MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA
INSTITUTO DE PESQUISAS ESPACIAIS

AUTORIZAÇÃO PARA PUBLICAÇÃO
AUTHORIZATION FOR PUBLICATION

PALAVRAS CHAVES/KEY WORDS

AUTORES/AUTHORS

PROJEÇÃO MERCATOR
EMBLEMA DO INPE

AUTORIZADA POR/AUTHORIZED BY

Marco Antonio Raupp
Diretor Geral

AUTOR RESPONSAVEL
RESPONSIBLE AUTHOR

Kioshi Hada

DISTRIBUIÇÃO/DISTRIBUTION

- [ ] INTERNA / INTERNAL
- [x] EXTERNA / EXTERNAL
- [ ] RESTRITA / RESTRICTED

REVISADA POR / REVISED BY

Y. Viswanadhan

CDU/UDC

551.511.61

DATA / DATE

Setembro 1988

PUBLICAÇÃO Nº
PUBLICATION NO

INPE-4698-RPE/576

ORIGEM
ORIGIN

CPT

PROJETO
PROJECT

ATCPT

Nº DE PAG.
NO OF PAGES

21

ULTIMA PAG.
LAST PAGE

B1

VERSÃO
VERSION

Nº DE MAPAS
NO OF MAPS

TÍTULO/TITLE

TRAÇADO DO CAMPO VETORIAL COM EMBLEMA DO INPE

AUTORES/AUTHORSHIP

Kioshi Hada

RESUMO - NOTAS / ABSTRACT - NOTES

Um programa para a plotagem dos campos vetoriais nos pontos de grade em projeção mercator equatorial, uma teoria e um programa para o traçado do Emblema do INPE são apresentados.

OBSERVAÇÕES / REMARKS

AGRADECIMENTOS

O autor agradece o Dr. Antonio Divino Moura pelo auxílio, apoio e sugestões apresentadas à elaboração deste trabalho, ao Dr. Luiz Gylvan Meira Filho pelo apoio, ao Dr. Yelisetty Viswanadhan pela revisão técnica, e a Sra. Nilda Costa Alves Moreira da Silva pela datilografia.

ABSTRACT

A program for ploting vector fields on grid points in equatorial mercator projection, a teory and a program for drawing the INPE's symbol are presented.

SUMÁRIO

Pág.

1. INTRODUÇÃO..... 1

2. PROJEÇÃO MERCATOR EQUATORIAL..... 1

3. TEORIA DO TRAÇADO DO EMBLEMA DO INPE..... 2

4. USO DOS PROGRAMAS..... 3

APÊNDICE A

APÊNDICE B

1. INTRODUÇÃO

Um campo vetorial é melhor visualizado nos pontos de uma grade. Este trabalho tem como objetivo apresentar um programa que faz a plotagem do campo vetorial (vento) nos pontos de uma grade referente a uma determinada região de interesse. Desde que o Brasil esta localizada praticamente na região tropical, os melhores pontos da grade são em projeção mercator. É interessante a identificação dos resultados das plotagens com o Emblema do INPE. Por isso, uma teoria para o traçado do mesmo é apresentada.

2. PROJEÇÃO MERCATOR EQUATORIAL

O problema é representar matematicamente um campo vetorial numa superfície esférica sobre uma superfície plana. Tal superfície é aquela que, quando selecionada adequadamente, pode ser desdobrada num plano sem sofrer grandes distorções, por exemplo, do ângulo entre quaisquer duas direções na superfície esférica. Neste caso a melhor projeção é a mercator cujas coordenadas X e Y são dadas por

$$X = a\lambda \tag{1}$$

$$Y = a\ln\left[\tan^{-1}\left(\pi/4 - \theta/2\right)\right] \tag{2}$$

onde a é o raio da terra, λ a longitude e θ a latitude. As pequenas deformações devido a essa projeção são dadas por

$$\sigma = 1/\cos\theta \tag{3}$$

de maneira que as deformações são tanto maiores quanto mais próximas do polo.

