

## **PROJETO DE IMPLANTAÇÃO DA REDE ESTADUAL DE ALTA PRECISÃO DO RIO GRANDE DO SUL**

**Kátia Duarte Pereira  
Nilo Cesar Coelho da Silva  
Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**

**Diretoria de Geociências  
Coordenação de Geodésia**  
Avenida Brasil, 15671  
CEP 21241-051 - Rio de Janeiro  
[katiaduarte@ibge.gov.br](mailto:katiaduarte@ibge.gov.br)  
[nilo@ibge.gov.br](mailto:nil@ibge.gov.br)

### **INTRODUÇÃO**

Atualmente o georreferenciamento vem sendo empregado em diferentes ramos de atividades, de forma a facilitar a identificação de eventos. Entretanto, para que seja utilizado de forma eficaz e eficiente, necessita de uma base correta e de precisão compatível com a escala a ser utilizada. Para a construção dessas bases é preciso que se tenha uma estrutura geodésica de alta precisão e compatível com as modernas técnicas de posicionamento. As redes estaduais propiciam justamente esta nova concepção de estrutura, permitindo uma ocupação rápida de seus marcos, aliada a garantia da alta qualidade de suas coordenadas, possibilitando a obtenção de resultados de alta precisão compatíveis com as novas tecnologias de posicionamento. Devido a estas características, esta rede tem inúmeras aplicações, sendo utilizada também para o referenciamento direto de loteamentos, propriedade agrícolas, posteamento, demarcação de terras, etc.. Além disso, permite gerar a infra estrutura básica para obras de engenharia, no tocante a construção e manutenção de barragens e açudes.

Deve ser destacado também, que por concepção, as estações das redes estaduais contemplarão as três vertentes do Sistema Geodésico brasileiro – SGB: a planimetria, a altimetria e a gravimetria.

Este trabalho tem por objetivo descrever o processo de estabelecimento da rede do estado do Rio Grande do Sul, que foi concretizada através de convênio entre o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE e a Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Rio Grande do Sul (SAA/RS); contando-se ainda com o apoio do Exército Brasileiro/ DSG (1ª Divisão de Levantamentos), Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária - INCRA, Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS e Universidade Federal de Santa Maria – UFSM e prefeituras, podendo ser tomada como exemplo para os demais estados brasileiros.

#### **HISTÓRICO DAS REDES ESTADUAIS**

De acordo com o estabelecido no decreto-lei n.º 243, de 28/02/1967, em seu Cap. VI, art. 12, § 2º, compete ao IBGE “*promover o estabelecimento da rede geodésica fundamental, do sistema plani-altimétrico único.*” Essa tarefa vem sendo executada ao longo dos anos, procurando sempre acompanhar o desenvolvimento tecnológico das três vertentes que compõem o Sistema Geodésico Brasileiro – SGB: a redes altimetria, a planimetria e a gravimetria.

Com o advento da tecnologia de rastreamento de satélites artificiais, a componente planimétrica do SGB passou por uma grande transformação,

sendo que sua implantação pode ser descrita em duas fases distintas: uma anterior e outra posterior a adoção desta tecnologia. Essa tecnologia possibilitou, por exemplo, a expansão do SGB à Região Amazônica, permitindo o estabelecimento do arcabouço de apoio ao mapeamento sistemático na área.

Em 1970, teve início o emprego da tecnologia de rastreamento de satélites artificiais através da disponibilização do Sistema TRANSIT. A partir de 1987, o *Global Positioning System - GPS*, passou a ser empregado para posicionamento, o que ocasionou uma evolução dos métodos de posicionamento geodésico até então usados, mostrando-se amplamente superior

nos quesitos rapidez e economia de recursos humanos e financeiros.

A revolução imposta pelo GPS abriu um espectro de possibilidades, se levados em consideração, principalmente, a espacialidade e a quantidade (mais de 70.000) de estações integrantes do SGB e a atribuição do IBGE em manter toda essa rede, de modo a suprir a comunidade usuária de dados geodésicos, com informações sobre a realidade física dos pontos implantados no território brasileiro. É fácil observar que tal atribuição tornou-se, ao longo dos anos, uma tarefa altamente complexa devido, principalmente, às grandes transformações físicas, sociais e econômicas ocorridas em nosso país. Dentro desse contexto, verificou-se a necessidade de adoção de um outro enfoque para a manutenção e ampliação do SGB.

