

NOTA TÉCNICA

TÉRMINO DO PERÍODO DE TRANSIÇÃO PARA ADOÇÃO NO BRASIL DO SISTEMA DE REFERÊNCIA GEOCÊNTRICO PARA AS AMÉRICAS (SIRGAS), EM SUA REALIZAÇÃO DE 2000,4 (SIRGAS2000)

A definição, implantação e manutenção do Sistema Geodésico Brasileiro – SGB é de responsabilidade do IBGE, assim como o estabelecimento das especificações e normas gerais para levantamentos geodésicos segundo o disposto no Decreto-Lei n.º 243, de 28 de fevereiro de 1967.

Para o desenvolvimento das atividades geodésicas, é necessário o estabelecimento de um sistema geodésico que sirva de referência ao posicionamento no território nacional. Este sistema de referência é definido a partir da adoção de uma figura geométrica representativa da superfície terrestre, posicionada no espaço, o que permite a localização única de cada ponto da superfície em função de suas coordenadas tridimensionais. A materialização deste sistema se dá através da implantação de estações geodésicas distribuídas adequadamente pelo país, constituindo uma infraestrutura de referência a partir da qual os novos posicionamentos são efetuados.

A definição do sistema geodésico de referência acompanha, em cada fase da história, o estado da arte dos métodos e técnicas então disponíveis. Com o advento dos sistemas globais de navegação por satélites (GNSS – *Global Navigation Satellite Systems*), tornou-se mandatória a adoção de um novo sistema de referência, geocêntrico, compatível com a precisão dos métodos de posicionamento correspondentes e também com os sistemas adotados no restante do globo terrestre. Esta demanda foi atendida no Brasil em 25 de fevereiro de 2005 com o estabelecimento do Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas (SIRGAS), em sua realização do ano de 2000 (SIRGAS2000), como novo sistema de referência geodésico para o SGB e para o Sistema Cartográfico Nacional (SCN). Os parâmetros que caracterizam o SIRGAS2000 são apresentados a seguir:

Caracterização do SIRGAS2000

Sistema Geodésico de Referência:	Sistema de Referência Terrestre Internacional – ITRS (<i>International Terrestrial Reference System</i>)
Figura geométrica da superfície terrestre:	Elipsóide do Sistema Geodésico de Referência de 1980 (<i>Geodetic Reference System 1980 – GRS80</i>) - Semi-eixo maior $a = 6.378.137\text{m}$ - Achatamento $f = 1/298,257222101$
Origem:	Centro de massa da Terra
Orientação:	Pólos e meridiano de referência consistentes em $\pm 0,005''$ com as direções definidas pelo BIH (<i>Bureau International de l'Heure</i>)
Época de referência das coordenadas:	2000,4

Materialização: Estabelecida por intermédio de todas as estações que compõem a Rede Geodésica Brasileira, implantada a partir das estações de referência

A Resolução do Presidente do IBGE (RPR) 01/2005, que estabeleceu o novo sistema, previu um período de transição não superior a dez anos durante o qual o SIRGAS2000 poderia ser utilizado em concomitância com o sistema SAD 69, para o SGB, e com os sistemas SAD 69 e Córrego Alegre, para o SCN. A coexistência entre estes sistemas tinha por finalidade oferecer à sociedade um período suficiente durante o qual os usuários deveriam adequar e ajustar suas bases de dados, métodos e procedimentos ao novo sistema.

Em 25 de fevereiro de 2015 encerra-se o período de transição, correspondendo a uma duração de exatos dez anos. A partir desta data, todos os usuários no Brasil devem adotar exclusivamente o SIRGAS2000 em suas atividades, o que também obriga o IBGE a publicar em seu Banco de Dados Geodésicos as coordenadas das estações geodésicas referidas apenas ao SIRGAS2000, bem como o modelo geoidal MAPGEO2010 e seus produtos cartográficos. Em 26 de fevereiro será assinada a Resolução da Presidência do IBGE que oficializa o término do período de transição.

Os procedimentos a serem adotados para a migração de coordenadas e produtos cartográficos referenciados aos sistemas Córrego Alegre, SAD 69 e WGS 84 para o SIRGAS2000 são reproduzidos a seguir.

Migração dos referenciais Córrego Alegre, SAD 69 e WGS 84 para SIRGAS2000

1. Transformação de bases de dados referidas às realizações Córrego Alegre 1961, Córrego Alegre 1970+1972, SAD 69, SAD 69/96 para o SIRGAS2000.

