

INDICADORES TÉCNICOS PARA USO DA RBMC NO MAPEAMENTO

Comissão Técnica II – Agrimensura, Geodésia, Astronomia e Topografia

Kátia Duarte Pereira
IBGE/Departamento de Geodésia

Av. Brasil 15.671, Rio de Janeiro
Tel. 21 – 2514 4929 Fax: 21 – 2481 2747
katiaduarte@ibge.gov.br

Leonardo Castro de Oliveira
IME/Departamento de Eng. Cartográfica

Praça General Tibúrcio 80, Rio de Janeiro
Tel. 21 – 2546 7063 Fax: 21 – 2546 7069
leonardo@aquarius.ime.eb.br

RESUMO

A Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo – RBMC – é uma rede geodésica ativa, implantada pela Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística/Departamento de Geodésia (IBGE/DEGED). Atualmente é composta por treze (13) estações que coletam, permanentemente, os sinais dos satélites pertencentes ao *Global Positioning System* – GPS. As estações da rede encontra-se distribuídas pelo território brasileiro, proporcionando ampla cobertura.

O objetivo deste trabalho é o de apresentar os indicadores técnicos que possibilitem o emprego da RBMC no mapeamento do território, considerando as variáveis tempo, distância, observável e precisão. Deve ser destacado que os indicadores técnicos obtidos como resultado da pesquisa poderão, futuramente, fundamentar o estabelecimento de especificações para o uso do mapeamento nacional.

Os dados das estações RBMC utilizados foram cedidos pelo IBGE/DEGED e correspondem ao material normalmente fornecido aos usuários. Mesmo sendo uma pequena amostra, foram suficientes para a pesquisa em questão. A análise dos resultados comprovou que o emprego da RBMC, nas diferentes escalas de mapeamento, é possível. Entretanto, exige que cuidados especiais sejam tomados para o perfeito êxito do trabalho a ser executado.

ABSTRACT

The Brazilian Network for Continuous Monitoring – RBMC (Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo do Sistema GPS) – is an active geodetic network, established by the Brazilian Institute of Geography and Statistics/Department of Geodesy – IBGE/DEGED (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística/Departamento de Geodésia). It is composed by 13 stations that permanently track the Global Positioning System – GPS – satellites signal. The network stations are distributed across the Brazilian territory, providing wide coverage.

The objective of this work is to select technical indicators that facilitate the utilization of RBMC for the territory mapping, considering the time, distance, processing and precision variables.

It should be highlighted that the technical indicators obtained as a result of this research can support the establishment of GPS technical specifications for the national mapping in the future.

The data used in this research were released by IBGE/DEGED, and they correspond to the material generally supplied to users. Even same a small sample, they were enough for this research. The analysis of the results has confirmed that it is possible to use RBMC data for mapping purposes. It demands, however, special caution to achieve success in the work to be accomplished.

INTRODUÇÃO

“A Cartografia é instrumento essencial ao desenvolvimento tecnológico, econômico e social do país”. Esta expressão era o lema adotado pela antiga Comissão de Cartografia (COCAR, 1981), e sintetizava a compreensão da importância da Cartografia para o desenvolvimento e segurança do país. Apesar de ter seu valor reconhecido, verifica-se que a situação do mapeamento brasileiro não é satisfatória, por exemplo, pelas seguintes razões:

- ainda existem “vazios cartográficos” na representação do território nacional;
- grande parte da documentação cartográfica encontra-se desatualizada;
- e apesar da legislação existente, não há uma uniformidade na representação das informações.

Outro fator que contribuiu de forma substancial para esta situação é o econômico, pois desde 1985, quando findou um período de intensa produção, baseada na modernização dos equipamentos e dos processos de produção não foram efetuados investimentos significados na área de Cartografia (IBGE, 1987).

