



PALAVRAS CHAVES / KEY WORDS
AUTORES / AUTHORS PROJEÇÃO MERCATOR
 EMBLEMA DO INPE

AUTORIZADA POR / AUTHORIZED BY
Marcos Antonio Haupp
 p. Diretor Geral

AUTOR RESPONSÁVEL
 RESPONSIBLE AUTHOR
 Kioshi Hada

DISTRIBUIÇÃO / DISTRIBUTION
 INTERNA / INTERNAL
 EXTERNA / EXTERNAL
 RESTRITA / RESTRICTED

REVISADA POR / REVISED BY
Y. Viswanathan
 Y. Viswanathan

CDU/UDC
 551.511.61

DATA / DATE
 Setembro 1988

PUBLICAÇÃO Nº
 PUBLICATION NO
 INPE-4698-RPE/576

TÍTULO / TITLE
 TRAÇADO DO CAMPO VETORIAL COM EMBLEMA DO INPE

AUTORES / AUTHORSHIP
Kioshi Hada
 Kioshi Hada

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

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

SUMÁRIO

	<u>Pág.</u>
1. <u>INTRODUÇÃO</u>	1
2. <u>PROJEÇÃO MERCATOR EQUATORIAL</u>	1
3. <u>TEORIA DO TRAÇADO DO EMBLEMA DO INPE</u>	2
4. <u>USO DOS PROGRAMAS</u>	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

$$X = a\lambda \quad (1)$$

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

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

$$\sigma = 1/\cos \theta \quad (3)$$

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

$$x = \xi a \lambda \quad (4)$$

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

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

$$y_i = R_{ij} x_j \quad (6)$$

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

$$y_j = E_{jk} x_k \quad (7)$$

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

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

onde A_{ik} é dado por

$$\begin{pmatrix} L \cos(\theta) & -L \sin(\theta) \\ L \sin(\theta) & L \cos(\theta) \end{pmatrix} \quad (9)$$

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 = N° de pontos na direção x (zonal)
- IPOY = N° 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 polegadas 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.

APENDICE A

```
      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 PLOTTER
      CALL PLOT(0.,-11.,-3)
      CALL PLOT(0.,1.,-3)
      CALL HADA1(U,V,LR)
C9 COMANDO PARA PARAR O PLOTTER
      CALL PLOT(1.,0.,999)
      STOP
      END
```

```
SUBROUTINE HADA1(U,V,LR)
  DIMENSION R(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),FY(19)
  DATA E/"TEMPN="/,F/"HOPAS"/,G/"ESCALA"/,
  *R/"MS"/,S/"-1"/,R/"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 AT,FI,AII/.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)=NTIME/6.
C CONSTANTES DO PROBLEMA
C   AI=3.1416/180.
C   FI=3.1415/4. ; AII=AT/2.
  ANGU=FI+ALATI*AII
  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
  UAR=ABS(U(I,J))
  UMAX=AMAX1(UMAX,UAR)
  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)=ARS(ALATI-DLAT*(J-1))
  ALAT1=ALATM(1)+AII+FI
  DO 3 J=2,IPOY-1
  ALAT2=ALATM(J)+AII+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 /UIMAX
   IF(LR.EQ.1) WRITE(6,202) ESCAL
202   FORMAT(1X,"ESCALA PARA AMPLIFICACAO DO VENTO=",F10.4)
C TRACAO 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)*FSCAL
   DY=V(I,JJ)*FSCAL
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 TRACAO DA INTENSIDADE DO VENTO
   DX2=DX2+DELTAX
   DY2=DY2+DELTAY
   CALL PLOT(DX2,DY2,2)
C4 TRACAO 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=IPDY-J
IF(JK.EQ.0) GO TO 5
DELTAY=DELTAY-HY(JK)
GO TO 303
302 DELTAY=DELTAY+HY(J)
303 CALL PLOT(DELTA X,DELTAY,3)
5 CONTINUE
DELTAX=DELTAX+HX
IF(IJ.EQ.0) DELTAY=0.
CALL PLOT(DELTA X,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,IPDX
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,IPDY
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 TRACADD DD CONTORND
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 WADA2(COMPX,LR)  
DIMENSION X0(22),Y0(22),R0(22),A1(22),X(360),Y(360),AF(22),  
*N(22),X3(45),Y3(45),X01(22),Y01(22),R01(22),A11(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,  
*3.437,2.813,4.688,6.429,5.893,5.893,-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)/1.339,0.0,0.0,0.0,2.969,4.286,5.179,0.0,0.0,0.0,  
*0.0,0.0,0.0,7.143,5.759,4.955,3.616,2.478,1.272,0.0,0.0,0.0/  
*(A11(I),I=1,22)/1.571,0.0,0.0,0.0,6.213,1.553,4.940,0.0,0.0,0.0,  
*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)/7.854,0.0,0.0,0.0,7.854,5.044,6.318,0.0,0.0,0.0,  
*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)  
A1(I)=A11(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*SEN(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*SEN(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 \rightarrow 10.0 MS⁻¹

