

TRANSFORMAÇÃO DE DATUM GEODÉSICO

Ten-Cel. Wilson R.M. KRUKOSKI
DEPV/M. AERONÁUTICA

Estando o Brasil adotando como novo Datum para fins geodésicos e cartográficos o "DATUM SUL AMERICANO-1969" — SAD-69 — (South American Datum of 1969), é interessante que se faça uma pequena recordação nos conceitos relativos à transformação de um Datum para outro.

A adoção de um Sistema Geodésico de referência — Datum, implica, especificamente, na aceitação de duas convenções: — primeiramente, a adoção de um elipsoide de referência, onde deverão ser conduzidos todos os cálculos (normalmente definido pelo seu eixo maior, e seu achatamento "a" e "f"); e — em segundo lugar, a posição onde deverá estar o centro geométrico deste elipsóide.

Esta segunda concepção é naturalmente definida quando aceitamos que um certo lugar (datum de origem) terá tal latitude e longitude, bem como uma altura H (altura geopotencial "h" mais ondulação do geóide "N"), contada a partir da superfície do elipsóide de referência anteriormente citado.

Umas fórmulas comumente usadas para o cálculo da variação que uma coordenada deverá sofrer quando passamos de um Datum para outro, são as fórmulas abreviadas de Moledenski, que nos dão diretamente esta variação em φ , λ e h , quando conhecemos os 2 elipsóides de referência, que nos permite calcular o " Δa " e " Δf ", e também temos os " Δx ", " Δy " e " Δz ", que representam a dis-

tância espacial entre os centros destes elipsóides considerados no novo Datum e no Datum "velho".

As fórmulas são então do tipo:

$$\Delta\varphi = f(\Delta a, \Delta f, \Delta x, \Delta y, \Delta z)$$

Para a utilização destas fórmulas é interessante lembrar que todos os valores calculados serão em radiano, e com a convenção natural de latitudes e longitudes negativas no hemisfério Sul e a oeste de Greenwich, respectivamente; e também Δa , Δf , Δx etc., sempre ("novo" — "velho").

As fórmulas de Moledenski são as seguintes:

$$\Delta\varphi = (\cos\varphi \Delta z - \sin\varphi \cos\lambda \Delta x - \sin\varphi \sin\lambda \Delta y + (a df + f da) \sin 2\varphi) / (M + h)$$

$$\Delta\lambda = (\cos\lambda \Delta y - \sin\lambda \Delta x) / ((N + h) \cos\varphi)$$

$$\Delta h = \cos\varphi \cos\lambda \Delta x + \cos\varphi \sin\lambda \Delta y + \sin\varphi \Delta z + (a df + f da) \sin^2\varphi - da$$

Onde:

$$e^2 = 2f - f^2$$

$$w^2 = 1 - e^2 \sin^2\varphi$$

$$N = a/w$$

$$M = a(1 - e^2)/w^3$$

A seguir apresentamos a listagem de um programa em "FORTRAN" preparado para uma transformação de Datum: "Astro Chuá Datum" para o "SAD-69".

DOUBLE PRECISION

```

DX = 61.7
DY = 74.6
DZ = 294.
AV = 6378388.
FN = 1./297.
AN = 6378388.
FN = 1./297
CC = .174532925199.29
E2 = 2.*FV - FV*FV
DA = AN - AV
DF = FN - FV
1 READ (1, 100) IG, IM, SI, JG, JM, SJ, H
  WRITE (3, 100) IG, IM, SI, JG, JM, SJ, H
  IF (JG) 2, 80, 2
2 FI = (DFLOAT (IG) + DFLOAT (JM) /60. + SI/3600.) * CC
  XL = (DFLOAT (JG) + DFLOAT (JM) /60. + SJ/3600.) * CC
  SF = DSIN (FI)
  CF = DCOS (FI)
  SL = DSIN (XL)
  CL = DCOS (XL)
  W = DSQRT (1. - E2 * SF * SF)
  XN = AV/W
  XM = AV * (1. - E2)/W/W/W
  DFI = (CF*DZ - SF*CL*DX - SF*SL*DY + (AV*DF + FV*DA) *DSIN (2.*FI))/
    /(XM + H)
  DXL = (CL * DY - SL * DX)/(XN + H)/CF
  DH = CF * CL * DX + CF * SL * DY + SF * DZ + (AV * DF + FV * DA) * SF * SF - DA
  FI2 = FI + DFI
  XL2 = XL + DXL
  H2 = H + DH
  F = FI2/CC
  X = XL2/CC
  IG = F
  JG = X
  FM = (F - DFLOAT (IG)) * 60.
  XM = (X - DFLOAT (JG)) * 60.
  IM = FM
  JM = XM
  SI = (FM - DFLOAT (IM)) * 60.
  SJ = (XM - DFLOAT (JM)) * 60.
  WRITE (3, 200) IG, IM, SI, JG, JM, SJ, H2
  GO TO 1
100 FORMAT (2I3, F8.4, 2I3, F8.4, F6.0)
200 FORMAT (/28X, 2I5, F10.4, I8, I5, F10.4, F9.1//)
80 STOP
END

