



## **SIRGAS: O Sistema de Referência Para o Novo Milênio**

**Luiz Paulo Souto Fortes**  
Presidente do Comitê SIRGAS  
Departamento de Geodésia, IBGE<sup>1</sup>

### **RESUMO**

O projeto Sistema de Referência Geocêntrico para a América do Sul – SIRGAS é apresentado, incluindo seu histórico, objetivos, metas e estrutura. Desde o seu estabelecimento, em outubro de 1993, os dois grupos de trabalho “Sistema de Referência” e “Datum Geocêntrico” desenvolveram todas as atividades no sentido de definir um novo sistema de referência geocêntrico e um datum para a América do Sul. Os primeiros objetivos do projeto foram alcançados em 1997, como planejado, e os resultados correspondentes divulgados oficialmente durante a reunião científica da Associação Internacional de Geodésia (IAG), ocorrida em setembro de 1997, no Rio de Janeiro. Na mesma ocasião, foi criado o grupo de trabalho “Datum Vertical”, com o objetivo de definir e estabelecer um sistema de referência vertical unificado para o continente. Com este propósito, a campanha GPS SIRGAS 2000 foi realizada de 10 a 19 de maio de 2000. As 58 estações estabelecidas durante a primeira fase do projeto foram reocupadas (com vistas a subsidiar o cálculo de velocidades), assim como os marégrafos usados como referência para as redes verticais nacionais. Esta campanha contou com a participação de países da América do Norte, Central e Caribe, estabelecendo uma rede geodésica que cobre o continente americano de norte a sul. Com o SIRGAS, o continente passa a contar com uma infra-estrutura geodésica atualizada, compatível com as técnicas mais modernas de posicionamento, em consonância com os requisitos de georeferenciamento do novo milênio.

### **INTRODUÇÃO**

O Projeto Sistema de Referência Geocêntrico para a América do Sul - SIRGAS foi criado na Conferência Internacional para Definição de um Datum Geocêntrico para a América do Sul, ocorrida de 04 a 07 de outubro de 1993, em Assunção, Paraguai, a convite da Associação Internacional de Geodésia - IAG, do Instituto Pan-americano de Geografia e História - IPGH e da Agência Cartográfica do Departamento de Defesa dos EUA - DMA (atualmente, Agência Nacional de Mapas e Imagens - NIMA). Participaram desta conferência representantes de cada uma das entidades patrocinadoras e de quase todos os países sul-americanos.

---

<sup>1</sup> Atualmente no:  
Department of Geomatics Engineering  
University of Calgary  
2500 University Drive N.W.  
Calgary, AB, Canadá T2N 1N4  
Email: lpsforte@ucalgary.ca

Os objetivos estabelecidos para o projeto foram os seguintes:

- definir um sistema de referência para a América do Sul;
- estabelecer e manter uma rede de referência; e
- definir e estabelecer um datum geocêntrico.

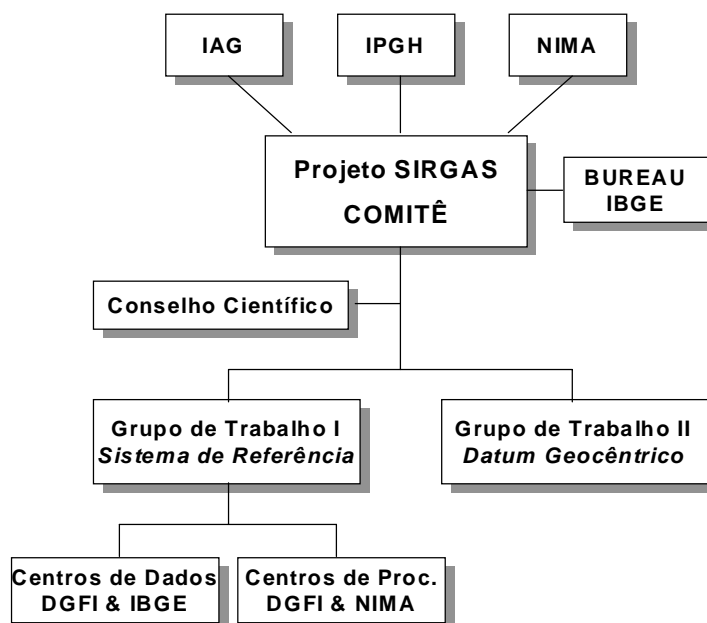
As metas a serem atingidas foram:

