

DETERMINAÇÃO DOS PARÂMETROS DE TRANSFORMAÇÃO ENTRE OS SISTEMAS NWL-10D, NSWC-9Z2, WGS-84 E O SAD-69

Luiz Paulo Souto Fortes
Ivan Ferreira Cagnin
René Armando Zepeda Godoy

Departamento de Geodésia – DGC – IBGE
Av. Brasil, 15.671, 21.241-051 – Rio de Janeiro RJ, Brasil

Denizar Blitzkow
Instituto Astronômico e Geofísico – USP
Caixa Postal 30627, 01051 – São Paulo, SP, Brasil

RESUMO

É apresentado um histórico dos cálculos dos parâmetros de transformação entre os sistemas adotados como referência em posicionamentos geodésicos por satélites artificiais dos sistemas TRANSIT e GPS, e o SAD-69, incluindo os aspectos conceituais que direcionaram os diversos cálculos. Por fim, são apresentados os valores finais obtidos, e que devem ser adotados pela comunidade cartográfica brasileira.

ABSTRACT

A computation's review of the transformation parameters between the systems adopted like reference in geodetic positioning with TRANSIT and GPS satellites, and SAD-69, including conceptual aspects that led several computations, is presented. Finally, the last obtained values, that must be adopted by the brazilian cartographic community, are presented.

1. INTRODUÇÃO

O conhecimento dos parâmetros de transformação entre os referenciais vinculados às efemérides dos satélites de posicionamento – TRANSIT e GPS – e o sistema geodésico adotado no Brasil constitui uma necessidade da comunidade cartográfica nacional usuária das técnicas de posicionamento por satélite.

Os referenciais que nos últimos anos têm sido vinculados às efemérides dos satélites são os seguintes:

NWL-10D: associado às efemérides operacionais do sistema TRANSIT até 26 de janeiro de 1989;

NSWC-9Z2: associado às efemérides precisas do sistema TRANSIT até 31 de dezembro de 1986;

WGS-84: associado às efemérides operacionais e precisas respectivamente após as datas acima referidas de término dos referenciais anteriores. Este mesmo referencial é usado no novo Sistema de Posicionamento Global (GPS).

O Brasil adotou em 1977 como referencial para coordenadas geodésicas o chamado South American Datum 1969 (SAD-69), cujos elementos, elipsóide de referência e parâmetros de fixação e orientação no espaço, são encontrados em (IBGE, 1983). Trata-se de um sistema geodésico “DEFINIDO”. Por outro lado, o Sistema Geodésico Brasileiro (SGB) é caracterizado a partir do conjunto de pontos geodésicos implantados na superfície territorial, determinados por procedimentos operacionais e com coordenadas calculadas segundo modelos geodésicos de precisão compatível com a finalidade a que se destinam (IBGE, *ibid*). Este será referido de agora em diante como sistema geodésico “MATERIALIZADO” (Andrade, 1984).

Este trabalho tem por objetivo historiar os esforços que foram realizados nos últimos anos com vistas à determinação de parâmetros de compatibilização de parâmetros de compatibilização dos referenciais acima referidos do IBGE, IAG/USP e UFPR.

2. PARÂMETROS PUBLICADOS NO BOLETIM DE SERVIÇO DO IBGE N° 1602 DE 1º DE AGOSTO DE 1983

O IBGE vem desde 1973 utilizando a técnica de posicionamento geodésico por satélites do sistema TRANSIT. Inicialmente eram utilizados apenas efemérides precisas, em virtude de limitações de equipamento georeceptor disponível. Até fins de 1977, foi utilizado para obtenção de coordenadas no SAD-69 o seguinte terno de parâmetros calculados pelo DEFENSE MAPPING AGENCY (DMA), baseado em três pontos no exterior (La Paz, Quito e Assunção):

$$\begin{aligned}\Delta x &= 78,48 \text{ m} \\ \Delta y &= 0,46 \text{ m} \\ \Delta z &= 47,48 \text{ m}\end{aligned}$$

A razão da utilização daqueles parâmetros deve-se ao fato do IBGE não possuir, aquela época, estações de triangulação com coordenadas derivadas do rastreamento de satélite.

