



Resolução de São Paulo
(Versão Final, março de 2003)

Este documento tem a finalidade de divulgar as resoluções emanadas por ocasião de duas reuniões do GT 2 – Grupo de Trabalho Definição e Estratégias para Materialização do Sistema de Referência Geodésico - do Projeto Mudança do Referencial Geodésico (PMRG). A primeira reunião foi realizada na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo / Departamento de Engenharia de Transportes (EPUSP-PTR), na cidade de São Paulo, no período de 12 a 13 de novembro de 2002. A segunda reunião foi realizada no Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - Centro de Documentação e Disseminação de Informações (IBGE / CDDI), na cidade do Rio de Janeiro, no período de 10 a 11 de fevereiro de 2003.

Os integrantes da primeira reunião foram: Prof. Dr. Edvaldo Simões da Fonseca Junior (EPUSP-PTR) – coordenador do GT 2, Prof. Dr. João Francisco Galera Monico (Universidade Estadual Paulista – UNESP), Prof. MSc. José Carlos Penna de Vasconcellos (Universidade do Estado do Rio de Janeiro – UERJ), Prof. Dr. Leonardo Castro de Oliveira (Instituto Militar de Engenharia – IME), Eng^a MSc. Kátia Duarte Pereira (IBGE), Dr. Luiz Paulo Souto Fortes (IBGE), Téc. Écio Silva (IBGE). Participaram através de correspondência eletrônica: Eng^o. MSc. Nilo César Coelho da Silva (IBGE), Prof. Dr. Sílvio Rogério C. de Freitas (Universidade Federal do Paraná – UFPR), Prof. Dr. Marcelo Carvalho dos Santos (University of New Brunswick – UNB / Canadá); Dr^a Sonia Maria Alves Costa (IBGE); Eng^o Marco Aurélio de Almeida Lima (IBGE). A segunda reunião contou com a participação do Prof. Dr. Edvaldo Simões da Fonseca Junior (EPUSP / PTR) – coordenador do GT 2; Eng^o Marco Aurélio de Almeida Lima (IBGE); Eng^o Jardel Aparecido Fazan (IBGE); Eng^o Jayme Augusto Nunes de Paiva (IBGE); Prof. Dr. João Francisco Galera Monico (UNESP), Eng^a MSc. Kátia Duarte Pereira (IBGE), Prof. Dr. Leonardo Castro de Oliveira (IME), Dr. Luiz Paulo Souto Fortes (IBGE) e Eng^o MSc. Nilo César Coelho da Silva (IBGE); por correspondência eletrônica participaram o Prof. Dr. Marcelo Carvalho dos Santos (UNB / Canadá) e o Prof. MSc. José Carlos Penna de Vasconcellos (UERJ).

O objetivo maior das reuniões era finalizar as discussões iniciadas no encontro ocorrido em julho de 2001, nas dependências do Departamento de Cartografia da UNESP, campus de Presidente Prudente. Naquele encontro foi elaborado o Protocolo de Presidente Prudente, documento empregado para subsidiar as decisões apresentadas a seguir.

De modo a poder concretizar o objetivo, foram deliberadas as seguintes decisões:

1) Terminologia

Considerando a diversidade no entendimento da terminologia utilizada por diferentes profissionais da área, houve a necessidade de uniformização dos termos " Sistema de Referência Terrestre ", " Realização ", " Materialização " e " Estrutura Básica ". Encontra-se, no Anexo 1, a descrição destes termos compatibilizados com seus equivalentes na literatura internacional. Assim sendo, esta resolução faz uso destes termos, segundo os conceitos constantes do Anexo 1.

2) Referencial Geocêntrico a ser adotado

O referencial geocêntrico a ser adotado será o **SIRGAS** (Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas).

Justificativas:

- As realizações SIRGAS correspondem às densificações do ITRF (*International Terrestrial Reference Frame*) no continente americano;



- O ITRF é mais preciso e serve de modelo para o refinamento do WGS 84 (*World Geodetic System 1984*) pela NIMA (*National Imagery and Mapping Agency*), conforme esquematizado pela Figura 1. Considerando que:
 - Foram utilizadas como injeção as coordenadas, no sistema ITRF, de 49 estações do IGS (*International GPS Service*) na última atualização do WGS 84 (G1150). As realizações do WGS 84 são identificadas pela semana GPS a partir da qual foram implementadas; no caso da Figura 1, as semanas são: G730, G830 e G1150;
 - O WGS 84 (G1150) é essencialmente idêntico ao ITRF 2000, ao nível de precisão de 1 centímetro.

