



## **REDE BRASILEIRA DE MONITORAMENTO CONTÍNUO DO SISTEMA GPS (RBMC) – ESTÁGIO ATUAL**

*Luiz Paulo Souto Fortes*

Departamento de Geodésia – DGC – IBGE  
Av. Brasil, 15.671 – Parada de Lucas  
Rio de Janeiro – RJ CEP 21.241  
Brasil

### **RESUMO**

É apresentado o estágio atual do desenvolvimento do projeto de implantação, pelo IBGE, da Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo do Sistema GPS (RBMC), com as modificações implementadas no projeto original relativas ao número, localização e configuração das estações. Além disto, são também descritos os avanços no projeto relacionados aos aspectos operacionais da rede, notadamente os associados à comunicação de dados.

### **ABSTRACT**

The current status of the Brazilian Network for Continuous Monitoring of GPS (RBMC) project, after modifications established on the first proposal related to number, location and configuration of stations, is presented. Besides, the advances related to the network operational aspects, mainly the ones associated to data communication, are described.

### **1. INTRODUÇÃO**

O IBGE vem desde 1991 desenvolvendo o projeto para estabelecimento da Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo do Sistema GPS (RBMC), cuja concepção inicial foi apresentada por Fortes & al [1991]. Desde então, o projeto sofreu modificações, principalmente no tocante ao número, localização e configuração das

estações, motivadas tanto pela atualização dos quesitos técnicos quanto pela necessidade de adequá-la às limitações existentes em termos de recursos financeiros. Apesar das alterações não terem implicado em uma mudança na filosofia e objetivos da rede, diversos avanços foram obtidos no aspecto de comunicação de dados, devido principalmente aos novos equipamentos disponíveis no mercado.

A obtenção de recursos junto ao Fundo Nacional do Meio Ambiente (FNMA) viabilizará a conclusão da primeira meta do projeto ainda em 1993. Esta meta prevê a implantação das duas primeiras estações em Manaus e Brasília. A prioridade na seleção destas estações foi estabelecida pelas inúmeras aplicações a serem proporcionadas pela rede na área do meio ambiente.

## **2. DESCRIÇÃO DA RBMC – ESTÁGIO ATUAL**

A atual concepção da RBMC prevê a implantação de um total de 8 (oito) estações de rastreamento contínuo no território nacional. A proposta inicial de densificação da rede até o ponto de se ter estações estabelecidas a cada 100km foi abandonada, por dois motivos principais: primeiro, pelo elevado investimento financeiro necessário para tal implementação; e, segundo, pelos níveis de precisão que estão sendo alcançados pela comunidade internacional no posicionamento com GPS (o uso de efemérides precisas no processamento têm fornecido rotineiramente resultados com qualidade em torno de 0,01 partes por milhão – ppm). A figura 1 em anexo, mostra a distribuição das estações da rede, onde cada círculo possui raio de 500km.

Além das oito estações citadas no parágrafo anterior, pretende-se integrar à RBMC a estação GPS estabelecida em Fortaleza, CE, a fim de complementar a cobertura da região nordeste. Esta estação, pertencente à rede CIGNET (*Cooperative International GPS Network*), foi implantada pelo NGS (*National Geodetic Survey*) dos Estados Unidos, juntamente com uma antena VLBI (*Very Long Baseline Interferometry*), em projeto de cooperação com a Universidade de São Paulo (USP) e o IBGE.

Na configuração atual, as estações de Presidente Prudente e Curitiba serão implantadas nas dependências da Universidade do estado de São Paulo (UNESP) e da Universidade Federal do

Paraná, respectivamente, estando prevista a utilização de receptores destas instituições (na primeira será instalado receptor da USP) em complementação aos demais equipamentos a serem instalados pelo IBGE. As estações restantes serão implantadas, preferencialmente, nos escritórios do IBGE situados em cada localidade de interesse, com vistas à utilização das instalações e recursos humanos, sempre que possível.

