PONTO DE REFERÊNCIA

www.ibge.gov.br

Ano 1 Número 1 21 de Agosto de 2006

Ferramentas

Conheça as ferramentas disponíveis para mudança entre sistemas de referência

Dicas

Operações e configurações básicas de receptores GPS Navegação

SIRGAS2000:

O Referencial Geocêntrico do Brasil

Saiba para que serve um referencial geodésio e porque mudar para o referencial geocêntrico SIRGAS2000

Projeto Infra-estrutura Geoespacial Nacional - PIGN

O Projeto Infra-estrutura Geoespacial Nacional -PIGN- é coordenado pelo IBGE e pela Universidade de *New Brunswick* - UNB- e patrocinado pela Agência Canadense para o Desenvolvimento Internacional - CIDA, através de um acordo internacional com a Agência Brasileira de Cooperação - ABC.

O PIGN foi iniciado em dezembro de 2004 e será desenvolvido em um período de quatro (4) anos, sobrepondo-se ao PMRG e fornecendo a este uma nova dinâmica.

O objetivo do PIGN é colaborar e ajudar nos esforços brasileiros na adoção de um sistema de coordenadas geocêntricas (SIRGAS2000), compatível com tecnologias modernas de satélites. As atividades do projeto incluem questões técnicas, uma compreensão dos impactos causados pela adoção deste novo sistema de coordenadas, e o estabelecimento de uma melhor comunicação com a comunidade de usuários com disponibilização de produtos a este grupo no fim do projeto.

As atividades técnicas envolvem a integração da rede clássica com o SIRGAS2000, a modelagem das distorções das redes clássicas com respeito ao SIRGAS2000 e a criação de modelos de transformação do referencial que levam em consideração estas distorções.

Os impactos causados pela adoção de um novo sistema geoespacial nacional são muitos, uma vez que incluem questões técnicas que afetam agências de governo e companhias privadas, impactos sociais que lidam com os direitos individuais à terra, melhoria da gerência ambiental e desenvolvimento dos recursos naturais, equidade de gênero e direitos das populações indígenas, igual acesso à informação para todos os cidadãos, melhores serviços, e melhor governabilidade. As estratégias serão desenvolvidas e aplicadas para avaliar e monitorar alguns destes impactos relacionados a:

- √ questões agrárias;
- √ acesso igual e aberto à informação geoespacial;
- √ acesso à equidade para mulheres e populações indígenas;
- √ melhoria na governabilidade para autoridades federais, estaduais, e locais;
- √ combinações entre mapas nacionais, regionais e municipais;
- √ transformação de bancos de dados digitais;
- √ compatibilidade entre banco de dados cadastrais;
- √ delimitação da terra dos povos indígenas;
- √ melhoria dos serviços públicos;
- √ gerência e custo da transformação dos bancos de dados; e
- √ melhoria na gerência ambiental e dos recursos naturais.

O projeto deverá assegurar uma boa comunicação com a comunidade de usuários através de uma conexão eficaz a fim de disseminar ferramentas e desenvolver metodologias para maximizar o uso da nova estrutura geoespacial. As ferramentas incluem uma *website* para o projeto (http://www.pign.org), material promocional impresso, seminários de atualização, pesquisas de opinião do usuário, e desenvolvimento de seminários de instrução (capacitação) sobre os impactos do novo referencial e sobre o uso eficiente dos programas para a conversão entre os sistemas de referência anteriores e o SIRGAS2000.

Outros objetivos do PIGN são transferir a experiência e tecnologia canadense nas áreas de sistemas de referência espacial nacional com a finalidade de aumentar a capacidade das instituições brasileiras em desenvolver, implementar e manter uma estrutura geodésica nacional; informar o impacto de uma mudança tão fundamental a comunidades públicas e privadas; estabelecer uma associação a longo prazo entre as instituições privadas e públicas canadenses e brasileiras envolvidas em sistemas de referencial espacial; e assegurar de que os novos métodos e as tecnologias transferidas com este projeto patrocinado pela CIDA continuem além de sua duração.

Espera-se que um projeto da magnitude do PIGN crie uma mudança positiva no modo em que a informação geográfica referenciada é coletada e acessada por diferentes usuários no Brasil. O sucesso desta iniciativa também será beneficiado pela colaboração contínua dos parceiros internacionais do SIRGAS, que estão trabalhando juntos para desenvolver e manter com eficiência o referencial continental, e fornecer acesso aos usuários.

Revisão e copidesque
Robson Waldhelm
Iaracy Prazeres Gomes
Rosemere Nunes Ventura
Rosane Tavares Trindade

Diagramação
Rodrigo Bretas

Capa
Renato Aguiar

APRESENTAÇÃO

Coleção
IBEGEANA

É com satisfação que apresentamos aos leitores a primeira edição da revista **Ponto de Referência**, que se propõe a estreitar o contato da sociedade brasileira com temas relacionados ao SIRGAS2000, novo sistema geodésico de referência adotado oficialmente no Brasil em 25 de fevereiro de 2005. A adoção do SIRGAS2000 é resultado das atividades desenvolvidas no âmbito do Projeto Mudança do Referencial Geodésico – PMRG (http://www.ibge.gov.br), criado em outubro de 2000 no 1° Seminário sobre Referencial Geocêntrico no Brasil, que conta com a participação de representantes de várias instituições do país. Desde o final de 2004 o desenvolvimento do PMRG tem o apoio da Universidade de New Brunswick – UNB do Canadá, a partir da assinatura de uma cooperação de quatro anos, sob os auspícios da Agência Canadense de Cooperação Internacional - CIDA e da Agência Brasileira de Cooperação - ABC, materializada pelo Projeto de Infra-Estrutura Geoespacial Nacional – PIGN (http://www.pign.org). Um dos principais focos do PIGN é a comunicação com os usuários e esta revista é fruto desses esforços.

Nesta revista, os usuários poderão encontrar informações técnicas, notícias, dicas práticas, entrevistas, exemplos de outros usuários e muitos outros assuntos de interesse. O objetivo é que seja um instrumento de comunicação nos dois sentidos, de forma que ao mesmo tempo que veicule informações de interesse para os usuários, estes nos retornem suas dúvidas, opiniões e sugestões, não só relativas à revista, mas também em relação ao uso do novo sistema.

O projeto PMRG/PIGN promoveu a adoção no país de um novo sistema geodésico de referência moderno, unificado e compatível com as mais modernas tecnologias de posicionamento, associadas aos sistemas globais de posicionamento por satélites – GPS e Galileo, o que garante a precisão dos levantamentos e suporta a constituição de uma infra-estrutura de dados espaciais consistente e homogênea no país.

Luiz Paulo Souto Fortes
Coordenador do PIGN no Brasil
IBGE

Marcelo Carvalho dos Santos
Coordenador do PIGN no Canadá
UNB

SUMÁRIO

Cartas dos Leitores..... 4

Editorial 5

Artigos Técnicos 7

Dicas Práticas de uso 15

Entrevista.....16

Ferramentas 18

Notícias 21

Nesta coluna apresentaremos cartas dos nossos leitores. Excepcionalmente neste primeiro número da revista, você encontra perguntas e respostas pré-selecionadas sobre a mudança do referencial geodésico.

1. O que é um sistema geodésico de referência? Para que serve na prática?

É um sistema coordenado, utilizado para representar características terrestres, sejam elas geométricas ou físicas. Na prática, serve para a obtenção de coordenadas (latitude e longitude), que possibilitam a representação e localização em mapa de qualquer elemento da superfície do planeta.

2. Qual(is) o(s) sistema(s) geodésico(s) de referência em uso hoje no Brasil?

Legalmente, existem o SAD69 (South American Datum 1969) e o SIRGAS2000 (Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas). Há também outros sistemas que, apesar de não terem respaldo em lei, ainda são utilizados no país.

3. Qual(is) a(s) diferença(s) entre o SAD69 e o SIRGAS2000?

São sistemas de concepção diferente. Enquanto a definição/orientação do SAD69 é topocêntrica, ou seja, o ponto de origem e orientação está na superfície terrestre, a definição/orientação do SIRGAS2000 é geocêntrica. Isso significa que esse sistema adota um referencial que é um ponto calculado computacionalmente no centro da terra (geóide).

4. Que tipo de problema a coexistência de mais de um sistema pode causar?

A dificuldade em compatibilizar as informações geográficas de várias origens. Por exemplo, para a análise do impacto ambiental da construção de uma hidrelétrica, várias informações sobre o ecossistema da região precisam ser avaliadas: fauna, flora, área rural e urbana, rodovias, rios etc. para análise do impacto ambiental, todas essas características devem ser reunidas para construir um sistema geográfico de informações e, para que isso seja feito sem problemas, elas deverão estar num mesmo sistema de referência. Os dados fornecidos pelo SAD69 e pelo SIRGAS2000 não são compatíveis entre si, ou seja, não podem ser inseridos num mesmo mapa. Há um deslocamento espacial entre as coordenadas determinadas pelos dois sistemas (variável, dependendo do local onde se está). A distância média para o mesmo ponto em SAD69 e SIRGAS2000 é algo em torno de 65 metros.

5. É verdade que o país terá apenas um sistema de referência oficial?

Sim. Depois de passado o período de transição, o SIRGAS2000 será o único sistema geodésico de referência legalizado no país. Ele é a nova base para o Sistema Geodésico Brasileiro (SGB) e para o Sistema Cartográfico Nacional (SCN).

6. Até quando a mudança para o SIRGAS2000 deve estar completa?

Até 2014.

7. Para quem a adoção do sistema único será obrigatória?

Para qualquer um que necessite receber ou fornecer informações espaciais em escalas relevantes (de e para o governo e de e para as instituições produtoras de cartografia no Brasil – resumindo, para todos os que fazem uso ou produzem informações geográficas.

8. Enquanto o prazo para a mudança não se encerra, em que sistema deverão ser feitos os novos mapeamentos?

Em SIRGAS2000.

9. O que ocorre com quem, ao fim do prazo de conversão, não fizer a mudança e continuar a adotar o sistema antigo?

Não vai poder, por exemplo, requisitar uma revisão de limites numa propriedade, fazer qualquer tipo de questionamento legal utilizando o sistema antigo nem fornecer/receber dados às/das concessionárias de serviços públicos para recebimento ou prestação de serviços.

10. Por que o país precisa de um sistema de referência único?

Para compatibilização das informações geográficas, facilitando, assim, o intercâmbio dessas informações por todos, inclusive entre o Brasil e os demais países que utilizam o SIRGAS2000.

11. Na prática, quais são as vantagens da adoção do SIRGAS2000 em relação aos demais sistemas de referência que são usados atualmente?

Adotando-se o referencial geocêntrico, será possível fazer uso direto da tecnologia de GPS (Global Positioning System, ou Sistema Global de Posicionamento), uma importante ferramenta para a atualização de mapas, controle de frota de empresas transportadoras, navegação aérea, marítima e terrestre em tempo real. O SIRGAS2000 permitirá maior precisão no mapeamento do território brasileiro e na demarcação de suas fronteiras. Além disso, a adoção desse novo sistema pela América Latina contribuirá para o fim de uma série de problemas originados na discrepância entre as coordenadas geográficas apresentadas pelo sistema GPS e aquelas encontradas nos mapas utilizados atualmente no continente.

12. O que vai mudar, na prática, com a adoção do referencial geocêntrico?

As coordenadas da informação geográfica. Como o sistema de referência será alterado, todas elas sofrerão alteração de seus valores seguindo a mesma magnitude e direção.

13. Os mapas vão mudar?

Alguns sim. A mudança não será perceptível em mapas de escala muito pequena, como os murais, nos quais 1cm equivale a 5 km no terreno. Mas em mapas de escalas maiores, como folhas topográficas e mapeamento cadastral, a diferença nas coordenadas será relevante.

14. O governo vai me oferecer ferramentas para a conversão ao SIRGAS2000? A que custo?

Sim, já estão disponíveis gratuitamente no sítio web do IBGE arquivos e programas que auxiliam na conversão para o novo referencial como: as coordenadas SIRGAS2000 das estações da rede planimétrica do sistema geodésico brasileiro e o programa de transformação de coordenadas – TCGEO.

Caso você tenha outra dúvida ou queira mais esclarecimentos sobre um assunto relativo à mudança do referencial geodésico, envie sua mensagem para o endereço eletrônico **sepnrg@ibge.gov.br**

SIRGAS2000: O Referencial Geocêntrico do Brasil

Marcelo Santos
Department of Geodesy and Geomatics Engineering
University of New Brunswick

Desde fevereiro de 2005 o Brasil possui um novo referencial geodésico. Ele se chama SIRGAS2000. O artigo abaixo irá explicar um pouco, e num linguajar não-técnico, o que é e para que serve um referencial geodésico, o que vem a ser o SIRGAS2000 e qual a importância para o país desse novo referencial.

A palavra *referencial* é um jargão técnico que significa uma referência, ou algo básico, fundamental para se saber a localização de qualquer objeto na Terra. Essa localização é possível através de coordenadas, por exemplo latitude e longitude, ligadas ao referencial. Vejamos um exemplo: Como podemos saber onde os canos d'água estão enterrados na rua onde moramos? Bem, poderemos cavar a rua toda (com o risco de furar os canos), ou então pegar um mapa da rua onde a tubulação esteja desenhada. Usando as coordenadas da tubulação podemos cavar exatamente onde os canos estão.

Uma complicação é que pode haver mais de um referencial, e aí a coisa enrola um pouco. Imagine o piloto de um avião que vai decolar do Rio de Janeiro e pousar em Manaus. Ele sabe as coordenadas do aeroporto no Rio e também sabe as do aeroporto em Manaus. Isso permite que ele leve o avião, e todos os tripulantes e passageiros a bordo com segurança até o fim do vôo ..., desde que as coordenadas do aeroporto no Rio estejam no mesmo referencial que as do aeroporto de Manaus. Se os referenciais forem diferentes, a viagem pode terminar não em Manaus, mas em qualquer outro lugar da floresta amazônica.

Bem, até agora duas coisas devem estar claras. A primeira, o que é um referencial e sua importância (localização de objetos na Terra). A segunda, que referenciais diferentes significam localizações diferentes para o mesmo objeto, criando uma confusão. Usando referenciais diferentes, talvez nunca encontremos o cano da nossa rua. Ou talvez nunca cheguemos a Manaus.

Algumas vezes nós usamos o termo "referencial geodésico". A palavra geodésico se refere a uma ciência, muito antiga e pouco conhecida, a *geodésia*, que trata da localização sobre e ao redor da Terra, e se preocupa também com a forma do planeta. Então, um *referencial geodésico* serve para localização, considerando a Terra como uma esfera (ou alguma forma geométrica bem próxima a ela).

Na elaboração de mapas, e mais modernamente no emprego de computadores e de sistemas de informações geográficas, sempre foram utilizados referenciais. É comum que se dê nomes a eles. No Brasil, dois referenciais têm tido um emprego destacado. Eles são conhecidos pelo nome de *Córrego Alegre* e (pela sigla) *SAD69*.