- alcançar os objetivos definidos em 1997, em coincidência com a Assembléia Científica da Associação Internacional de Geodésia, excetuando-se a manutenção, que tem caráter permanente;
- promover e coordenar os trabalhos de cada país sul-americano destinados a lograr os objetivos definidos;
- estabelecer uma rede de pontos de alta precisão com o Sistema de Posicionamento Global (GPS), de acordo com os objetivos da Resolução N<sup>o</sup> 2 da X Reunião de Diretores de Institutos Geográficos Sul-americanos (DIGSA) celebrada em La Paz, Bolívia, em 1993;
- concentrar inicialmente a atenção no Datum Horizontal; e
- facilitar a conexão das redes pré-existentes.

Os participantes da Conferência de Assunção adotaram as seguintes definições para o sistema de referência e o datum geocêntrico para o continente:

- sistema de referência SIRGAS: IERS (International Earth Rotation Service) Terrestrial Reference Frame (ITRF) [<http://lareg.ensg.ign.fr/ITRF/>];
- datum geocêntrico: eixos coordenados baseados no sistema de referência SIRGAS e parâmetros do elipsóide "Geodetic Reference System of 1980" (GRS80) [<http://www.dgfi.badw.de/geodis/REFS/grs80.html>].

As atividades do Projeto SIRGAS tem sido conduzidas no sentido da adoção no continente de uma rede de referência de precisão compatível com as técnicas modernas de posicionamento, principalmente as associadas ao sistema GPS. Considerando a proliferação do uso do GPS, referir estes novos levantamentos a uma estrutura geodésica existente, implantada basicamente pela utilização dos métodos clássicos (triangulação, poligonação, trilateração, etc.) e cuja precisão é pelo menos dez vezes pior que a fornecida facilmente com o GPS, implicaria, no mínimo, em desperdício de recursos. Além disto, a multiplicidade de sistemas geodésicos clássicos, adotados pelos países sul-americanos, dificultava em muito a solução de problemas tecnicamente simples, tais como a demarcação de fronteiras internacionais. A adoção do ITRF como sistema de referência garante a homogeneização de resultados internamente ao continente e permite uma integração consistente com as redes dos demais continentes, contribuindo cada vez mais para o desenvolvimento de uma geodésia global.



**Figura 1: Estrutura organizacional do projeto SIRGAS, criada na conferência de Assunção, em 1993**

## ATIVIDADES DOS GRUPOS DE TRABALHO

A estrutura organizacional do projeto, criada na conferência de Assunção em 1993, é mostrada na Figura 1.

O comitê do projeto é formado por um representante de cada país do continente e um de cada entidade patrocinadora. O comitê é responsável pelo estabelecimento das diretrizes do projeto e pela análise dos resultados obtidos pelos grupos de trabalho. O bureau funciona como sede do comitê, fornecendo suporte ao presidente no desempenho de suas tarefas. O conselho científico é formado por profissionais da comunidade internacional, de destacada atuação em geodésia, tendo por atribuição assessorar o comitê em suas análises e decisões, bem como os grupos de trabalho.

O grupo de trabalho I “Sistema de Referência” (GT I) foi responsável pelo estabelecimento do sistema de referência. Para este propósito, organizou uma campanha GPS continental, realizada de 26 de maio a 4 de junho de 1995. Nesta campanha, 58 estações principais e 9 excêntricas foram estabelecidas (Figura 2), constituindo-se numa das redes geodésicas continentais mais precisas do mundo. Estima-se que a precisão externa para as coordenadas das suas estações se situe em torno de 2 cm. O processamento dos dados da rede foi executado independentemente pelo Deutsches Geodaetisches Forschungsinstitut (DGFI), da Alemanha (como representante da IAG), e pela National Imagery and Mapping Agency (NIMA), dos EUA.