Kadlec e Gomes (1978) desenvolveram um trabalho para determinação de novos parâmetros objetivando uma melhor compatibilização das coordenadas de pontos, obtidas pelo rastreamento de satélite, com o SGB. Neste trabalho foram utilizadas vinte estações, sendo dezoito de triangulação e duas de poligonação eletrônica, pertencentes à Rede Planimétrica de Alta Precisão do SGB.

2.1 CÁLCULO DOS PARÂMETROS NSWC-9Z2 → SAD-69:

Para um ponto apenas, sendo conhecidas as coordenadas geodésicas φ , λ e h em dois sistemas, determina-se os parâmetros de translação (Δx , Δy , Δz) a partir da subtração das coordenadas cartesianas correspondentes.

Conhecidas as respectivas coordenadas geodésicas das vinte estações nos sistemas NSWC-9Z2 e SAD-69, calculou-se a média aritmética dos Δx , Δy , Δz dos pontos, determinando um único terno de parâmetros.

De acordo com o procedimento mencionado, foram obtidos os seguintes valores:

$$\begin{aligned}\Delta x &= 80,80 \text{ m} \\ \Delta y &= 14,81 \text{ m} \quad (1) \\ \Delta z &= 44,05 \text{ m}\end{aligned}$$

2.2. CÁLCULO DOS PARÂMETROS NWL-10D → SAD-69

Idêntica metodologia foi aplicada para obtenção dos parâmetros de transformação entre os referenciais NWL-100D, associado às efemérides operacionais, e o SAD-69. Desta feita, foram utilizadas sete (7) estações cujos resultados, reduzidos com o programa SP-7 da JMR, geraram os seguintes valores:

$$\begin{aligned}\Delta x &= 75,92 \text{ m} \\ \Delta y &= 18,85 \text{ m} \quad (2) \\ \Delta z &= 39,01 \text{ m}\end{aligned}$$

3. PARÂMETROS DE TRANSFORMAÇÃO E AS DISTORÇÕES DA REDE GEODÉSICA

A comunidade internacional a partir de um certo momento passou a se preocupar em vincular os diversos referenciais em uso com o chamado Sistema Terrestre Convencional (CTS). Isto tornou-se possível graças às condições oferecidas pelos avanços tecnológicos. Assim, a materialização do CTS foi obtida em função de correções aos referenciais vinculados às efemérides precisas do sistema TRANSIT. O cálculo daquelas teve uma evolução que será explicada no §5 e que como oficiais, ao referencial NSWC-9Z2 (Tabela2). As translações (1) e (2) foram obtidas sem levar em consideração as referidas correções. Este procedimento poderia não ter tido maiores conseqüências, a não ser o fato de não representarem translações em relação a um sistema geocêntrico. Entretanto, a existência da rotação em torno do eixo Z acarreta a não adequação dos parâmetros mencionados à situação geométrica real. A conseqüência é que sua utilização na obtenção das alturas geoidais locais a partir das geocêntricas provocou uma inclinação do mapa geoidal correspondente. Isto se verifica mediante a comparação dos mapas geoidais em (IBGE, 1985) e (IBGE, 1986).

Por outro lado, a comparação de coordenadas para a obtenção de parâmetros de transformação significa compatibilizar o referencial de satélite com o sistema geodésico materializado. Este, devido às distorções da rede, não coincide necessariamente com o sistema definido. Entretanto, esta sistemática tem sido usual. Além disso, a transformação do terno geodésico φ , λ e h em coordenadas cartesianas implica em distorções devido ao conhecimento precário das alturas geoidais e mesmo da altitude

ortométrica. Isto levou a pesquisar métodos que desvinculassem a obtenção das translações das distorções altimétricas. As metodologias para tanto são apresentadas em (Blitzkow et al., 1986).