Mas nós falamos acima que referenciais diferentes causam confusão! De fato. Vamos fazer uma comparação. Imagine cada um dos referenciais como um idioma diferente.

Para que um compreenda o outro é necessário um tradutor. Vamos chamar esse tradutor de *parâmetros de transformação*. O problema em se lidar com referenciais é que o tradutor não é muito bom, e a tradução é uma versão com problemas de interpretação.

Para nos localizarmos sobre a Terra, precisamos usar técnicas de posicionamento. Atualmente, as mais usadas são aquelas baseadas em satélites artificiais que orbitam o nosso planeta. Essas técnicas chegaram para ficar. O interessante é que, para os satélites, a Terra se resume a um ponto bem no centro do planeta (geocentro). Os satélites "sentem" como se toda a massa da Terra estivesse concentrada nesse *geocentro*. A conseqüência de se usar satélites artificiais para posicionamento é que torna-se necessário um referencial adequado (o que chamamos de *referencial geocêntrico*).

Mantendo a nossa analogia com idiomas, passar a usar um novo referencial corresponde a começar a se usar uma nova linguagem. A vantagem é que um referencial geocêntrico fala o mesmo idioma que as técnicas modernas de posicionamento por satélite.

No ano 2000, o IBGE, como a instituição responsável no Brasil pelas atividades geodésicas, e os demais países da América do Sul, Central e do Norte, se juntaram sob os auspícios da Associação Internacional de Geodésia. Dessa parceria surgiu um sistema geocêntrico compatível com as modernas técnicas de posicionamento por satélites: o SIRGAS2000. SIRGAS é uma sigla que significa Sistema de Referencial Geocêntrico para as Américas.

Ao se adotar o SIRGAS2000, em 2005, como a nova referência para localização, mapeamento e sistemas de informações geográficas, o Brasil dá um passo no sentido de facilitar a utilização e gerenciamento das informações do espaço físico do país.

Quanto aos outros referenciais ainda em uso, o Córrego Alegre e o SAD69, espera-se que com o tempo estes deixem de ser utilizados em prol do SIRGAS2000. Isso acontecendo, não será mais necessário um "serviço de tradução", bem como serão

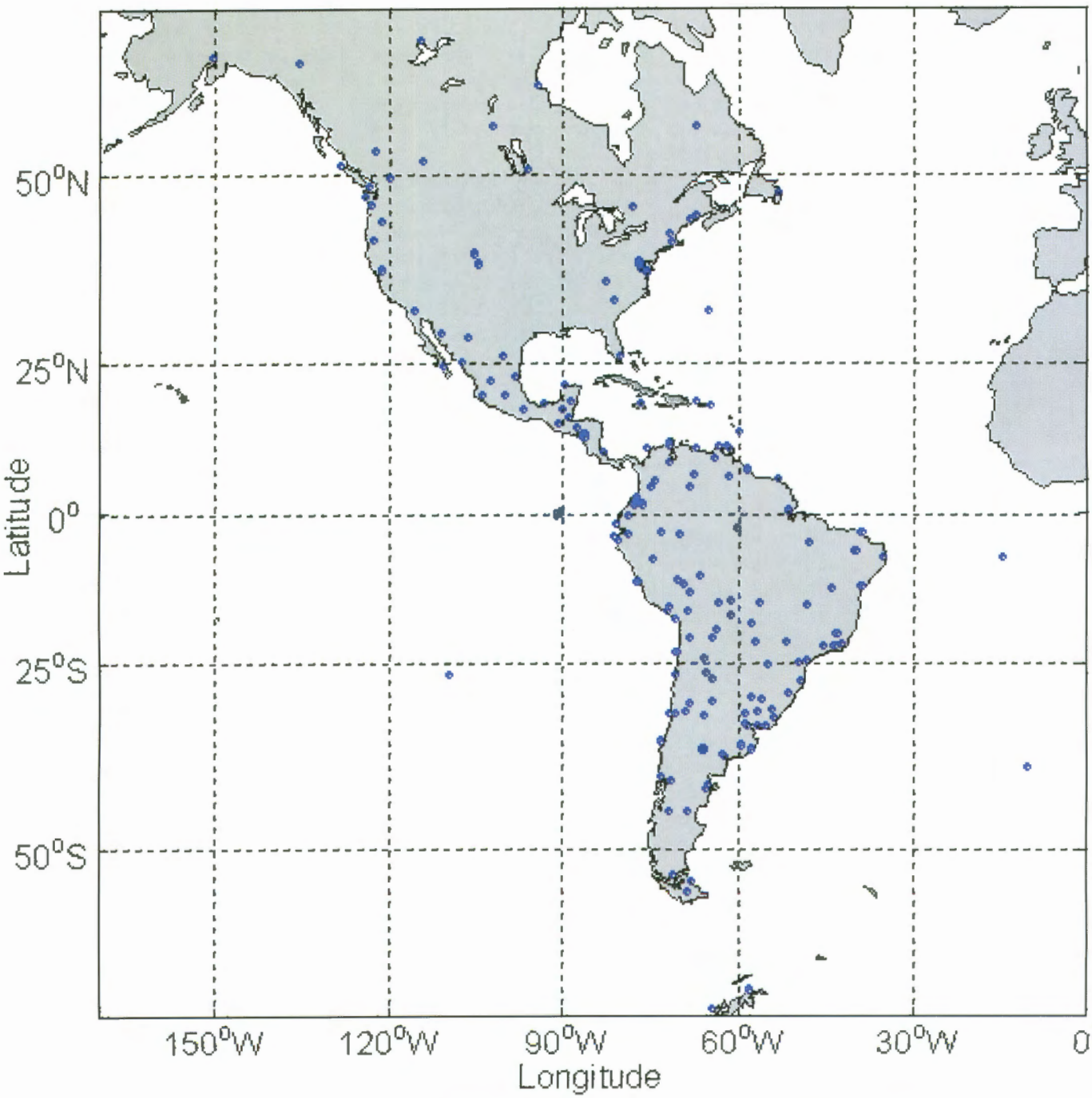
evitados problemas como o do piloto que queria ir para Manaus, devido à unicidade do referencial. Espera-se que as informações hoje em Córrego Alegre e SAD69 sejam traduzidas para SIRGAS2000 até 2015, e que as novas informações (novos mapeamentos) já sejam realizados no SIRGAS2000.

As vantagens para o país em se adotar um referencial único e geocêntrico são tremendas. Não só pelo aspecto econômico (é mais vantajoso se usar o mesmo referencial), mas também por aspectos sociais. Apenas como exemplo vamos citar as atividades de colonização e reforma agrária. O emprego consistente do mesmo referencial irá proporcionar uma integridade no registro de imóveis rurais. Nós sabemos como a questão agrária é complicada no Brasil. Contudo, um referencial consistente irá facilitar a solução de conflitos.

Queremos concluir dizendo que a abordagem deste artigo é essencialmente não-técnica. No próximo número da revista traremos informações técnicas sobre o SIRGAS2000. Aqueles que não quiserem aguardar o próximo número, podem acessar:

http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geodesia/sirgas

O SIRGAS2000 foi estabelecido a partir de uma campanha GPS continental realizada de 10 a 19 de maio de 2000, quando 184 estações foram ocupadas nas Américas, das quais 21 situadas em território brasileiro



Ajustamento da Rede Planimétrica Brasileira em SIRGAS2000

Sonia Maria Alves Costa
Marco Aurélio de Almeida Lima
Alberto Luis da Silva
Coordenação de Geodésia da
Diretoria de Geociências do IBGE

1. INTRODUÇÃO

Com a responsabilidade de gestor do Sistema Geodésico Brasileiro – SGB – e coordenador do Projeto Mudança do Referencial Geodésico – PMRG –, o IBGE objetiva promover a adoção no país de um novo sistema de referência, mais moderno e de concepção geocêntrica, de modo a compatibilizá-lo com as mais modernas tecnologias de posicionamento.

Atualmente, com a extensa aplicação das técnicas de posicionamento espacial, foi necessário adotar um sistema de referência geocêntrico. Com esse objetivo, a adoção do referencial SIRGAS2000 foi oficializada em 25/02/2005, através da Resolução da Presidência do IBGE nº 1/2005 (IBGE,2005).

A proposta do IBGE para mudança do referencial foi motivada pelo uso expressivo da tecnologia GPS nas atividades de posicionamento de um modo geral e na adoção de um referencial geocêntrico. Visando promover um amplo debate do tema com a sociedade brasileira, o IBGE realizou no ano 2000 o *Primeiro Seminário para a Adoção de um Referencial Geocêntrico no Brasil,* quando foi criado o Projeto Mudança do Referencial Geodésico – PMRG [http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geodesia/pmrg/default_pmrg.shtm]. Em decorrência da proposta de adoção do SIRGAS2000 como sistema geodésico de referência do país, o IBGE efetuou o ajustamento da Rede Planimétrica Brasileira neste novo sistema, tendo incluído todas as observações e estações adicionadas após 1996.

Seguindo a recomendação do Grupo de Trabalho 2 - GT2 do PMRG, esse ajustamento foi realizado de forma que a rede brasileira correspondesse a uma densificação da rede continental SIRGAS2000 no Brasil, estabelecida na segunda campanha GPS do Projeto SIRGAS, durante dez dias em maio de 2000. Essa rede possui 184 estações estabelecidas em países das três Américas. No caso do Brasil, 21 estações participaram dessa campanha continental.

Visando obter uma solução SIRGAS2000 para a rede planimétrica brasileira, o ajustamento foi injuncionado às 21 estações SIRGAS2000 contidas no território nacional. Seguindo outra recomendação do GT2, a época de referência das coordenadas ajustadas é 2004. [http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geodesia/pmrg/DOCUMENTA_RESOLUCAOSP_D.pdf]

O presente trabalho apresenta informações sobre o ajustamento da Rede Geodésica Brasileira (RGB) ao Sistema SIRGAS2000, bem como seus resultados. A combinação da rede clássica com a rede GPS, em um ajustamento simultâneo utilizando a técnica de *Helmert Blocking*, foi possível porque as observações clássicas já haviam passado por um processo de validação e armazenamento em meio magnético no último ajustamento, realizado em 1996, além de ambas as redes terem em comum 125 estações.

Com esse propósito as seções 2 e 3 são dedicadas à apresentação de um breve histórico e dos dados utilizados no ajustamento. Nas seções 4 e 5 são apresentadas as estações e injunções do ajustamento, cujos resultados do ajustamento estão disponibilizados na seção 6. Na seção 7 encontra-se a análise estatística dos resultados e, na seção 8, as considerações finais.

2. HISTÓRICO

No ano de 1996 foi concluído o ajustamento da Rede Planimétrica Brasileira em SAD 69. Os dados e a metodologia adotados nesse ajustamento constam do Relatório do Ajustamento da Rede Planimétrica do Sistema Geodésico Brasileiro (IBGE,1996). Foi a primeira vez que o IBGE realizou o ajustamento da rede planimétrica de forma global, anteriormente feito de forma parcial. Participaram desse ajustamento **4.760** estações pertencentes à Rede Clássica (vértices de triangulação – VT – e estações de poligonal – EP), **187** estações GPS, das quais 49 coincidentes com estações da Rede Clássica, e **179** estações Doppler, coincidentes com VTs, EPs e pertencentes à Rede de Translocação na Amazônia (15 estações). Esses resultados foram disponibilizados em setembro de 1996 através do Banco de Dados Geodésicos - BDG.

Com respeito à ponderação atribuída às observações clássicas, foram adotados valores relacionados à metodologia e ao instrumental usado (IBGE, 1983), conforme Tabela 1. Informações complementares sobre as observações da Rede Clássica podem ser encontradas no IBGE (1996).

Tabela 1
Ponderações adotadas para as observações da Rede Clássica

Observação	Desvio Padrão
Direção horizontal	3 ppm (0.61879")
Distância	1 ppm (1cm)
Azimute astronômico	1 ppm (0.20626")

A Rede **São Paulo** foi a única Rede GPS estadual que participou do ajustamento de 1996 e as estações da Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo do Sistema GPS - RBMC (FORTES, 1997) presentes foram **FORT (92.009), UEPP (91.559), BRAZ (91.200), PARA (91.105)**. A Estação SIRGAS Cachoeira Paulista - **CACH (91.682), pertencente à realização SIRGAS95** (IBGE, 1997), foi destruída no ano 2000, antes da campanha SIRGAS2000. Todos os resultados dos projetos GPS incluídos no ajuste de 1996 foram obtidos com o software TRIMVEC usando-se efemérides transmitidas. Naquela época também não eram utilizados no processamento os valores relativos à variação do centro de fase das antenas dos receptores GPS. A variância *a posteriori* do ajustamento final com **4.939** estações foi de **1.493** (IBGE, 1996).

3. REDES GPS

Considerando que os levantamentos clássicos cessaram no final da década de 1980, a Rede Planimétrica passou a ser densificada com levantamentos GPS após a aquisição de quatro receptores geodésicos no início de 1991. No período de 1996 a 2006, a Rede Planimétrica foi densificada com 1.413 estações GPS. Essa densificação foi, em parte, incrementada pelo estabelecimento das Redes GPS Estaduais, dentre as quais destacam-se:

- Rede São Paulo (ano 1992 e 1994)
- Rede Paraná (ano 1995)
- Rede Santa Catarina (ano 1998)
- Rede Espírito Santo (ano 1999)
- Rede Mato Grosso (ano 1999)
- Rede Rio de Janeiro (ano 2000)
- Rede Minas Gerais (ano 2001)
- Rede Rio Grande do Sul (ano 2002)
- Rede Mato Grosso do Sul (ano 2002)
- Rede Bahia (ano 2003)
- Rede Ceará (ano 2004)

As observações GPS sofreram tratamento diferenciado ao longo dos 15 anos de atividades com o uso da tecnologia GPS. De 1991 a 1995, as observações GPS foram processadas no software TRIMVEC Plus, utilizando-se efemérides transmitidas. As soluções finais em SAD 69 eram obtidas através de parâmetros de transformações publicados na Resolução da Presidência do IBGE nº 23/89.

Em 1997, com a aquisição do software Bernese (ROTHACHER, 1997), alguns projetos GPS que participaram do ajustamento de 1996 foram reprocessados com efemérides precisas. Esses projetos são: **FERNOR, ILHAS OCEÂNICAS (ATOL, PENEDO, ABROLHOS), AMAPA, REDESP, REDESP2 (Rede São Paulo).**

As demais campanhas não tiveram condições de reprocessamento devido à indisponibilidade das observações ou inexistência de efemérides precisas para a época das observações (como é o caso das campanhas **EPOCH92, GIG91, ION91 e ION92**).

Atualmente (junho de 2006), a rede GPS possui 1.559 estações. Os novos projetos GPS incorporados na Rede Planimétrica desde 1996 foram processados no software Bernese (versão 4.0, 4.2 ou 5.0) com efemérides precisas do IGS (International GNSS Service) (IGS, 2006).

Algumas campanhas GPS foram retiradas do ajuste, pois foram substituídas por outras campanhas com um período maior de observações ou com observações que puderam ser processadas no software Bernese.