Ao contrário do que acontecia no Brasil, a evolução tecnológica ocorrida no início da década de 90, com o aparecimento de novas técnicas e equipamentos, ocasionou profundas transformações nas áreas de Cartografia e Geodésia. Na Geodésia o Sistema de Posicionamento Global (*Global Positioning System – GPS*) revolucionou as atividades referentes a determinação de coordenadas através do emprego de satélites artificiais para posicionamento. Dentre os métodos associados ao uso do GPS, predominam aqueles que pressupõem a determinação relativa e/ou diferencial de coordenadas, a partir da ocupação simultânea de, no mínimo, duas estações: uma base (com coordenadas conhecidas) e outra que se quer determinar. Desta forma, tornou-se mais rápido obter as coordenadas de um ponto. Ainda na área de Geodésia, foram introduzidos novos conceitos, como o das redes ativas; viabilizou-se a determinação da componente temporal; e detectou-se a necessidade do estabelecimento de um novo sistema de referência, que melhor reflita a realidade do GPS.

Enquanto na Geodésia estas mudanças podem ocorrer de forma rápida e menos complexa, mas nem tanto; na Cartografia as adaptações necessárias são mais problemáticas, pois a representação cartográfica não está restrita somente ao posicionamento (valor da coordenada). É necessário caracterizar a abstração para sua perfeita compreensão pelo usuário. Os mapas ocupam um lugar fundamental na sociedade moderna, prova disso são as somas fabulosas dispensadas anualmente na sua construção e publicação. Para incorporar todas as vantagens oferecidas pelos novos sistemas de posicionamento geodésico, seria necessário substituir todo o material cartográfico existente

atualmente. Considerando, entretanto, que grande parte encontra-se em meio analógico (papel), e que a produção de mapas tem de atender as necessidades, interesses e atividades da sociedade, e que os custos envolvidos são grandes, conclui-se que esta etapa é de difícil transposição. Acompanhar estas mudanças não significa, como pode parecer inicialmente, em abandonar todo o material cartográfico existente. Ao contrário, significa utilizar as novas tecnologias para buscar uma compatibilidade melhor entre os diferentes sistemas geodésicos, para posterior produção e atualização do documento cartográfico.

Nesta busca por melhor qualidade, as redes ativas de monitoramento contínuo do GPS tem desempenhado importante papel. Seguindo esta tendência mundial, a Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), através de seu Departamento de Geodésia (DEGED), estabeleceu em 1996 a Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo do Sistema GPS (RBMC), que é uma rede ativa composta por 13 estações que recobrem todo o território brasileiro, possibilitando aplicações em diferentes áreas. Dentre elas destaca-se a Cartografia, pois as atividades de:

- apoio fotogramétrico (também denominado de campo, terrestre ou suplementar);
- atualização cartográfica;
- controle de qualidade posicional;

podem ser subsidiadas pelo emprego da RBMC. Com toda certeza, as vantagens advindas deste uso não serão restritas somente ao aspecto de precisão posicional, mas também terão reflexo nos custos dos trabalhos e no seu tempo de execução.

Entretanto, por ser uma nova componente, o uso da RBMC no mapeamento necessita ser normatizado, para que as precisões exigidas nas diferentes escalas sejam atingidas. É necessário analisar também algumas questões primordiais, e que nem sempre encontra-se ligadas diretamente ao GPS. Destacam-se, por exemplo, o fato do GPS empregar o Sistema Geodésico WGS-84, enquanto que o mapeamento brasileiro encontra-se referido aos Sistemas Córrego Alegre e SAD 69, que possui duas redes distintas, a rede SAD 69 e a rede SAD 69/96 (COSTA, 1999). Esta diferença entre sistemas e redes implica em diferentes problemas para a Cartografia, quando o GPS é aplicado.