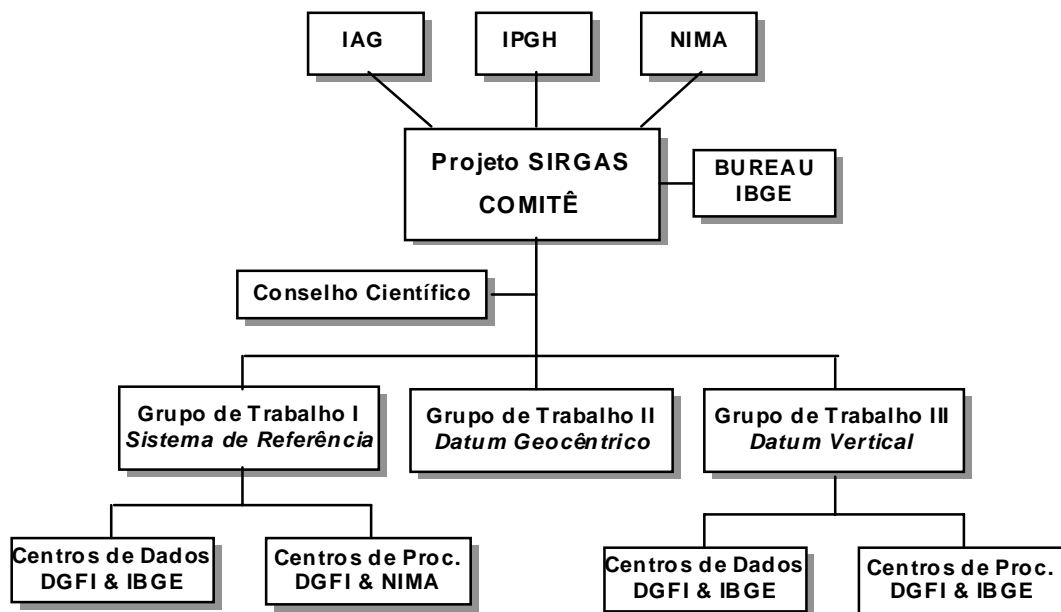
O grupo de trabalho II “Datum Geocêntrico” (GT II) tem se encarregado de coordenar a integração das redes geodésicas nacionais de cada país sul-americano à estrutura de referência SIRGAS. Tal integração tem sido realizada individualmente por cada país, contando com o apoio e suporte do GT II.



**Figura 2: Estações ocupadas na campanha GPS SIRGAS 95. Os diferentes símbolos representam os vários receptores GPS utilizados durante a campanha**

Os resultados oficiais da rede de referência continental, assim como a situação da integração das redes geodésicas nacionais de cada país à esta estrutura, foram apresentados, conforme planejado por ocasião da criação do projeto, na reunião científica da IAG, realizada em setembro de 1997, no Rio de Janeiro. Na mesma ocasião, foi criado o grupo de trabalho III “Datum Vertical” (GT III), com o objetivo de definir e estabelecer um sistema de referência vertical unificado para o continente e de conectar as redes altimétricas existentes ao novo datum.

Com a criação do GT III, a estrutura do projeto passou a ser a mostrada na Figura 3.



**Figura 3: Estrutura organizacional do projeto SIRGAS, após a criação do GT III na reunião do Rio de Janeiro, em 1997**

Os grupos de trabalho organizaram as seguintes reuniões até a presente data:

- 20-22 de abril de 1994, Bogotá, Colômbia: primeira reunião do GT II;
- 24-28 de outubro de 1994, La Plata, Argentina: primeira reunião do GT I e segunda do GT II;
- 5-9 de agosto de 1996, Santiago, Chile: segunda reunião do GT I e terceira do GT II;
- 8-11 de abril de 1997, Isla Margarita, Venezuela: terceira reunião do GT I e quarta do GT II.
- 11-13 de agosto de 1998, Santiago, Chile: primeira reunião do GT III;
- 19 a 30 de julho de 1999, Birmingham, Inglaterra: quarta reunião do GT I e segunda do GT III.