Diferentes métodos podem ser aplicados na transformação de coordenadas entre dois referenciais geodésicos: através do uso de parâmetros de transformação entre os centros/eixos coordenados dos sistemas de referência tridimensionais envolvidos na transformação; ou através do uso de grades que modelam espacialmente as diferenças entre as coordenadas planimétricas, referidas aos dois sistemas, em regiões cobertas por estes referenciais. As grades de transformação dos sistemas geodésicos de natureza clássica para o SIRGAS2000 possibilitam a modelagem das distorções das materializações destes referenciais, obtendo-se um resultado final com melhor exatidão. As grades estão publicadas no portal do IBGE através dos arquivos listados na Tabela 1.

TABELA 1: Grades para transformação de coordenadas referidas aos sistemas geodésicos clássicos, e suas materializações, para o SIRGAS2000.

Sistemas geodésicos clássicos e suas materializações	Identificação das Grades	Área de Abrangência das Grades			
		Lat. Sul	Lat. Norte	Lon. Leste	Lon. Oeste
Córrego Alegre 1961	CA61_003.GSB	-27°30'	-11° 00'	-37°35'	-58°15'
Córrego Alegre 1970+1972	CA7072_003.GSB	-33°10'	-00° 30'	-33°30'	-58°20'
SAD 69	SAD69_003.GSB	-34°10'	04°30'	-33°30'	-63°30'
SAD 69/96	SAD96_003.GSB	-34°10'	05°30'	-33°30'	-63°20'

As seguintes orientações devem ser seguidas quando do uso das grades:

- 1.1 Deve-se identificar a que materialização (ou rede) os mapas ou bancos de dados a serem transformados se baseiam, bem como a cronologia dos levantamentos realizados para geração destas informações cartográficas. O emprego inadequado das grades levará a resultados errôneos;
- 1.2 Apesar das grades de transformação possuírem áreas de abrangência que vão além da extensão das materializações dos referenciais geodésicos clássicos, entende-se que a eficiência desta transformação estará associada à proximidade das coordenadas a serem transformadas com a materialização do referencial geodésico em questão (ou seja, com a rede geodésica correspondente). Os mapas constantes das Figuras A1, A2, A3 e A4 auxiliam nesta análise;
- 1.3 As transformações através das grades são bidimensionais envolvendo somente a latitude e longitude geodésicas;
- 1.4 Na transformação entre os sistemas SAD 69 e SIRGAS2000, em regiões do país não contempladas pelas grades de transformação ou para transformar coordenadas obtidas originalmente a partir de estações da rede planimétrica brasileira determinadas por GPS ou DOPPLER, deve-se utilizar os parâmetros de transformação oficiais determinados pelo IBGE e publicados no ANEXO da Resolução RPR 01/2005;
- 1.5 O IBGE disponibiliza a ferramenta ProGrid, disponível no portal do IBGE (www.ibge.gov.br), para transformação de coordenadas utilizando-se as grades e os parâmetros de transformação descritos nos itens anteriores;
- 1.6 O IBGE não se responsabiliza pelo uso das grades, distribuídas juntamente com o ProGrid, dissociadas dessa ferramenta em sistemas computacionais de terceiros.

2. Transformação de coordenadas entre WGS 84 e SIRGAS2000

2.1 Para transformação para SIRGAS2000 de coordenadas referidas ao WGS 84 determinadas através de posicionamentos tridimensionais GPS ou DOPPLER realizados no período de 01/01/1987 a 01/01/1994, o usuário deve efetuar as seguintes etapas:

- Transformar inicialmente as coordenadas WGS 84 para SAD69 utilizando os parâmetros de transformação divulgados através da RPR 23 de 21 de fevereiro de 1989 (RPR 23/89), reproduzidos a seguir:

Parâmetros WGS 84 (Doppler) → SAD 69:

$$\Delta X = + 66,87 \text{ m}$$

$$\Delta Y = - 4,37 \text{ m}$$

$$\Delta Z = + 38,52 \text{ m}$$

Cabe ressaltar que os parâmetros acima apresentam precisão pior que 0,40m.

- Transformar em SIRGAS2000 as coordenadas SAD 69 resultantes da etapa anterior utilizando diretamente o ProGrid com a opção de entrada “SAD 69

Técnica Doppler ou GPS”, ou aplicando diretamente os seguintes parâmetros de transformação:

SAD 69 → SIRGAS2000

$$\Delta X = - 67,35 \text{ m}$$

$$\Delta Y = + 3,88 \text{ m}$$

$$\Delta Z = - 38,22 \text{ m}$$

2.2 Para posicionamentos tridimensionais realizados após 01/01/1994, os referenciais WGS 84 e SIRGAS2000 são considerados idênticos para fins práticos, não existindo parâmetros de transformação entre eles.