De todas as opções analisadas, a que apresentou melhores condições de implantação, desenvolvimento e manutenção foram as denominadas redes estaduais, que contemplam as três vertentes do SGB: planimetria, altimetria e gravimetria.

As redes estaduais GPS procuram, dessa forma, suprir as demandas atuais emanadas do domínio cada vez mais ampliado das técnicas de rastreamento de satélites do GPS. Filosoficamente pretende-se, ao estabelecê-las, que o território das Unidades da Federação possua redes altamente precisas, que possam ser facilmente mantidas, e que sirvam de estrutura geodésica básica para quaisquer projetos de uso do território que necessitem de dados de posicionamento. Os marcos das redes são dotadas de dispositivos especiais de centragem forçada, que garantem assim, a uniformidade da medição.

#### **EVOLUÇÃO DAS REDES ESTADUAIS**

No período de 1994 a 2002, foram estabelecidas 8 (oito) redes estaduais: São Paulo, (1994), Paraná (1995), Santa Catarina (1998), Rio de Janeiro (1999) Espírito Santo (1999) e Mato Grosso (1999 -2000); Minas Gerais (2001); Rio Grande do Sul (2001 – 2002). Estas redes foram estabelecidas através de convênios e parcerias de cooperação técnica com diferentes órgãos estaduais e instituições públicas e particulares, conforme pode ser verificado na Tabela 1.

**TABELA 1 - REDES ESTADUAIS GPS**

Rede	Instituição
São Paulo	Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (EPUSP/PTR)
Paraná	Instituto Ambiental do Paraná - IAP
Santa Catarina	Secretaria de Estado de Desenvolvimento Econômico para o Mercosul - SEDEM
Rio de Janeiro	Fundação Departamento de Estradas e Rodagens - DER
Espírito Santo	Espírito Santo Centrais Elétricas - ESCELSA
Mato Grosso	Instituto de Terras de Mato Grosso - INTERMAT
Minas Gerais	Universidades Federal de Viçosa - UFV Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (EPUSP/PTR)
R. G. do Sul	Secretaria Estadual de Agricultura e Abastecimento - SAA Exército do Brasil - Diretoria do Serviço Geográfico (1ª Divisão de Levantamentos) Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária - INCRA Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS Universidade Federal de Santa Maria - UFSM

Cabe ressaltar que na rede de Minas Gerais, ao contrário das demais, nem todos os marcos possuem dispositivo de centragem forçada, pois algumas estações são coincidentes com Vértices de Triangulação (VT) ou com Estações de Poligonal (EP) da Rede Clássica já existente.

A Rede do Estado do Mato Grosso do Sul, estabelecida pela Diretoria do Serviço Geográfico – DSG, em 2002, encontra-se em fase de homologação pelo IBGE para sua integração ao SGB. Esta homologação é efetuada através da análise dos descritivos de monumentalização e acesso, e do cálculo e ajustamento das observações das estações.

Em 2002, foi iniciado pelo IBGE, o estabelecimento da Rede do Estado do Ceará, em cooperação direta com as prefeituras. Parte dos trabalhos de levantamento de campo foram efetivados em 2003, há previsão de finalizar este trabalho no primeiro trimestre de 2004. Ainda em 2003, está sendo estabelecida a Rede Estadual da Bahia, através de cooperação técnica com a Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia – SEI. Os trabalhos de levantamento da Rede Bahia terminaram em outubro, iniciando-se agora a fase de crítica e processamento dos dados. Há previsão de resultado para o primeiro trimestre de 2004.