Para fins de plotagens é necessário um fator de escala ξ a ser determinado de acordo com o tamanho do mapa desejado. As equações (1) e (2) tornar-se-ão

$$x = \xi a \lambda \tag{4}$$

$$y = \xi a \ln \left[\tan^{-1} (\pi/4 - \theta/2)\right] \tag{5}$$

onde agora x e y são as coordenadas mercator modificadas por um fator ξ.

3. TEORIA DO TRAÇADO DO EMBLEMA DO INPE

Dado o Emblema padrão do INPE, ele pode ser seccionado em vários arcos (coordenadas do centro, raio, ângulo inicial e final) e em vários segmentos de reta (coordenadas do ponto inicial e final). Após terem obtidos estes pontos manualmente, torna-se fácil o traçado desses arcos e segmentos de reta via ploter do computador. Caso desejar uma rotação do emblema, dá-se uma rotação pré-estabelecida em todos os pontos que foram obtidos manualmente antes de se efetuar o tal traçado. Além disso, pode-se aumentar ou diminuir o tamanho do mesmo, bastando para isso estabelecer uma escala adequada. O emblema pode ser plotado em qualquer posição na folha do ploter através da definição da origem do referencial dos arcos e dos segmentos de reta.

A rotação trata-se de uma deformação no espaço. Matematicamente pode ser expressa por

$$y_i = R_{ij}\, x_j \tag{6}$$

onde y_i e x_j são as coordenadas do vetor $\vec{y}$ e $\vec{x}$ e R_{ij} é o tensor de deformação.

O aumento ou diminuição do tamanho do emblema analogamente pode ser

$$y_j = E_{jk}\, x_k \tag{7}$$

onde E_{jk} é o tensor responsável pelo aumento ou diminuição do mesmo.

A rotação e o tamanho do emblema podem ser expressas conjuntamente na forma

$$Y_i = R_{ij} E_{jk} x_k = A_{ik} x_k \qquad (8)$$

onde A_{ik} é dado por

$$\begin{pmatrix} L\cos(\theta) & -L\,\mathrm{sen}(\theta) \\ L\,\mathrm{sen}(\theta) & L\cos(\theta) \end{pmatrix} \qquad (9)$$

Finalmente, para se obter o emblema basta fornecer os dados obtidos manualmente, representados pelo vetor $\vec{x}$, a escala L, a rotação desejada θ e a origem do referencial.

4. USO DOS PROGRAMAS

O programa principal e as subrotinas HADA1 e HADA2 estão mostradas no Apêndice A. O Apêndice B mostra o resultado da plotagem do vento com o Emblema.

No programa principal deve-se fornecer as coordenadas da origem e as componentes zonal e meridional do campo vetorial. Além disso, quando se quer a impressão dos programas deve-se colocar LR = 1.

Na subrotina HADA1 deve-se fornecer as seguintes constantes:

IPOX = Nº de pontos na direção x (zonal)
IPOY = Nº de pontos na direção y (meridional)
ALATI = latitude inicial em graus
ALATF = latitude final em graus
ALONGZ = longitude inicial em graus
ALONGF = longitude final em graus
COMPY = comprimento da grade em pologadas na direção y, deve ser menor que 9 polegadas.

Esta subrotina "plota" os vetores e.g, (ventos reais) reduzidos por um fator de escala determinado automaticamente no próprio programa.