3. Redução das coordenadas à época SIRGAS2000

Para aplicações científicas nas quais é necessário associar as coordenadas a uma época de referência, a conversão das coordenadas entre datas se dá através dos modelos de velocidades. Através destes modelos são estimadas as variações provocadas pelos deslocamentos da placa tectônica da América do Sul. Para este fim orienta-se o uso do modelo de velocidades disponível no portal do IBGE (www.ibge.gov.br) ou SIRGAS (www.sirgas.org). Estes modelos contemplam somente a conversão das coordenadas planimétricas, uma vez que as variações verticais são na maioria dos casos decorrentes de movimentos locais, dificultando a modelagem regional. Essa conversão só deve ser aplicada quando se trabalha com o SIRGAS2000.

4. Mapas das Materializações

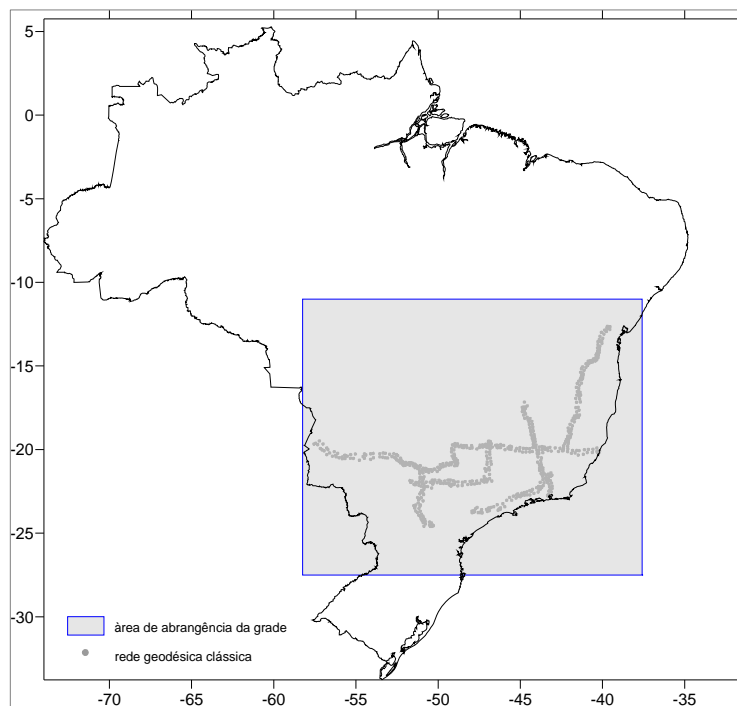


Figura A1: Rede geodésica planimétrica e respectiva área de abrangência da transformação para SIRGAS2000 da materialização Córrego Alegre 1961.

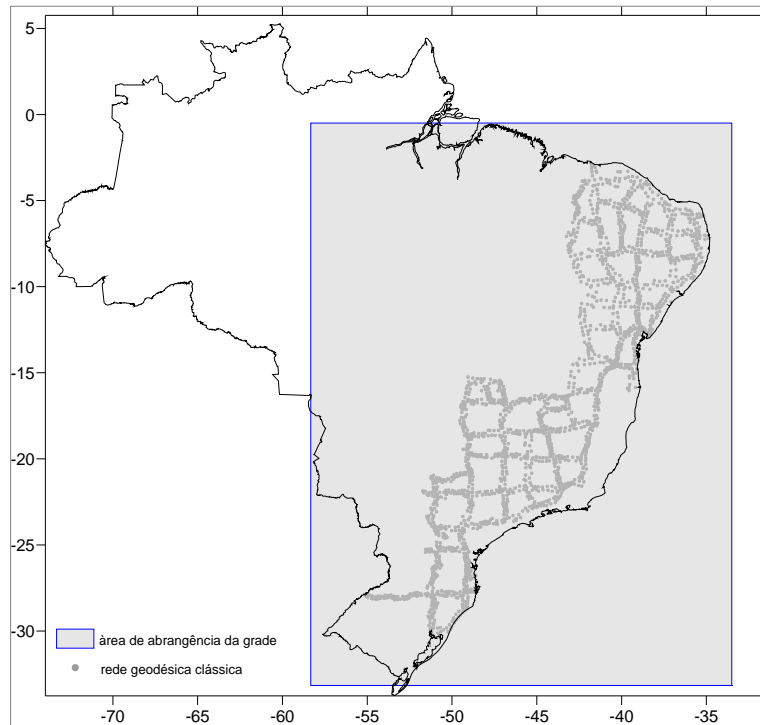


Figura A2: Rede geodésica planimétrica e respectiva área de abrangência da transformação para SIRGAS2000 da materialização Córrego Alegre 1970+1972.

