

RESOLUÇÃO Nº 23, DE 21 DE FEVEREIRO DE 1989

Altera o Apêndice II da R.PR-22/83

O PRESIDENTE da FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE, usando de suas atribuições, RESOLVE :

- Art. 1º Fica alterado, na forma do Anexo, o Apêndice II da R.PR-22, de 21.07.83, itens 2.3, 2.4, 2.5 e 2.6, relativo aos Parâmetros para Transformação de Sistemas Geodésicos.
- Art. 2º Ficam atribuídos à Diretoria de Geociências os encargos pertinentes à expedição de instruções para o cumprimento desta Resolução e a adoção das providências para publicação e disseminação das alterações introduzidas por esta Resolução nas Especificações e Normas Gerais para Levantamentos Geodésicos.
- Art. 3º Esta Resolução entra em vigor nesta data, revogadas a R.PR-32/88, de 05.04.88, e demais disposições em contrário.

CHARLES CURT MUELLER

APÊNDICE II

PARÂMETROS PARA TRANSFORMAÇÃO DE SISTEMAS GEODÉSICOS

1. INTRODUÇÃO

A determinação dos parâmetros de transformação entre os sistemas geodésicos adotados como referência no rastreamento de satélites dos Sistemas TRANSIT e GPS, e o SAD-69, juntamente com o permanente aprimoramento do Mapa Geoidal do Brasil, constituem demandas da comunidade cartográfica nacional usuária da técnica de posicionamento geodésico por satélites artificiais.

Os parâmetros para transformação apresentados neste documento resultam da conclusão de um projeto conduzido na Diretoria de Geociências, que objetivou a determinação dos parâmetros de transformação relativos aos Sistemas NSWC-9Z2, associado às efemérides precisas fornecidas no referencial adotado até 31 de dezembro de 1986; NWL-10D, associado às efemérides operacionais; e WGS-84, associado às efemérides precisas a partir de 1º de janeiro de 1987 e adotado no Sistema GPS.

No âmbito deste projeto, a primeira versão refinada do Mapa Geoidal foi publicada nos TRABALHOS TÉCNICOS DA DIRETORIA DE GEOCIÊNCIAS - 1986. Em todos os cálculos de posição no Sistema Geodésico Brasileiro, a partir do rastreamento dos Sistemas TRANSIT e GPS, este Mapa Geoidal deverá ser utilizado associado aos procedimentos aqui descritos para as transformações de sistemas.

Nos procedimentos de transformação envolvendo coordenadas cartesianas referidas aos Sistemas NSWC-9Z2 e NWL-10D, está implícita uma fase preliminar de correção das coordenadas, a fim de compatibilizá-las com o Sistema Terrestre Convencional (STC), segundo os parâmetros :

TRANSLAÇÃO TERCIÁRIA :	$\Delta Z = +4,50 \text{ m}$
ROTAÇÃO TERCIÁRIA :	$w = -0,814''$
FATOR DE ESCALA :	$k = -0,6 \text{ ppm}$

Acrescenta-se que no caso do WGS-84 esta correção não é necessária, uma vez ser este sistema coincidente com o STC.

2. PARÂMETROS DE TRANSFORMAÇÃO

Para determinação de posição no Sistema Geodésico Brasileiro (SAD-69), é necessário aplicar três translações, abaixo relacionadas, às coordenadas inicialmente referidas aos Sistemas NSWC-9Z2 e NWL-10D e corrigidas conforme o exposto no item 1 acima, ou diretamente às coordenadas referidas ao WGS-84 :

$$\begin{aligned}\Delta X &= + 66,87 \text{ m} \pm 0,43 \text{ m} \\ \Delta Y &= - 4,37 \text{ m} \pm 0,44 \text{ m} \\ \Delta Z &= + 38,52 \text{ m} \pm 0,40 \text{ m}\end{aligned}$$

3. SEQÜÊNCIA DE CÁLCULO

3.1 - Notação

φ - Latitude geodésica
 λ - Longitude geodésica
 h - Altitude elipsoidal
 X, Y, Z - Coordenadas cartesianas

$$N - \text{raio de curvatura do primeiro vertical} : N = \frac{a}{\sqrt{1 - e^2 \sin^2 \varphi}}$$

a, b - semi-eixos maior e menor do elipsóide

f - achatamento do elipsóide

e, e' - primeira e segunda excentricidades do elipsóide :

$$e^2 = f(2 - f) \qquad e'^2 = \frac{e^2}{1 - e^2}$$

Subscrito 1 : grandezas associadas ao sistema de satélite :

Para o NSWC-9Z2 : $a_1 = 6378145$ m

$$f_1 = 1 / 298,25$$

Para o NWL-10D : $a_1 = 6378135$ m

$$f_1 = 1 / 298,26$$

Para o WGS-84 : $a_1 = 6378137$ m

$$f_1 = 1 / 298,257223563$$

Subscrito 2 : grandezas associadas ao SAD-69 :

$$a_2 = 6378160$$

$$b_2 = 6356774,719$$

$$f_2 = 1 / 298,25$$

3.2 - Cálculo das coordenadas cartesianas referidas ao sistema de satélite

$$X_1 = (N_1 + h_1) \cos \varphi_1 \cos \lambda_1$$

$$Y_1 = (N_1 + h_1) \cos \varphi_1 \sin \lambda_1$$

$$Z_1 = [N_1(1 - e_1^2) + h_1] \sin \varphi_1$$

3.3 - Cálculo das coordenadas cartesianas referidas ao SAD-69

3.3.1 - Transformação de coordenadas referidas ao NSWC-9Z2 ou NWL-10D

$$X_2 = X_1 - 0,6 \cdot 10^{-6} \cdot X_1 - 0,814 \cdot Y_1 / \rho'' + 66,87$$

$$Y_2 = Y_1 - 0,6 \cdot 10^{-6} \cdot Y_1 + 0,814 \cdot X_1 / \rho'' - 4,37$$

$$Z_2 = Z_1 - 0,6 \cdot 10^{-6} \cdot Z_1 + 43,02$$

$$\rho'' = 206264,8062470963$$

Ressalta-se que os Sistemas Geodésicos associados tanto às Efemérides Operacionais (NWL-10D) quanto às Efemérides Precisas (NSWC-9Z2) possuem parâmetros de transformação idênticos em relação ao SAD-69, alterando-se apenas os parâmetros de forma e dimensões do elipsóide correspondente a cada um destes.

3.3.2 - Transformação de coordenadas referidas ao WGS-84

$$X_2 = X_1 + 66,87$$

$$Y_2 = Y_1 - 4,37$$

$$Z_2 = Z_1 + 38,52$$

3.4 - Cálculo das coordenadas geodésicas referidas ao SAD-69

$$\varphi_2 = \arctan\left(\frac{Z_2 + e_2'^2 b_2 \operatorname{sen}^3 u}{\sqrt{X_2^2 + Y_2^2} - e_2'^2 a_2 \operatorname{cos}^3 u}\right)$$

$$\lambda_2 = \arctan\left(\frac{Y_2}{X_2}\right) \quad (\text{para o quadrante em que se situa o Brasil})$$

$$h_2 = \frac{\sqrt{X_2^2 + Y_2^2}}{\operatorname{cos} \varphi_2} - N_2$$

$$\text{onde : } \operatorname{sen} u = \frac{\tan u}{\sqrt{1 + \tan^2 u}} ; \operatorname{cos} u = \frac{1}{\sqrt{1 + \tan^2 u}} ; \tan u = \frac{Z_2}{\sqrt{X_2^2 + Y_2^2}} \cdot \frac{a_2}{b_2}$$