Na subrotina HADA2 deve-se fornecer o valor de ROT que indica o ângulo de rotação do Emblema do INPE.

```
      DIMENSION U(25,19),V(25,19)
      LR=1
C LEITURA
      IPOX=19   ;   IPOY=19
      READ(5,350)((U(I,J),I=1,IPOX),J=1,IPOY)

      READ(5,350)((V(I,J),I=1,IPOX),J=1,IPOY)
350   FORMAT(19F3.0)
C CHAMADA DO PLOTER
      CALL PLOT(0.,-11.,-3)
      CALL PLOT(0.,1.,-3)
      CALL HADAI(U,V,LR)
C9 COMANDO PARA PARAR O PLOTER
      CALL PLOT(1.,0.,999)
      STOP
       END
```

```
      SUBROUTINE HADAI(U,V,LR)
      DIMENSION  B(5),C(5),D(1),NTIN(1),E(1),F(1),G(1),R(1),P(1),
     *U(25,19),V(25,19),S(1),ALATM(19),HY(19)
      DATA E/"TEMPO="/,F/"HORAS"/,G/"ESCALA"/,
     *R/"MS"/,S/"-1"/,B/"80W","70W","60W","50W","40W"/,
     *C/"EQ.","10S","20S","30S","40S"/
C VARIAVEIS DO PROBLEMA
      DATA IPOX,IPOY,ALATF,ALATI,ALONGF,ALONGI,COMPY,
     *ALT,ALL    /19,19,0.,45.,325.,280.,9.0,.07,.14/
      DATA AI,FI,ATI/.0174532,.7853981,.00872661/
C DEFINICAO DAS COORDENADAS MERCATOR X Y
      Y(A,ANGU)=A*ALOG(ABS(TAN(ANGU)))
      X(A,AI,ALONG)=A*ALONG*AI
C2 TEMPO DA PREVISAO
      NTIN(1)=NTIMF/6.
C CONSTANTES DO PROBLEMA
C     AI=3.1416/180.
C     FI=3.1415/4.  :  ATI=AT/2.
      ANGU=FI+ALATI*ATI
      A=COMPY/ALOG(ABS(TAN(ANGU)))
      X2=X(A,AI,ALONGF)
      X1=X(A,AI,ALONGI)
      COMPX=X2-X1
C1 SE LR=2, NAO ESCREVE : LR=1, ESCREVE
      IF(LR.EQ.2) GO TO 9
      DO 10 JJ=1,IPOY
      J=IPOY-JJ+1
10    PRINT 131,(U(I,J),I=1,IPOX )

      DO 11 JJ=1,IPOY
      J=IPOY-JJ+1
11    PRINT 131,(V(I,J),I=1,IPOX)
131   FORMAT(1X,19F6.1/)
9     CONTINUE
C CALCULO DA INTENSIDADE MAXIMA DO VENTO
      UMAX=U(1,1)
      DO 1 I=1,IPOX
      DO 1 J=1,IPOY
      UAB=ABS(U(I,J))
      UMAX=AMAX1(UMAX,UAB)
1     CONTINUE
C CALCULO DA DISTANCIA ENTRE PONTOS NO EIXO MERCATOR X
      HX=COMPX/(IPOX-1)
C CALCULO DA DISTANCIA ENTRE PONTOS NO EIXO MERCATOR Y
      DLAT=ABS(ALATF-ALATI)/(IPOY-1)