É conveniente frisar que nos sistemas geodésicos clássicos, da maneira como são definidos, possíveis ângulos de rotação em torno dos eixos coordenados são devidos exclusivamente a uma rotação em torno da normal no ponto origem (ângulo Δ). Isto pode ocorrer em decorrência de uma possível imprecisão no azimute de partida (Castañeda, 1986). A determinação de Δ é bastante crítica pois seu cálculo tende a observar as distorções da rede geodésica, deixando nesta caso de ser realista. Castañeda (ibid) relaciona valores de Δ que exprimem este fato, assim como os resultados da experiência relatada no §6.2. Por esta razão, tem sido prática não considerá-lo na modelagem matemática de transformação de sistemas.

4. DETERMINAÇÃO DOS PARÂMETROS DE TRANSFORMAÇÃO ENTRE OS SISTEMAS NWL-10D E NSWC-9Z2

Esta determinação teve por objetivo o cálculo indireto dos parâmetros de transformação entre os sistemas de transformação entre os sistemas NWL-10D e o SAD-69, uma vez que a determinação criteriosa dos parâmetros entre o NSWC-9Z2 e o SAD-69 estava concluída com o estudo desenvolvido por Castañeda (ibid).

O modelo matemático utilizado foi o sugerido por Meade (1982), com três parâmetros de transformação, a saber: fator de escala, rotação terciária ou variação em longitude e constante aditiva à coordenada Z (translação terciária). Desta forma, estes parâmetros foram calculados tomando por base 143 estações processadas no IBGE em posição isolada, tanto com efemérides precisas quanto com operacionais, ocasionando disponibilidade de coordenadas referidas a ambos os sistemas.

Os resultados obtidos foram os seguintes:

Translação Terciária: $-1,66\text{m} \pm 0,25\text{m}$
Rotação Terciária: $-0,086'' \pm 0,009''$
Fator de escala: $-0,18\text{ppm} \pm 0,04\text{ppm}$

que, apesar de estatisticamente significativos, são desprezíveis face à precisão de determinação de posições isoladas referidas ao NWL-10D.

Por outro lado, Ashkenazi (1987) sugere o uso de um único conjunto de parâmetros de transformação de coordenadas doppler (NWL-10D ou NSWC-9Z2, no caso) e o SAD-69, apesar de admitir a possibilidade de existência de diferença sistemática entre aqueles dois sistemas doppler. Do mesmo modo, Vanicek (1987) considera que não há razões para admitirmos que os dois sistemas não são coincidentes.

Desta forma, os resultados encontrados confirmam que as diferenças sistemáticas, previstas por Ashkenazi, são desprezíveis no caso do Brasil, podendo ser utilizado um único conjunto de parâmetros na transformação de coordenadas referidas ao NWL-10D ou NSWC-9Z2 para o SAD-69.

Acrescenta-se que, em 27 de janeiro de 1989, o Navy Astronautic Group (NAG), que administra o funcionamento operacional do sistema TRANSIT, mudou o sistema de referência das efemérides operacionais de NWL-10D para WGS-84, que já era o adotado para as efemérides precisas calculadas pelo Defense Mapping Agency (Pryor, 1989 e EDO, 1989). Isto demonstra o interesse em se manter um referencial único para uso no sistema TRANSIT, o que já ocorria na época do NWL-10D e NSWC-9Z2, conforme demonstraram os resultados acima.