Na primeira reunião do GT III foram discutidos aspectos relacionados ao sistema de altitudes e superfície de referência a serem adotados no continente, tendo sido decidido que dois tipos de altitudes serão estabelecidos: altitudes elipsoidais, referidas ao datum SIRGAS, e um outro tipo baseado em números geopotenciais. Além disto, decidiu-se realizar o sistema de referência vertical através de um conjunto de estações que tenham nivelamento com medições gravimétricas e coordenadas no sistema SIRGAS, incluindo os marégrafos que definem o datum vertical clássico em cada país.

A campanha GPS SIRGAS 2000 foi programada em conjunto pelo GT I e GT III e realizada de 10 a 19 de maio de 2000 com dois objetivos:

- Repetir a primeira campanha GPS, realizada em 1995, com vistas a suportar o cálculo de velocidades das estações da rede de referência SIRGAS;
- Coletar dados GPS para as atividades do GT III.

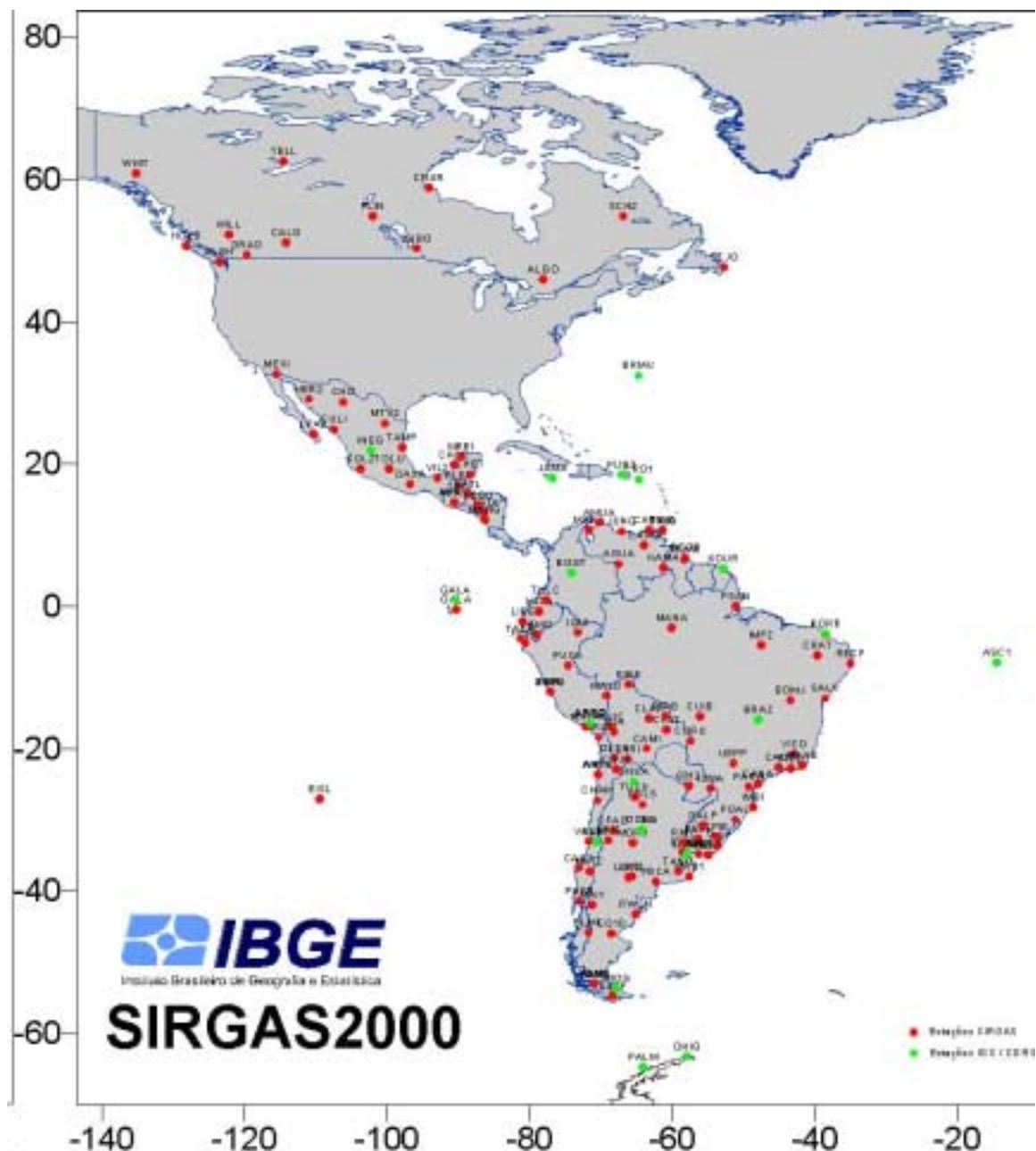
Neste sentido, as estações estabelecidas durante a primeira fase do projeto foram reocupadas. Estações adicionais foram estabelecidas em marégrafos, com o propósito de possibilitar a conexão entre os sistemas altimétricos clássicos e o novo (unificado), e outras estabelecidas próximas às fronteiras internacionais com vistas a facilitar a conexão entre os sistemas verticais nacionais. Esta campanha contou com a participação da América do Norte, Central e Caribe, estabelecendo uma rede geodésica que cobre o continente americano de norte a sul. Estima-se que cerca de 170 estações foram ocupadas durante a campanha. A maioria dos dados coletados já foram enviados para os centros de dados, no DGFI e IBGE. As estações correspondentes são mostradas na Figura 4. Nos EUA, um subconjunto de cerca de 30 estações da rede geodésica ativa CORS (*Continuously Operating Reference Stations* – Figura 5 ) será incluído na estrutura SIRGAS.