      IF(LR.EQ.1) WRITE(6,200)A,COMPX,UMAX,HX,DLAT
200   FORMAT(1X,"RAIO=",F5.2 ,"  EIXOX=",F5.3,"  VENTO ZONAL MAX.=",
     *F5.2,"  INTERVALO X=",F5.3,"  INTERVALO ANG. Y=",F5.2)
      DO 2 J=1,IPOY
2     ALATM(J)=ABS(ALATI-DLAT*(J-1))
      ALAT1=ALATM(1)*ATI+FI
      DO 3 J=2,IPOY-1
      ALAT2=ALATM(J)*ATI+FI
      Y1=Y(A,ALAT1) : Y2=Y(A,ALAT2)
      JJ=J-1
      HY(JJ)=ABS(Y2-Y1)
3     ALAT1=ALAT2
      J=IPOY-1
      HY(J)=Y(A,ALAT1)
      IF(LR.EQ.1) WRITE(6,201)(HY(J),J=1,IPOY)
```

```
201     FORMAT(1X,"INTERVALO Y"/1X,19F5.3)
C ESCALA PARA AMPLIFICACAO DO VENTO
      ESCAL=HX /UMAX
      IF(LR.EQ.1) WRITE(6,202) ESCAL
202   FORMAT(1X,"ESCALA PARA AMPLIFICACAO DO VENTO=",F10.4)
C TRACADO DO GRAFICO
      DELTAX=0. ; DELTAY=0.
      DO 6 I=1,IPDX
      IJ=MOD(I,2)
      DO 5 J=1,IPDY
      IF(IJ.EQ.1) JJ=J
      IF(IJ.EQ.0) JJ=IPDY-J+1
      DX=U(I,JJ)*ESCAL
      DY=V(I,JJ)*ESCAL
C2 CALCULO DOS ANGULOS DA INCLINACAO DO VENTO
      IF(DX.EQ.0) GO TO 70
      ANG=ATAN(DY/DX)/AI
      GO TO 71
70    DD=90
      GO TO 130
71    DD=ABS(ANG)
130   DX1=ALT*COS(DD*AI)/2.
      DY1=ALT*SIN(DD*AI)/2.
      IF(DX.LT.0) DX2=DX+DX1
      IF(DX.GT.0) DX2=DX-DX1
      IF(DY.LT.0) DY2=DY+DY1
      IF(DY.GT.0) DY2=DY-DY1
      IF(DX.EQ.0) DX2=0
      IF(DY.EQ.0) DY2=0
      IF(DY)46,47,48
46    IF(DX)49,60,61
49    FAS=90+DD
      GO TO 44
60    FAS=180
      GO TO 44
61    FAS=270-DD
      GO TO 44
47    IF(DX)100,101,102
100   FAS=90
      GO TO 44
102   FAS=270
      GO TO 44
101   DX2=0.
      DY2=0.
      GO TO 44
48    IF(DX)62,53,54
62    FAS=90-DD
      GO TO 44
53    FAS=0
      GO TO 44
54    FAS=270+DD
44    CONTINUE
C3 TRACADO DA INTENSIDADE DO VENTO
      DX2=DX2+DELTAX
      DY2=DY2+DELTAY
      CALL PLOT(DX2,DY2,2)
C4 TRACADO DAS SETAS
      IF(DX2.EQ.0..AND.DY2.EQ.0.) GO TO 103
      CALL CARESP(999.,999.,ALT,6,FAS,1)
C5 COMANDOS PLOTER DE AVANCO DA PENA
103   IF(IJ.EQ.1) GO TO 302
```