4. RESULTADOS CONSTANTES DA RESOLUÇÃO DO PRESIDENTE DO IBGE, Nº 32/88. DE 05.04.88

A determinação das correções ao sistema NSWC-9Z2, para compatibilizá-lo com o CTS, consistiu em uma atividade da comunidade geodésica internacional conduzida com o dinamismo inerente à pesquisa científica. Este fato levou Castañeda (1986) a utilizar em seu trabalho valores não definitivos para aquelas correções, sendo necessário um recálculo dos parâmetros de transformação com os valores publicados por Boucher e Altamini (1985), empregando-se a mesma metodologia. Os resultados deste recálculo foram publicados pelo IBGE (1988), em substituição aos publicados pelo IBGE (1983).

A tabela a seguir relaciona os valores envolvidos:

- passagens processadas : 135
- passagens aceitas : 135
- passagens a oeste : 67
- passagens a leste : 68
- variância a posteriori : 0.992

Tabela 1

			Castañeda (1986)	IBGE (1988)
Correções ao NSWC-9Z2	Transla- ções (m)	tx	0	-0,106
		ty	0	+0,697
		tz	+4	+4,901
Rot. Terc. (")			-0,8	-0,814
Fat. Esc. (ppa)			-0,4	-0,604
Parâmetros de Transf. CTS → SAD-69	Transla- ções (m)	TX	+64,46(+0,46)	+65,08(+0,43)
		TY	- 1,73(+0,46)	- 3,95(+0,43)
		TZ	+38,78(+0,39)	+37,63(+0,36)
Nº de Estações			54	63

6. DETERMINAÇÃO DOS PARÂMETROS DE TRANSFORMAÇÃO ENTRE OS SISTEMAS WGS-84 E SAD-69

6.1 RASTREIO NO VT-CHUÁ

No Plano de Trabalho elaborado pelo Departamento de Geodésia da Diretoria de Geociências para o ano de 1987, programou-se a realização de rastreamento de satélites no VT-CHUÁ, ponto origem do SAD-69, com o objetivo de se obter subsídios para a obtenção dos parâmetros de transformação entre o WGS-84, associado às efemérides precisas a partir de 1º de janeiro de 1987, e o SAD-69.

A vantagem desta determinação de parâmetros consiste na não influência das distorções da rede e do mapa geoidal nos valores calculados, uma vez que foram utilizadas coordenadas definidas no ponto origem. Os únicos erros incidentes correspondem aos advindos do rastreamento doppler.

A campanha de rastreamento teve como norma os padrões requeridos par o Projeto Parâmetros de Transformação e Mapa Geoidal (PTMG) daquele Departamento. Seguindo orientação técnica, a equipe de rastreo observou, com um aparelho JMR-1, durante 24 dias, um total de 145 passagens, com o objetivo de se buscar um balanceamento (Leste-Oeste) ótimo e o maior número de observações dos satélites cujas efemérides precisas estavam disponíveis. Isto feito, os cálculos apresentaram os seguintes resultados, utilizando-se o programa GEODOP-V.

1º) Resultado obtido com efemérides operacionais:

Coordenadas cartesianas (NWL-10D)

$$\begin{aligned} x &= 4010529,30\text{m} \pm 1,32\text{m} \\ y &= -4470089,98\text{m} \pm 1,37\text{m} \\ z &= -2143186,28\text{m} \pm 1,27\text{m} \end{aligned}$$

2º) Resultado obtido com efemérides precisas:

- passagens processadas : 78
- passagens aceitas : 78
- passagens a oeste : 39
- passagens a leste : 39
- variância a posteriori : 1.023

Coordenadas cartesianas (WGS-84)

$$\begin{aligned} x &= 4010548,44\text{m} \pm 0,43\text{m} \\ y &= -4470076,61\text{m} \pm 0,44\text{m} \\ z &= -2143179,02\text{m} \pm 0,40\text{m} \end{aligned}$$