Uma importante modificação na proposta inicial do projeto refere-se à comunicação de dados. Com os avanços da tecnologia presente nos modems de última geração, o projeto agora prevê o estabelecimento de uma rede de microcomputadores formada pelos existentes em cada estação conectados, via linha discada, a um computador central no escritório do Departamento de Geodésia (DEGED), no Rio de Janeiro (Figura 2). Tal rede permitirá a transferência diária de dados, durante as madrugadas, de uma forma totalmente automática, dispensando inclusive a interferência de operadores nos extremos das linhas. Com isto, espera-se ter os dados brutos observados em cada estação disponíveis na manhã seguinte para serem analisados e integrados ao banco de dados. Esta tarefa, a ser conduzida no DEGED, busca deixar os dados prontos para serem divulgados 24<sup>h</sup> após a coleta. Considerando a grande quantidade de dados que a rede irá gerar, o meio físico a ser utilizado no armazenamento dos dados será o de discos óticos regraváveis. A estrutura de comunicação permitirá, ainda, o controle e acompanhamento remoto das estações a partir da sede.

### **2.1. CONFIGURAÇÃO DAS ESTAÇÕES**

Cada estação será composta de um receptor GPS geodésico de última geração, um microcomputador, para armazenamento *on line* e transferência de dados, e dispositivos para coleta automática de dados meteorológicos. Seguem as características de cada componente:

## Receptores Geodésicos de sinais GPS:

- Pelo menos 09 (nove) canais para observação independente da fase das portadoras L1 e L2 (ciclo inteiro *ou full cycle*), código P em L1 e L2; N no caso de criptografia do código P, capacidade de observação da fase das portadoras L1 e L2 (ciclo inteiro *ou full cycle*), código(s) em L1 e L2 (C/A, Y1 e Y2; ou C/A e Y2-Y1);
- Os canais descritos no item acima devem selecionar, independentemente, qual o tipo de técnica a ser utilizada na observação do sinal emitido por cada satélite, isto é, possibilidade de observar ao mesmo tempo o código P em sinais emitidos por satélites não criptografados e o código Y nos sinais daqueles com implementação de *anti-spoofing*;
- Possibilidade de aplicação das observações correspondentes pelos métodos Estático-rápido (*fast-static*) e Solução das Ambigüidades em Tempo Real (*Ambiguities Fixing on the Fly*);
- As observações fornecidas pelo receptor devem possibilitar o cálculo de correções ao código, com precisão sub-métrica, para serem utilizadas por equipamentos de código C/A fabricados por outros fornecedores;
- Receptor selado, a prova d'água, com temperatura de operação de  $-20^{\circ}\text{C}$  a  $+55^{\circ}\text{C}$ ;
- Precisão de posicionamento horizontal:  $5\text{mm} \pm 1\text{ppm}$  ou melhor;
- Precisão de posicionamento vertical:  $10\text{mm} \pm 1\text{ppm}$  ou melhor;
- Memória interna com capacidade de armazenamento para  $65^{\text{h}}$  de 5 satélites a uma taxa de  $15^{\text{s}}$ ;
- Taxa de gravação de dados (intervalo de tempo entre observações consecutivas) variável de  $0,5^{\text{s}}$  a  $10^{\text{min}}$ , no mínimo;
- Antena geodésica externa para dupla frequência, a prova d'água, temperatura de operação de  $-20^{\circ}\text{C}$  a  $+55^{\circ}\text{C}$ ; cabos de 10 a 30 metros;
- Entrada para padrão externo de frequência;
- Pelo menos dois conectores RS232;
- Possibilidade de alimentação DC ou AC, com chaveamento automático, sem interrupção de observação e gravação dos dados;
- Bateria(s) para operação contínua por um período de, no mínimo,  $8^{\text{h}}$ ;
- Possibilidade de configuração e controle do receptor através de *software* para ambiente DOS e Windows 3.1 em microcomputador PC-compatível conectado ao receptor pela RS232, como também via teclado do receptor;
- *Software* de descarga dos dados observados, em tempo real, para disco rígido de microcomputador PC-comparável conectado ao receptor via RS232, este *software* deve ser compatível com ambiente DOS e Windows 3.1 e apresentar possibilidade de reformatação dos arquivos de dados para formato RINEX2;
- Garantia mínima de 1(hum) ano no local de operação do receptor (*on site*);