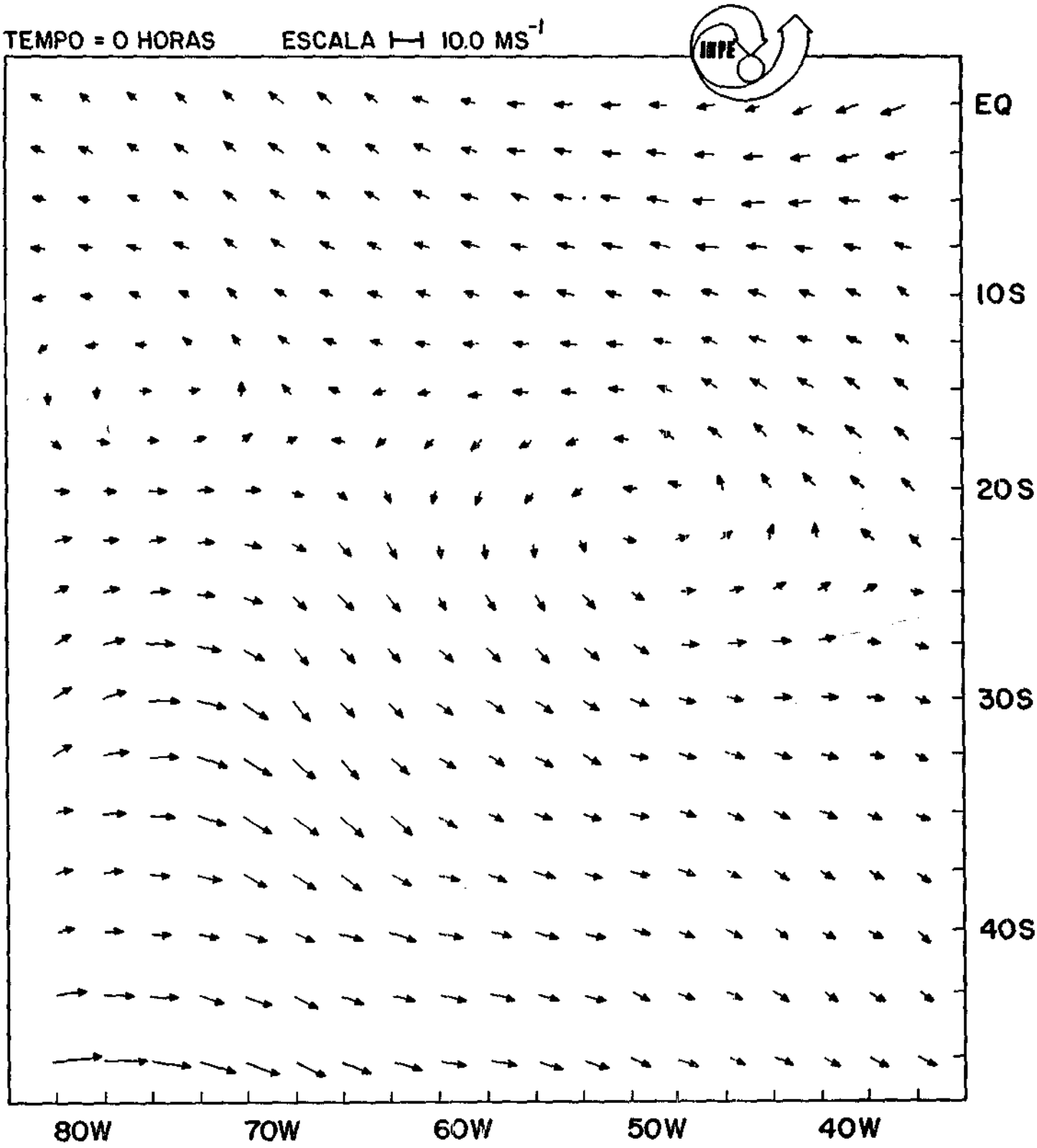
```
      JK=IPOY-J
      IF(JK.EQ.0) GO TO 5
      DELTAY=DELTAY-HY(JK)
      GO TO 303
302   DELTAY=DELTAY+HY(J)
303   CALL PLOT(DELTAX,DELTAY,3)
5     CONTINUE
      DELTAX=DELTAX+HX
      IF(IJ.EQ.0) DELTAY=0.
      CALL PLOT(DELTAX,DELTAY,3)
6     CONTINUE
C6 TRACADO DO CONTORNO
      J=0;JJ=0;KX=1
      ALJ=-HY(1)*2./3.
      XX=-HX
      CALL PLOT(XX,ALJ,3)
      XX=0. ; YY=ALJ+.07
      CALL PLOT(XX,ALJ,2)
      Y1=ALJ-ALL-.07
      AL=(.14/8.5)*COMPY
      CALL SYMBOL(XX,Y1,AL ,B(1),0.,3)
      DO 12 I=1,IPOX
      CALL PLOT(XX,YY,3)
      CALL PLOT(XX,ALJ,2)
      XX=XX+HX
      CALL PLOT(XX,ALJ,2)
      J=J+1
      IF(J.NE.4) GO TO 12
      JJ=JJ+J  ;  KX=KX+1
      X1=JJ*HX
      IF(X1.GT.COMPX) GO TO 12
       P(1)=B(KX)
      CALL SYMBOL(X1,Y1,AL ,P(1),0.,3)
      J=0
12    CONTINUE
      CALL PLOT(XX,0.,2)
      YY=0.;XX1=XX-.07 ; HY(19)=HY(18)
      DO 8 J=1,IPOY
      CALL PLOT(XX1,YY,3)
      CALL PLOT(XX,YY,2)
      YY=YY+HY(J)
      CALL PLOT(XX,YY,2)
8     CONTINUE
      XX=-HX
      COMPX1=COMPX/8.
      COMPX2=7.*COMPX1
      COMPX3=COMPX2-COMPX1/2.
      COMPX4=6.*COMPX1-.07
      COMPX5=COMPX3-COMPX4
      COMPX6=COMPX3+HX
      CALL PLOT(COMPX2,YY,2)
      CALL PLOT(COMPX3,YY,-3)
      CALL HADA2(COMPX,LR)
      CALL PLOT(-COMPX5,0.,3)
      CALL PLOT(-COMPX6,0.,2)
      CALL PLOT(-COMPX6,-YY,2)
      CALL PLOT(-COMPX3,-YY,-3)
      CALL PLOT(XX,0.,3)
      CALL PLOT(XX,ALJ,2)
C8 ESCRITA DAS IDENTIFICACOES DO GRAFICO
      YY=COMPY+HY(18)+.07
```

```
      XX=0.
      CALL SYMBOL(XX,YY,AL ,F(1),0.,6)
      CALL PLOT(XX,YY,4)
      XX=XX+.14
      CALL NUMBER(XX  ,YY  ,AL ,NTIN(1),0.,2)
      CALL PLOT(XX,YY,4)
      XX=XX+.14
      CALL SYMBOL(XX  ,YY  ,AL ,F(1),0.,5)
      CALL PLOT(XX,YY,4)
      XX=XX+.5
      CALL SYMBOL(XX  ,YY  ,AL ,G(1),0.,6)
      CALL PLOT(XX,YY,4)
      XX=XX+.14
      CALL PLOT(XX,YY,3)
      YY=YY+.14
      CALL PLOT(XX,YY,3)
      YY=YY-.14
