

AVALIAÇÃO DOS RECURSOS D'ÁGUA EM PEQUENAS BACIAS DE DRENAGEM. III – PROGRAMA EM LINGUAGEM "FORTRAN" PARA O CÁLCULO DE ALGUNS ELEMENTOS BÁSICOS E PARÂMETROS ESTUDADOS EM DRENAGEM SUPERFICIAL (1)

H. A. S. MOURA (2)
V. F. FEIJÓ (3)
F. A. M. LIMA (4)
F. G. SOUZA (4)

A drenagem é citada por AMARAL & AUDI (1972) como o segundo critério de fotointerpretação mais importante para o auxílio à percepção de diferenças entre tipos de solos. O comportamento hidrológico de uma bacia hidrográfica é função de suas características geomorfológicas (forma, topografia, área, geologia, solos e etc.). A fim de entender as interações entre a forma da bacia e os processos hidrológicos, torna-se necessário expressar as características da bacia em termos quantitativos (LIMA, 1976). A classificação descritiva dos padrões de drenagem das bacias feita por diferentes autores envolve diferentes interpretações. Desta forma, há necessidade de se comparar os padrões de drenagem de distintas regiões, ou mesmo relacionar tais padrões, com processos hidrológicos das bacias, exigindo a elaboração de métodos de expressar os padrões de drenagem em termos quantitativos. Assim foram criados por diversos autores, diferentes

métodos para o uso de alguns parâmetros estudados no padrão de drenagem. A análise da rede de drenagem pode ser feita em termos qualitativos e pode levar, conforme CHRISTOFOLETTI, 1974, à compreensão e à elucidação de numerosas questões. No presente trabalho estuda-se sob o aspecto quantitativo estatístico, a média aritmética, a variância, o valor máximo, o valor mínimo de treze elementos básicos de drenagem superficial. A partir desses elementos básicos, estudou-se dez dos parâmetros de drenagens. Quando o estudo conjunto de muitas variáveis são empregados, torna-se muito trabalhoso e praticamente inviável a análise estatística, sem o emprego da técnica de computação. Os autores propõem um programa em linguagem "FORTRAN" para o uso em computador IBM 1130 de diversos elementos básicos e de diversos parâmetros de drenagem superficial.

MATERIAL E MÉTODOS

Como elementos básicos estudou-se os seguintes: A área (km²), o perímetro (km), o comprimento do eixo da bacia (km), o comprimento do canal principal (km), o número de rios, o número de rios de primeira ordem, o número de rios de segunda ordem, o número de rios de terceira ordem, o número de rios de

- (1) Trabalho realizado com a colaboração do Núcleo de Processamento de Dados (NPD) da Universidade Federal do Ceará (UFC).
- (2) Aluno do Curso de Engenharia Elétrica e Bolsista do NPD.
- (3) Professor do Departamento de Estatística e Matemática Aplicada do Centro de Ciências da UFC.
- (4) Professores do Departamento de Engenharia Agrícola e Edafologia do Centro de Ciências Agrárias da UFC.

segunda ordem, o número de rios de terceira ordem, o comprimento de rios de primeira ordem, o comprimento de rios de segunda ordem, o comprimento de rios de terceira ordem, o somatório de comprimento de rios, o tipo de solo. Tais elementos básicos serviram para determinação dos seguintes parâmetros de drenagem superficial: Declividade média (BETHLAHMY, 1973), Densidade Hidrográfica (HORTON, 1945), Densidade de Drenagem (HORTON, 1945), Coeficiente de Manutenção (SCHUMM, 1956), Extensão do Percurso Superficial (CHRISTOFOLETTI, 1974), Fator de Forma (HORTON, 1932), Índice de Circularidade (MILLER, 1945), Relação de Elongação (CHRISTOFOLETTI, 1969), Razão de Bifurcação Média (HORTON, 1932) e Coeficiente de Compacidade (BARRETO et alii, 1962).

RESULTADOS, DISCUSSÕES E CONCLUSÕES

O programa elaborado consta no Quadro 1.

Este programa foi composto para o estudo conjunto de vinte e cinco bacias hidrográficas, mas pode em número total de bacias ser alterado dependendo da conveniência.