O projeto SMAR consiste no processamento da estação FERRAZ na Antártica, estação NEIA (marégrafo de Cananéia - SP), nova estação de Cachoeira Paulista (SIRGAS2000), estações IGS na América do Sul e todas as estações da RBMC em operação nos primeiros 40 dias do ano 2002.

Os resultados das campanhas GPS obtidos pelo processamento com o software OMNI do USNGS (United States - National Geodetic Survey) foram substituídos pelos resultados com o software Bernese.

As observações GPS utilizadas no ajustamento correspondem às componentes das linhas de base oriundas do processamento GPS. Essas observações são introduzidas no ajustamento da seguinte forma:

a) Conversão dos resultados (componentes das linhas de base e matriz variância-covariância – MVC – correspondente), obtidos no software Bernese para o formato de entrada no programa GHOST;

b) Ajustamento da campanha no software GHOST com injunção mínima (fixando as coordenadas de uma estação); e

c) A variância *a posteriori* obtida no ajustamento do item b é introduzida como fator multiplicador da MVC na etapa seguinte do ajuste. Esse procedimento tem como objetivo fornecer resultados mais realísticos para a estimativa de precisão das coordenadas ajustadas (desvios padrão). Esse foi o mesmo procedimento seguido no ajustamento de 1996.

Não existe distinção no tratamento das observações GPS das estações de Redes GPS Estaduais e das demais estações GPS, ou seja, não existe uma ponderação que venha diferenciar as observações em função da metodologia de observação (tais como: intervalo de rastreio, tempo de rastreio e quantidade de sessões), do instrumental, das efemérides (precisas ou transmitidas) e do software utilizado.

4. ESTAÇÕES PARTICIPANTES DO AJUSTE DE 2006

As seguintes estações geodésicas foram incluídas no ajuste da Rede Planimétrica Brasileira no Sistema SIRGAS2000:

1) 4.774 estações da Rede Clássica (as mesmas utilizadas no ajuste de 1996);
2) 1.600 estações da Rede GPS;
3) 179 Estações DOPPLER (coincidentes com a Rede Clássica) e 15 pertencentes à Rede de Translocação na Amazônia (as mesmas utilizadas no ajuste de 1996). As coordenadas das estações DOPPLER que estavam no arquivo do último ajuste em SAD 69 foram transformadas para WGS84 através dos pa-

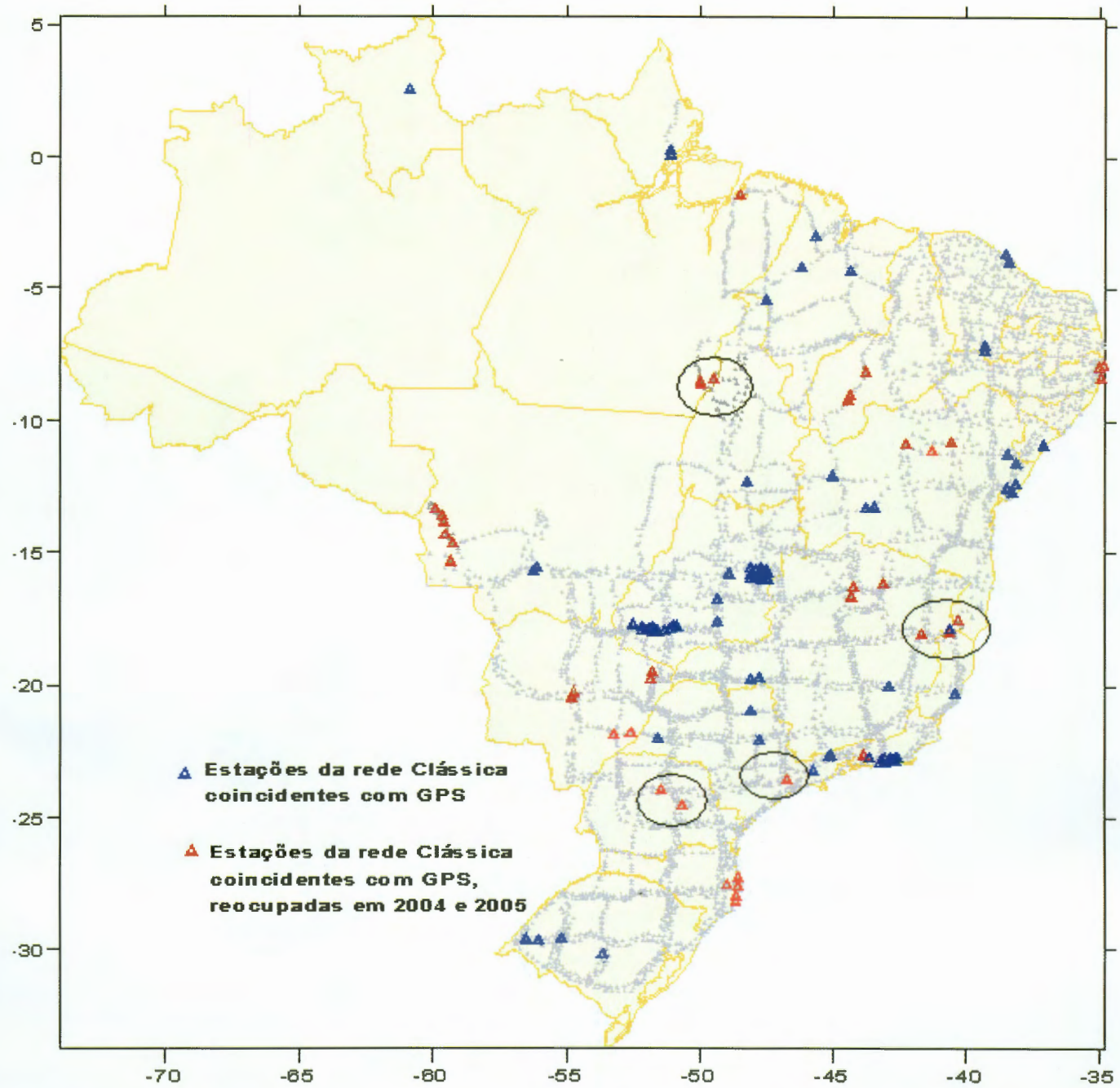
râmetros de transformação disponíveis na R.PR. nº 23/89 (IBGE, 1989) ;

4) 125 estações GPS (coincidentes com a Rede Clássica) e quatro rejeitadas devido a problemas encontrados nas conexões.

Durante os anos 2004 e 2005 foram realizadas 12 campanhas GPS em diferentes partes da rede clássica. A escolha dessas áreas foi baseada na análise do raio de influência de uma conexão GPS em uma estação da Rede Clássica, ou seja, até que distância uma conexão GPS influencia nas coordenadas das estações da Rede Clássica em seu entorno. Verificou-se neste estudo que o raio de influência é, em média, de 500km, considerando as características da rede brasileira. A Figura 1 identifica as conexões entre as Redes Clássica e GPS; e

5) 6.265 estações no total.

Figura 1 – Conexões entre as Redes Clássica e GPS.



5. ESTAÇÕES SIRGAS2000/RBMC

Em maio do ano 2000 foi realizada a segunda campanha GPS do Projeto SIRGAS. Participaram dessa campanha 184 estações distribuídas nas três Américas. Das 184 estações, 21 estão em território brasileiro.

O ajustamento da Rede Planimétrica Brasileira no Sistema SIRGAS2000 foi injuncionado em 20 estações da campanha SIRGAS2000 localizadas no Brasil. Para injuncioná-las foram utilizadas as coordenadas e os desvios padrão divulgados na página do Projeto SIRGAS (http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geodesia/sirgas/principal.htm). Além disso, foi neces-

Na figura 2 é apresentada a Rede GPS, na 3, a Rede Planimétrica Brasileira, ajustada em 2006.

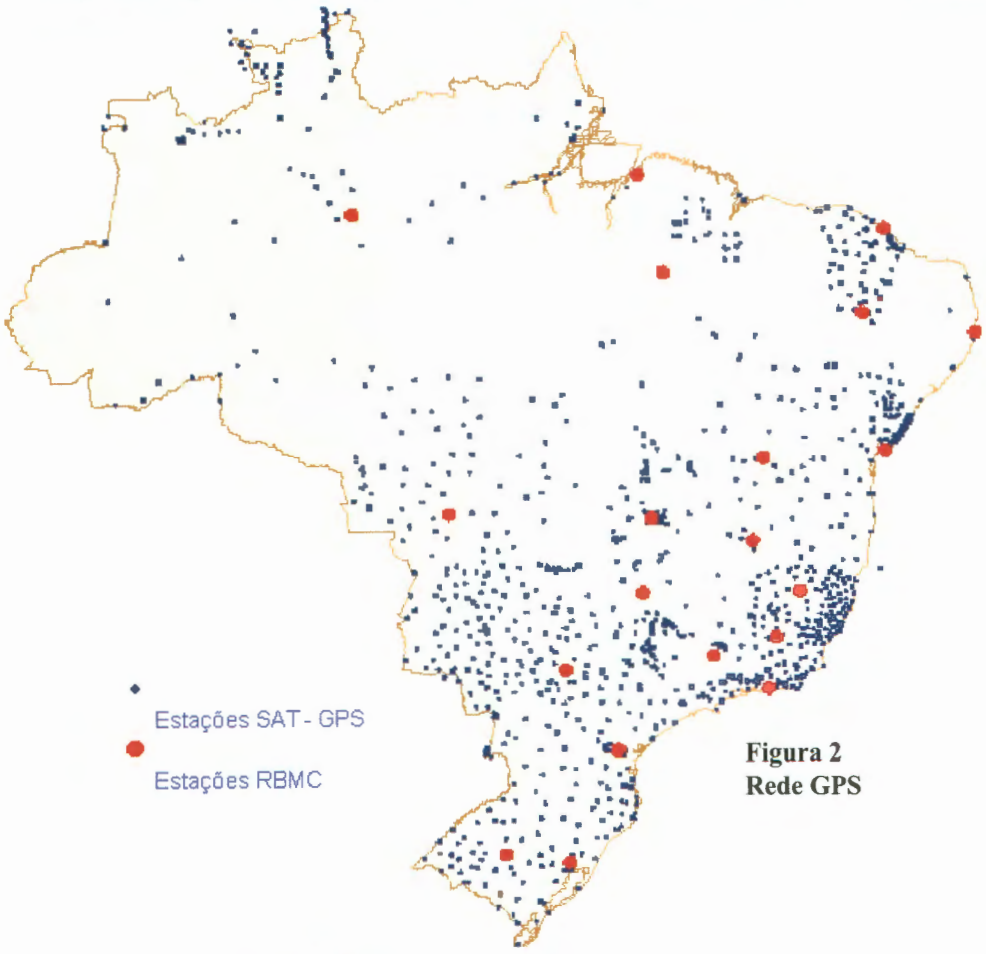


Figura 2
Rede GPS

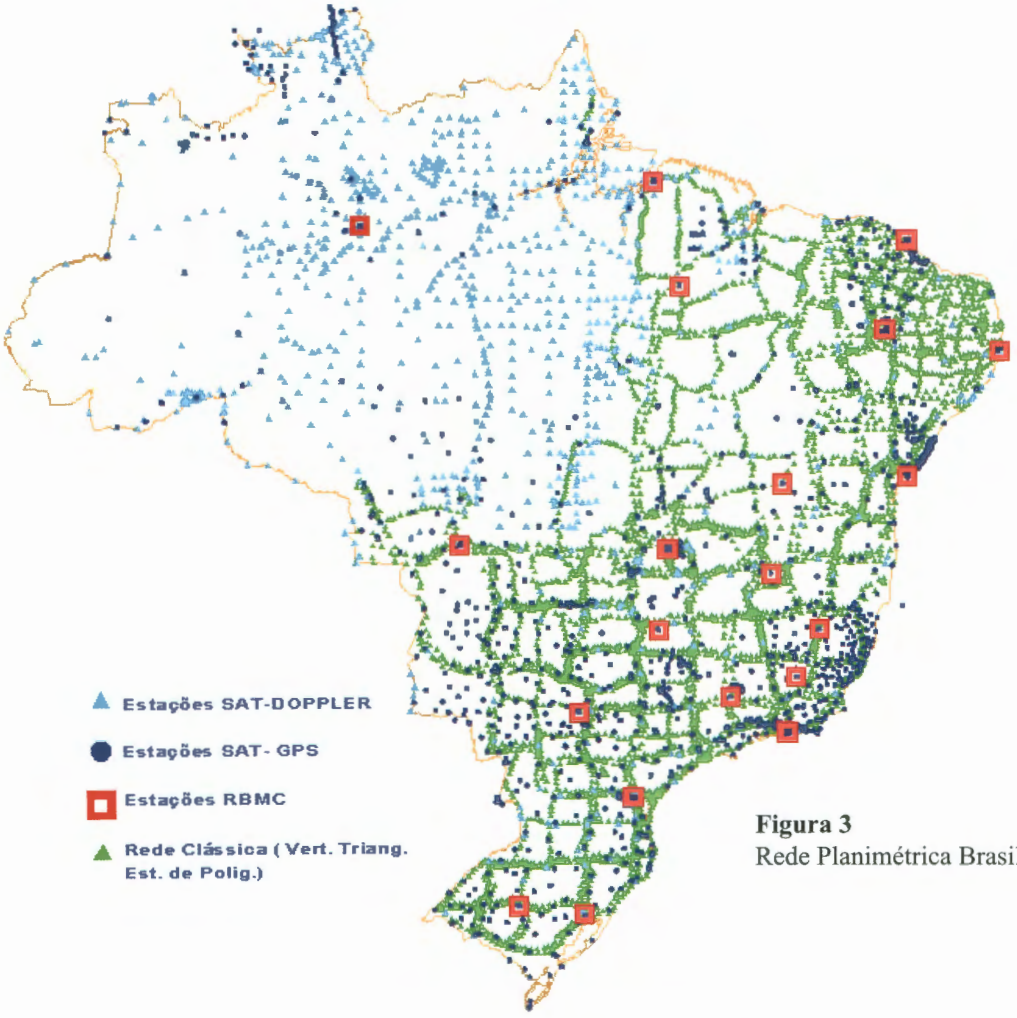
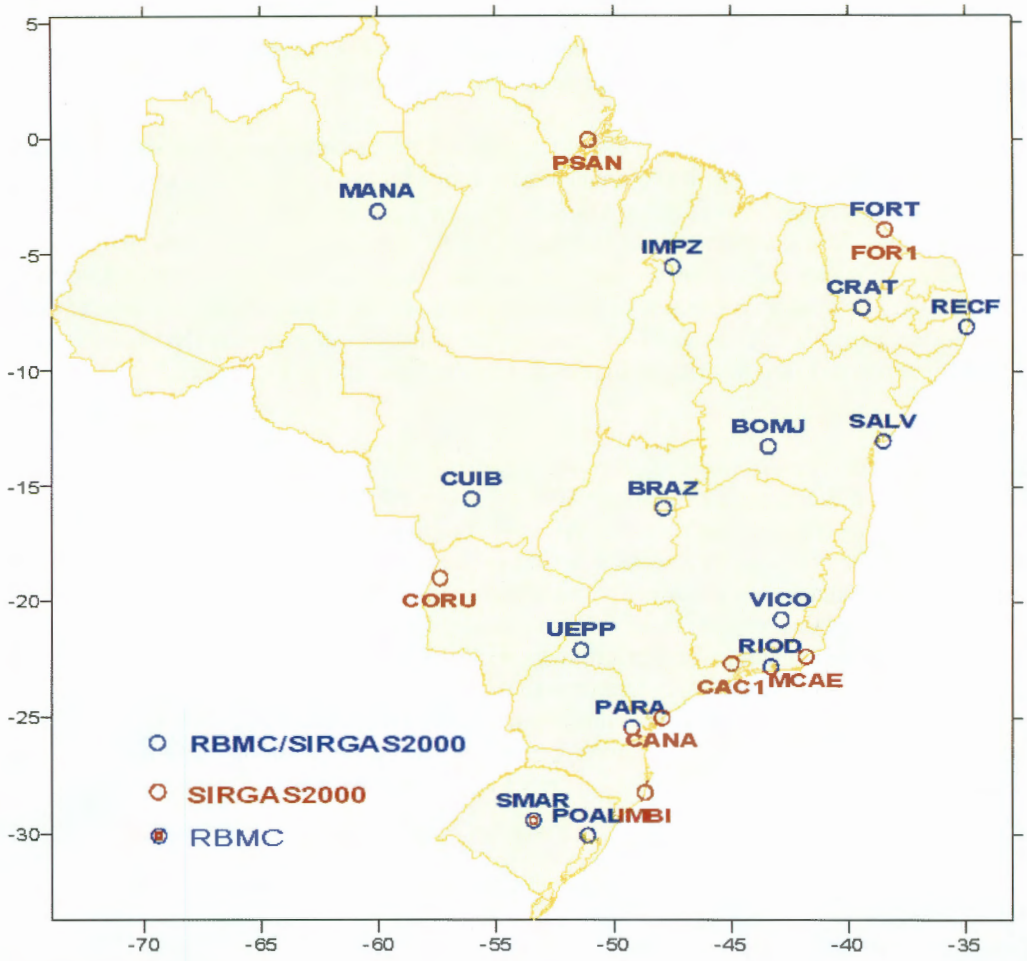