OBJETIVO

Considerando esta situação, este trabalho tem por objetivo divulgar dissertação desenvolvida no Curso de Mestrado de Engenharia Cartográfica do Instituto Militar de Engenharia – IME. Este estudo analisou a situação atual do mapeamento brasileiro e o emprego cada vez maior do GPS; selecionou e propôs indicadores técnicos que possam fundamentar, no futuro, o estabelecimento de especificações para uso do GPS no mapeamento do território brasileiro através do

emprego da RBMC. Os indicadores técnicos propostos foram definidos considerando o apoio cartográfico, a atualização cartográfica o controle posicional. Além disso, foi desenvolvida uma metodologia de trabalho com enfoque prático, e que pode ser aplicada por todos os usuários, seja para fins acadêmicos, científicos ou comerciais.

METODOLOGIA APLICADA NA PESQUISA

Os novos procedimentos de campo com objetivos geodésicos, desenvolvidos em decorrência do aparecimento das redes de estações de monitoramento contínuo, revolucionaram e facilitaram o desenvolvimento dos levantamentos de campo, pois para o usuário passou a ser necessário apenas a ocupação da estação que se quer determinar. Neste contexto, verifica-se a necessidade de se atualizar as especificações para uso da tecnologia GPS hoje em vigor, e que datam de 1992 (IBGE, 1998), de modo a propiciar o uso otimizado da RBMC no mapeamento, seja ele sistemático, cadastral ou temático.

Como as estações da RBMC encontram-se distribuídas de forma não homogênea no território brasileiro, conforme pode ser verificado na FIG. 1, para estudar seu emprego fez-se necessário estabelecer um critério de utilização. Como o objetivo da pesquisa era o de determinar indicadores para o uso da RBMC no mapeamento, estabeleceu-se a seguinte metodologia: escolher uma estação já determinada por GPS, e a partir das estações da RBMC, determinar suas coordenadas. Para tanto, devem ser consideradas as seguintes variáveis: distâncias entre as estações; observável empregada; duração da sessão de observação. Devido as características intrínsecas da RBMC, não foi possível variar o tipo de posicionamento e de processamento, que foram, respectivamente, estático e pós processado. Deve ser destacado que esta metodologia pode ser empregada em aplicações práticas ou no desenvolvimento de outros estudos específicos, que necessitem de controle de qualidade.



FIG. 1 – Estações RBMC

Como a RBMC opera de forma contínua, foi necessário definir um período para estudo e análise dos dados. O período escolhido foi entre 10 e 19 de maio de 2000 (dias julianos 131 a 140), de maneira a coincidir com a 2ª Campanha do Projeto SIRGAS. Este período foi selecionado porque a estação localizada no Rio de Janeiro (RIOD), que foi determinada durante a 1ª Campanha do Projeto SIRGAS, e que também é uma estação RBMC em fase de implantação, seria ocupada durante a 2ª Campanha, proporcionando assim as observações necessárias ao desenvolvimento dos testes. Para selecionar as estações RBMC a serem utilizadas como base, estabeleceram-se os seguintes critérios:

1. terem suas coordenadas determinadas no sistema SIRGAS;
2. terem participado do ajustamento da Rede Planimétrica de 1996;
3. os arquivos de dados deveriam estar disponíveis na época do início do processamento das observações.

Ao final do período estabelecido, o conjunto de estações da RBMC foi analisado e verificou-se que:

- as estações Crato (CRAT), Porto Alegre (POAL), Recife (RECF) e Salvador Salvador (SALV) não preencheram os requisitos 1 e 2;
- as estações Cuiabá (CUIB) e Imperatriz (IMPZ) não preencheram o requisito 3.

Desta forma, as estações selecionadas foram as estabelecidas nas cidades de Bom Jesus da Lapa (BOMJ), Brasília (BRAZ), Manaus (MANA), Curitiba (PARA), Presidente Prudente (UEPP) e Viçosa (VICO); ou seja, os testes efetuados envolveram 7 das 13 estações da RBMC, sendo a estação RIOD tratada como incógnita. Os resultados obtidos para essa estação foram avaliados considerando as coordenadas já existentes no Banco de Dados Geodésicos (BDG) DO IBGE/DEGED.