SUMMARY

This paper deals with the writing of a FORTRAN program for use in IBM 1130 computer in order to determine

the surface drainage patterns of watersheds, based on determination of some basic elements from basic charts. The drainage basins were jointly studied under aspects of standard variation and range.

LITERATURA CITADA

1. AMARAL, A.Z. & R. AUDI. 1976. FOTOPEDOLOGIA. In Elementos de Pedologia (Coord. por A. C. Moniz). São Paulo. Editora da USP. Editora Polígono, p. 429-442.
2. BARRETO, G.C.; FORSTER e J. BERTONI. 1962. Estudo da Bacia Hidrográfica "Monjolinho", *Bragantia*, 2: 765-776.
3. BETHLAHMY, N. 1973. Estimating the lands slope of mountain watersheds. *Jour of Soil and Water Conservation*, Sept-Oct., p. 229-230.
4. CHRISTOFOLETTI, A. 1969. Análise morfométrica das bacias hidrográficas. *Notícias Geomorfológica*. Campinas, 9 (18): 35-64.
5. CHRISTOFOLETTI, A. 1974. GEOMORFOLOGIA. São Paulo. Edgard Blucher. Ed. da USP. Ilustr. 148 págs.
6. HORTON, R.E. 1932. Drainage Basin Characteristics, *Trans. Amer. Geophys. Union*, 13: 350-361.
7. HORTON, R.E. 1945. Erosional development of streams and their drainage basin: hydrophysical approach to quantitative morphology. *Geol. Soc. America Bulletin*, 56 (3): 275-370.
8. LIMA, W.P. 1976. Princípios de Manejo de Bacias Hidrográficas. ESALQ. USP. Piracicaba. São Paulo. 143 págs.
9. MILLER, V.C. 1953. "A quantitative geomorphic study of drainage basins characteristics in the Clinch Mountain area". *Technical Report* (3). Dept. Geology Columbia University.
10. SCHUMM, S.A. 1956. Evolution of drainage systems and slopes badlands of Perth Amboy. *Geol. Soc. America Bulletin*, 67: 597-646.