Figura 3
Rede Planimétrica Brasileira, ajustada em 2006.

Figura 4 – Estações SIRGAS2000/RBMC.



sário reocupar cada estação SIRGAS2000 em outras campanhas GPS, estabelecendo, assim, a ligação entre a Rede Planimétrica e o SIRGAS2000. Apenas a estação **CANA** não pode ser reocupada, pois havia sido destruída antes que as medições fossem executadas.

A estação SMAR (Santa Maria), pertencente à RBMC, foi instalada no ano 2001; portanto, não faz parte da realização SIRGAS2000. Apesar de não ter sido ocupada na campanha SIRGAS2000, ela foi utilizada como injunção no ajustamento SIRGAS2000.

A Figura 4 apresenta a distribuição das estações SIRGAS2000/RBMC no Brasil: em vermelho somente as estações SIRGAS2000, e em azul as estações SIRGAS2000 e RBMC, ou seja, as estações de operação contínua.

6. RESULTADOS

Para o ajustamento simultâneo da Rede Planimétrica foi utilizada a técnica de Helmert Blocking, para a divisão da rede em blocos, bem como a mesma estratégia do ajustamento SAD 69 realizado em 1996, ou seja, o programa BLOCK foi utilizado para dividir a rede em oito blocos e os polígonos definidores desses blocos são os mesmos do ajuste de 1996.

As incógnitas do ajustamento foram as coordenadas das 6.265 estações mais 12 parâmetros auxiliares.

Foram injuncionadas as coordenadas de 20 estações pertencentes à rede continental SIRGAS2000 estabelecidas no Brasil (92.013, 91.696, 91.559, 93.111, 93.110, 91.720, 91.850, 91.105, 91.888, 91.854, 92.009, 92.583, 92.300, 91.742, 91.200, 91.300, 92.165, 91.215, 93.030, 92.725, 92.400), mais a estação da RBMC de Santa Maria (SMAR). Conforme mencionado anteriormente, a estação de Cananéia (CANA) não foi adotada como injunção, devido à sua destruição antes que fossem realizadas observações para ligação com a Rede Planimétrica Brasileira.

Observações utilizadas no ajustamento:

nº de direções :	16.913
nº de distâncias :	1.534
nº de azimutes :	389
nº de equações de posição (Obs.: Doppler) :	179
nº de equações de diferença de posição (Obs.: GPS) :	3.196
nº de equações normais parciais (injunções) :	21

As coordenadas das estações SIRGAS2000 foram injuncionadas aos valores dos seus desvios padrão divididos pelo fator 10, ou seja, fornecendo um peso superior às coordenadas SIRGAS. A aplicação desse fator 10 deve-se ao fato de que grande parte dos resultados obtidos através do processamento GPS é muito otimista, gerando, assim, desvios para as coordenadas inferiores ao milímetro. Isso acarreta um peso nas coordenadas das campanhas GPS superior ao das estações SIRGAS. A convergência foi alcançada no ajustamento após a terceira iteração, obtendo-se o fator de variância *a posteriori* de 1,509.

Além das coordenadas ajustadas de cada estação, foram também estimados como incógnitas os parâmetros auxiliares. O emprego de parâmetros auxiliares em um ajustamento combinado tem como objetivo permitir que a orientação e a escala oriundas das observações GPS prevaleçam aos parâmetros da Rede Clássica. Portanto, em um ajustamento combinado no qual têm-se vários tipos de observações originadas de diferentes sistemas (Doppler e GPS), são determinados como incógnitas, além das correções aplicadas aos valores das coordenadas iniciais, os parâmetros auxiliares. Um exemplo simples de parâmetro auxiliar é o fator de escala atribuído a um conjunto de distâncias que possui o mesmo erro de escala. Outro exemplo é o parâmetro de orientação que tem como função determinar o erro de orientação de um conjunto de azimutes astronômicos (NOAA, 1989). Nesse ajustamento, foram estimados 11 parâmetros, sendo um de orientação, três de translações e sete de escala, sendo eles:

FK5 - orientação entre a Rede Clássica (azimute astronômico) e as observações GPS.
TRAXWGS84 - translação na componente X, entre o WGS84 – original/DOPPLER – e SIRGAS2000.
TRAYWGS84 - translação na componente Y, entre o WGS84 – original/DOPPLER – e SIRGAS2000.
TRAZWGS84 - translação na componente Z, entre o WGS84 – original/DOPPLER – e SIRGAS2000.
G66 - escala entre as bases medidas com geodímetro e as observações GPS.
BAS - escala entre as bases medidas com fita invar e as observações GPS.
POSUDES - escala entre as bases medidas com telurômetro na Região Sudeste e as observações GPS.
POGOEST - escala entre as bases medidas com telurômetro na Região Centro-Oeste e as observações GPS.
PONORDES - escala entre as bases medidas com telurômetro na Região Nordeste e as observações GPS.
PONORTE - escala entre as bases medidas com telurômetro na Região Norte/Nordeste e as observações GPS.
PONORT - escala entre as bases medidas com telurômetro na Região Nordeste e as observações GPS.

A Tabela 2 apresenta os valores ajustados dos parâmetros auxiliares.

Tabela 2 – Valores dos parâmetros auxiliares

IDENTIFICADOR	VALOR AJUSTADO	DESVIO PADRÃO
FK5	-2.3848 (seg)	0.1341
TRAXWGS84	-1.0874 (m)	0.1840
TRAYWGS84	-0.6580 (m)	0.1900
TRAZWGS84	-0.7590 (m)	0.1054
G66scale	-3.0504 (ppm)	0.3715
BASscale	-1.5541 (ppm)	0.8908
posudes	7.3288 (ppm)	0.4920
pogoest	5.7373 (ppm)	0.6604
ponordes	7.4844 (ppm)	0.6140
ponorte	5.6578 (ppm)	0.6829
ponort	11.7121 (ppm)	0.6627

[1]No sentido que ajustam-se observações terrestres e espaciais.

7. ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS RESULTADOS

A informação adotada para essa análise é o desvio padrão das coordenadas. Analisando o Gráfico 1, o qual apresenta a estimativa para a Rede GPS, verifica-se que cerca de 70% das componentes horizontais encontram-se com desvios padrão no intervalo de 1mm a 1cm, enquanto 70% das altitudes geométricas encontram-se com desvios padrão no intervalo de 1 a 10cm. O Gráfico 2 apresenta resultados obtidos para a Rede Clássica, analisando-se, nesse caso, apenas as componentes horizontais (latitude e longitude). Verifica-se também que cerca de 50% dos desvios padrão encontram-se entre 20 a 50cm. Para todos os testes estatísticos foi aplicado o nível de confiança de 95%.

Gráfico 1 – Distribuição estatística dos desvios padrão das coordenadas da Rede GPS.

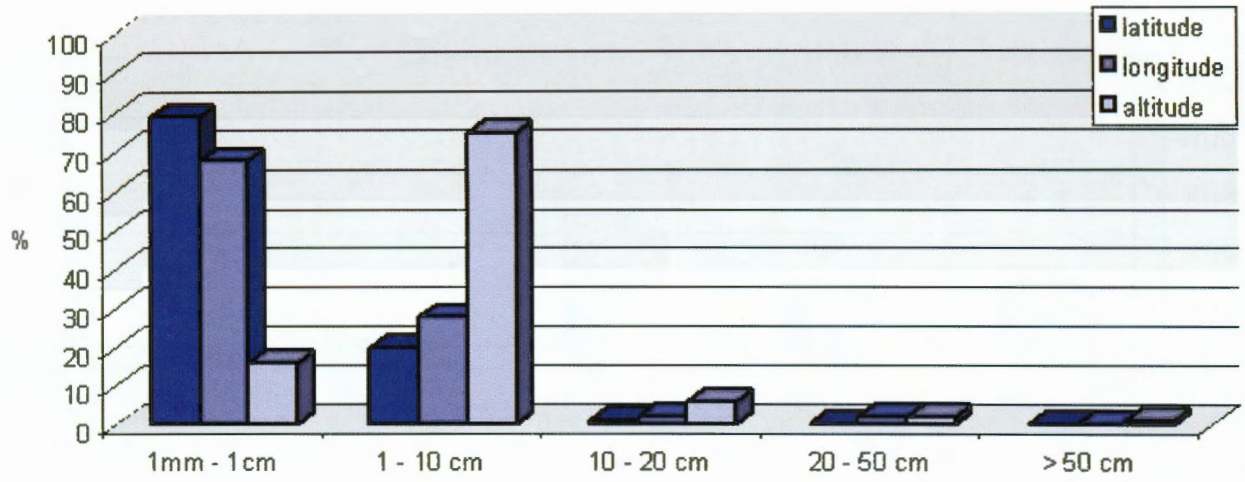
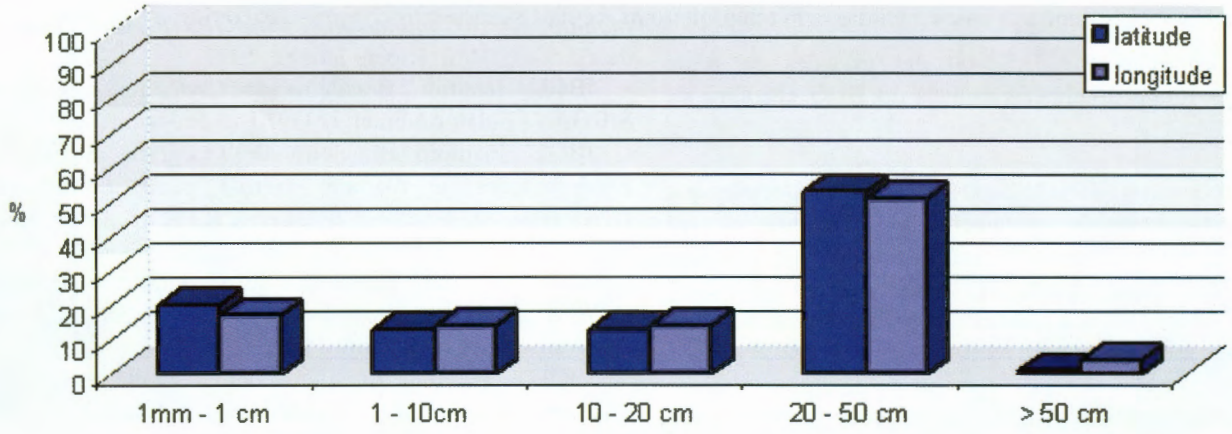


Gráfico 2 – Distribuição estatística dos desvios padrão das coordenadas de toda a rede.



Outro critério utilizado na análise da rede baseou-se na precisão relativa entre as estações. Existem vários critérios para este tipo de análise, tais como: linhas observadas, linhas dentro de uma região de tamanho específico, todas as combinações possíveis entre estações, etc. Neste relatório só foram analisadas as linhas efetivamente observadas, por fornecer uma solução mais simples em termos computacionais e pelo seu significado direto com as observações efetivamente realizadas. A informação utilizada para essa avaliação é a elipse relativa de erros, representada através do erro relativo obtido nas linhas de base, expresso em *partes por milhão* (ppm). Verifica-se no Gráfico 3 que, avaliando-se as 7.807 linhas de base GPS (considerando-se as repetições de linhas), cerca de 80% encontram-se com erros relativos entre 0 e 1 ppm, enquanto no Gráfico 4, para 31.892 pares de estações conectadas por algum tipo de observação, encontram-se 43% dos erros relativos entre 10 a 20 ppm, fato este esperado para uma Rede Clássica.

Gráfico 3 – Distribuição estatística da precisão das 7.807 linhas de base GPS observadas.