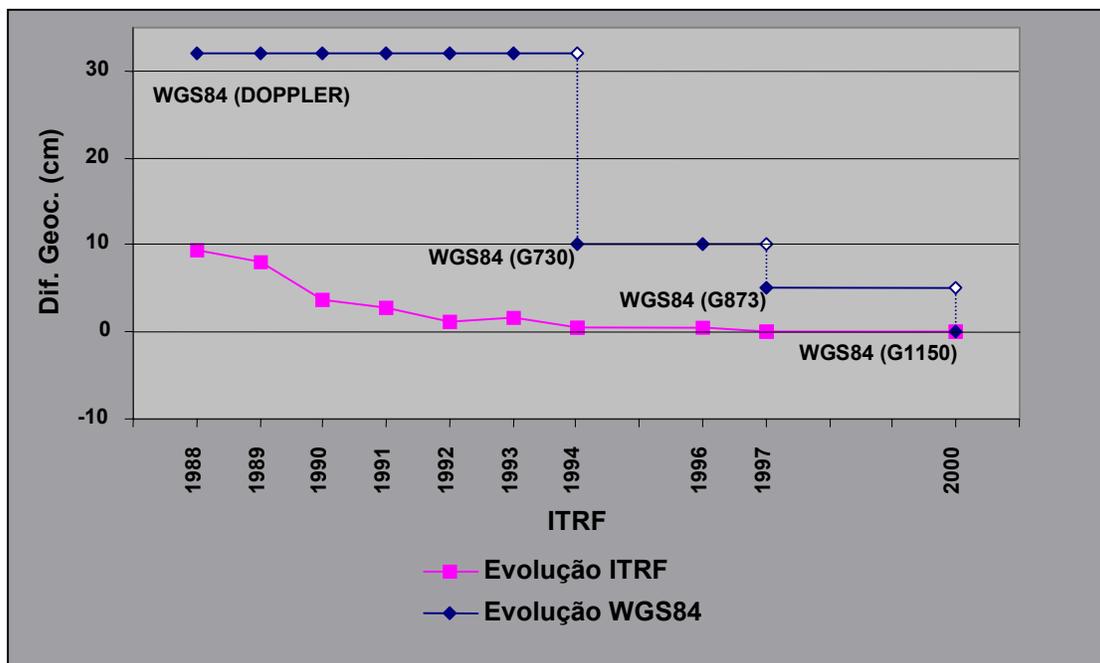


Figura 1: Evolução do WGS 84 aproximando-se do ITRF ao longo do tempo

- ITRF 2000: empregou aproximadamente 800 estações utilizadas nesta realização;
- WGS 84 (G1150): empregou aproximadamente 26 estações utilizadas nesta realização;
- As soluções ITRF incluem estimativa de velocidades;
- As velocidades WGS 84 não estão disponíveis até o presente momento, inviabilizando seu uso em aplicações científicas;
- O ITRF é desenvolvido pelo IERS (*International Earth Rotation Service*), um serviço da IAG (*International Association of Geodesy*), com participação internacional, incluindo a do Brasil;
- O WGS 84 é desenvolvido por uma agência militar norte-americana (NIMA);



- O SIRGAS atende a todos os requisitos elencados pelo GT 2 no Protocolo de Presidente Prudente;
- O SIRGAS foi recomendado pela 7th *United Nations Regional Cartographic Conference for the Americas*, patrocinada pela ONU (Organização das Nações Unidas), realizada em Nova York, no período de 22 a 26 de janeiro de 2001;
- A realização do SIRGAS 2000 tem um número maior de estações no território nacional (21 estações) do que a última realização do *International Terrestrial Reference System – ITRS*, ou seja, o ITRF 2000 (9 estações), apesar do seu ajustamento conter menor quantidade de observações.

3) Realização a adotar para o Sistema

A realização a ser adotada será SIRGAS 2000.

Justificativa:

- A realização SIRGAS 2000 corresponde a uma densificação da realização ITRF 2000, no continente americano;
- A realização SIRGAS 2000 é mais completa e recente do que a SIRGAS 95, compreendendo 182 estações nas Américas do Sul, Central e do Norte e no Caribe;
- Por ocasião da realização da reunião do Comitê SIRGAS, ocorrida em Santiago do Chile, no período de 21 a 25 de outubro de 2002, a solução final da campanha SIRGAS 2000 foi discutida e oficialmente aceita. Esta solução (coordenadas e respectivas estimativas de precisão), será divulgada no período de janeiro-fevereiro de 2003;
- Antecipa-se uma precisão (desvio-padrão) subcentimétrica, da ordem de 5 milímetros em cada componente horizontal e 7,5 milímetros na componente vertical;
- No que se refere às velocidades, necessárias à completa realização do sistema, as mesmas estão previstas para divulgação oficial para a América do Sul até 28 de março de 2003. Ressalta-se que a determinação se restringe à América do Sul, consequência de somente esta região possuir duas realizações SIRGAS.