Calculando-se as coordenadas cartesianas (SAD-69) do VT-CHUÁ, a partir das coordenadas geodésicas e ondulação geoidal definidas, tem-se:

$$\begin{aligned} x &= 4010615,31\text{m} \\ y &= -4470080,98\text{m} \\ z &= -2143140,50\text{m} \end{aligned}$$

e, comparando-as com as coordenadas obtidas no sistema WGS-84, encontramos os parâmetros de transformação procurados:

$$\begin{aligned} \Delta x &= 66,87 \text{ m} \\ \Delta y &= -4,37 \text{ m} \\ \Delta z &= 38,52 \text{ m} \end{aligned} \quad (3)$$

6.2. EXPERIÊNCIA COM ESTAÇÕES RASTREADAS APÓS 1º DE JANEIRO DE 1987

Calculou-se, também, parâmetros de transformação a partir de 18 estações Doppler, rastreadas após 1º de janeiro de 1987, pertencentes à Rede Planimétrica de Alta Precisão (VTs). Localizadas entre os paralelos 2ºS e 14ºS, e os meridianos 19ºW e 57ºW, com disponibilidade de efemérides precisas; portanto, com as suas coordenadas conhecidas nos sistemas

WGS-84 e SAD-69. Obteve-se, para a rotação em torno da normal em Chuá, o seguinte valor:

$$\Delta = 0,607'' \pm 0,212''$$

Após esta experiência, usou-se 9 estações das mesmas características às anteriores, desta vez localizadas entre os paralelos 11°S e 18°S, e os meridianos 42°W e 52°W. O resultado foi o seguinte:

$$\Delta = 0,286'' \pm 0,310''$$

Estes resultados confirmam o fato de que o ângulo (Δ) absorve distorções da rede, conforme o exposto no §3.

7. VALORES FINAIS DOS PARÂMETROS

O sistema de coordenadas WGS-84 foi realizado segundo a definição do CTS, modificando em escala e origem o sistema de satélite NSWC-9Z2, mais uma rotação em longitude para coincidir o meridiano de referência do WGS-84 com o meridiano zero definido pelo International Earth Rotation Service (IERS).

O DMA (1987) publicou os valores finais adotados para correções com vistas à compatibilização do sistema doppler NSWC-9Z2 com o CTS, que são mostrados a seguir na tabela 2:

Tabela 2

Correções do Sistema NSWC-9Z2 para torná-lo CTS

correção	efeito	explicação
tz=4,5m	translação da origem no eixo Z norte do SL	o plano equatorial do SD está deslocado para
w=0,814"	rotação em longitude	o meridiano zero do SD está a leste do meridiano zero def. pelo IERS
S=0,6ppm	mudança de escala	mudança de escala

SD: Sistema Doppler (NSWC-9Z2)

SL: Sistema Laser (WGS-84)

A seguir apresenta-se o algoritmo de aplicações das correções supra apresentadas:

$$X_2 = (1,0 - 0,6 \times 10^{-6}) X_1 - 0,814 Y_1 / \rho''$$

$$Y_2 = (1,0 - 0,6 \times 10^{-6}) Y_1 + 0,814 X_1 / \rho''$$

$$Z_2 = (1,0 - 0,6 \times 10^{-6}) Z_1 + 4,5$$

onde:

[X_1, Y_1, Z_1]: coordenadas cartesianas no sistema de satélite NSWC-9Z2

[X_2, Y_2, Z_2]: coordenadas cartesianas no CTS

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

Estas correções, juntamente com os parâmetros de transformação mostrados em (3), formam o conjunto de valores que devem ser utilizados pela comunidade cartográfica brasileira para transformação de resultados de rastreamento de satélite para o SAD-69 (IBGE, 1989).