Cabe destacar que as estações integrantes das redes estaduais têm como principal característica diferencial a garantia da sua integridade física. Desse modo a localização de cada uma delas é em sítios previamente escolhidos, juntamente com representação

Quando do estabelecimento da Rede Estadual de Santa Catarina, em 1998, o IBGE constatou a necessidade de proceder a instalação de uma rede similar no estado do Rio Grande do Sul. Na ocasião elaborou-se proposta técnica constante na Figura 1, porém, devido a problemas orçamentários não foi possível a instituição proceder a esta tarefa.

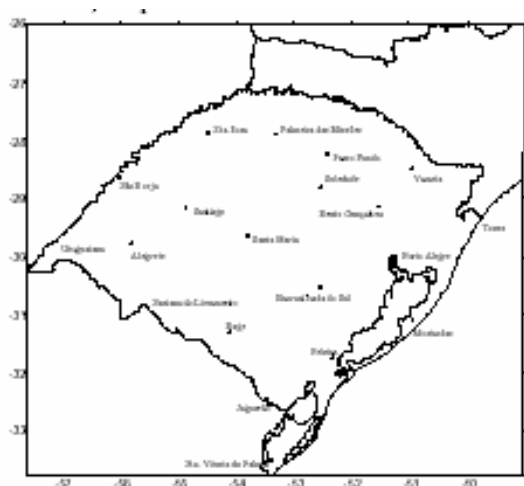


Figura 1 – Proposta IBGE

No ano de 1999, a Escola Politécnica da USP (EPUSP) encaminhou proposta de parceria ao IBGE objetivando a implantação de rede no estado. Figura 2, porém como não havia indicação de origem para a obtenção de recursos financeiros, não foi possível prosseguir com essa parceria.

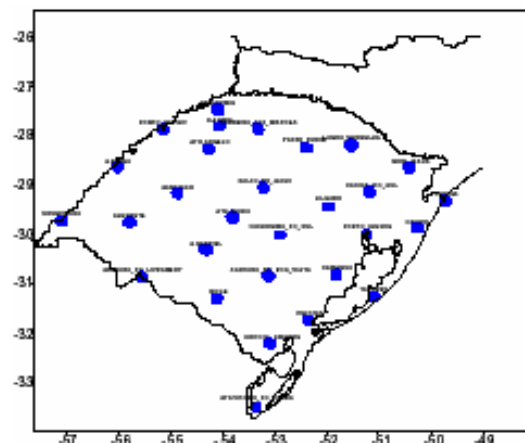


Figura 2 – Proposta USP

Em julho de 2002, efetuou-se nova tentativa para o estabelecimento da rede do estado. Dessa vez, sob a coordenação do governo do estado, através da SAA, foram reunidas diferentes instituições que tinham interesse no projeto. Da reunião realizada em porto Alegre participaram as seguintes instituições: IBGE (DEGED e DIGEO/Sul); 1ª. DL, INCRA, SCP (Pró Guaíba), UFRGS, USFM. Na ocasião constatou-se ser possível a concretização da rede, através da divisão de tarefas e recursos. A 1ª. DL apresentou proposta de configuração da Rede (Figura 3), a ser analisada pelo IBGE; pela proposta, a rede teria 46 estações distanciadas entre si de cerca de 60 km, de forma a atender necessidade específica do INCRA. Visando a continuidade dos trabalhos, efetuou-se cronograma de operação.

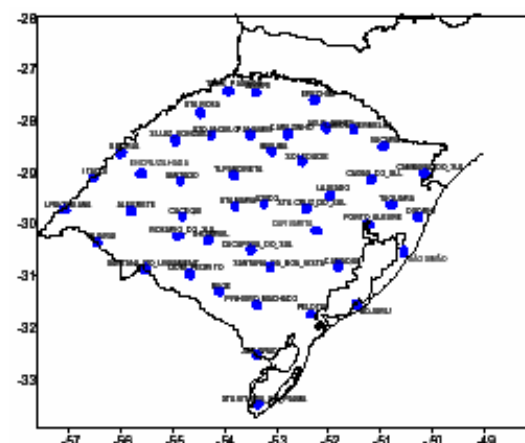


Figura 3 – Proposta DSG

Dessa reunião emanaram as seguintes resoluções:

- **Configuração:** análise da proposta apresentada pela 1ª. DL, uma vez que esta proposta atenderia as necessidades do INCRA e incorporava grande parte da proposta do IBGE;
- **Marcos:** os pilares seriam dotados de dispositivos de centragem forçada, padrão UFPR – Foto 1. Estabelecimento de um marco de azimute para cada estação;



Foto 1 – Dispositivo de centragem forçada padrão UFPR, utilizado em todas as estações da rede

- A SAA ficou responsável por manter contato com as prefeituras para que estas indicassem o local para o estabelecimento da estação e assumissem a responsabilidade pela construção e preservação do marco.