- Manutenção *on site* por representante devidamente capacitado; tempo de reparo máximo de 2(dois) dias úteis;

#### **Microcomputador PC-compatível:**

- Processador 486 DX de 33 Mhz, com barramento ISA;
- 8 Mb de memória RAM com 128k de cache externo de RAM estática;
- drives 5¼”, 1,2 Mb; 3½”, 1,44 Mb;
- disco rígido de, no mínimo, 300 Mb de capacidade, com tempo de acesso médio melhor que 14 ms, com controladora IDE (com cache) ou SCSI;
- 2 portas seriais e 1 paralela;
- monitor SVGA colorido de 14”, *dot pitch* menor ou igual a 0,28mm;
- placa de vídeo SVGA com 1 Mb;
- Mouse tipo BUS;
- Placa modem com velocidade de 14.400bps;
- DOS e Windows 3.1;
- Atendimento ao padrão ISO9000;
- Garantia mínima de 1(hum) ano no local de operação (*on site*);
- Manutenção *on site* por representante devidamente capacitado; tempo de reparo máximo de 2(dois) dias úteis;

A configuração acima visa também atender às necessidades locais de processamento, durante o

expediente normal de trabalho, a partir do uso de um sistema multi-tarefa.

O computador a ser instalado na sede do DEGED, no Rio de Janeiro, destinado a receber diariamente os dados coletados em cada estação, controlar e acompanhar remotamente o rastreamento e analisar a qualidade dos dados, terá configuração semelhante aos das estações, com as seguintes alterações:

- Processador 486 DX2 de 66 Mhz, com barramento ISA;
- 16 Mb de memória RAM com 256k de cache externo de RAM estática;
- *socket overdrive*;
- disco rígido de, no mínimo, 500 Mb de capacidade, com tempo de acesso médio melhor que 13 ms, com controladora IDE (com cache) ou SCSI;
- monitor SVGA colorido, não entrelaçado, de 15”, 1024 x 768, *dot pitch* menor ou igual a 0,28mm.

#### **Coletor automático de dados meteorológicos:**

- Sensor de temperatura com precisão igual ou melhor que 0,1°C;
- Sensor de pressão com precisão igual ou melhor que 0,2 mmHg ou 0,3 mb;
- Sensor de umidade relativa com precisão igual ou melhor que 2%;
- *Data-logger* para armazenamento automático das observações coletadas por cada sensor, com porta RS232 para descarga dos dados para computador PC-compatível.

### 3. CRONOGRAMA

<u>META</u>	<u>ESTAÇÕES</u>	<u>PERÍODO</u>
1 <sup>a</sup>	02 (Manaus e Brasília)	Out a Dez 93
2 <sup>a</sup>	03	Jan a Dez 94
3 <sup>a</sup>	03	Jan a Dez 95

A conclusão da terceira meta pode ser antecipada para o próximo ano, na possibilidade de liberação antecipada dos recursos para conclusão de toda a rede ainda em 1994.

### 4. PERSPECTIVAS

A Associação Internacional de Geodésia (IAG) está coordenando o chamado *Internacional GPS Geodynamic Service (IGS)*, operacionalizado a partir de uma rede de estações GPS espalhadas pelo mundo rastreando os sinais dos satélites GPS 24h por dia. Algumas das estações são coincidentes com pontos VLBI e SLR (*Satellite Laser Ranging*), garantindo uma boa rigidez para a rede. Os objetivos e produtos da rede são descritos por Beutler & al [1993a, 1993b]. O IBGE já participou do serviço através da operação de uma estação fiducial em Brasília na campanha experimental denominada EPOCH'92, em 1992. Com a implementação da RBMC, existe a intenção de integrar-se as estações à rede do IGS, o que está sendo visto com entusiasmo pelo comitê gerenciador da rede. Segundo *ibid*[1993b], há uma insuficiência de estações no hemisfério Sul, o que seria minimizado com a RBMC. Do ponto de vista do IBGE, isto seria altamente vantajoso, uma vez que garantiria que as efemérides precisas calculadas no âmbito do IGS, quando fixadas em processamentos de pontos determinados no Brasil, forneçam precisões da ordem de 0,01 ppm. Isto tornaria desnecessário o cálculo de órbitas específicas para uso no país, simplificando os procedimentos de pós-processamento dos dados da RBMC. O