A FIG. 2 indica as distâncias (extensão da linha) entre as estações base e a estação RIOD, localizada na cidade do Rio de Janeiro.



FIG. 2 Distância entre as estações RBMC e a estação RIOD

Devido as características de operação da RBMC, na fase de processamento foram simuladas diferentes combinações de dados para gerar o conjunto de resultados a serem analisados. Foram efetuadas combinações de sessões de observação, observável utilizada e extensão da linha de base. A variação da duração da sessão de observação foi obtida através da subdivisão do arquivo original de 24 horas, em períodos de 12, 6, 3 e 1 hora. O objetivo deste procedimento foi verificar a influência do intervalo de tempo, da observável utilizada e da extensão da linha de base na qualidade do resultado obtido. Para a escolha dos períodos a serem empregados, selecionaram-se os que oferecessem as piores condições de observação (PDOP mais alto e menor número de satélites). Esta escolha foi efetuada através da análise do número de satélites disponíveis e da variação do DOP, visando garantir que os resultados encontrados possam ser utilizados sobre quaisquer condições. Como os arquivos fornecidos pela RBMC encontram-se no formato RINEX e registram todas as observáveis, e como o objetivo da dissertação era o de estudar o comportamento individual e a combinação das observáveis, a sua seleção foi efetuada nesta fase.

PROGRAMAS EMPREGADOS

Para o processamento dos arquivos pretendia-se empregar inicialmente três programas, sendo um científico (OMNI, do *National Geodetic Survey*) e dois comerciais (GPPS, da Ashtech e GPSurvey; da Trimble). Entretanto, foram detectados problemas nos programas OMNI e GPPS, o que impediu sua utilização nos testes. Para o processamento das observações utilizou-se o módulo WAVE, do programa GPSurvey, versão 2.35a.

Com a disponibilização dos dados e buscando a obtenção de coordenadas para análise, foram realizados três diferentes tipos de processamento, de forma a atender a necessidade de usuários distintos. Os processamentos efetuados foram:

Processamento 1: utilizou-se a combinação linear entre as observações em L1 e L2, com o propósito de reduzir os efeitos ionosféricos. Esta opção de processamento é conhecida como *ionospheric free* e recebeu a designação de IONFREE. Empregou-se a dupla diferença;

Processamento 2: utilizou-se apenas a observável fase da onda portadora envolvida em L1. Esta opção de processamento recebeu a designação de FASEL1;

Processamento 3: utilizou-se apenas as pseudo distâncias a partir do Código C/A, na forma de dupla diferença. Não foi empregado DGPS. Esta opção de processamento recebeu a designação de PDIS.

Como o trabalho desenvolvido objetivou a aplicação prática, as opções utilizadas no processamento foram:

1. fixação da ambigüidade, apesar das linhas de base serem maiores que 100km;
2. empregou-se efemérides transmitidas (*broadcast*);
3. não foi considerado o efeito de marés terrestres;
4. em todas as soluções empregou-se o modelo de Saastamoinen para troposfera;
5. como não foram coletadas informações meteorológicas para nenhuma das estações, utilizou-se o padrão fornecido pelo programa.

No total foram calculadas 830 linhas de base. Diante dos objetivos da pesquisa, propositadamente não se procedeu ao ajustamento final das observações para obtenção de uma única coordenada para a estação **RIOD**, e sim a análise individual dos conjuntos de resultados obtidos por estação base envolvida.

ANÁLISE DOS RESULTADOS E CONCLUSÕES

Para a definição dos indicadores técnicos, considerou-se a precisão requerida para o apoio de campo objetivando a Aerotriangulação, sintetizados na TAB.1, pois esta é a primeira atividade do processo de construção da carta a necessitar de coordenadas. Não se utilizou o PEC porque este representa a resultante de todos os erros das diferentes fases do mapeamento. Os indicadores definidos podem, também, ser extrapolados para a atualização cartográfica e o teste de carta, sem comprometer a precisão requerida para estas etapas. As escalas 1/1.000.000 e 1/500.000 não foram avaliadas visto serem confeccionadas por compilação.

