da precipitação (57%) é transformada em deflúvio superficial.

Os parâmetros morfológicos associados à erosão hídrica mostraram que a bacia tem uma extensão média do escoamento superficial alta, e conseqüentemente baixa eficiência de drenagem. Observa-se aqui que os sedimentos carreados pelo escoamento superficial têm uma trajetória média longa até alcançar uma via de drenagem. Este fato, aliado a um bom manejo das vertentes da bacia, impede eficientemente o assoreamento, o que não ocorreu com a bacia antes do tratamento de recuperação.

Na área em estudo o manejo foi inadequado às suas necessidades desde os anos sessenta até o início da década de 1990, aumentado excessivamente a taxa de escoamento superficial, e conseqüentemente provocando a erosão dos solos e o assoreamento das calhas, alterando drasticamente o equilíbrio original.

O tratamento da bacia consistiu em conservação das vias de acesso e do solo e na proteção da área ciliar, seja pelo reflorestamento com espécies nativas, ou pela regeneração natural. A recuperação, que se verifica na bacia é devida principalmente à conservação do solo e das estradas e, também, ao isolamento da área ciliar. São esperados ainda melhores resultados quando a mata, reflorestada ou regenerada, estiver suficientemente desenvolvida.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Genovez, A.M. 1993. **Métodos de Estimação de Vazões de Enchentes Para Pequenas Bacias**. Apostila P-Gr-016-100. Faculdade de Engenharia Civil. Universidade Estadual de Campinas. 96p.
- Genovez, A.M. & Oliveira, L.F.C. 2000. **Mapas de Isoietas do Estado de São Paulo para Vários Períodos de Retorno**. Faculdade de Engenharia Civil – UNICAMP.
- Mattos, I.F.A.; Domingues, E.N.; Rossi, M. & Rodrigues, S.P. 1997. Microbacia do Ribeirão Água da Cachoeira, em Paraguaçu Paulista, SP: O Uso da Terra e sua Influência na Dinâmica da Área. **In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS**, 12. ABRH. Vitória – ES. (Em CD-Rom)
- Villela, S. M. & Mattos, A. 1975. **Hidrologia Aplicada**. Mc Grow – Hill do Brasil. São Paulo-SP. 245p.

## Anexo 1. Programa em Linguagem Pascal-HUSCS

```

PROGRAM HUSCS; BAC-Paraguaçu Paulista/SP {Eng.Dra. Maria Eugenia Martins}
USES CRT;
  VAR A,CN,TC,D,TP,TB,QUP,E,F,G,H,J2,I2,PT,P,RE,K2,vm,VOL,
      PET :REAL;
      W1,W2,X,PAC,PE,K,O,O1,PE2,PE3,QMI,A1,A2,B1,B2,Y1,Y2,Y3,Y4,Y5,Y6,Y7,
      G1,G2,G3,G4,G5,G6,G7,ST,K3,Y8,Y9,Y10,G8,
      G9,G10 :ARRAY [1..50] OF REAL;
      I,J :INTEGER;
      VEG :STRING [50];
      EX :TEXT;
BEGIN
  CLRSCR;
  ASSIGN (EX,'C:\BIN\BIN\RESHUSCP.PAS');
  REWRITE (EX);

  { ----- }
  {           PARÂMETROS CARACTERÍSTICOS DA BACIA           }
  { ----- }

  GOTOXY (10,03); WRITE ('VALOR DE TC (h)..= ');
  READLN (TC);
  GOTOXY (10,05); WRITE ('VALOR DE I2 (mm/h)..= ');
  READLN (I2);
  GOTOXY (10,07); WRITE ('VALOR DE A (km2)..= ');
  READLN (A);
  GOTOXY (10,09); WRITE ('VALOR DE CN (adim)= ');
  READLN (CN);
  GOTOXY (10,13); WRITE ('VEGETAÇÃO....= ');
  READLN (VEG);
  CLRSCR;

  { ----- }
  {           DURAÇÃO DO INTERVALO DE CHUVA           }
  { ----- }

  D:=(TC/7);

  { ----- }
  {           TEMPO DE PICO DO HIDROGRAMA UNITÁRIO TRIANGULAR           }
  { ----- }

  TP:=((D/2)+0.6*TC)

  { ----- }
  {           TEMPO BASE DO HIDROGRAMA UNITÁRIO           }
  { ----- }

  TB:=(2.67*TP);

  { ----- }
  {           VAZÃO MÁXIMA UNITÁRIA           }
  { ----- }

  QUP:=((2.08*A*1)/TP);

  { ----- }
  {           K2 = TEMPO "TOTAL" BASE DO HUT PARA OBTENÇÃO DAS ABCISSAS X[J]           }
  { ----- }

  K2:=((D*6)+TB);