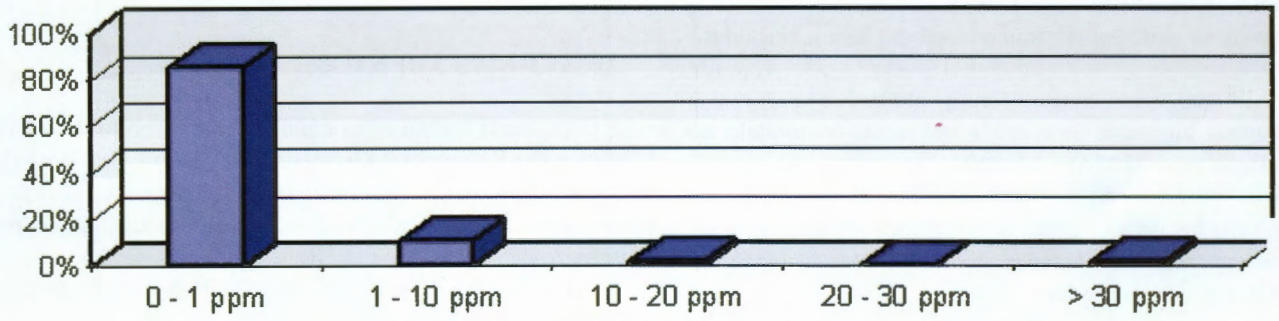
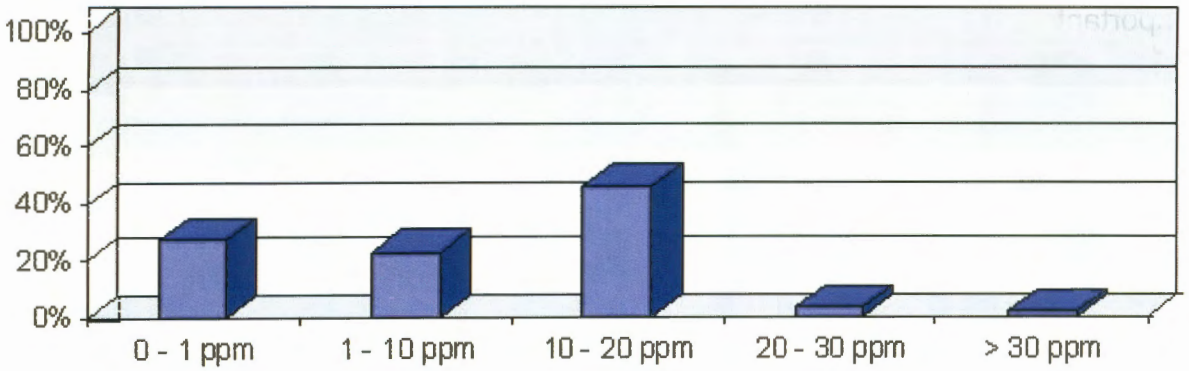


Gráfico 4 – *Distribuição estatística da precisão das linhas de base observadas em toda a rede. Número de linhas analisadas – 1.892.*



8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

1. As coordenadas SIRGAS2000, Rede GPS e estações Doppler foram divulgadas através do BDG em março de 2005.

2. As coordenadas SIRGAS2000 das estações da Rede Clássica foram divulgadas através do BDG em abril de 2006.

3. As coordenadas SIRGAS2000 das estações Doppler que não participaram do ajustamento foram obtidas através dos parâmetros oficiais de transformação, apresentados na seção 11 deste relatório. As coordenadas SIRGAS2000 dessas estações foram ajustadas quando coincidentes com estações da Rede Clássica ou Rede GPS.

4. As coordenadas SIRGAS2000 das estações gravimétricas e referências de nível foram obtidas através dos parâmetros oficiais de transformação, apresentados na R.PR. nº 01/2005 (IBGE, 2005).

5. Todos os resultados deste trabalho foram obtidos utilizando-se o software de ajustamento 3D GHOST (opção Helmert Blocking) (BEATTIE, 1987) na versão LINUX, atualmente em operação na Coordenação de Geodésia do IBGE.

6. As altitudes ortométricas das estações da Rede Clássica (vértices de triangulação e estações de poligonal) não foram ajustadas. No caso dessas estações, somente as componentes planimétricas (latitude e longitude) sofreram ajuste. Para as estações da Rede GPS ou em outros casos de coincidência de GPS, ou Doppler, com estações da Rede Clássica, as altitudes elipsoidais também foram ajustadas.

7. As altitudes ortométricas foram obtidas a partir das elipsoidais ajustadas através da aplicação do modelo de ondulação geoidal MAPGEO2004.

8. Os resultados do ajustamento divulgados para os usuários consistem nas coordenadas ajustadas das estações e respectivos desvios padrão.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BEATTIE, D.S. *Program GHOST User Documentation, Geodetic Survey of Canada*, Ottawa, 1987.

FORTES, L.P.S. *Operacionalização da Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo do Sistema GPS (RBMC)*. Dissertação de mestrado, IME, Rio de Janeiro, 1997.

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. SIRGAS - Relatório Final, IAG97 Rio de Janeiro, 1997.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Especificações e Normas Gerais para Levantamentos Geodésicos em Território Brasileiro,* R.PR. n° 22/83, Boletim de Serviço 1602(Suplemento), Rio de Janeiro, 1983.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *R.PR. n° 23/89 - Parâmetros de Transformação de Sistemas Geodésicos.* Rio de Janeiro, 1989.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Ajustamento da Rede Planimétrica do Sistema Geodésico Brasileiro*. Relatório, Rio de Janeiro, 1996.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *R.PR. n° 01/2005 – Altera a caracterização do Sistema Geodésico Brasileiro.* Rio de Janeiro, 2005.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Projeto SIRGAS.*

http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geodesia/sirgas/principal.htm, acessado em junho de 2006.

ROTHACHER, M.; MERVART L. *Bernese GPS Software Version 4.0*. Astronomical Institute University of Berne, Berne, 1996.

NOAA Professional Paper NOS 2. *North American Datum of 1983*, National Geodetic Survey, 1989.

IGS – International GNSS Service. *IGS data and Products*, http://igscb.jpl.nasa.gov/ acessado em junho de 2006.

10. AGRADECIMENTOS

- O presente trabalho foi conduzido no âmbito do Projeto Mudança do Referencial Geodésico (PMRG) / Projeto Infra-Estrutura Geoespacial Nacional (PIGN), em especial desempenho do Grupo de Trabalho 2 - Definição e Estratégias para Materialização do Sistema de Referencial Geodésico.

- Agradecemos a todos que contribuíram de alguma forma para a sua realização.

Informações rápidas (e relevantes) relacionadas ao uso do SIRGAS2000.

1. Dicas importantes relacionadas ao Uso do SIRGAS2000

Com a adoção do SIRGAS2000, tem ocorrido entre os usuários, com certa freqüência, duas dúvidas relacionadas às coordenadas geodésicas. São elas: como realizar a transformação de coordenadas obtidas por GPS, ou seja, referidas ao WGS 84, para SIRGAS2000? E ainda: quais parâmetros de transformação usar atualmente para transformar as coordenadas WGS 84 para SAD 69?

No caso da primeira pergunta, a resposta é a seguinte: não é necessário realizar qualquer transformação! Isto porque o novo sistema SIRGAS2000 é compatível com o sistema WGS 84 ao nível de centímetro, isto é, a diferença entre usar uma coordenada WGS 84 ou SIRGAS2000 é menor que 0,01 m! Desta forma, para fins práticos, ou seja, para todos os usuários que não precisam de qualidade superior ao centímetro, é totalmente indiferente usar WGS 84 ou SIRGAS2000!

No caso da segunda pergunta, na hipótese do usuário necessitar transformar coordenadas obtidas atualmente em WGS 84 para SAD 69, devem ser usados os parâmetros de transformação SIRGAS2000 <=> SAD 69 publicados pelo IBGE quando da adoção do SIRGAS2000, em 25/02/2005. O leitor pode encontrar o valor dos parâmetros e instruções de uso em um dos encartes desta edição da revista, ou ainda no seguinte endereço:

ftp://geoftp.ibge.gov.br/documentos/geodesia/pmrg/legislacao/RPR_01_25fev2005.pdf

As razões para se usar estes parâmetros, e não os publicados na Resolução do Presidente do IBGE nº 23, de 21 de fevereiro de 1989, baseiam-se, inicialmente, na resposta dada à primeira pergunta desta coluna: o WGS 84 e o SIRGAS2000 podem ser considerados atualmente coincidentes. Dessa forma, transformar coordenadas WGS 84 obtidas nos dias de hoje para SAD69 equivale a transformar coordenadas SIRGAS2000 em SAD69 e vice-versa. Além disso, o sistema WGS 84 sofreu ao longo do tempo três modificações (em 02/01/1994, 29/09/1997 e 20/01/2002), o que significa dizer que o sistema WGS 84 adotado no GPS hoje em dia não é o mesmo de 1989 – inclusive esta é uma das razões pelas quais o WGS 84 e o SIRGAS2000 são atualmente coincidentes. Desse forma, os parâmetros publicados em 1989 referiam-se a uma versão do WGS 84 que não existe mais e, portanto, não devem ser mais utilizados.

2 . Operações e configurações básicas: de receptores GPS Navegação

Os receptores GPS têm como objetivo a determinação de coordenadas de pontos de interesse. Atualmente existe no mercado receptores GPS de diversos tamanhos e formatos e para inúmeras aplicações. Receptores de Navegação permitem realizar navegação, salvar pontos com coordenadas e calcular áreas, com precisão posicional em torno de 15 metros, entre outras funcionalidades, que dependerão dos modelos. Esse tipo de receptor apresenta inúmeras possibilidades de configuração, que se encontram num esquema de telas disponíveis no receptor.

TELAS

Em cada tela estão disponíveis um conjunto de opções/configurações ou até mesmo informações relevantes, como o número de satélites que estão enviando informações, precisão da posição, coordenadas, entre outras. Algumas das telas principais possuem funções que abrem telas secundárias. A seguir, está uma descrição de opções de telas que normalmente estão disponíveis:

- Tela de demonstração de Satélites: Nela aparece a configuração dos satélites que estão enviando informação ao receptor naquele momento;
- Tela de posição/coordenadas: Nesta tela, normalmente, constam as coordenadas da localização atual do receptor, velocidade, marcador de distância percorrida, rumo e hora local;
- Tela de mapa: Exibe um mapa com a movimentação do receptor em tempo real e a sua posição atual. Várias feições (pontos, linhas, etc) podem ser apresentadas no mapa.
- Tela - com bússola: Apresenta uma bússola com uma seta indicando a direção do ponto em que se deseja chegar (navegação). Indica o nome do ponto de destino, o rumo, a distância ao ponto, a velocidade e tempo de deslocamento restante até o ponto e
- Tela - de configurações (menu principal): Esta pode ser considerada como a principal tela do receptor de navegação, pois nela podem-se acessar várias funções (lista de pontos e rotas, opções de coletas de coordenadas), além da maioria das configurações do receptor: datum, tipo de sistema horário, sistema de medidas, tipos de coordenadas, linguagem, alarme, entre outros.

CONFIGURANDO O RECEPTOR

Antes de iniciar a navegação ou coleta de coordenadas é necessária a configuração de alguns parâmetros. Para isso deve-se acessar a tela das configurações e, a seguir, configurar as seguintes opções:

- Formato e Fuso horário: Escolha -03:00 (para o caso do fuso horário de Brasília) e entre o formato 12 ou 24 horas;
- Formato das Coordenadas: Dentre as várias opções de escolha, as mais utilizadas no Brasil são UTM (Projeção UTM) e hddd0 mm' ss.s" (latitude, longitude). No caso de navegação com auxílio de uma carta/mapa, escolha o formato (ou projeção) do mesmo, para compatibilizar os resultados. Porém para coleta de dados, selecione a opção em Latitude e Longitude;
- Datum (Sistema e Referência): Normalmente estão disponíveis vários datum. Porém, para coleta de dados, escolha WGS 84, pois para o Brasil os valores já estarão compatíveis com o datum Brasileiro SIRGAS2000. Para obter os valores das coordenadas em SAD69, basta aplicar a transformação com auxílio do Programa TCGeo, disponível no portal web do IBGE na página da Coordenação de Geodésia. Para fins de navegação escolha o Datum correspondente às coordenadas ou carta/mapa que estão sendo utilizados como apoio e
- Unidade de Medida: Escolha medidas em Metros.

A escolha dessas configurações além de outras possíveis podem ser verificadas nos manuais específicos de cada equipamento, pois cada um deles tem suas próprias características. Contudo, os parâmetros especificados neste texto norteiam a utilização desses receptores em território brasileiro.

Sugestões, envie um email para: sepmrg@ibge.gov.br

Neste número a revista **Ponto de Referência** traz uma entrevista com Edaldo Gomes, Coordenador Geral de cartografia da Diretoria de Ordenamento da Estrutura Fundiária do INCRA, falando sobre a importância da mudança do referencial geodésico na regularização fundiária e reforma agrária.

Qual a importância do novo sistema de referência adotado no Brasil, SIRGAS 2000, para as atividades de regularização e reforma agrária?

A regularização fundiária é apenas uma das ações envolvidas no processo de reforma agrária, que inclui ainda a regularização de território quilombola, a implantação de projeto de assentamento, de projeto agro-extrativista, de projeto florestal, de projeto de desenvolvimento sustentável além de ações de natureza cadastral envolvendo imóveis rurais. A primeira etapa de todas essas ações é o georreferenciamento da região que está sendo trabalhada. Hoje, esta tarefa é realizada, quase que na totalidade, através de receptores de sinais do GPS. Com os sistemas anteriores – Córrego Alegre, SAD-69, era necessário fazer a conversão entre o sistema geocêntrico adotado pelo GPS – WGS 84 – e os sistemas topocêntricos adotados até então no Brasil. A adoção do SIRGAS simplifica esta etapa e elimina uma fonte potencial de erro na determinação das coordenadas que delimitam o imóvel rural.

A primeira etapa de todas essas ações é o georreferenciamento da região que está sendo trabalhada. Hoje, esta tarefa é realizada, quase que na totalidade, através de receptores de sinais do GPS

Como o Ministério do Desenvolvimento Agrário - MDA, do qual o INCRA faz parte, irá proceder para adaptar suas normas e operações ao novo referencial?

A Norma Técnica para Georreferenciamento de Imóveis Rurais, publicada pelo INCRA em Novembro de 2003, já foi redigida sob a perspectiva de adoção do SIRGAS como o novo referencial. Naquele momento, o referencial planimétrico em vigor no país correspondia ao SAD-69, conforme a sua realização de 1996.No seu Capítulo 4, item 4.2, entretanto, é estabelecido que "Toda infra-estrutura geodésica, indispensável aos trabalhos de georreferenciamento, deverá ser obtida de dados fundamentais do Sistema Geodésico Brasileiro, oriundos exclusivamente de...redes geodésicas estaduais,...vértices da rede fundamental brasileira, ...estações ativas da RBMC etc.". Uma nova edição desta Norma está sendo construída para contemplar, de forma clara, a adoção do SIRGAS como o novo referencial geodésico brasileiro.

Que tipo de apoio o MDA julga necessário ter para que os benefícios da adoção deste novo referencial sejam sentidos em sua totalidade?

A conversão entre os sistemas anteriores e o SIRGAS pode ser um problema para alguns usuários que não tem acesso a programas de computador que façam esses cálculos. Essa premissa vale inclusive para alguns órgãos públicos. Talvez fosse interessante que o Projeto Mudança do Referencial Geodésico produzisse uma ferramenta de conversão gratuita, que ficasse disponível no "site" do IBGE, para "download" [1].

Que problemas podem ser criados com a adoção do novo referencial?

A diversidade de sistemas referenciais adotados no acervo cartográfico brasileiro vai ser "enriquecida" com a adoção do SIRGAS, mas é inevitável. Um dos maiores problemas certamente é a conversão deste "passivo cartográfico" para o novo referencial. No caso do INCRA, as coordenadas já adotadas no processo de certificação de imóveis rurais,

que foram levadas ao registro imobiliário, não poderão ser convertidas. A descrição imobiliária do imóvel, após a certificação, só pode ser alterada por via judicial. Teremos que conviver com coordenadas comuns de imóveis contíguos descritas em dois sistemas distintos.