principal requisito para a integração de estações ao IGS é a disponibilidade dos dados em um dos centros de processamento dentro de 72h após a observação, o que torna crítico o aspecto de comunicação. No caso da RBMC, o projeto garantiria tal requisito.

O papel da RBMC reveste-se ainda do mais alto significado no momento em que se discute a redefinição do sistema geodésico sul-americano pelos países do continente. A necessária integração da rede geodésica brasileira às demais, no sentido da adoção de um datum geocêntrico único, estaria naturalmente garantida.

### 5. CONCLUSÃO

A RBMC materializa uma rede geodésica de referência compatível com os requisitos estabelecidos pela operacionalização do GPS. Com a implantação das duas primeiras estações ainda em 1993, um novo horizonte se abre para os usuários brasileiros, a partir do acesso a toda potencialidade que o GPS pode fornecer. A perspectiva de integração à rede IGS, a exemplo do que é feito pelo Canadá [Boal & al,1993], garante ao Brasil um lugar ao lado de nações desenvolvidas no acompanhamento da tecnologia.

### 6. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICAS

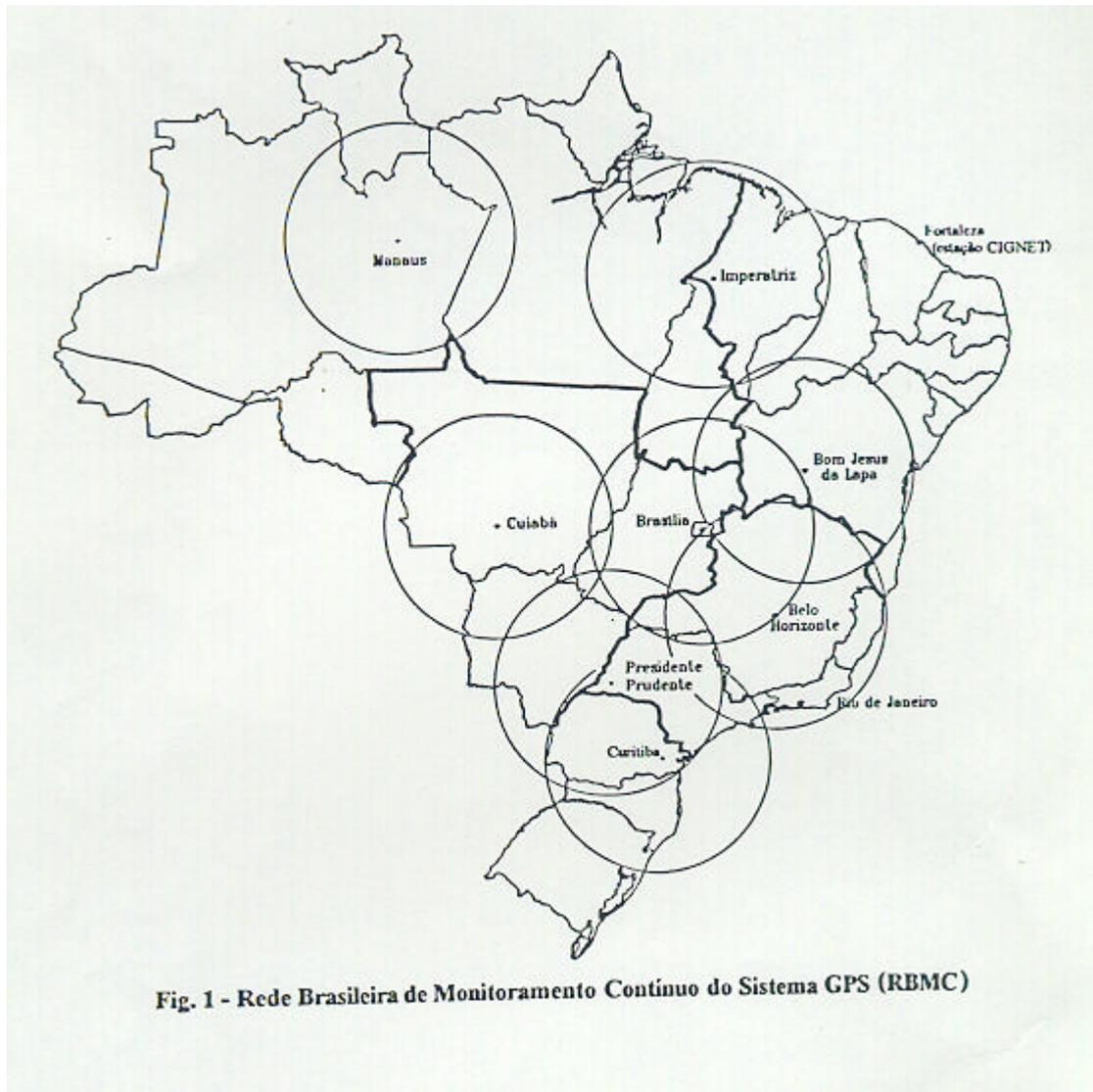
Beutler G. & Guttner. **The Impact of the International GPS Geodynamics Service (IGS) on Control Networks**. International Association of Geodesy General Assembly. Beijing 1993.