4) Época a ser adotada para as coordenadas SIRGAS 2000

A época a ser adotada será 2000,4.

Justificativa:

- Os integrantes reunidos analisaram duas possibilidades: adotar a época de referência da campanha SIRGAS 2000 (campanha realizada de 10 a 19 de maio de 2000, ou seja, 2000,4), que é a recomendada pelo Comitê SIRGAS, ou adotar uma época futura;
- As discussões podem ser sintetizadas nas vantagens e desvantagens levantadas pelos componentes do GT2, que são:



a) *Época de referência da campanha GPS SIRGAS 2000*

- Vantagens

- recomendada pelo Comitê SIRGAS;
- as coordenadas oficiais corresponderiam à posição real de cada estação na época de referência (2000,4), isto é, não seria necessário empregar velocidades na geração do conjunto das referidas coordenadas;
- compatibilização em termos internacionais com os demais países participantes do Projeto SIRGAS.

- Desvantagens

- os posicionamentos efetuados por ponto absoluto preciso (melhor que 10 cm) em uma época no futuro necessitariam de cálculos adicionais para ter suas coordenadas compatíveis com o sistema adotado. Por exemplo: considerando uma determinação em 2015,4 e velocidades iguais para as coordenadas cartesianas geocêntricas (X, Y, Z) de + 2 cm / ano, as componentes das coordenadas deveriam ser subtraídas de 30 cm cada uma, para serem referenciadas à época 2000,4.



Época futura

- Vantagens

– expectativa de uma vida útil mais prolongada antes da necessidade de nova realização.

- Desvantagens

– a adoção de uma época futura implicaria na necessidade de emprego de velocidades na geração do conjunto oficial de coordenadas;

– o esperado refinamento das velocidades não servirá para a determinação das coordenadas oficiais;

– as coordenadas oficiais não necessariamente corresponderiam às posições efetivas das estações na época de referência.

Considerando as vantagens e desvantagens expostas anteriormente, os integrantes do GT 2 decidiram pela adoção da época de referência 2000,4.

Destaca-se que no caso do Brasil, pela sua particular situação na placa tectônica (litosférica), os resultados de posicionamento relativo ou posicionamento diferencial são pouco sensíveis à época do levantamento.

5) Nome a ser adotado para a realização no Brasil, ou seja, para a Rede Geodésica Brasileira

O nome a ser adotado deverá ser **SIRGAS 2000**

Justificativa:

- Contrariamente à proposta apresentada no Protocolo de Presidente Prudente, a adoção do nome **SIRGAS 2000** deve-se ao fato de eliminar diferentes interpretações que os usuários poderiam dar em relação ao referencial adotado;
- A indicação tem o propósito de evidenciar que não existe diferença entre o sistema adotado no Brasil e o sistema SIRGAS como um todo;
- Outro fato a ressaltar é o significado que o termo SIRGAS representa nacional e internacionalmente;
- A inclusão do ano de realização deve ser encarada como uma ratificação de que novas realizações feitas no âmbito do Projeto SIRGAS não serão motivo de atualização imediata e subsequente para a Rede Geodésica Brasileira. Tal atualização só ocorrerá quando for devidamente necessária.



Anexo 1

Terminologia

Sistema de Referência Terrestre

Define-se um Sistema de Referência Terrestre a partir do conjunto de parâmetros e constantes que caracteriza, conceitualmente, de uma forma abstrata e ideal, um objeto matemático no qual posições de pontos serão expressas.

Realização ou Materialização

A realização de um sistema geodésico traduz, de uma forma prática, a definição desse sistema com vistas a permitir seu uso. Desta forma, emprega-se o termo REALIZAÇÃO, na Resolução de São Paulo, para denominar um conjunto de estações geodésicas tomados como referência, com suas coordenadas e velocidades e respectivas estimativas de precisão.

Estrutura Básica

Conjunto de estações, suas coordenadas e velocidades, e respectivas estimativas de precisão, correspondente à realização.

Termos equivalentes

Termos equivalentes, em inglês, encontrados na literatura técnica:

- *Reference System*: para "Sistema de Referência";
- *Realization*: para "realização";
- *Frame*: para "estrutura básica".