```

Naturalmente para outra qualquer transformação, deverá ser feita a substituição do AV, FV, AN, FN, DX etc. (primeiros comandos) para o caso desejado.

A fim de facilitar outras transformações de possível interesse para o Brasil apresentamos a tabela que se segue.

DATUM GEODÉSICO (de interesse p/o Brasil)

Para de	SAD 69	CHUA ASTRO DATUM	CORREGO ALEGRE	NWL-8D (MOD)	MERCURY 68 (MOD)
SAD 69 <i>Intern. Ellip. 1967</i> $a = 6378160$ $f = 1/298.25$ (arredond.) (exat. seria 2471674273) Origem = Chua -19°-45'-41.653" / -48°-06'-04.064"	Δx Δy Δz	+77 -239 -5	+184 (+138.7) -137 (-164.4) -21 -(34.4)	-70 -31 -41	-74. -9 -39
CHUA ASTRO DATUM <i>Intern. Ellip. 1924</i> $a = 6378388$ $f = 1/297.0$ Origem = Chua -19°-45'-41.16" / -48°-06'-07.56"	-77 +239 +5	Δx Δy Δz	+61,7 (+107) +74.6 (+102) -29.4 (-16)	-147. +208 -36	-151 +230 -34
CORREGO ALEGRE <i>Intern. Ellip. 1924</i> $a = 6378388$ $f = 1/297.0$ origem = C. Alegre	-184 (-138.7) +137 (+164.4)	-61.7 (-107) -74.6 (-102)	Δx Δy	-254 (-208.7) +106 (-133.4)	-258 (-212.7) +128 (+155.4)

	+(34.4)	(+16)			
NWL-8D (MODIF.) Utilizado pelo U.S. NAVY's TRANET System a = 6378.144 (NWL-8D seria 45) f = 1/298.23 (NWL-8D seria 25)	+70 +31 +41	+147. -208 +36	+254 (208.7) -106 (-133.4) +20 (5.6)	Δx Δy Δz	-4 +22 +2
MERCURY 68 (MOD) a = 6378.150 f = 1/298.3	+74 +9 +39	+151 -230 +34	+258 (+212.7) -128 (-156.4) +18 (+4.6)	+4 -22 -2	Δx Δy Δz

Fórmulas p/ Transformação de Datum

$$\Delta \psi = (\cos \psi \Delta z - \sin \psi \cos \lambda \Delta x - \sin \psi \sin \lambda \Delta y + (a \, df + f \, da) \sin 2\psi) / (M + h)$$

$$\Delta \lambda = (\cos \lambda \Delta y - \sin \lambda \Delta x) / ((N + h) \cos \psi)$$

$$\Delta h = \cos \psi \cos \lambda \Delta x + \cos \psi \sin \lambda \Delta y + \sin \psi \Delta z + (a \, df + f \, da) \sin^2 \psi - da$$

Onde:

$$e^2 = 2f - f^2$$

$$w^2 = 1 - e^2 \sin^2 \psi$$

$$N = a / w$$

$$M = a(1 - e^2) / w^3$$

Nota 2: Os valores entre parenteses relativos à Córrego Alegre foram calculados considerando-se um ajustamento de 40 estações, cujas coordenadas em "Astro Chua Datum" e "Córrego Alegre" eram conhecidas.

comunicação ao:
VI CONGRESSO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA
Rio de Janeiro

Ministério da Aeronáutica
Diretoria de Eletrônica e Proteção ao Vôo
Organizado por:
W. R. M. Krukowski
T. cel. Av.