```

```

{ ----- }
{           W1 E W2 PARA OBTENÇÃO DOS COEFICIENTES LINEARES DAS RETAS           }
{ ----- }

W1 [1]:=0;           W2 [1]:=TB;           X [1]:=0.0;
W1 [2]:=D;           W2 [2]:=D+TB;         X [2]:=K2*0.05;
W1 [3]:=2*D;         W2 [3]:=2*D+TB;         X [3]:=K2*0.1;
W1 [4]:=3*D;         W2 [4]:=3*D+TB;         X [4]:=K2*0.15;
W1 [5]:=4*D;         W2 [5]:=4*D+TB;         X [5]:=K2*0.2;
W1 [6]:=5*D;         W2 [6]:=5*D+TB;         X [6]:=K2*0.25;
W1 [7]:=6*D;         W2 [7]:=6*D+TB;         X [7]:=K2*0.3;

X [8]:=K2*0.35;     X [15]:=K2*0.7;
X [9]:=K2*0.4;     X [16]:=K2*0.75;
X [10]:=K2*0.45;   X [17]:=K2*0.8;
X [11]:=K2*0.5;    X [18]:=K2*0.85;
X [12]:=K2*0.55;   X [19]:=K2*0.9;
X [13]:=K2*0.6;    X [20]:=K2*0.95;
X [14]:=K2*0.65;   X [21]:=K2;

K3 [1]:=1; K3 [2]:=2; K3 [3]:=3; K3 [4]:=4; K3 [5]:=5;
K3 [6]:=6; K3 [7]:=7;

{ ----- }
{           PRECIPITAÇÃO TOTAL           }
{ ----- }

PT:=(I2*TC);
P:=(PT/7);

{ ----- }
{           RESTRIÇÃO PARA ESCOAMENTO SUPERFICIAL           }
{ ----- }

RE:=( (5080/CN) - 50.8 );

{ ----- }
{           PRECIPITAÇÃO ACUMULADA           }
{ ----- }

FOR I:=1 TO 7 DO
  BEGIN
    PAC [I]:=K3 [I]*P;
  END;
FOR I:=1 TO 7 DO
  BEGIN

{ ----- }
{           PRECIPITAÇÃO EFETIVA           }
{ ----- }

IF (PAC [I] > RE) THEN
  BEGIN
    K [I]:= (PAC [I]-RE);
    O [I]:= (EXP (LN (K [I]) *2));
    O1 [I]:= (PAC [I]+ ((20320/CN)-203.2));
    PE [I]:= ((O [I]) / (O1 [I]));
  END;
IF (PAC [I] <=RE) THEN
  PE [I]:=0;
  PE2 [I]:= (PE [I]-PE [I-1]);
  PE3 [I]:= (PE2 [I]/10);