As próximas atividades do projeto incluem o processamento da campanha independentemente pelo DGFI e IBGE. Os resultados preliminares devem ser apresentados no Simpósio da IAG sobre Sistemas Verticais de Referência, a ser realizado de 20 a 23 de fevereiro de 2001, em Cartagena, Colômbia (maiores informações podem ser obtidas visitando-se a homepage do evento em <http://www.igac.gov.co/veres.html> ou <http://www.dgfi.badw.de/veres/veres.html>).

## PUBLICAÇÕES SIRGAS

Todas as publicações do projeto são editadas pelo IBGE, na qualidade de escritório central (bureau). Considerando que as publicações se destinam a leitores de diversas nacionalidades, as mesmas são divulgadas em duas versões: português/espanhol e inglês. Até o momento, as seguintes foram publicadas:

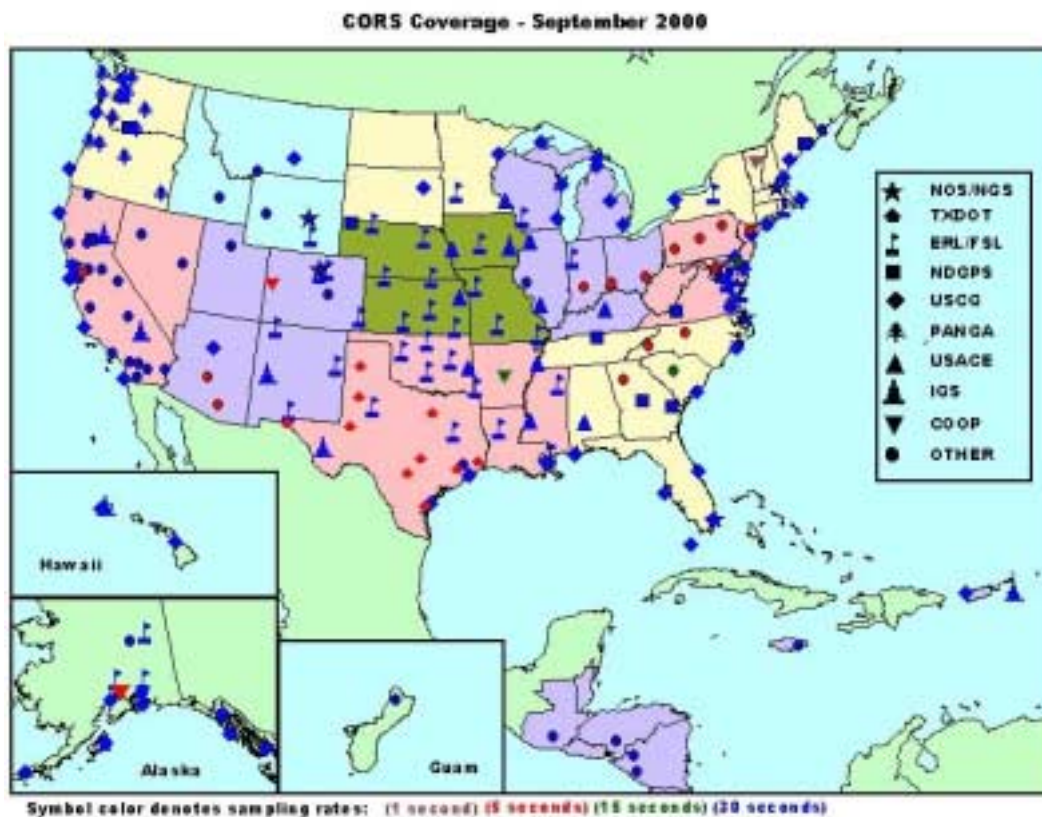
- **Boletins informativos.** Descrevem as atividades do projeto na medida que são conduzidas.
  - ✓ #1: Set. 1994
  - ✓ #2: Dez. 1994
  - ✓ #3: Dez. 1995
  - ✓ #4: Dez. 1996
  - ✓ #5: Fev. 1998



**Figura 4: Estações ocupadas na campanha GPS SIRGAS 2000. Mapa atualizado até 13 de setembro de 2000**

- **Relatório Final, Grupos de Trabalho I e II.** Contém uma descrição completa do projeto, detalhes dos processamentos da campanha GPS SIRGAS 95 conduzidos pelo DGFI e NIMA, incluindo os resultados oficiais, e um relato dos países sul-americanos com respeito à integração das redes geodésicas nacionais ao SIRGAS.