Beutler, G & Neilan, R. **Operations of the International GPS Service for Geodynamics (IGS)**. International Association of Geodesy General Assembly. Beijing. 1993.

Boal. J. & Popelar, J. **Evolution of the Canadian Active Control System (GPS)**. Internacional

Association of Geodesy General Assembly.  
Beijing. 1993.

Fortes, L.P.S. & Godoy, R.A.Z. **Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo do Sistema de Posicionamento Global – GPS.** Coletânea de Trabalhos Técnicos do XV Congresso Brasileiro de Cartografia, vol.3, pp 677-682. São Paulo. 1991.



**Fig. 1 - Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo do Sistema GPS (RBMC)**

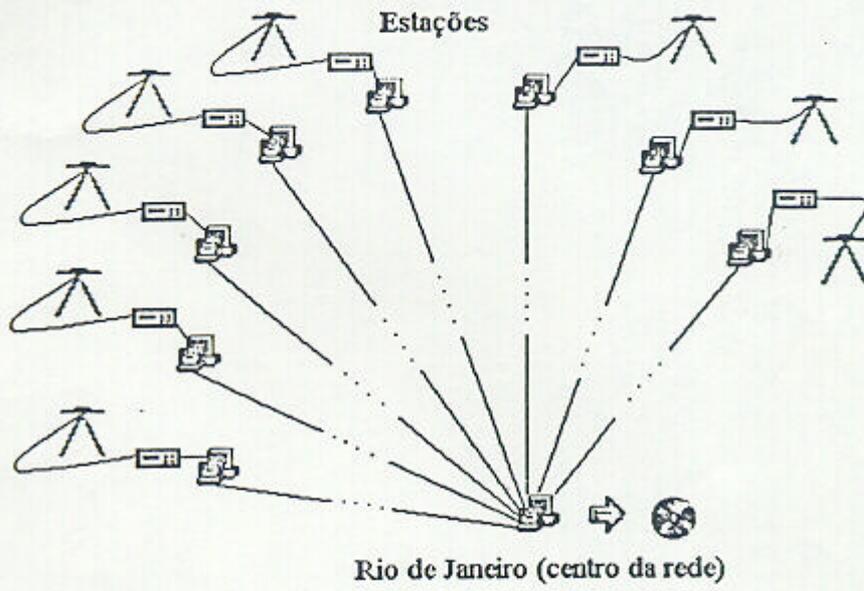


Fig. 2 - Comunicação de dados na RBMC