As diferenças entre os conjuntos de parâmetros divulgados pelo IBGE (1988), e os divulgados no presente trabalho, são as seguintes:

$$dTX = 1,90m$$

$$dTY = -1,12m$$

$$dTZ = 0,49m$$

O que significa que as coordenadas cartesianas SAD-69 determinadas a partir de coordenadas Doppler, valendo-se dos parâmetros e correções de 1988, devem ser transladadas de dTX, dTY e dTZ, para que o resultado seja equivalente ao que seria obtido utilizando-se o novo conjunto de parâmetros. De outra maneira:

$$X_n = X_a + 1,90$$

$$Y_n = Y_a - 1,12$$

$$Z_n = Z_a + 0,49, \text{ onde:}$$

[X_a, Y_a, Z_a]: coordenadas cartesianas (SAD-69) calculadas com parâmetros de 1988

[X_n, Y_n, Z_n]: coordenadas cartesianas (SAD-69) relacionadas aos parâmetros atuais.

Traduzindo as diferenças em dTX, dTY e dTZ a diferenças em latitude, longitude e altitude nas coordenadas SAD-69, foram obtidos os mapas de isocurvas das figuras 1, 2 e 3, respectivamente.

$e^2 = f(2 - f)$ - quadrado da primeira excentricidade do elipsóide

$e^2 = \frac{e^2}{1 - e^2}$	quadrado da segunda excentricidade do elipsóide
-----------------------------	---

Subscrito 1: grandezas associadas ao sistema de satélite:

Para o NSWC-9Z2: $a_1 = 6378145\text{m}$
 $f_1 = 1/298,25$

Para o NWL-10D: $a_1 = 6378135\text{m}$
 $f_1 = 1/298,26$

Para o WGS-84: $a_1 = 6378137\text{m}$
 $f_1 = 1/298,257223563$

Subscrito 2: grandezas associadas ao sistema SAD-69:

$a_2 = 6378160\text{m}$
 $b_2 = 6356774,719\text{m}$
 $f_2 = 1/298,25\text{m}$

$\rho'' = 206264,8062470963$

Cálculo das Coordenadas Cartesianas Referidas ao Sistema de Satélite:

$X_1 = (N_1 + h_1) \cos \varphi_1 \cdot \cos \lambda_1$
 $Y_1 = (N_1 + h_1) \cos \varphi_1 \cdot \sin \lambda_1$
 $Z_1 = (N_1 (1 - e_1) + h_1) \cdot \sin \varphi_1$

Cálculo das Coordenadas Cartesianas Referidas ao SAD-69:

Transformação de Coordenadas Referidas ao NSWC-9Z2 ou NWL-10D:

$X_2 = X_1 - 0,6 \cdot 10^{-6} \cdot X_1 - 0,814 \cdot Y_1 / \rho'' + 66,87$
 $Y_2 = Y_1 - 0,6 \cdot 10^{-6} \cdot Y_1 + 0,814 \cdot X_1 / \rho'' - 4,37$
 $Z_2 = Z_1 - 0,6 \cdot 10^{-6} \cdot Z_1 + 43,02$

Transformação de Coordenadas Referidas ao WGS-84:

$X_2 = X_1 + 66,87$
 $Y_2 = Y_1 - 4,37$
 $Z_2 = Z_1 + 38,52$

Cálculo das Coordenadas Geodésicas Referidas ao SAD-69:

$$\varphi_2 = \text{arc tg} \left[\frac{Z_2 + e_2^2 \cdot d_2 \cdot \text{sen}^3 u}{(X_2^2 + Y_2^2)^{1/2} - e_2^2 \cdot a_2 \cdot \text{cos}^3 u} \right]$$

$\lambda_2 = \text{arc tg} \left[\frac{Y_2}{X_2} \right]$	(para o quadrante em que se situa o Brasil).
--	--

$$h_2 = \frac{(X_2 + Y_2)^{1/2}}{\cos \varphi_2} - N_2$$

onde:

$$\text{sen } u = \frac{\text{tg } u}{(1 + \text{tg}^2 u)^{1/2}};$$

$$\text{cos } u = \frac{1}{(1 + \text{tg}^2 u)^{1/2}};$$

$$\text{tg } u = \frac{Z^2}{(X_2 + Y_2)^{1/2}} \cdot \frac{a_2}{b_2}$$

(4) Os Sistemas Geodésicos associados tanto às efemérides operacionais quanto às precisas, anteriormente à 31 de dezembro de 1986 (respectivamente, NWL-10D e 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. Atualmente, o referencial geodésico para os dois tipos de efemérides se confunde com o WGS-84;