AVALIAÇÃO DOS RECURSOS D'ÁGUA EM PEQUENAS BACIAS DE DRENAGEM

QUADRO 1

Programa em Linguagem FORTRAN Para o Cálculo dos Parâmetros a Serem Determinados em Vinte e Cinco Bacias Hidrográficas de Terceira Ordem Com Solos BRUNO NÃO CÁLCICOS

```
// JOB                                na Quadrícula de Independência-CE
// FOR
*IOCS(CARD, 1132 PRINTER)
*ONE WORD INTEGERS
*EXTENDED PRECISION
C *** UNIVERSIDADE                FEDERAL                DO                CEARÁ
C *** NÚCLEO DE PROCESSAMENTO DE DADOS
C *** PROGRAMADO POR HÉLIO A. SABÓIA MOURA EM 30/11/78.
C ***
      DIMENSION XMA (12), XMR (10), XMXA (12), XMXR (10), XMNA (12), XMNR
      (10), VARA C(12), VARR (10), DPA (12), DPR (10)
      DIMENSION A(75,13), R(75,20), IAUX(20)
      READ(2,5)NB
      5FORMAT (13)
C ***
C ***      I = NUMERO DA BACIA
C ***      A(I, 1) =A, ÁREA (KM **2)
C ***      A(I, 2) =P, PERÍMETRO (KM)
C ***      A(I, 3) =L1, COMPRIMENTO DO EIXO DA BACIA (KM)
C ***      A(I, 4) =L2, COMPRIMENTO DO CANAL PRINCIPAL (KM)
C ***      A(I, 5) =NW, NÚMERO DE RIOS
C ***      A(I, 6) = N1, NÚMERO DE RIOS (PRIMEIRA ORDEM)
C ***      A(I, 7) =N2, NÚMERO DE RIOS (SEGUNDA ORDEM)
C ***      A(I, 8) =N3, NÚMERO DE RIOS (TERCEIRA ORDEM)
C ***      A(I, 9) =L1, COMPRIMENTO DE RIOS (PRIMEIRA ORDEM)
C ***      A(I,10) =L2, COMPRIMENTO DE RIOS (SEGUNDA ORDEM)
C ***      A(I,11) =L3, COMPRIMENTO DE RIOS (TERCEIRA ORDEM)
C ***      A(I,12) =SL SOMATÓRIO DOS COMPRIMENTOS
C ***      A(I,13) =TS, TIPO DE SOLO
      READ (2,10) ((A(I,J), J=1,13), I =1, NB)
      10FORMAT (2X,12F5.2,A4)
C ***
C *** IMPRESSÃO DOS DADOS DE ENTRADA.
C ***
      NI =1
      6IF(NB - NI - 49) 800, 800, 810
      800NF =NB
      GO TO 820
      810NF =NI + 49
      820WRITE (3,11)
      11FORMAT ('1',120 ('-'),/1X,'BACIA * AREA * PERIM. * L1 * L2
      ** NW * N1 * N2 * N3 * C1 * C2 * C3 *
      * SL * SOLO',/1X,120 ('-'))
      DO 12 I =NI, NF
      12WRITE (3,13) I, (A(I,J), J=1,13)
      13FORMAT (3x,12,2X,' *', 12(1X,F6.2,1X,'*'),1X,A4)
      WRITE (3,15)
      15FORMAT (1X,120 ('-'))
      NI =I
      1F(I - NB) 6,333,333
      333WRITE (3,16)
      16FORMAT (////,15X,' * L1 =COMPRIMENTO DO EIXO DA BACIA(KM) *',
      //,15X,' * L2 =COMPRIMENTO DO CANAL PRINCIPAL (KM) *',//,15X,'*
```

```

* NW = NUMERO DE RIOS',23X,'*',//,15X,'* N1 = NUMERO DE RIOS (PRIME
* IRA ORDEM)',6X,'*',//,15X,'*N2 = NUMERO DE RIOS (SEGUNDA ORDEM)',
* 7X,'*',//,15X,'*N3 = NUMERO DE RIOS (TERCEIRA ORDEM)',6X,'*)
WRITE (3,17)
17FORMAT (//,15X,'*C1 = COMPRIMENTO DE RIOS (PRIMEIRA ORDEM) *',//,1
*5X,'*C2 = COMPRIMENTO DE RIOS (SEGUNDA ORDEM) *',//,15X,'*C3 =
* COMPRIMENTO DE RIOS (TERCEIRA ORDEM) *',//,15X,'( SL = SOMATORIO D
DOS COMPRIMENTOS', 11X,'*)
C ***
C *** CALCULO DA MATRIZ R
C ***
      DO 30 I = 1, NB
      DO 020 J = 1,20,2
      20R(I,J) = FLOAT (I)
C ***
C *** R(I,2) = S - 77*L2/P
C ***
      R(I,2) = 77* A(I,4)/A(I,2)
C ***
C *** R(I,4) = DH - DH = NW/A
C *** R(I,4) = A(I,5)/A(I,1)
C ***
C *** R(I,6) = DO - DD = SL/A
C ***
      R(I,6) = A(I,12)/A(I,1)
C ***
C *** R(I,8) = CM - CM = (1/DD) * 1000.
C ***
      R(I,8) = (1./R(I,6)) * 1000.
C ***
C *** R(I,10) = EPS - EPS = 1/(2*DD)
C ***
      R(I,10) = 1./2. *R(I,6)
C ***
C *** R(I,12) = FF - FF = A/L1 ** 2
C ***
      R(I,12) = A(I,1)/A(I,3) **2
C ***
C *** R(I,14) = K - K = P/(2*SQRT(3,1415*A))
C ***
      R(I,14) = A(I,2)/(2. *SQRT(3.141592654 *A(I,1)))
C *** R(I,16) = IC - IC = A/AC , AC = 3,1415 *R **2 , R = P/SQRT(2. * 3.1415)
C ***
      R(I,16) = 2. *A(I,1)/A(I,2) **2
C ***
C *** R(I,18) = RE - RE = 2*R/L1, R = SQRT(A)/1,7725
C ***
      R(I,18) = 1,1284 *SQRT(A(I,1))/A(I,3)
C *** R(I,20) = RBM , RBM = ((N1/N2) + N2)/2
C ***
      R(I,20) = ((A(I,6)/A(I,7)) + A(I,7))/2.