```

```

{ ----- }
{                                     }
{          VAZÃO MÁXIMA NO INTERVALO          }
{ ----- }

      QMI[I]:= (PE3[I]*QUP);
      END;
      FOR I:=1 TO 7 DO
      BEGIN
{ ----- }
{          COEFICIENTES ANGULARES E LINEARES DAS RETAS          }
{ ----- }

      A1[I]:= (QMI[I]/TP);
      A2[I]:= (-QMI[I]/(TB-TP));
      B1[I]:= (-A1[I]*W1[I]);
      B2[I]:= (-A2[I]*W2[I]);
      END;
      FOR I:=1 TO 7 DO
      BEGIN
      FOR J:=1 TO 21 DO
      BEGIN
{ ----- }
{          INTERVALOS DE VALIDADE DAS EQUAÇÕES CRESCENTES          }
{ ----- }

      IF (X[J]>=0) AND (X[J]<TP) THEN
        Y1[J]:=A1[1]*X[J]+B1[1] ELSE
        Y1[J]:=0;
      IF (X[J]>D) AND (X[J]<(D+TP)) THEN
        Y2[J]:=A1[2]*X[J]+B1[2] ELSE
        Y2[J]:=0;
      IF (X[J]>=2*D) AND (X[J]<((2*D)+TP)) THEN
        Y3[J]:=A1[3]*X[J]+B1[3] ELSE
        Y3[J]:=0;
      IF (X[J]>=3*D) AND (X[J]<((3*D)+TP)) THEN
        Y4[J]:=A1[4]*X[J]+B1[4] ELSE
        Y4[J]:=0;
      IF (X[J]>=4*D) AND (X[J]<((4*D)+TP)) THEN
        Y5[J]:=A1[5]*X[J]+B1[5] ELSE
        Y5[J]:=0;
      IF (X[J]>=5*D) AND (X[J]<((5*D)+TP)) THEN
        Y6[J]:=A1[6]*X[J]+B1[6] ELSE
        Y6[J]:=0;
      IF (X[J]>=6*D) AND (X[J]<((6*D)+TP)) THEN
        Y7[J]:=A1[7]*X[J]+B1[7] ELSE
        Y7[J]:=0;
      END;
      END;
      FOR I:=1 TO 7 DO
      BEGIN
      FOR J:=1 TO 21 DO
      BEGIN

```

```

{ ----- }
{          INTERVALOS DE VALIDADE PARA AS EQUAÇÕES DECRESCENTES          }
{ ----- }

      IF (X[J]>=TP) AND (X[J]<TB) THEN
          G1[J]:=A2[1]*X[J]+B2[1] ELSE
          G1[J]:=0;
      IF (X[J]>=(D+TP)) AND (X[J]<(D+TB)) THEN
          G2[J]:=A2[2]*X[J]+B2[2] ELSE
          G2[J]:=0;
      IF (X[J]>=(2*D+TP)) AND (X[J]<(2*D+TB)) THEN
          G3[J]:=A2[3]*X[J]+B2[3] ELSE
          G3[J]:=0;
      IF (X[J]>=(3*D+TP)) AND (X[J]<(3*D+TB)) THEN
          G4[J]:=A2[4]*X[J]+B2[4] ELSE
          G4[J]:=0;
      IF (X[J]>=(4*D+TP)) AND (X[J]<(4*D+TB)) THEN
          G5[J]:=A2[5]*X[J]+B2[5] ELSE
          G5[J]:=0;
      IF (X[J]>=(5*D+TP)) AND (X[J]<(5*D+TB)) THEN
          G6[J]:=A2[6]*X[J]+B2[6] ELSE
          G6[J]:=0;
      IF (X[J]>=(6*D+TP)) AND (X[J]<(6*D+TB)) THEN
          G7[J]:=A2[7]*X[J]+B2[7] ELSE
          G7[J]:=0;
      END;
      END;
      FOR J:=1 TO 21 DO
          BEGIN
{ ----- }
{          SOMA GRÁFICA OU SOMA DAS COORDENADAS          }
{ ----- }

          ST[J]:=(Y1[J]+Y2[J]+Y3[J]+Y4[J]+Y5[J]+Y6[J]+Y7[J]+
              G1[J]+G2[J]+G3[J]+G4[J]+G5[J]+G6[J]+G7[J]);
          END;
          VM:=ST[1];
          FOR J:=2 TO 21 DO
{ ----- }
{          OBTENÇÃO DO MAIOR VALOR DAS SOMAS, QMAX          }
{ ----- }

              IF ST[J]>VM THEN
                  VM:=ST[J];

                  PET:=(PE2[1]+PE2[2]+PE2[3]+PE2[4]+PE2[5]+PE2[6]+PE2[7]);
                  VOL:=(PET*A*1000);
                  WRITELN(EX,' VAZÃO MÁXIMA MÉTODO HTU-SCS  ');
                  WRITELN(EX,'=====');
                  WRITELN(EX, 'TEMPO DE CONCENTRAÇÃO (h).....= ',TC:4:2);
                  WRITELN(EX, 'INTENSIDADE MEDIA (mm/h).....= ',I2:4:2);
                  WRITELN(EX, 'PRECIPITAÇÃO TOTAL (mm).....= ',PT:4:2);
                  WRITELN(EX, 'DURAÇÃO UNITÁRIA (h).....= ',D:4:2);
                  WRITELN(EX, 'TEMPO DE PICO (h).....= ',TP:4:2);
                  WRITELN(EX, 'TEMPO DE BASE (h).....= ',TB:4:2);
                  WRITELN(EX, 'VAZÃO MÁXIMA UNITÁRIA (m3/s.cm).....= ',QUP:6:2);