  - ✓ Set. 1997, distribuído durante a reunião da IAG no Rio de Janeiro.

Todas as publicações estão disponíveis na homepage SIRGAS localizada no endereço <http://www.ibge.gov.br/geografia/seminario/sirgas/principal.htm>



**Figura 5: Rede geodésica ativa dos EUA (<http://www.ngs.noaa.gov/CORS/>). Um subconjunto de cerca de 30 estações será incorporado à estrutura SIRGAS**

## CONCLUSÕES

O projeto SIRGAS tem compreendido todas as atividades necessárias para dotar o continente com uma infra-estrutura geodésica moderna, compatível com as técnicas de posicionamento mais precisas disponíveis atualmente. A opção por se adotar um sistema geocêntrico baseado no ITRF é a garantia de que o SIRGAS continuará sempre atual, em consonância com os requisitos de georeferenciamento do novo milênio.

O projeto tem sido extremamente bem sucedido. Isto só foi possível graças ao alto nível de cooperação entre todos os participantes, incluindo os países sul-americanos, as entidades patrocinadoras e os consultores científicos, representando mais de 30 instituições das Américas e Europa, todos com um único objetivo em comum: criar a infra-estrutura geodésica necessária ao desenvolvimento do continente.

O IBGE anseia que esta cooperação seja estendida aos usuários e produtores de informação georeferenciada no Brasil, neste momento em que se discute a adoção de um referencial geocêntrico no Brasil