```

AVALIAÇÃO DOS RECURSOS DÁGUA EM PEQUENAS BACIAS DE DRENAGEM

```

**
30 CONTINUE
C ***
C *** CALCULO DAS MEDIAS, VARIANCIAS, DESVIOS PADROES, MAXIMOS E MINIMOS
DO 250 J = 1,12
XMA(J) = 0.
XMXA(J) = (1,J)
XMNA(J) = (1,J)
DO 260 I = 1,NB
XMA(J) = XMA(J) + A(1,J)
IF(A(I,J) - XMXA(J))200, 200, 190
190 XMXA(J) = A(I,J)
GO TO 260
200 IF(A(I,J) - XMNA(J)) 210, 260, 260
210 XMNA(J) = A(I,J)
260 CONTINUE
XMA(J) = XMA(J)/NB
250 CONTINUE
DO 270 J = 1,12
VARA(J) = 0.
DO 280 I = 1,NB
280 VARA(J) = VARA(J) + (A(I,J) - XMA(J)) **2.
VARA(J) = VARA(J)/NB
270 DPA(J) = SORT(VARA(J))
K = 0.
DO 350 J = 2,20,2
K = K + 1
XMR(K) = 0.
XMXR(K) = R(1,J)
XMNR(K) = R(1,J)
DO 360 I = 1,NB
XMR(K) = XMR(K) + R(I,J)
IF(R(I,J) - XMXR(K)) 300,300, 290
290 XMXR(K) = R(I,J)
GO TO 360
300 IF(R(I,J) - XMNR(K)) 310, 360, 360
310 XMNR(K) = R(I,J)
360 CONTINUE
XMR(K) = XMR(K)/NB
350 CONTINUE
K = 0
DO 370 J = 2,20,2
K = K + 1
VARR(K) = 0.
DO 380 I = 1,NB
380 VARR(K) = VARR(K) + (R(I,J) - XMR(K)) **2.
VARR(K) = VARR(K)/NB
370 DPR(K) = SORT(VARR(K))
WRITE (3,400)
400 FORMAT('1',10X,63('-',),/,11X,' COD *MEDIA *DESVIO *VARIAN
*CIA *MAXIMO *MINIMO *,11X,/,11X,63('-',)
DO 440 I = 1,22
IF(I - 12)410,410,430
410 WRITE(3,420) I,XMA(I),DPA(I),VARA(I),XMXA(I),XMNA(I)

```

```

420 FORMAT(12X,13,' **',2(1X,F8.2,1X,'*'),1X,F10.2,1X,'**',2(1X,F8.2,1X,
*,'*' ) )
GO TO 440
430 J = I - 12
WRITE(3,420) I,XMR(J), DPR(J), VARR(J), XMXR(J), XMNR(J)
440 CONTINUE
WRITE(3,450)
450 FORMAT(11X,61('-'))
WRITE(3,500)
500 FORMAT('0',10X,'COD - ESPECIFICAÇÃO',/,
S11X,' 1 - AREA (KM ** 2)',/,11X,' 3 - PERIMETRO (KM)',/,
S11X,' 3 - COMPRIMENTO DO EIXO',/,
S11X,' 4 - COMPRIMENTO DO CANAL PRINCIPAL (KM)',/,
S11X,' 5 - SOMATORIO DO NUMERO DE RIOS DE PRIMEIRA ORDEM',/,
S11X,' 6 - NUMERO DE RIOS DE PRIMEIRA ORDEM')
WRITE(3,510)
510 FORMAT(11X,' 7 - NUMERO DE RIOS DE SEGUNDA ORDEM',/,
S11X,' 8 - NUMERO DE RIOS DE TERCEIRA ORDEM',/,
S11X,' 9 - COMPRIMENTO DE RIOS DE PRIMEIRA ORDEM',/,
S11X,' 10 - COMPRIMENTO DE RIOS DE SEGUNDA ORDEM',/,
S11X,' 11 - COMPRIMENTO DE RIOS DE TERCEIRA ORDEM',/,
S11X,' 12 - SOMATORIO DE COMPRIMENTO DE RIOS')
WRITE(3,520)
520 FORMAT(11X,' 13 - DECLIVIDADE MEDIA',/,11X,' 14 - DENSIDADE HIDROG
SRAFICA', /, 11X,' 15 - DENSIDADE DE DRENAGEM', /, 11X,' 16 - COEFICIEN
STE DE MANUTENÇÃO', /,11X,' 17 - EXTENSÃO DO PERCURSO SUPERFICIAL', /
S11X,' 18 - FATOR DE FORMA',/11x,' 19 - INDICE DE FORMA',/,C20
S - INDICE DE CIRCULARIDADE',/.11X,' 21 - RELAÇÃO DE ELONGAÇÃO',/,1
S1X,' 22 - RAZAO DE BIFURCAÇÃO MEDIA')
C ***
D *** ORDENAÇÃO DAS COLUNAS DA MATRIZ 'R'.
C ***
LO = NB - 1
DO 060 K = 2,20,2
DO 50 I = 1,LO
L = I + 1
DO 50 J = L,NB
IF(R(I,K) - R(J,K))40,50,50
40 X = R(I,K)
R(I,K) = R(J,K)
R(J,K) = X
X = R(I,K - 1)
R(I,K - 1) = R(J,K - 1)
R(J,K - 1) = X
50 CONTINUE
60 CONTINUE
C ***
C *** IMPRESSAO DOS RESULTADOS
C ***
K = 0
NF = C
II = 0
65 IF(NB - II - 25)66,66,67
66 NF = NB - II