Que sugestões o Senhor daria ao PMRG/PIGN para uma maior promoção do SIRGAS2000 aos diversos usuários do governo e da iniciativa privada?

A produção de cartilhas e prospectos certamente pode ajudar o usuário a se conscientizar da importância da adoção do SIRGAS. A conversão de toda a infraestrutura geodésica brasileira vai induzir o usuário a adotar o novo referencial mas é necessário que ele esteja bem informado sobre as vantagens dessa conversão de forma a se antecipar à este processo.

O IBGE e o INCRA formalizaram recentemente uma cooperação na área de geociências. Que contribuição esta cooperação poderá trazer para a adoção do SIRGAS2000 no Brasil?

O Termo de Cooperação Técnica firmado entre o INCRA e o IBGE permite que as duas instituições possam trocar experiências e serviços nas áreas de cartografia e geodésia. A integração da RBMC e da RIBaC vai facilitar o acesso aos dados gerados neste novo referencial. A adoção, pelo INCRA, das bases cartográficas convertidas pelo IBGE, vai se refletir na malha fundiária nacional, que é constantemente solicitado por inúmeros usuários brasileiros.

Ainda no âmbito da cooperação IBGE/ INCRA, está prevista a integração da RBMC e a RIBaC [2]. Quais os benefícios que esse fato trará às atividades do INCRA?

A integração das duas redes vai permitir que o usuário, independente do seu perfil, tenha sempre a certeza de acesso aos dados gerados pelas estações de referência. A partir da integração, um único conjunto de estações vai gerar dados para as duas redes, simultaneamente. Os maiores problemas acontecem, em geral, na transmissão (da estação para o servidor central), na publicação (exibição dos arquivos no site) e no acesso (do usuário) à esses dados. A nova geração de estações de referência, que está sendo adotada na montagem da nova rede brasileira, permite que os dados gerados por cada uma delas sejam enviados para dois endereços distintos – IBGE e INCRA. Dessa forma, se um dos dois Institutos experimentar problemas temporários na recepção ou publicação desses dados na Internet, não vai prejudicar o usuário, que poderá acessá-los através do site daquele Instituto que não estiver com problemas. É a criação de um "plano B", de uma alternativa de acesso a esses dados. Ademais, a racionalização de investimento na construção e manutenção da infra-estrutura necessária ao funcionamento da rede ativa nacional é um ganho sem precedente.

> Um dos maiores problemas certamente é a conversão deste "passivo cartográfico" para o novo referencial

Notas da revista:

1. O software TCGEO para transformação de coordenadas já se encontra disponível no sitio web do IBGE http://www.ibge.gov.br na área de geociências, geodésia.

2. A RBMC é a Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo mantida pelo IBGE e a RIBaC é a Rede Incra de Bases Comunitárias do GPS mantida pelo INCRA.

Após a conclusão do ajustamento da Rede Planimétrica no Sistema de Referência SIRGAS2000 e a sua adoção oficial, através da Resolução do Presidente do IBGE n° 1 de 25/02/2005, houve a necessidade de promover o acesso dos usuários ao novo sistema geodésico. Com este propósito foram disponibilizadas as seguintes informações no portal do IBGE:

- Coordenadas SIRGAS2000 das estações pertencentes à Rede Planimétrica do Sistema Geodésico Brasileiro;
- Novo Modelo Geoidal - MAPGEO2004;
- Parâmetros de transformação entre os Sistemas - SAD69 e SIRGAS2000 e
- Sistema de transformação de coordenadas - TCGEO.

Este artigo tem como objetivo apresentar aos usuários as formas de acesso e as funcionalidades dessas novas ferramentas.

1. O Banco de Dados Geodésicos

As coordenadas SIRGAS2000 das estações pertencentes à Rede Planimétrica do Sistema Geodésico Brasileiro estão disponibilizadas para a sociedade através do **Banco de Dados Geodésicos (BDG** – Figura 1**).**

Figura 1 – Banco de Dados Geodésicos

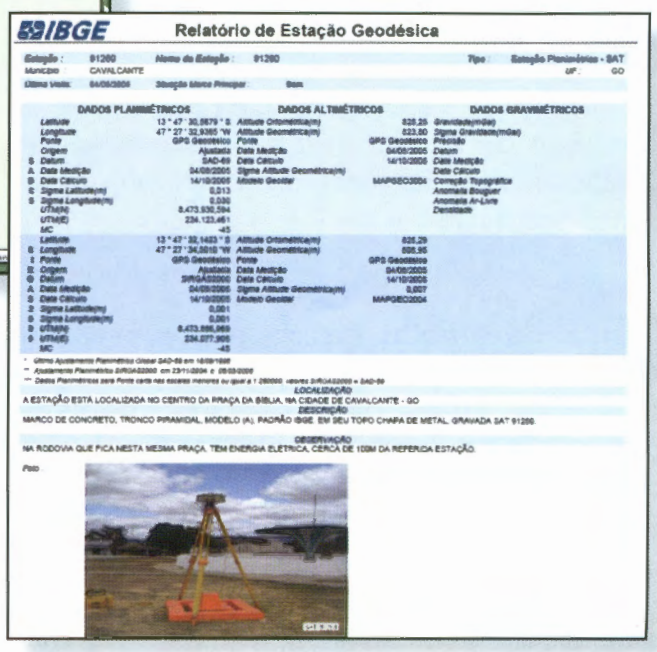
Estão disponíveis no BDG dados e informações geodésicas nos sistemas SAD69 e SIRGAS2000, onde se destaca:

- Coordenadas geodésicas de alta precisão;
- Coordenadas UTM;
- Altitude de alta precisão;
- Descritivo de localização e acesso;
- Informações sobre a situação física dos marcos;
- Valor da aceleração da gravidade, anomalias, etc...

Para consultar a página inicial do Banco de Dados Geodésicos basta acessar o portal do IBGE (www.ibge.gov.br), clicar em Geociências, em Geodésia e no menu à esquerda, clicar em Banco de Dados do SGB ou diretamente através do caminho http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geodesia/sgb.shtm.

O BDG é composto pelo conjunto de Estações Geodésicas, cuja posição serve como referência precisa nas atividades de mapeamento do território nacional, ao suprimento de informações necessárias à condução de grandes obras de engenharia, tais como: barragens, saneamento básico, irrigação, resolução de problemas fundiários, etc...

Agrega informações da rede planimétrica - que tem como objetivo proporcionar um referencial planimétrico de alta precisão, de abrangência nacional. Estão disponíveis dados e informações da rede clássica (1131 estações de poligonal – EP, 3647 vértices de triangulação – VT) e da tecnologia de observação de satélites artificiais com fins de posicionamento (1491 estações GPS e 1024 estações DOPPLER); da rede altimétrica - que tem como objetivo proporcionar um referencial altimétrico de alta precisão, com abrangência nacional. Atualmente estão disponíveis dados e informações de cerca de 65000 referências de nível (RN) e das Estações de Densificação da Rede Gravimétrica Brasileira - as informações gravimétricas revestem-se de primordial importância em diversas áreas geocientíficas: geodésia (estudo da forma – geóide - e dimensões da Terra), geologia (investigação de estruturas geológicas), geofísica (prospecção mineral). Estão disponíveis dados e informações de cerca de 22800 estações gravimétricas.



2. Modelo de Ondulação Geoidal – MAPGEO2004

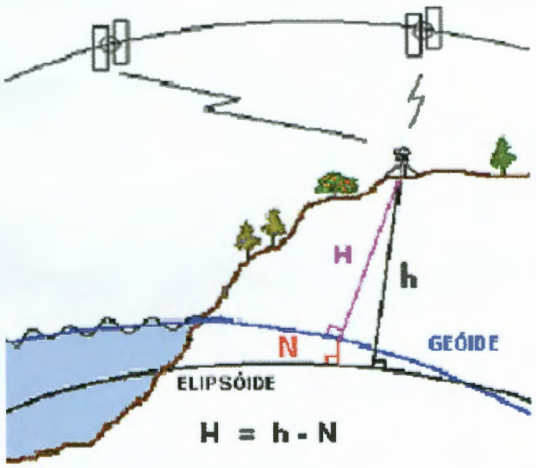
Em função de sua rapidez e precisão na obtenção de coordenadas, o *Global Positioning System* – GPS revolucionou as atividades que necessitam de posicionamento. Com isso, passou a existir um crescente interesse por um geóide mais acurado e preciso para aplicações nas áreas de mapeamento e engenharia, onde há necessidade do conhecimento de uma altitude com significado físico - a altitude ortométrica.

Para que as altitudes elipsoidais ou geométricas (h) (referidas ao elipsóide), oriundas de levantamentos com GPS, possam ser utilizadas nestas áreas, é necessário que elas sejam convertidas em altitudes "ortométricas" (H), referidas ao geóide ou nível médio do mar, através da equação:

$$H \approx h - N$$

Para isso, é preciso conhecer a altura ou ondulação geoidal (N), ou seja, a separação entre as duas superfícies de referência (figura 2), o geóide e o elipsóide.

Figura 2 – Cálculo da altitude "ortométrica" (H) em função da altitude geométrica (h) e da ondulação geoidal (N).



Partindo desses conceitos o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE e a Escola Politécnica da Universidade de São Paulo - EPUSP, geraram um Modelo de Ondulação Geoidal com uma resolução de 10' de arco e desenvolveram o Sistema de Interpolação de Ondulação Geoidal - MAPGEO2004. Através desse sistema, os usuários podem obter a ondulação geoidal (N) em um ponto, e/ou conjunto de pontos, referida aos sistemas SIRGAS2000 (Figura 3) e SAD69 (Figura 4).

Figura 3 – Ondulação Geoidal – SIRGAS2000

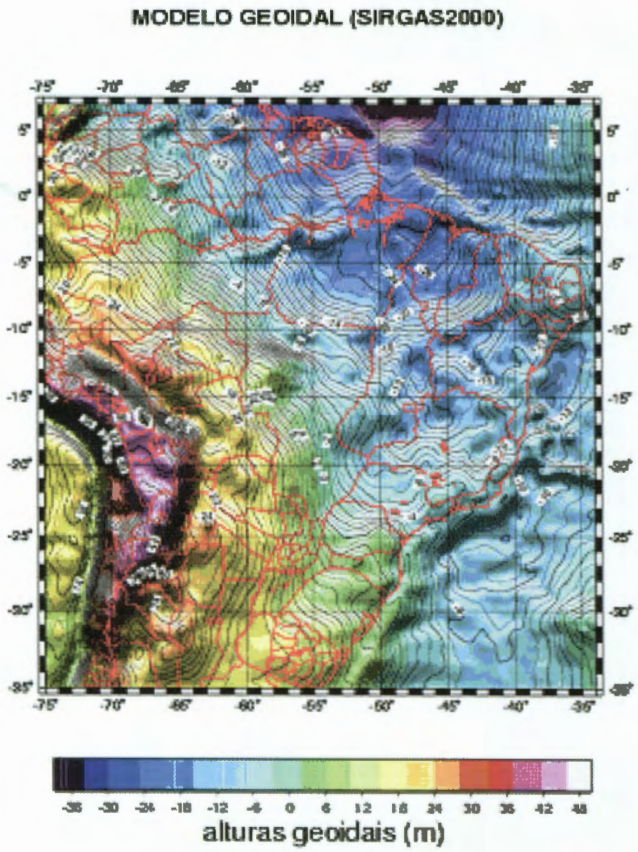
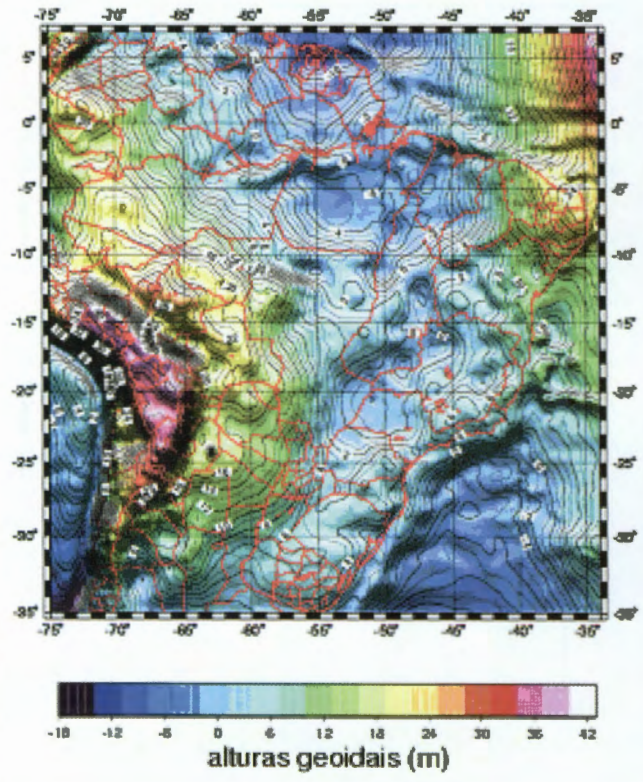


Figura 4 – Ondulação Geoidal – SAD69



O erro médio padrão associado ao modelo MAPGEO2004 foi de +/- 0,5 metro, determinado a partir das comparações de altitudes GPS com altitudes de referências de nível (altitudes obtidas através de nivelamento geométrico) do IBGE. Isso significa que, no Brasil, poderão ocorrer erros maiores que 0,5 metro em regiões onde há carência de informações para subsidiar a elaboração do modelo, como por exemplo, a Região Amazônica.

O Sistema MAPGEO2004 (Figura 5) está disponível no portal do IBGE (www.ibge.gov.br), clicar em Geociências e depois em Geodésia e no menu à esquerda, clicar em Modelo Geoidal ou diretamente através do caminho http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geodesia/modelo_geoidal.shtm.

Figura 5 – MAPGEO2004

3. Sistema de transformação de coordenadas – TCGEO

O TCGeo é um programa elaborado pelo IBGE no escopo do Projeto Mudança do Referencial Geodésico / Projeto de Infraestrutura Geodésica Nacional (PMRG / PIGN). Ele foi desenvolvido com o objetivo de colaborar com os usuários que fazem uso das informações espaciais no Brasil e que rotineiramente precisam compatibilizar seus dados a um único sistema de referência, ou seja, é uma ferramenta amigável para transformar coordenadas.

Os parâmetros de transformação oficiais entre os sistemas SAD69 e SIRGAS2000, utilizados pelo TCGEO, foram estimados através de 63 estações GPS que possuem coordenadas SAD69 oriundas do ajustamento de 1996 e coordenadas ajustadas SIRGAS2000. A formulação matemática, bem como os parâmetros de transformação SAD69 ↔ SIRGAS2000 podem ser obtidos nos seguintes documentos do IBGE:

1°) Formulação matemática - Resolução da Presidência n° 23 de 21/02/89 (R.PR 23/89) ;

2°) Parâmetros de transformação SAD69 ↔ SIRGAS2000 - Resolução da Presidência n° 1 de 25/02/2005 (R.PR 01/05).