TAB.1 – Erros máximos admitidos para cada escala – Aerotriangulação

EC	EQ	Horizontal	Vertical
1/250.000	100	15,6	5
1/100.000	50	6	2,5
1/50.000	20	3	1
1/25.000	10	1,5	0,5
1/20.000	10	1,5	0,5
1/10.000	10	0,6	0,5
1/5.000	5	0,3	0,25
1/2.000	2	0,12	0,1
1/1.000	1	0,06	0,05
1/500	0,5	0,03	0,025

EC – Escala da carta

EQ – Eqüidistância em metros

Horizontal – 0,0625mm EC

Vertical – 1/20 EQ

Após a definição da metodologia a ser empregada e da obtenção dos diferentes conjuntos de coordenadas, passou-se a fase de análise. Essa foi de grande importância, pois permite avaliar os resultados e, conseqüentemente, escolher o melhor conjunto de parâmetros para o estabelecimento dos indicadores técnicos. Nesta etapa consideraram-se as seguintes informações, originárias do processamento de cada observável:

- para a linha de base de 2.803km (MANA) não foi possível fixar a ambigüidade em nenhum período quando a observável IONFREE foi empregada;
- para os períodos de observação inferiores a 6h, não foi possível fixar a ambigüidade para as linhas de base de 1.057km (BOMJ); 898km (BRAZ); e 836km (UEPP), quando a observável IONFREE foi empregada
- para a linha de base 668km (PARA) e 232km (VICO) não foi possível fixar a ambigüidade para o período de observação de 1h com a observável IONFREE;
- quando a observável FASE L1 foi utilizada, não foi possível fixar a ambigüidade em nenhum conjunto de observação; este fato pode ser creditado, em parte, a influência das condições ionosféricas.

As coordenadas calculadas foram, primeiramente, comparadas com os valores das coordenadas constantes no BGD, de forma a estabelecer a diferença entre elas. Este procedimento foi efetuado para cada um dos 830 resultados obtidos. Após a determinação das diferenças foi efetuada a crítica dos valores encontrados, constando-se que seria necessário:

1. avaliar as componentes altimétrica e planimétrica separadamente;
2. separar os resultados em conjuntos homogêneos, tendo como referências as estações base e a observável utilizada;
3. calcular a média e o desvio padrão de cada conjunto para avaliação estatística.

Após a separação dos elementos e a formação dos conjuntos a serem avaliados, verificou-se a necessidade de efetuar tratamento diferenciado na componente planimétrica (latitude e longitude), de maneira a obter-se um único valor para análise. Assim sendo, optou-se por calcular a resultante planimétrica (CPLAN) entre a latitude e a longitude de cada resultado individual. A resultante foi calculada através da formulação expressa na EQ. 1.

$$CPLAN = \{(\Delta j^2 + \Delta \lambda^2)^{1/2}\} \times 30 \quad (EQ.1)$$

onde:

- Δj – diferença entre o valor da coordenada latitude constante no BDG e o valor calculado;
- $\Delta \lambda$ – diferença entre o valor da coordenada longitude constante no BDG e o valor calculado;
- 30 – valor aproximado de 1" em metros no Equador.

No tocante a componente altimétrica, como o que se deseja analisar é a variação do valor da coordenada, as diferenças obtidas foram tomadas em valor absoluto. O sinal foi interpretado como sendo o indicador do sentido do deslocamento, o que no caso da pesquisa presente é irrelevante.