Na divisão de responsabilidade merecem destaque:

- INCRA: responsável pela aquisição dos dispositivos de centragem forçada e apoio nas etapas de reconhecimento dos sítios e construção dos marcos;
- DSG: apoio nas etapas de reconhecimento e no contato com as prefeituras, participação na construção e medição das estações;
- SAA: efetuar contato com as prefeituras para, reconhecer os sítios para o estabelecimento das estações, acompanhar a construção dos marcos e promover contato com a FAMURS para expor o projeto,
- IBGE: fornecer as especificações técnicas para a construção dos marcos, levantamento de campo, cálculo e ajustamento das observações, de forma a fornecer as coordenadas para as estações, elaborar relatório final com as coordenadas e descritivos de cada estação.; fornecer as chapas de

identificação e os códigos internacionais para todas as estações

- UFRGS e UFSM: auxiliar a SAA nos contatos com as prefeituras
- Pro Guaíba : promover divulgação do projeto (confecção de *folders*), campanhas educacionais e seminários.

### **CONDIÇÕES BÁSICAS PARA INSTALAÇÃO DO MARCO**

A escolha da área para o estabelecimento do marco atendeu as seguintes características:

1. segurança – para garantir a integridade física do marco;
2. estabilidade do terreno;
3. fácil acesso;
4. infraestrutura para utilização.

### **CONFIGURAÇÃO FINAL DA REDE**

Após as visitas de reconhecimento efetuadas pela SAA e pela 1ª. DL, foi emitido relatório para análise do IBGE. Nesta etapa a rede começou realmente a adquirir sua configuração final, pois além da substituição de locais, devido ao não atendimento das condições básicas para instalação do marco, procurou-se atender ao Projeto Pontos Extremos do Brasil, que se encontra em desenvolvimento no DEGED; durante a determinação da Rede do Estado do Rio Grande do Sul, optou-se por proceder a determinação do ponto Chuí, Marco 1P, Foto 2, de maneira que este ponto também passasse a integrar a Rede do Estado.



Foto 2 – Marco 1P, localizado no Chuí e agregado à Rede do Estado

A configuração final da rede encontra-se na Figura 4.