(5) Os procedimentos descritos nos itens acima deverão ser empregados pela comunidade cartográfica nacional, juntamente com a versão 1987 do Mapa Geoidal do Brasil (Brasil, 1986), para determinação de posições no Sistema Geodésico Brasileiro, relativas a estações estabelecidas antes e após esta publicação. Caso contrário, os resultados do processamento de estações antigas não estarão consistentes com os relativos às novas estações, principalmente aqueles advindos do uso do GPS;

(6) Os valores de parâmetros divulgados nesta publicação, mostrados em (3), estão completamente isentos de erros decorrentes do Mapa Geoidal, como também de distorções inerentes à rede planimétrica do Sistema Geodésico Brasileiro. A sua aplicação, portanto, fornecerá resultados compatíveis com o sistema geodésico definido (SAD-69), podendo não apresentar

resultados tão satisfatórios quanto utilizados em algumas áreas do sistema materializado (SGB). No entanto, o que se deseja é um contínuo refinamento do sistema materializado, a fim de torná-lo cada vez mais compatível com a conclusão do Projeto de Reajustamento em Bloco de Rede Planimétrica (REPLAN), do Departamento de Geodésia do IBGE, ora em andamento.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, J. B. de Determinação simultânea de parâmetros de transformação entre referenciais geodésicos e de desníveis geoidais. Universidade Federal do Paraná, Curso de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas, Curitiba, 1984.

ASHKENAZI, V. Comunicação Pessoal. Rio de Janeiro, 1987.

BLITZKOW, D.; CASTAÑEDA F^o, R. M.; ANDRADE, J. B. de Transformation parameters from NSWC-9Z2 to SAD-69 and the geoidal heights. American Geophysical Union, Fall Meeting, San Francisco, 1986.

BOUCHER, C.; ALTAMINI, Z. Towards an improved realization of the BIH terrestrial frame. Proceedings of the International Conference on Earth rotation and the terrestrial reference frame, Columbus, 1985.

BRASIL, Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) Boletim de Serviço, no 1602, de 1º de agosto de 1983 (suplemento).

.....Trabalhos Técnicos da Diretoria de Geodésia e Cartografia, 1985.

.....Trabalhos Técnicos da Diretoria de Geodésia e Cartografia, 1986.

.....Resolução do Presidente do IBGE, nº32/88, de 05.04.88.

.....Resolução do Presidente do IBGE, nº22/89, de 21.02.89.

CANADA, EDO CANADA LTD Telex à Instrumentos KERN do Brasil S/A, de 24 de fevereiro de 1989.

CASTANEDA F^o, R.M. Ensaio para Definição de Parâmetros de Transformação entre o SAD-69 e p MSWC-9Z2; Tese de mestrado apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1986.

EUA, Defense Mapping Agency (DMA) Department of Defense World Geodetic System 1984 – Its Definition and Relationships with Local Geodetic Systems. Defense Mapping Agency Report, DMA TR8351.2, 1987.

KADLEC, F.A; GOMES, J.P. Cálculo de Parâmetros de Transferência de Sistemas Geodésicos. Revista Brasileira de Cartografia (22): 27-34,1978.

MEADE, B.K. NWL-10F versus WGS-72 doppler results and broadcast versus precise ephemeris coordinates. In: Proceeding of the Second International Geodetic Symposium on Satellite Positioning, Las Cruces. Austin, 1982.

PRYOR, L. Transit – Status, Policy, and Plans. The fifth International Geodetic Symposium on Satellite Positioning. Las Cruces, 1989.

VANICEK, P. Comunicação Pessoal. Rio de Janeiro, 1987.