Efetuada todos estes procedimentos, calculou-se a média (\bar{X}) e o desvio padrão (s) para cada conjunto planimétrico e altimétrico. Analisando os resultados, constatou-se que a amplitude dos valores obtidos evidenciam um comportamento não homogêneo, ou seja, a diferença entre o maior valor e o menor era significativo. Sendo assim, foi necessário efetuar-se uma depuração dos resultados encontrados, através de um tratamento estatístico. Partindo dos valores conhecidos da média e do desvio padrão, foi construído um intervalo de confiança que representasse o verdadeiro conjunto de resultados. Neste caso, optou-se por determinar o intervalo de confiança para a média populacional (μ) quando a variância populacional (S^2) é conhecida, de modo a ter um maior rigor na depuração, considerando-se $S^2 = s$, sendo s o desvio padrão amostral. O nível de confiança utilizado foi de 99%, conforme formulação apresentada em FONSECA & MARTINS (1982):

$$P(\bar{X} - z_{a/2} S / (n)^{1/2} < \mu < \bar{X} + z_{a/2} S / (n)^{1/2});$$

onde:

- $z_{a/2}$ – Abcissa da curva normal para um nível de confiança a ;
- S – Desvio padrão populacional;
- \bar{X} – Média amostra;
- n – Tamanho da amostra;
- μ – Média populacional.

Aplicando-se esta formulação foram calculados os novos intervalos para cada conjunto e efetuada a depuração dos dados, de forma que só foram consideradas as diferenças de coordenadas que se encontravam dentro desse intervalo. Após esta etapa teve início, propriamente dito, a análise dos resultados por componente, considerando os indicadores:

- observável empregada (IONFREE, PDIST e FASE L1);
- sessão de observação (24, 12, 6, 3, ou 1 hora);
- extensão da linha de base.

A avaliação dos conjuntos obtidos para uso no mapeamento foi efetuada através da análise da média e do desvio padrão de cada conjunto. Os resultados encontrados para cada conjunto planimétrico e altimétrico estão sintetizados resumidamente, nas TAB. 2 e 3, respectivamente, e indicam as faixas de escalas atendidas pela RBMC. Ao mesmo tempo são destacados os períodos mínimos de duração da sessão (em horas) para emprego da observável. A TAB. 4

identifica os períodos em que é possível empregar o GPS simultaneamente para a planimetria e altimetria.

As convenções utilizadas são:

Escalas do mapeamento atendidas pelo uso da RBMC;

1 a 24 Período mínimo de duração da sessão de observação para uso da RBMC para obtenção da escala indicada. Valores expressos em horas;

1 a 24 Período de duração da sessão de observação para uso da RBMC considerando a conjugação das componentes planimétrica e altimétrica. Valores expressos em horas;

Escalas do mapeamento atendidas pelo uso da RBMC.

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos comprovaram ser plenamente viável o emprego das estações RBMC para aplicações no mapeamento, desde que determinadas condições sejam respeitadas. Na impossibilidade de se definir especificações técnicas rígidas, devido a constante evolução do GPS e, conseqüentemente de suas aplicações, identificaram-se indicadores técnicos que permitem ao usuário atingir seus objetivos. Ao mesmo tempo foram constatados alguns procedimentos a serem empregados, de maneira a proporcionar o alcance da precisão estabelecida.

Detectou-se também, durante a execução da pesquisa que as prescrições atualmente utilizadas para o mapeamento não encontram-se claramente definidas. A velha máxima de “país sem memória” nunca foi tão presente. Constatou-se, também, que o material indicador das precisões é praticamente inexistente nos órgãos encarregados de sua preservação. Também não há um acervo histórico que possibilite e facilite uma consulta confiável.