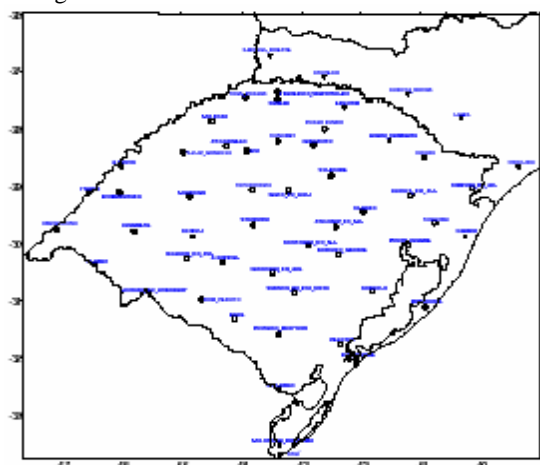


Figura 4 - Configuração Final da Rede. Unificação das propostas

No total foram estabelecidas 48 estações, todas com dispositivo de centragem forçada padrão UFPR. As estações encontram-se localizadas em: Porto Alegre, Taquara, Osório, Mostardas (2 estações); Rio Grande, Chuí, Santa Vitória do Palmar, Jaguarão, Pelotas, Camaquã, Santana da Boa Vista, Pinheiro Machado, Caçapava do Sul, Bagé, Dom Pedrito, Santana do Livramento, Quaraí, Uruguaiana, Itaquí, Maçambará, São Borja, Santiago, Cacequi, Alegrete, Rosário do Sul, São Gabriel, Santa Maria, Pantano Grande, Cachoeira do Sul, Salto do Jacuí, Tupanciretã, Ijuí, Santo Ângelo, São Luiz Gonzaga, Santa Rosa, Três Passos, Seberi, Panambi, Erechim, Passo Fundo, Soledade, Lagoa Vermelha, Vacaria, Caxias do Sul, Lajeado, Santa Cruz do Sul e Cambará do Sul. Todas as estações possuem marco de azimute.

As Fotos 3 e 4 identificam a estrutura dos marcos principais, enquanto que a Foto 5 identifica a estrutura do marco de azimute.



Foto 3 – Exemplo de Marco Principal da Rede, Estação localizada em Santiago



Foto 4 – Exemplo de Marco Principal da Rede, Estação localizada em Ijuí



Foto 5 – Exemplo de Marco de azimute empregado na Rede, Estação localizada em Vacaria

Cabe destacar que a cidade de Mostardas recebeu duas estações porque a primeira estação escolhida, era coincidente com um ponto da DSG normalmente utilizado nos trabalhos desenvolvidos na região. Porém este ponto está localizado na praça principal e, devido as obstruções existentes (Fotos 6 e 7), não ofereceu as condições ideais de observação, o que comprometeu seu resultado final, ocasionando a necessidade de estabelecimento de novo ponto.





Foto 6 - Estação de Mostardas



Foto 7 - Estação de Mostardas

Fotos 6 e 7 – Estação localizada na cidade de Mostardas, devido as obstruções existentes foi necessário o estabelecimento de uma nova estação na cidade.

Em algumas estações além da chapa com o código internacional da estação, está sendo fixada placa identificando todas as instituições que participaram e colaboraram para o estabelecimento da rede, conforme exemplificado na Foto 8.



Foto 8 – Estação de Santana da Boa Vista, detalhe da placa que identifica todas as instituições que participam e colaboram para o estabelecimento da rede

## **MEDICÃO**

Devido a atrasos de origens diversas, a medição da rede somente ocorreu em 2001 e 2002, pois em decorrência de sua configuração, os levantamentos de campo foram dividido em duas etapas, um em novembro de 2001 e outra em maio de 2002, Figuras 5 e 6.

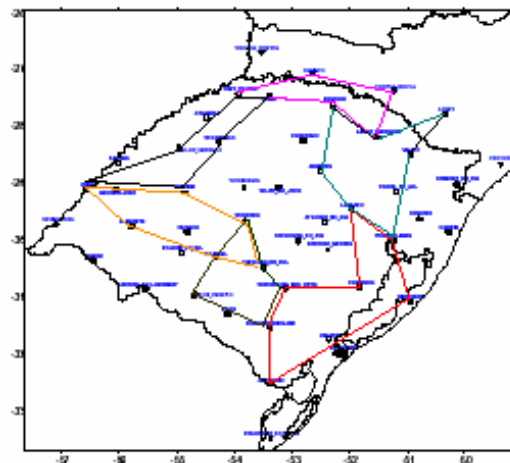


Figura 5 – Esquema de medição da 1ª Etapa da Rede, novembro de 2001

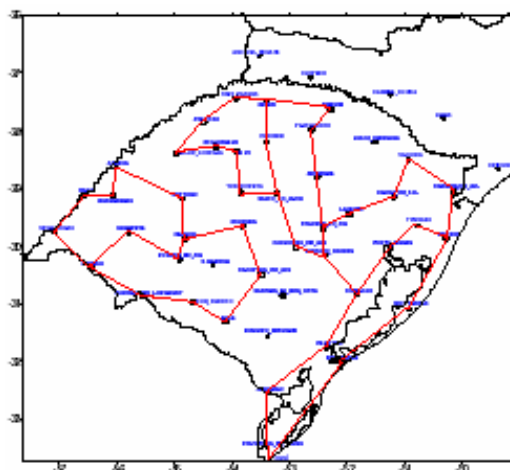


Figura 6 – Esquema de medição da 2ª Etapa da Rede, maio de 2002

Foram empregados na determinação das estações equipamentos de dupla frequência, com taxa de coleta de 15 seg, conforme exemplificado na Foto 9. O processamento das observações foi feito com o software Bernese, utilizaram-se efemérides precisas do IGS, para o ajustamento com a Rede Planimétrica utilizou-se o software GHOST.