```

```

WRITELN(EX, 'VALOR DE CN (adim).....= ',CN:3:1);
WRITELN(EX, 'COBERTURA DO SOLO.....= ',VEG);
WRITELN(EX, 'RESTRIÇÃO AO ESC.SUPERFICIAL (mm)....= ',RE:6:2);
WRITELN(EX, 'VAZÃO MÁXIMA (m3/s).....= ',VM:5:2);
WRITELN(EX, 'PRECIPITAÇÃO EFETIVA TOTAL (mm).....= ',PET:4:2);
WRITELN(EX, 'VOLUME ESC.SUPERFICIAL (m3).....= ',VOL:8:2);
WRITELN(EX, '-----');
WRITELN(EX, 'INTERVALO          PE[I] (mm)          QMAX[I]  ');
FOR I:=1 TO 7 DO
WRITELN(EX, '          ',I:2,'          ',PE2[I]:5:2,'          ',QMI[I]:5:2);
WRITELN(EX, '-----');
WRITELN(EX, '                          SOMA DAS COORDENADAS          ');
WRITELN(EX, '-----');
WRITELN(EX, ' X  Y1  Y2  Y3  Y4  Y5  Y6  Y7  G1  G2  G3  G4  G5  G6  G7
ST ');
WRITELN(EX, '-----');
FOR J:=1 TO 21 DO
WRITELN(EX, ' ',X[J]:4:2,' ',Y1[J]:4:1,' ',Y2[J]:4:1,' ',Y3[J]:4:1,
' ',Y4[J]:4:1,' ',Y5[J]:4:1,' ',Y6[J]:4:1,' ',Y7[J]:4:1,
' ',G1[J]:4:1,' ',G2[J]:4:1,' ',G3[J]:4:1,' ',G4[J]:4:1,
' ',G5[J]:4:1,' ',G6[J]:4:1,' ',G7[J]:4:1,' ',ST[J]:5:1);
WRITELN(EX, '-----');
WRITELN(EX, 'VAZÃO MÁXIMA (m3/s) = ',VM:6:3);
CLRSCR;
CLOSE(EX);
REPEAT UNTIL KEYPRESSED;
END.

```

## Anexo 2. Saída do Programa HTUSCS – Uso Agropecuária

VAZÃO MÁXIMA MÉTODO HTU-SCS BAC - Paraguaçu Paulista

```

=====
TEMPO DE CONCENTRAÇÃO (h).....= 2.00
INTENSIDADE MÉDIA (mm/h).....= 40.36
PRECIPITAÇÃO TOTAL (mm).....= 80.72
DURAÇÃO UNITÁRIA (h).....= 0.29
TEMPO DE PICO (h).....= 1.34
TEMPO DE BASE (h).....= 3.59
VAZÃO MÁXIMA UNITÁRIA (m3/s.cm).....= 57.31
VALOR DE CN (adim).....= 65.0
COBERTURA DO SOLO.....= Agropecuária
RESTRIÇÃO AO ESC.SUPERFICIAL (mm)....= 27.35
VAZÃO MÁXIMA (m3/s).....= 73.17
PRECIPITAÇÃO EFETIVA TOTAL (mm).....= 14.98
VOLUME ESC.SUPERFICIAL (m3).....= 554205.18
    
```