Fundamentado na pesquisa efetuada, na metodologia proposta, nos resultados obtidos e nas análises executadas, podem ser destacadas as seguintes conclusões:

1) os resultados obtidos indicam que as condições físicas de estabelecimento da estação são extremamente importantes, pois a partir desta locação serão extraídos os dados a serem empregados;

- 2) ficou evidente que a norma existente para a escolha do local de instalação de uma estação GPS continua válida;
- 3) após os estudos desenvolvidos, sugere-se adoção dos seguintes indicadores considerando a etapa de campo:
 - observável utilizada;
 - duração da sessão de observação;
 - número de sessões de observação;
 - extensão da linha de base.Estes indicadores foram considerados essenciais para a obtenção de resultados que satisfaçam a precisão estabelecida para os trabalhos;
- 4) os indicadores técnicos selecionados encontram-se correlacionados e influenciam diretamente a precisão obtida. Assim sendo, qualquer operação deve considerar todo o conjunto, ao invés de parte dele. Deve ser ressaltado que a simples modificação de um parâmetro altera, significativamente, o resultado obtido;
- 5) a extensão da linha de base, ou seja, a distância que a estação a ser determinada está da estação RBMC empregada influenciará diretamente na duração da sessão de observação, pois são diretamente proporcionais, ou seja, quanto maior a linha de base, maior o período de observação;
- 6) os testes realizados comprovaram, através da análise estatística, da necessidade de um número mínimo de 3 (três) sessões para que o resultado obtido possa ser analisado de forma coerente;
- 7) na etapa de processamento deve ser observado o programa a ser utilizado, que deve ser compatível com a observação escolhida e a precisão a ser alcançada. A opção de processamento, por exemplo, divisão dos arquivos. Também é fator crítico para a obtenção de um bom resultado;
- 8) o trabalho desenvolvido indicou a necessidade urgente de revisão, ou re-estudo, das normas técnicas vigentes nas áreas de Cartografia, Geodésia, tendo em vista que as precisões hoje obtidas superam, em muito, o estabelecido;
- 9) o uso da RBMC para controle altimétrico ainda não é recomendado, a menos que sejam ocupadas referências de nível (RN) para controle.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

COCAR. **Cartografia e Aerolevanteamento - Legislação**. nº 01. Brasília: IBGE. 1981. 136. p.

COSTA, Sonia M.A. **Integração da Rede Geodésica Brasileira aos Sistemas de Referência Terrestres**. 1999. 156 p. Tese (Doutorado Ciências Geodésicas). Universidade Federal do Paraná. Curitiba. 1999.

FONSECA, Jairo & MARTINS, Gilberto A. **Curso de Estatística**. 3ª Ed. São Paulo: Ed. Atlas S.A. 1982. 286 p. F744C.

IBGE. **Programa Especial de Dinamização da Cartografia Terrestre: 1978 – 1985**. Rio de Janeiro. 1978. 116p.

IBGE. **Especificações e Normas Gerais para Levantamentos Geodésicos – Coletânea de Normas Vigentes**. Rio de Janeiro. 1998. 74 p.

Para maiores detalhes sobre os estudos desenvolvidos e sobre as referências bibliográficas empregadas, recomendada-se consultar o original da dissertação, que pode ser encontrado com a autora ou no IME/Departamento de Eng. Cartográfica, através dos seguintes endereços:

Kátia Duarte Pereira
IBGE/Departamento de Geodésia
Av. Brasil 15.671, Rio de Janeiro
Tel. 21 – 514 4929 Fax: 21 – 481 2747
katiaduarte@ibge.gov.br

IME/ Departamento de Eng. Cartográfica
Praça General Tibúrcio 80, Rio de Janeiro
Tel. 21 – 546 7063 Fax: 21 – 546 7069
pgcarto@adm.ime.eb.br