Cabe ressaltar que, devido à coincidência entre os sistemas WGS84 e SIRGAS2000, os mesmos parâmetros também devem ser utilizados em transformação de coordenadas entre os sistemas SAD69 e WGS84.

Quando o usuário processa uma transformação de coordenadas entre os sistemas geodésicos SAD69 ↔ SIRGAS2000 utilizando o programa TCGeo, uma estimativa da qualidade desta transformação é apresentada.

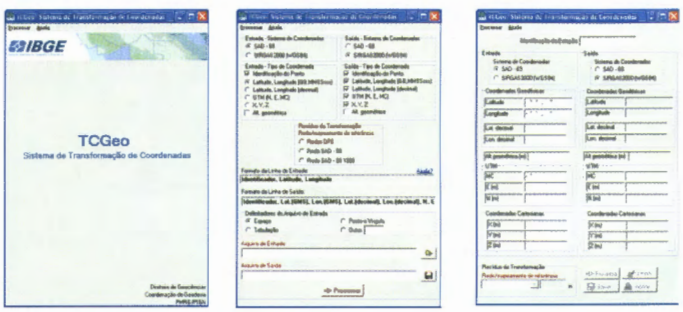
Esta estimativa de qualidade da transformação está associada a dois fatores:

- À realização da Rede Geodésica Brasileira (RGB) da qual faz parte a estação, cujas coordenadas serão transformadas (Redes GPS, Rede SAD - 69, Rede SAD - 69 1996) e
- À localização geográfica desta estação.

Cabe destacar que a estimativa da qualidade na aplicação dos parâmetros está diretamente correlacionada com o grau de distorção de cada uma das três realizações da RGB.

O TCGeo (Figura 6) está disponível no portal do IBGE (www.ibge.gov.br), clicar em Geociências e depois em Geodésia e no menu à esquerda, clicar em Parâmetros de Transformação ou diretamente através do caminho http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geodesia/param_transf/default_param_transf.shtm.

Figura 6 – TCGeo



Conclusão

Com a disponibilização desses produtos o IBGE vem promover o acesso à informação e auxiliar os usuários durante todo o período de transição para ao novo sistema geodésico (SIRGAS2000).

A Coordenação de Geodésia, no escopo do Projeto Mudança do Referencial Geodésico / Projeto de Infra-estrutura Geodésica Nacional (PMRG / PIGN), encontra-se a disposição para dirimir qualquer dúvida e receber criticas e sugestões que venham a auxiliar na melhoria das ferramentas apresentadas através do endereço eletrônico sepmrg@ibge.gov.br.

Cabe destacar a importância do usuario se manter atualizado consultando periodicamente a página do IBGE.
(www.ibge.gov.br).

Estudo dos impactos da mudança do referencial geodésico

Coordenação do Grupo de Trabalho 5
GT5 - Impactos do Projeto Mudança do Referencial Geodésico

O Projeto Mudança do Referencial Geodésico (PMRG) objetiva promover a adoção no País, de um novo sistema geodésico de referência, unificado, moderno e de concepção geocêntrica, de modo a compatibilizá-lo às mais modernas tecnologias de posicionamento.

Para que o projeto possa atingir seus objetivos foram criados seis Grupos de Trabalho (GT) encarregados de desenvolver os estudos e as pesquisas relacionados à adoção do novo referencial geocêntrico em parceria com diversos segmentos da sociedade.

O Grupo de Trabalho 5 (GT5), do Projeto Mudança do Referencial Geodésico, é responsável pela elaboração de estudos inerentes a avaliação e demonstração dos impactos que a sociedade produtora e usuária de informações geográficas sofrerá com a implantação de um novo referencial geodésico.

A parceria, com órgãos e instituições brasileiras, proposta no 2° Seminário sobre Referencial Geocêntrico no Brasil, em novembro de 2004, e apresentada em reuniões realizadas em 2005, identifica Projeto de Demonstração (PD) específico com órgãos responsáveis e reguladores de diversos segmentos do Estado brasileiro que produzem e utilizam informação geoespacial. O desenvolvimento de PD tem como objetivo avaliar os impactos técnicos e sociais da mudança do referencial geodésico nos diferentes segmentos e o repasse do aprendizado sobre as conseqüências dessa adoção.

Este trabalho buscará relatar os objetivos e estágio atual dos PD's organizados em 6 categorias:

- Mapeamento Topográfico
- Mapeamento Cadastral
- Concessionárias de Serviço
- Questões Agrárias
- Questões Indígenas
- Meio Ambiente

1 Projeto Demonstração 1 – Mapeamento Topográfico

Objetiva a demonstração dos impactos, devido à mudança do referencial geodésico, no mapeamento topográfico. Esse PD irá ser desenvolvido numa série de projetos pilotos. Esses projetos pilotos serão apresentados em seminários e reuniões técnicas sobre o Projeto Mudança do Referencial Geodésico, de modo a proporcionar o esclarecimento das possíveis dúvidas e como abordar certos problemas inerentes a essa mudança.

1.1 Projeto Piloto 1 (PP1) – Inventário

Tem como principais objetivos:

- Identificar as características do mapeamento topográfico perante os sistemas geodésicos utilizados e oficiais, além de promover uma proposta para identificar indicadores, relacionados aos sistemas geodésicos referidos nas folhas, de modo a subsidiar processos decisórios de conversão para o novo sistema ou a necessidade de se realizar novo mapeamento.

1.2 Projeto Piloto 2 (PP2) – Comportamento Geométrico

Tem como principais objetivos:

- Calcular os valores das diferenças, referentes à área, ângulos e distâncias, entre os sistemas geodésicos oficialmente utilizados no Brasil, nas diferentes escalas de representação do mapeamento topográfico, apresentando esses valores de modo que o usuário possa identificar sua ordem de grandeza em diversos locais do território nacional e

- Quantificar o impacto nas relações topológicas em produtos cartográficos armazenados através do recorte sistemático e ainda propor possíveis soluções para a leitura de coordenadas, em SAD 69 e SIRGAS2000, em produtos no formato analógico.

1.3 Projeto Piloto 3 (PP3) – Limites

Tem como principais objetivos:

Identificar os tipos de limites (linha seca, limite por elemento geográfico, etc.) representados no mapeamento topográfico e classificar o comportamento que assumirá devido à mudança do referencial.

1.4 Projeto Piloto 4 (PP4) – Espacialização de Benefícios Sociais

Tem como principais objetivos:

Melhoria do gerenciamento espacial / territorial dos dados / benefícios concedidos nos programas da Secretaria de Avaliação e Gestão da Informação (SAGI) do Ministério do Desenvolvimento Social (MDS) e expansão da componente geoespacial nos sistemas de acesso a informação. Outro objetivo deste PP é apresentar a melhoria na disponibilidade e controle dos benefícios concedidos nos programas sociais.

2 Projeto Demonstração 2 – Mapeamento Cadastral

Objetiva a demonstração dos impactos, devido à mudança do referencial geodésico, no mapeamento cadastral. Este PD irá ser desenvolvido numa série de projetos pilotos que serão usados em seminários e reuniões técnicas sobre o Projeto Mudança do Referencial Geodésico, de modo a proporcionar o esclarecimento das possíveis dúvidas e como abordar certos problemas inerentes a esta mudança nos mapeamentos em escalas maiores que 1:25.000. Tem uma estrutura análoga ao PD1, por também se tratar de mapeamento.

2.1 Projeto Piloto 1 (PP1) – Inventário

Tem como principais objetivos:

- Identificar, através de uma amostra da realidade, as características principais do mapeamento cadastral perante os sistemas geodésicos utilizados e oficiais e

- Promover uma proposta para identificar indicadores, relacionados aos sistemas geodésicos referidos nas folhas, de modo a subsidiar processos decisórios de conversão para o novo sistema ou a necessidade de se realizar novo mapeamento.

2.2 Projeto Piloto 2 (PP2) – Comportamento Geométrico

Tem como principais objetivos:

- Calcular os valores das diferenças, referente à área, ângulos e distâncias, entre os sistemas geodésicos oficialmente utilizados no Brasil, nas diferentes escalas de representação do mapeamento cadastral;

- Apresentar esses valores de modo que o usuário possa identificar sua ordem de grandeza em diversos locais do território nacional;

- Quantificar o impacto nas relações topológicas em produtos cartográficos armazenados através do recorte sistemático e

- Propor possíveis soluções para a leitura de coordenadas, em SAD 69 e SIRGAS2000, em produtos no formato analógico.

2.3 Projeto Piloto 3 (PP3) – Limites

Tem como principais objetivos:

Identificar os tipos de limites (linha seca, limite por elemento geográfico, etc.) representados no mapeamento cadastral e classificar o comportamento que assumirá devido à mudança do referencial.

2.4 Projeto Piloto 4 (PP4) – Comparação entre Mapeamentos

A prefeitura da cidade de Vitória está contratando um novo mapeamento referenciado ao SIRGAS2000, sendo assim o PP4 tem como principais objetivos:

Identificar e comparar as relação métricas entre os dois mapeamentos (SAD 69 e SIRGAS2000), bem como avaliar a integração das informações das concessionárias do mapeamento anterior em SAD 69.

2.5 Projeto Piloto 5 (PP5) – Custo Operacional

Tem como principais objetivos a escolha de uma, ou mais, áreas piloto que abordem problemas como:

- Definir os tipos de armazenamento e sistemas de referencia do material cartográfico de modo a quantificar o esforço computacional e de pessoal (nivelamento do conhecimento técnico e efetivo mínimo) para a homogeneização em ambiente digital e referenciados em SIRGAS2000 e

- Definir parâmetros para avaliação do custo operacional dessa homogeneização para:

· Conversão para o meio digital
· e Conversão para SIRGAS2000
· Disseminação do material cartográfico convertido

2.6 Projeto piloto 6 (PP6) – Eqüidade de Gênero

Esse PP6 objetiva avaliar como o acesso e o uso da informação geográfica pode beneficiar comunidades através da compreensão do seu território de atuação.

O PP irá auxiliar a Associação de Mulheres da Mangueira, através do acesso a materiais referente a informação geográfica (como atlas, mapas e outros produtos do IBGE), bem como o uso adequado da Internet (a partir de doação de equipamento e promoção de capacitação / treinamento).

O acesso e uso da informação geográfica integrada e compatível com outras formas de representação do espaço, de modo a promover não só o conhecimento de como ou por que, um determinado fenômeno ocorre, mas onde ele ocorre, só é possível através de uma infra-estrutura geoespacial.

Foto 1 – Reunião com a Associação de Mulheres de Mangueira

Na busca de parceria para esse PD foi estabelecido contato com a Organização Internacional do Trabalho, sede de Brasília (OIT/BSB), que demonstrou interesse no PD e também em desenvolver outras parcerias com a Cartografia do IBGE.

Foto 2: Reunião com a OIT/BSB

3 Projeto Demonstração 3 – Concessionárias de Serviço

Objetiva a demonstração dos impactos, devido à mudança do referencial geodésico, nas informações geográficas produzidas e utilizadas por concessionárias de serviços. Esse PD será desenvolvido numa série de projetos que serão usados em seminários e reuniões técnicas sobre o Projeto Mudança do Referencial Geodésico, de modo a proporcionar o esclarecimento das possíveis dúvidas e como abordar certos problemas inerentes a esta mudança. Como nos dois PD's anteriores o PD3 apresenta os mesmos Projetos Pilotos 1, 2 e 3 dos PD2, visto que estes estão associados a mesma escala de representação.

3.1 Projeto Piloto 4 (PP4) – Linhas de Transmissão

Tem como objetivo avaliar os impactos da mudança do referencial geodésico no acesso e utilização dos dados geográficos armazenados numa estrutura topológica em rede. Para isso será avaliado o armazenamento de linhas de transmissão nos seguintes itens:

- Definir a estrutura topológica de redes que será avaliada;

- Apresentar os requisitos básicos da rede antes da transformação e após a transformação entre os sistemas e

- Avaliação da manutenção ou não da estrutura topológica.

4 Projeto Demonstração 4 – Questões Agrárias

Objetiva a demonstração dos impactos, devido à mudança do referencial geodésico, nas informações geográficas relacionadas às questões de demarcação e acesso a terra. Este PD irá ser desenvolvido numa série de projetos que serão usados em seminários e reuniões técnicas sobre o Projeto Mudança do Referencial Geodésico, de modo a proporcionar o esclarecimento das possíveis dúvidas, o acompanhamento de levantamentos de terras e sua documentação e abordar certos problemas inerentes a esta mudança.

Foto 3 – Reunião na Secretaria do Reordenamento Agrário

4.1 Projeto Piloto 1 (PP1) – Quilombo Castanhinho

Tem como objetivo a inserção desta comunidade quilombola na utilização da informação geográfica integrada, de modo a possibilitar o conhecimento do recorte espacial do seu cotidiano, o PP1 está sendo implementado, junto com a UFPE e o INCRA, tendo as seguintes etapas:

- A demarcação (responsabilidade do INCRA e da Universidade Federal de Pernambuco) da área;

- Os estudos do impacto, para aquela sociedade, na utilização de informações associadas ao SIRGAS2000 e

- Treinamento e conscientização da utilização de um sistema de informações geográficas.

Foto 4 - Workshop Quilombolas – Recife/PE

4.2 Projeto Piloto 2 (PP2) – Regularização Fundiária

Objetiva analizar as questões, cartográficas, e dos levantamentos de campo no novo sistema de referência para regularização de terra em escala grande, é desenvolvido em conjunto com a Secretária de Reordenação Agrária do MDA, e em nível local com o Instituto de Terras de Minas Gerais (ITER/MG), com a supervisão do INCRA, no âmbito do Projeto BIRD/CNIR.

Etapas previstas:

- Análise especificamente do impacto no registro de terra e de disputas relacionadas à demarcação de limites;

- Análise da documentação dos lotes, desde a demarcação até o registro em cartório, segundo a Lei 10.267, e a sua conseqüente carga do CNIR;

- Contribuição no estudo de impacto sócio-econômico, especificamente em assuntos de gênero, e aplicação dos dados e

- Seminários apropriados às questões de aplicação do novo sistema de referência na titulação de terras.

5 Projeto Demonstração 5 – Questões Indígenas

Objetiva a demonstração dos impactos advindos da mudança do referencial geodésico, na demarcação e gestão territorial de Terras Indígenas, bem como o acesso a essas informações pela comunidade indígena. Esse PD irá ser desenvolvido numa série de projetos que serão usados em seminários e reuniões técnicas sobre o Projeto Mudança do Referencial Geodésico, de modo a proporcionar o esclarecimento das possíveis dúvidas e como abordar certos problemas inerentes a esta mudança.

5.1 Projeto Piloto 1 (PP1) – Terra Indígena do Xingu

Esse PP1 está sendo desenvolvido na Aldeia Goyovêre (etnia Kisedjê), no Parque Indígena do Xingu/MT, com a participação da Diretoria de Assuntos Fundiários (DAF) da FUNAI. O Plano de trabalho prevê as seguintes etapas:

- Análise dos impactos legais e cartográficos da adoção do novo sistema geodésico no Processo de Demarcação de Terra Indígena;

- Treinamento de técnicos da FUNAI quanto a esses impactos e em aprendizados potenciais dos processos canadenses semelhantes;

- Identificar problemas e soluções legais nas questões de legalização e registros de terras indígenas, que estiveram definidas através de sistemas de coordenadas mais antigos e

- Aprimorar o acesso e a integração de informação na FUNAI, nas comunidades indígenas, e em outros para apoiar identificações e resoluções de questões legais e apoiar o gerenciamento da terra indígena.