      CALL PLOT(XX,YY,2)
      YY=YY+.07
      CALL PLOT(XX,YY,3)
      XX=XX+10.*ESCAL
      CALL PLOT(XX,YY,2)
      CALL PLOT(XX,YY,4)
      YY=YY+.07
      CALL PLOT(XX,YY,3)
      YY=YY-.14
      CALL PLOT(XX,YY,2)
      YY=YY+.07
      CALL PLOT(XX,YY,4)
      XX=XX+.14
      CALL NUMBER(XX  ,YY  ,AL ,10.0    ,0.,1)
      CALL PLOT(XX,YY,4)
      XX=XX+.14
      CALL SYMBOL(XX  ,YY  ,AL ,R(1),0.,2)
      CALL PLOT(XX,YY,4)
      YY=YY+ALL
      CALL SYMBOL(XX  ,YY ,AL ,S(1),0.,2)
C TRACADO DO CONTORNO
      XX=COMPX+HX+ALL
      CALL SYMBOL(XX,COMPY,AL ,C(1),0.,3)
      K=1;J=1 ; YY=COMPY
      DO 22 I=4,40,4
      IF(I.GT.IPOY) GO TO 24
      DO 23 L=K,I
      JJ=IPOY-L
23    YY=YY-HY(JJ)
       J=J+1
      P(1)=C(J)
      CALL SYMBOL(XX,YY,AL ,P(J),0.,3)
22    K=I+1
24    CONTINUE
      YY=0. ;  XX= COMPX+6.
      CALL PLOT(XX,YY,-3)
      RETURN
      END
```

```
      SUBROUTINE HADA2(COMPX,LR)
      DIMENSION X0(22),Y0(22),R0(22),AI(22),X(360),Y(360),AF(22),
     *N(22),X3(45),Y3(45),X01(22),Y01(22),R01(22),AI1(22),
     *AF1(22),X31(45),Y31(45)
C DADOS ORIGINAIS
      DATA(X01(I),I=1,22)/0.,1.830,1.250,1.250,-1.719,-1.830,-1.741,
     *3.437,2.813,4.688,4.429,5.893,5.893,-1.250,-0.558,-0.938,-2.232,
     *-2.924,-2.478,-1.228,-1.808,0.0/,(Y01(I),I=1,22)/-1.339,1.786,
     *1.786,2.187,2.411,1.071,2.054,2.589,2.589,4.375,2.589,2.589,2.187,
     *2.187,1.027,0.313,-0.045,0.848,1.964,1.786,1.786,0.0/,
     *(R01(I),I=1,22)/1.339,0.0,0.0,0.0,0.0,2.969,4.286,5.179,0.0,0.0,0.0,
     *0.0,0.0,0.0,0.0,7.143,5.759,4.955,3.616,2.478,1.272,0.0,0.0,0.0/,
     *(AI1(I),I=1,22)/1.571,0.0,0.0,0.0,0.0,6.213,1.553,4.940,0.0,0.0,0.0,
     *0.0,0.0,0.0,0.0,6.283,5.201,4.416,3.334,2.251,1.117,0.0,0.0,0.0/,
     *(AF1(I),I=1,22)/7.854,0.0,0.0,0.0,0.0,7.854,5.044,6.318,0.0,0.0,0.0,
     *0.0,0.0,0.0,0.0,5.236,4.398,3.368,2.251,1.169,0.209,0.0,0.0,0.0/,
     *(X31(I),I=1,45)/-5.089,-5.089,-4.777,-4.777,-5.089,99.999,-4.464,
     *-4.464,-4.152,-4.018,-4.018,-3.705,-3.705,-4.018,-4.196,-4.196,