INTERVALO	PE [I] (mm)	QMAX [I]
1	0.00	0.00
2	0.00	0.00
3	0.36	2.09
4	1.90	10.90
5	3.23	18.52
6	4.30	24.66
7	5.18	29.68

-----  
 SOMA DAS COORDENADAS  
 -----

X	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	ST
0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.26	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.53	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.79	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3
1.06	0.0	0.0	0.8	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.4
1.32	0.0	0.0	1.2	3.8	2.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.5
1.59	0.0	0.0	1.6	5.9	6.2	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16.7
1.85	0.0	0.0	2.0	8.1	9.8	7.8	3.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	30.8
2.12	0.0	0.0	0.0	10.2	13.5	12.7	9.0	0.0	0.0	1.9	0.0	0.0	0.0	0.0	47.3
2.38	0.0	0.0	0.0	0.0	17.1	17.6	14.8	0.0	0.0	1.6	10.0	0.0	0.0	0.0	61.2
2.65	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	22.4	20.7	0.0	0.0	1.4	8.7	17.2	0.0	0.0	70.4
2.91	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	26.5	0.0	0.0	1.2	7.4	15.0	23.1	0.0	73.2
3.18	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	6.1	12.8	20.2	28.1	68.1
3.44	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	4.8	10.6	17.3	24.6	57.9
3.71	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	3.6	8.4	14.3	21.0	47.8
3.97	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	2.3	6.2	11.4	17.5	37.6
4.24	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	4.0	8.5	14.0	27.6
4.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8	5.6	10.5	18.0
4.77	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.7	7.0	9.7
5.03	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5	3.5
5.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

-----  
 VAZÃO MÁXIMA (m3/s) = 73.173  
 -----

### Anexo 3. Saída do Programa HTUSCS – Uso Floresta

VAZÃO MÁXIMA MÉTODO HTU-SCS - BAC -Paraguaçu Paulista

```

=====
TEMPO DE CONCENTRAÇÃO (h).....= 2.00
INTENSIDADE MÉDIA (mm/h).....= 40.36
PRECIPITAÇÃO TOTAL (mm).....= 80.72
DURAÇÃO UNITÁRIA (h).....= 0.29
TEMPO DE PICO (h).....= 1.34
TEMPO DE BASE (h).....= 3.59
VAZÃO MÁXIMA UNITÁRIA (m3/s.cm).....= 57.31
VALOR DE CN (adim).....= 52.0
COBERTURA DO SOLO.....= Floresta
RESTRICÇÃO AO ESC.SUPERFICIAL (mm)....= 46.89
VAZÃO MÁXIMA (m3/s).....= 21.98
PRECIPITAÇÃO EFETIVA TOTAL (mm).....= 4.27
VOLUME ESC.SUPERFICIAL (m3).....= 157813.16
    
```

INTERVALO	PE [I] (mm)	QMAX [I]
1	0.00	0.00
2	0.00	0.00
3	0.00	0.00
4	0.00	0.00
5	0.47	2.71
6	1.46	8.39
7	2.33	13.35

-----  
SOMA DAS COORDENADAS

X	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	ST
0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.26	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.53	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.79	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1.06	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1.32	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4
1.59	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.9
1.85	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	2.7	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.5
2.12	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	4.3	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.3
2.38	0.0	0.0	0.0	0.0	2.5	6.0	6.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.1
2.65	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.6	9.3	0.0	0.0	0.0	0.0	2.5	0.0	0.0	19.4
2.91	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.9	0.0	0.0	0.0	2.2	7.9	0.0	22.0
3.18	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.9	6.9	12.6	21.3
3.44	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	5.9	11.0	18.5
3.71	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2	4.9	9.5	15.6
3.97	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	3.9	7.9	12.7
4.24	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	2.9	6.3	9.8
4.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	1.9	4.7	6.9
4.77	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	3.2	4.1
5.03	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6	1.6
5.30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