Foto 5 – Reunião com o ITER e INCRA - MG

Foto 6 – Reunião Kisedjê - Xingu

Projeto Piloto 2 (PP2) – Terra Indígena de Paraty

Em fase de viabilização da realização de estudos em uma Terra Indígena localizada perto de uma área urbana.

6 Projeto Demonstração 6 – Meio Ambiente

Objetiva a demonstração dos impactos, devido à mudança do referencial geodésico, nas informações geográficas utilizadas para a gestão de unidades de conservação. Este PD irá ser desenvolvido numa série de projetos que serão usados em seminários e reuniões técnicas sobre o Projeto Mudança do Referencial Geodésico, de modo a proporcionar o esclarecimento das possíveis dúvidas e como abordar certos problemas inerentes a esta mudança.

Projeto Piloto 1 (PP1) – Unidades de Conservação

Tem como objetivos:

- Análise dos impactos legais e cartográficos da adoção do novo sistema geodésico no Processo de Demarcação da Unidade de Conservação;

Foto 7 – Reunião com a Associação das Tribos Indígenas do Xingu e o Instituto Socioambiental

- Treinar técnicos do IBAMA-RJ quanto a estes impactos e em aprendizados potenciais dos processos canadenses semelhantes;

- Identificar problemas e soluções legais nas questões de legalização e registros de unidades de conservação, que foram definidas através de sistemas de coordenadas mais antigos e

- Aprimorar o acesso e a integração de informação no IBAMA, no MMA, nas organizações não governamentais, e em outros apoiar o gerenciamento das unidades de conservação.

IBGE

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA

R.PR - 1/2005
25/2/2005

RESOLUÇÃO DO PRESIDENTE

Altera a caracterização do Sistema Geodésico Brasileiro

Competência: Artigo 24 do Estatuto aprovado pelo Decreto nº 4.740, de 13 de junho de 2003.

O PRESIDENTE da FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE, no uso de suas atribuições, e tendo em vista o disposto no art. 2º do decreto nº 3.266, de 29 de novembro de 1999,

RESOLVE:

Art. 1º - Fica alterada, na forma do ANEXO, a caracterização do Sistema Geodésico Brasileiro;

Art. 2º - Esta Resolução entra em vigor nesta data, revogadas as disposições em contrário, em especial a Seção 2.1 do Capítulo I da R.PR nº 22, de 21 de julho de 1983.

Original Assinado

Eduardo Pereira Nunes
Presidente

ANEXO

Apresentação

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 Cap. VIII do Decreto–Lei n.º 243, de 28 de fevereiro de 1967.

Introdução

Para o desenvolvimento das atividades geodésicas, é necessário o estabelecimento de um sistema geodésico que sirva de referência ao posicionamento no território nacional. A materialização deste sistema de referência, através de estações geodésicas distribuídas adequadamente pelo país, constitui-se na infra-estrutura 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 (i.e. posicionamento) 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.

Com esta finalidade, fica estabelecido como novo sistema de referência geodésico para o SGB e para o Sistema Cartográfico Nacional (SCN) o Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas (SIRGAS), em sua realização do ano de 2000 (SIRGAS2000). Para o SGB, o SIRGAS2000 poderá ser utilizado em concomitância com o sistema SAD 69. Para o Sistema Cartográfico Nacional (SCN), o SIRGAS2000 também poderá ser utilizado em concomitância com os sistemas SAD 69 e Córrego Alegre, conforme os parâmetros definidos nesta Resolução. A coexistência entre estes sistemas tem por finalidade oferecer à sociedade um período de transição antes da adoção do SIRGAS2000 em caráter exclusivo. Neste período de transição, não superior a dez anos, os usuários deverão adequar e ajustar suas bases de dados, métodos e procedimentos ao novo sistema.

Caracterização do SIRGAS2000

- Sistema Geodésico de Referência: Sistema de Referência Terrestre Internacional - ITRS (*International Terrestrial Reference System*)
- Figura geométrica para a Terra:

Elipsóide do Sistema Geodésico de Referência de 1980 (*Geodetic Reference System 1980 – GRS80*)
Semi-eixo maior a = 6.378.137 m
Achatamento f = 1/298,257222101

- Origem: Centro de massa da Terra
- Orientação:

Pólos e meridiano de referência consistentes em ±0,005" com as direções definidas pelo *BIH (Bureau International de l´Heure*), em 1984,0.

- Estações de Referência:

As 21 estações da rede continental SIRGAS2000, estabelecidas no Brasil e identificadas nas Tabelas 1 e 2, constituem a estrutura de referência a partir da qual o sistema SIRGAS2000 é materializado em território nacional. Está incluída nestas tabelas a estação SMAR, pertencente à Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo do Sistema GPS (RBMC), cujas coordenadas foram determinadas pelo IBGE posteriormente à campanha GPS SIRGAS2000.

- Época de Referência das coordenadas: 2000,4

- Materialização:

Estabelecida por intermédio de todas as estações que compõem a Rede Geodésica Brasileira, implantadas a partir das estações de referência.

TABELA 1 - Estações de Referência SIRGAS2000 situadas no Brasil e respectivas coordenadas cartesianas referidas à época 2000,4

Estação	X (m)	Y (m)	Z (m)
BRAZ	4115014,085	-4550641,549	-1741444,019
BOMJ	4510195,835	-4268322,325	-1453035,300
CAC1	4164559,941	-4162495,407	-2445051,218
CANA	3875253,589	-4292587,088	-2681107,718
CORU	3229969,943	-5095437,766	-2063429,898
CRAT	4888826,036	-4017957,454	-798309,017
CUIB	3430711,406	-5099641,565	-1699432,931
FOR1	4982893,151	-3959968,539	-411742,293
FORT	4985386,605	-3954998,594	-428426,440
IMBI	3714672,427	-4221791,488	-2999637,883
IMPZ	4289656,441	-4680884,944	-606347,331
MANA	3179009,359	-5518662,100	-344401,823
MCAE	4400142,600	-3932040,418	-2412305,322
PARA	3763751,652	-4365113,803	-2724404,694
POAL	3467519,402	-4300378,535	-3177517,730
PSAN	3998232,011	-4969359,526	-6340,615
RECF	5176588,653	-3618162,163	-887363,920
RIOD	4280294,879	-4034431,225	-2458141,380
SALV	4863495,731	-3870312,351	-1426347,813
UEPP	3687624,315	-4620818,606	-2386880,343
VICO	4373283,313	-4059639,049	-2246959,728
SMAR	3280748,410	-3143408,684	-4468909,741

TABELA 2 - Estações de Referência SIRGAS2000 situadas no Brasil e respectivas coordenadas geodésicas referidas à época 2000,4 (elipsóide GRS80)

Estação	Latitude (o ´ ")	Longitude (o ´ ")	Altitude Elipsoidal (m)
BOMJ	13 15 20,0103 S	43 25 18,2468 W	419,401
BRAZ	15 56 50,9112 S	47 52 40,3283 W	1106,020
CAC1	22 41 14,5337 S	44 59 08,8606 W	615,983
CANA	25 01 12,8597 S	47 55 29,8847 W	3,688
CORU	19 00 01,0131 S	57 37 46,6130 W	156,591
CRAT	07 14 16,8673 S	39 24 56,1798 W	436,051
CUIB	15 33 18,9468 S	56 04 11,5196 W	237,444
FOR1	03 43 34,3800 S	38 28 28,6040 W	48,419
FORT	03 52 38,8046 S	38 25 32,2051 W	19,451
IMBI	28 14 11,8080 S	48 39 21,8825 W	11,850
IMPZ	05 29 30,3584 S	47 29 50,0445 W	105,008
MANU	03 06 58,1415 S	60 03 21,7105 W	40,160
MCAE	22 22 10,3989 S	41 47 04,2080 W	0,056
PARA	25 26 54,1269 S	49 13 51,4373 W	925,765
POAL	30 04 26,5528 S	51 07 11,1532 W	76,745
PSAN	00 03 26,4338 S	51 10 50,3285 W	-15,506
RECF	08 03 03,4697 S	34 57 05,4591 W	20,180
RIOD	22 49 04,2399 S	43 18 22,5958 W	8,630
SALV	13 00 31,2116 S	38 30 44,4928 W	35,756
UEPP	22 07 11,6571 S	51 24 30,7223 W	430,950
VICO	20 45 41,4020 S	42 52 11,9622 W	665,955
SMAR	29 43 08,1260 S	53 42 59,7353 W	113,107

• Velocidade das estações:

Para aplicações científicas, onde altas precisões são requeridas, deve-se utilizar o campo de velocidades disponibilizado para a América do Sul no site http://www.ibge.gov.br/sirgas. Com estas velocidades, é possível atualizar as coordenadas de uma estação da época de referência 2000,4 para qualquer outra, e vice-versa, por conta das variações provocadas pelos deslocamentos da placa tectônica da América do Sul.

Caracterização dos Sistemas Córrego Alegre e SAD 69

O Sistema de Referência Córrego Alegre é definido a partir dos parâmetros:

• Figura Geométrica para a Terra: Elipsóide Internacional de Hayford, 1924

Semi eixo maior = 6.378.388 m
Achatamento f = 1/297

• Parâmetros referentes ao posicionamento espacial do elipsóide:

Orientação Topocêntrica

Ponto Datum = Vértice de triangulação Córrego Alegre

$\varphi_G = \varphi_A$ = 19° 50' 15,14" S

$\lambda_G = \lambda_A$ = 48° 57' 42,75" W

N = 0 m

Onde:

φ_G = Latitude Geodésica
φ_A = Latitude Astronômica
λ_G = Longitude Geodésica
λ_A = Longitude Astronômica
N = Ondulação Geoidal

O Datum Sul-Americano de 1969 (*South American Datum of 1969* – SAD 69) é definido a partir dos parâmetros:

• Figura geométrica para a Terra: Elipsóide Internacional de 1967

Semi eixo maior a = 6.378.160 m
Achatamento f = 1/298,25

• Parâmetros referentes ao posicionamento espacial do elipsóide:

Orientação geocêntrica

Eixo de rotação paralelo ao eixo de rotação da Terra; plano meridiano origem paralelo ao plano meridiano de Greenwhich, como definido pelo BIH.

Orientação topocêntrica

Ponto Datum = Vértice de triângulação Chuá
φ_G = 19° 45' 41,6527" S
λ_G = 48° 06' 04,0639" W
φ_A = 19° 45' 41,34" S
λ_A = 48° 06'07,80" W
A_G = 271° 30' 04,05" SWNE para VT-Uberaba
N = 0,0 m

Onde:

A_G = Azimute Geodésico

Quando os sistemas Córrego Alegre, SAD 69 e SIRGAS2000 forem empregados, o referencial altimétrico a ser utilizado coincide com a superfície equipotencial do campo de gravidade da Terra que contém o nível médio do mar definido pelas observações maregráficas tomadas na baía de Imbituba, no litoral do Estado de Santa Catarina, de 1949 a 1957.

Parâmetros de Transformação entre o SAD 69 e o SIRGAS2000

Os parâmetros de transformação entre o SAD 69 e o SIRGAS2000 são os listados a seguir. A formulação matemática a ser aplicada nas transformações é aquela divulgada na seção 3 do anexo da R.PR nº 23, de 21 de janeiro de 1989.

• SAD 69 para SIRGAS2000

a_1 = 6.378.160 m
f_1 = 1/298,25
a_2 = 6.378.137 m
f_2 = 1/298,257222101

ΔX = − 67,35 m
ΔY = + 3,88 m
ΔZ = − 38,22 m

• SIRGAS2000 para SAD 69

a_1 = 6.378.137 m
f_1 = 1/298,257222101
a_2 = 6.378.160 m
f_2 = 1/298,25

ΔX = + 67,35 m
ΔY = − 3,88 m
ΔZ = + 38,22 m

Onde:

a_1, f_1 = parâmetros geométricos do elipsóide do sistema de origem
a_2, f_2 = parâmetros geométricos do elipsóide do sistema de destino
(ΔX, ΔY, ΔZ) = parâmetros de transformação entre os sistemas

Projeto Mudança do Referencial Geodésico - PMRG

A missão do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística -IBGE- é retratar o Brasil com informações necessárias ao conhecimento de sua realidade e ao exercício da cidadania. Neste contexto, o Projeto Mudança do Referencial Geodésico - PMRG- estabelece um marco na história da instituição ao influenciar as atividades de vários segmentos da sociedade brasileira. O PMRG, desenvolvido no país desde outubro de 2000 sob a liderança do IBGE, objetiva promover a adoção no país de um novo sistema geodésico de referência, unificado, moderno e de concepção geocêntrica, de modo a compatibilizá-lo às mais modernas tecnologias de posicionamento.

Estrutura Organizacional

O PMRG possui uma Coordenação Geral (CG) e uma Secretaria Executiva (SE), a cargo do IBGE, além de uma instância responsável pelo desenvolvimento técnico, composta de uma Coordenação (CGT) e dos Grupos de Trabalho (GTs), encarregados de desenvolver os estudos e as pesquisas relacionados à adoção do novo referencial geocêntrico. No âmbito do projeto, são firmadas parcerias com diversos segmentos da sociedade, cabendo ao IBGE, através da Diretoria de Geociências, a coordenação geral das atividades. São objetivos dos GTs:

GT1 – Divulgação: Realizar as atividades de suporte aos usuários, propor recomendações de curto, médio e longo prazo.

GT2 – Definição e Estratégias para Materialização do Sistema de Referencial Geodésico: Estudar o Sistema a ser adotado; constantes geométricas; constantes físicas e demais parâmetros.

GT3 – Conversão de Referenciais: Determinar parâmetros de conversão entre sistemas de coordenadas existentes e o novo, desenvolver aplicativos para este fim, entre outros estudos.

GT4 – Definição de Modelo Geoidal: Determinar o Modelo Geoidal adequado ao novo referencial.

GT5 – Impactos na Mudança do Referencial: Avaliar os impactos da mudança nas áreas de: Geodésia, Cartografia, SIG, Informações Espaciais, Documentação Legal e Tributária, etc e propor soluções aos problemas inerentes à conversão da Cartografia Topográfica Sistemática (1:1.000.000 a 1:25.000) e da Cartografia Cadastral (de 1:10.000 a 1:500);

GT6 – Normatização e Legislação: Efetuar inventário da legislação vigente, avaliar e adequar a legislação Geodésica e Cartográfica à utilização do novo Referencial.

B R A S I L

ABC Agência Brasileira de Cooperação
MINISTÉRIO DAS RELAÇÕES EXTERIORES

Canadian International Development Agency
Agence canadienne de développement international

IBGE
Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

UNB
University of New Brunswick