     *-4.464,99.999,-3.348,-3.348,-2.634,-2.634,-3.036,-3.036,-3.348,
     *99.999,-3.036,-3.036,-2.946,-2.946,-3.036,99.999,-2.366,-2.366,
     *-1.830,-1.830,-2.054,-2.054,-1.830,-1.830,-2.054,-2.054,-1.830,
     *-1.830,-2.366/,
     *(Y31(I),I=1,45)/-0.223,1.607,1.607,-0.223,-0.223,99.999,-0.223,
     *1.607,1.607,0.804,1.607,1.607,-0.223,-0.223,0.625,-0.223,-0.223,
     *99.999,-0.223,1.607,1.607,0.402,0.402,-0.223,-0.223,99.999,0.670,
     *1.339,1.339,0.670,0.670,99.999,-0.223,1.607,1.607,1.339,1.339,
     *0.893,0.893,0.670,0.670,0.045,0.045,-0.223,-0.223/,
     *(N(I),I=1,22)/72,0.0,0,47,40,28,0,0.0,
     *0,0,0,20,23,20,31,31,13,0,0,0/
C  DADOS CONSTANTES
      DATA RA,ROT/.0174532,0./
C GUARDA OS VALORES ORIGINAIS,ISTO E UTIL PARA O CASO DE VARIAS CHAMADAS
      DO 60 I=1,22
      X0(I)=X01(I)
      Y0(I)=Y01(I)
      AI(I)=AI1(I)
      AF(I)=AF1(I)
60    R0(I)=R01(I)
      DO 61 I=1,45
      X3(I)=X31(I)
61    Y3(I)=Y31(I)
C  ESCALA DO SIMBOLO
      ESCAL=(.085/7.6)*COMPX
C     RA=3.1416/180.
      ROT=ROT*RA
C ROTACAO DOS PONTOS DO SIMBOLO
      IF(ROT.EQ.0.) GO TO 18
      DO 50 I=1,22
      RAIO=SQRT(X0(I)**2+Y0(I)**2)
      ANGULO=ATAN2(Y0(I),X0(I))
      X0(I)=RAIO*COS(ANGULO+ROT)
50    Y0(I)=RAIO*SIN(ANGULO+ROT)
      DO 51 I=1,45
      IF(X3(I).GT.20.) GO TO 51
      RAIO=SQRT(X3(I)**2+Y3(I)**2)
      ANGULO=ATAN2(Y3(I),X3(I))
      X3(I)=RAIO*COS(ANGULO+ROT)
      Y3(I)=RAIO*SIN(ANGULO+ROT)
51    CONTINUE
      DO 17 J=1,22
```

```
      GO TO 52
54    IPENA=3
      GO TO 52
53    CONTINUE
      X1=X3(I) ; Y1=Y3(I)
      CALL PLOT(X1,Y1,3)
      IPENA=2
C ESCRITA DOS DADOS DOS PONTOS DA LETRA  INPE
      IF(LR.EQ.1) WRITE(6,55) X3(I),Y3(I),IPENA
52    CONTINUE
55    FORMAT(1X,2F10.3,I5)
5     FORMAT(1X,15F8.3)
7     FORMAT(1X,22F6.2)
9     FORMAT(1X,F8.3)
11    FORMAT(1X,22I6)
      RETURN
      END
```

APENDICE B


TEMPO = 0 HORAS
ESCALA ⊢⊣ 10.0 MS^{-1}
INPE
EQ
10S
20S
30S
40S
80W
70W
60W
50W
40W