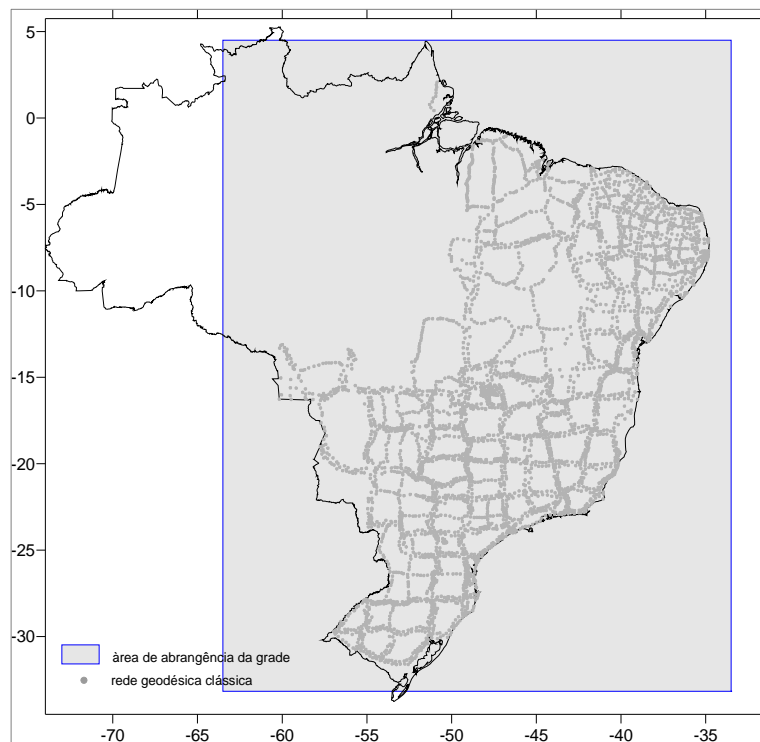


Figura A3: Rede geodésica planimétrica e respectiva área de abrangência da transformação para SIRGAS2000 da materialização SAD 69.

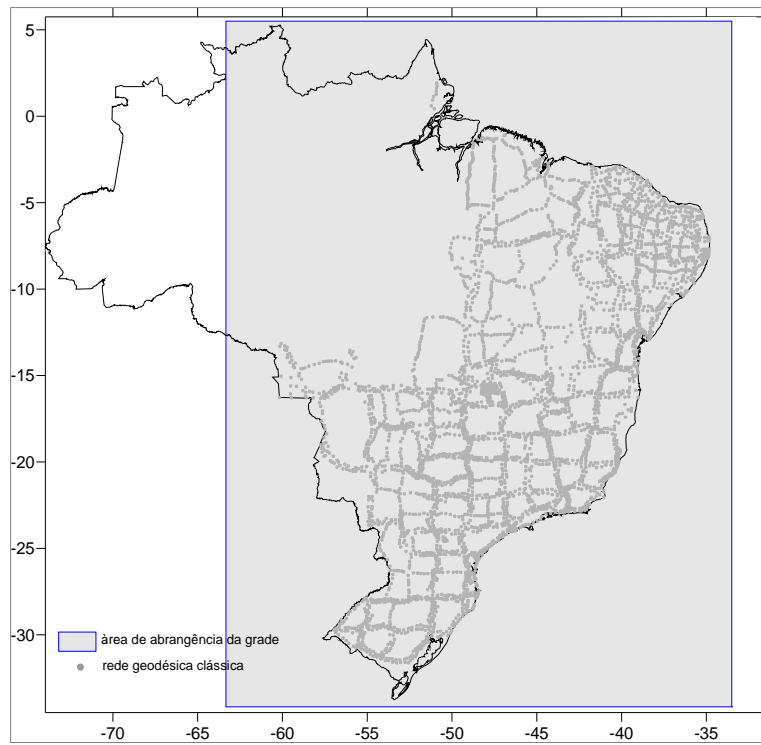


Figura A4: Rede geodésica planimétrica e respectiva área de abrangência da transformação para SIRGAS2000 da materialização SAD 69/96.