```

AVALIAÇÃO DOS RECURSOS DÁGUA EM PEQUENAS BACIAS DE DRENAGEM

```

GO TO 68
67 NF = 25
68 K = K + 1
WRITE(3,80)
80 FORMAT('1',10X,87('-'),/,11X,' BACIA SOLO * BACIA S * BACIA D
* H * BACIA DD * BACIA VM * BACIA EPS *',/11X87('-'))
WRITE (3,95)
95 FORMAT(22X,' * ',14X,' * ',13X,' * ',17X,' * ',13X,' * ')
DO 100 I = 1,NF
II = I + (K - 1) * 25
DO 82 J = 1,10,2
IAUX(J) = R(II,J)
R(II,J + 1) = R(II,J + 1) + 0.005
82 CONTINUE
WRITE(3,90)II,A(II,13),(IAUX(J),R(II,J + 1),J = 1,10,2
90 FORMAT (1X,12X,2X,A4,' * ',12,2X,F6.2,' * ',12,2X,F5.2,' *
* ',12,2X,F5.2,' * ',12,2X,F9.2,' * ',12,2X,F5.2,' * ')
WRITE (3,95)
100 CONTINUE
WRITE(3,110)
110 FORMAT (11X,87('-'))
IF(II - NB)65,120,120
120 K = 0
NF = 0
II = 0
850 IF(NB - II - 25)860,860,870
860 NF = NB - II
GO TO 880
870 NF = 25
880 K = K + 1
WRITE(3,130)
130 FORMAT('1',10X,85('-'),/,11X,' BACIA SOLO * BACIA EF * BACIA K
* * BACIA IC * BACIA RE * BACIA RBM *',/11X,85('-'))
WRITE(3,135)
135 FORMAT(21X,' * ',13X,' * ',14X,' * ',13X,' * ',14X,' * ',14X,' * ')
DO 150 I = 1,NF
II = I + (K - 1) * 25
DO 132 J = 11,20,2
IAUX(J) = R(II,J)
R(II,J + 1) = R(II,J + 1) + 0.005
132 CONTINUE
WRITE(3,140)II,A(II,13),(IAUX(J),R(II,J + 1),J = 11,20,2)
140 FORMAT(1X,11X,12,2X,A4,' * ',12,2X,F5.2,' * ',12,2X,F6.2,' *
* ',12,2X,F5.2,' * 8 ',12,2X,F6.2,' * ',12,2X,F6.2,' * ')
WRITE(3,135)
150 CONTINUE
WRITE(3,135)
WRITE(3,160)
160 FORMAT(11X,85('-'))
IF(II - NB)850,170,170
170 CALL EXIT
END
// XEQ

```