Foto 9 - Determinação do marco principal da estação de Porto Alegre

Os marco de azimuth foram determinados com equipamentos de uma frequência, conforme exemplificado na Foto 10, com taxa de observação de 1 Seg.



Foto 10 - Determinação do marco de azimuth da estação de Osório

### PROBLEMAS ENCONTRADOS

Durante a execução do levantamento foram detectados alguns problemas nos marcos, como por exemplo, pequenas quebras nas estruturas (Foto 11), falta de pintura (Foto 12), falta de acabamento (foto 13) não retirada da forma, também constatou que alguns marcos de azimuth não foram construídos. Deve ser destacado porém, que nenhum desses problemas impediu a observação das estações principais e o posterior cálculo de suas coordenadas, que já se encontram disponíveis no *site* do IBGE.



Foto 11 - Marco de Cachoeira do Sul, apresenta problemas na estrutura, há necessidade de reparos





Foto 12 - Marco de Alegrete



Foto 13 - Marco de Alegrete

Fotos 12 e 13 - Marco de Alegrete necessita de pintura e de acabamento no seu topo.

Para a avaliação final da rede, efetuou-se nova reunião entre o IBGE, a SAA, a 1ª. DL, o INCRA, a UFRGS e a UFSM, ficando estabelecido que a SAA deveria:

- solicitar a prefeitura responsável para fazer acabamento no marco principal
- solicitar a prefeitura responsável para melhorar ou construir acesso ao marco principal e de azimute;

- solicitar a prefeitura responsável para construir cerca de proteção para o marco principal e de azimute ( área de pastagens).
- solicitar a prefeitura responsável para Construir o marco de Azimute.
- solicitar a prefeitura responsável a mudança de local de árvore (s) próxima (s) do marco principal.
- solicitar a prefeitura responsável o corte de vegetação muito próxima (poda).
- solicitar a prefeitura responsável para deixar sempre os marcos principal e de azimute intervisíveis.
- solicitar a prefeitura responsável para Uma vez por ano, efetuar uma vistoria para verificar as condições dos marcos e se for necessário repor os parafusos menores (2) na cabeça redonda da chapa metálica.
- solicitar a prefeitura responsável para manutenção da pintura dos dois marcos, com a tinta específica: Esmalte sintético Coralit Auto Brilho- 2110351 - LARANJA.
- entregar a prefeitura responsável pelo marco a Chave para abrir a rosca da chapa metálica, que ficarão sob sua responsabilidade.

O IBGE, através de sua Unidade Estadual e Agências proceder a entrega do “ Termo de Responsabilidade pelos Marcos Geodésico e o de Azimute” de maneira a formalizar a existência do marco no município;

### **FUTURO**

Como alguns marcos de azimute ainda não foram determinados, o projeto ainda não está terminado, espera-se fechar esta pendência ainda no primeiro semestre de 2004.

Além disso, alguns municípios como Capão do Meio e Caxias do Sul, solicitaram ao IBGE que fossem estabelecidas estações em suas áreas, estes pedidos estão sendo encaminhados a SAA, de forma que se possa manter a homogeneidade e padronização da rede, e também para que o estado conheça e responsabilize-se juntamente com os municípios por sua rede geodésica.

Cabe destacar que as coordenadas das estações, bem como seus memoriais descritivos já estão disponível para acesso no Banco de Dados Geodésicos – BDG, mantido pelo IBGE, através do endereço [www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br) (geodesia). Para qualquer outro esclarecimento, entrar em contato com [geodesia@ibge.gov.br](mailto:geodesia@ibge.gov.br), ou através do telefone 21 – 25 14 49 86.