-----  
VAZÃO MÁXIMA (m3/s) = 21.975

**Anexo 4. Saída do Programa HTUSCS – Uso Solo arado**

VAZÃO MÁXIMA MÉTODO HTU-SCS BAC - Paraguaçu Paulista

```

=====
TEMPO DE CONCENTRAÇÃO (h).....= 2.00
INTENSIDADE MÉDIA (mm/h).....= 40.36
PRECIPITAÇÃO TOTAL (mm).....= 80.72
DURAÇÃO UNITÁRIA (h).....= 0.29
TEMPO DE PICO (h).....= 1.34
TEMPO DE BASE (h).....= 3.59
VAZÃO MÁXIMA UNITÁRIA (m3/s.cm).....= 57.31
VALOR DE CN (adim).....= 86.0
COBERTURA DO SOLO.....= Solo Arado
RESTRIÇÃO AO ESC.SUPERFICIAL (mm)....= 8.27
VAZÃO MÁXIMA (m3/s).....= 207.38
PRECIPITAÇÃO EFETIVA TOTAL (mm).....= 46.13
VOLUME ESC.SUPERFICIAL (m3).....= 1706642.59
=====
    
```

```

-----
INTERVALO      PE [I] (mm)      QMAX [I]
1              0.24             1.37
2              3.66             20.97
3              6.34             36.35
4              7.85             45.01
5              8.79             50.37
6              9.41             53.91
7              9.84             56.38
-----
    
```

SOMA DAS COORDENADAS

```

-----
X      Y1 Y2  Y3  Y4  Y5  Y6  Y7  G1 G2  G3  G4  G5  G6  G7  ST
-----
0.00  0.0 0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0 0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0
0.26  0.3 0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0 0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.3
0.53  0.5 3.8  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0 0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  4.4
0.79  0.8 8.0  6.1  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0 0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  14.8
1.06  1.112.113.2 6.8  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0 0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  33.2
1.32  1.316.220.415.7 6.8  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0 0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  60.5
1.59  0.020.427.624.616.8 6.5  0.0  1.2 0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  97.0
1.85  0.0 0.034.733.426.717.1 5.9  1.118.9 0.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0137.8
2.12  0.0 0.0  0.0  0.042.336.627.817.0 0.916.433.0 0.0  0.0  0.0  0.0174.0
2.38  0.0 0.0  0.0  0.0 0.046.638.428.2 0.713.928.741.3 0.0  0.0  0.0  0.0197.8
2.65  0.0 0.0  0.0  0.0 0.0 0.049.039.3 0.611.424.436.046.7 0.0  0.0  0.0207.4
2.91  0.0 0.0  0.0  0.0 0.0 0.050.4 0.4 8.920.130.740.750.5 0.0201.7
3.18  0.0 0.0  0.0  0.0 0.0 0.0 0.0 0.2 6.515.825.334.844.153.3180.1
3.44  0.0 0.0  0.0  0.0 0.0 0.0 0.0 0.1 4.011.520.028.837.746.6148.8
3.71  0.0 0.0  0.0  0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 1.5 7.214.722.931.440.0117.7
3.97  0.0 0.0  0.0  0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 3.0 9.416.925.033.3 87.6
4.24  0.0 0.0  0.0  0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 4.111.018.626.6 60.3
4.50  0.0 0.0  0.0  0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 5.012.220.0 37.2
4.77  0.0 0.0  0.0  0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 5.913.3 19.2
5.03  0.0 0.0  0.0  0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 6.7 6.7
5.30  0.0 0.0  0.0  0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0
-----
    
```

VAZÃO MÁXIMA (m3/s) = 207.383