TAB. 2 Planimetria - Resumo do uso da RBMC no mapeamento

Extensão 2807 km									
Obser	250.000	100.000	50.000	25.000	10.000	5.000	2.000	1.000	500
IONFREE	Até 1	Até 1	Até 1	1	3 a 12	24			
FASEL1	1 a 3	6 a 12	24						
PDIST	1 a 24								
Extensão 1057 km									
Obser	250.000	100.000	50.000	25.000	10.000	5.000	2.000	1.000	500
IONFREE	Até 1	Até 1	Até 1	Até 1	Até 1	1 a 24			
FASEL1	1	3	6 a 24						
PDIST	Até 1	1 a 24							
Extensão 898 km									
Obser	250.000	100.000	50.000	25.000	10.000	5.000	2.000	1.000	500
IONFREE	Até 1	Até 1	Até 1	Até 1	1	3 a 6	12 a 24		
FASEL1	Até 1	1	3 a 6	12 a 24					
PDIST	Até 1	Até 1	1 a 24						
Extensão 836 km									
Obser	250.000	100.000	50.000	25.000	10.000	5.000	2.000	1.000	500
IONFREE	Até 1	Até 1	Até 1	Até 1	1	3 a 6	12 a 24		
FASEL1	Até 1	Até 1	1 a 3	6 a 12	24				
PDIST	Até 1	Até 1	1 a 24						
Extensão 668 km									
Obser	250.000	100.000	50.000	25.000	10.000	5.000	2.000	1.000	500
IONFREE	Até 1	Até 1	Até 1	Até 1	1	3 a 24			
FASEL1	Até 1	Até 1	1	3 a 12	24				
PDIST	Até 1	Até 1	1 a 12	24					
Extensão 232 km									
Obser	250.000	100.000	50.000	25.000	10.000	5.000	2.000	1.000	500
IONFREE	Até 1	Até 1	Até 1	Até 1	Até 1	1	3 a 6	12 a 24	
FASEL1	Até 1	Até 1	Até 1	1	3 a 24				
PDIST	Até 1	Até 1	Até 1	Até 1	1 a 24				

TAB. 3 Altimetria – Resumo do uso da RBMC no mapeamento

Extensão 2807 km									
Obser	250.000	100.000	50.000	25.000	10.000	5.000	2.000	1.000	500
IONFREE	Até 1	Até 1	1	3 a 6	Até 12	12 a 24			
FASEL1	1 a 24								
PDIST	Até 1	1 a 12	24						
Extensão 1057 km									
Obser	250.000	100.000	50.000	25.000	10.000	5.000	2.000	1.000	500
IONFREE	Até 1	Até 1	Até 1	Até 1	1 a 24				
FASEL1	1 a 12	24							
PDIST	Até 1	1 a 3	6 a 24						
Extensão 898 km									
Obser	250.000	100.000	50.000	25.000	10.000	5.000	2.000	1.000	500
IONFREE	Até 1	Até 1	Até 1	Até 1	1 a 24				
FASEL1	1	3 a 24							
PDIST	Até 1	1 a 3	6 a 24						
Extensão 836 km									
Obser	250.000	100.000	50.000	25.000	10.000	5.000	2.000	1.000	500
IONFREE	Até 1	Até 1	Até 1	Até 1	1 a 12	24			
FASEL1	1	3 a 6	12 a 24						
PDIST	Até 1	1 a 3	6 a 12	24					
Extensão 668 km									
Obser	250.000	100.000	50.000	25.000	10.000	5.000	2.000	1.000	500
IONFREE	Até 1	Até 1	Até 1	Até 1	Até 1	1 a 24			
FASEL1	Até 1	1 a 6	12	24					
PDIST	Até 1	Até 1	1 a 12	24					
Extensão 232 km									
Obser	250.000	100.000	50.000	25.000	10.000	5.000	2.000	1.000	500
IONFREE	Até 1	Até 1	Até 1	Até 1	Até 1	1 a 3	6 a 24		
FASEL1	Até 1	Até 1	Até 1	1 a 6	12 a 24				
PDIST	Até 1	Até 1	Até 1	Até 1	1 a 24				

TAB. 4 Conjugação das informações planimétricas e altimétricas

Dist.	Obser		250.000	100.000	50.000	25.000	10.000	5.000	2.000	1.000	500
2.807	Ionfree	Plan	Até 1	Até 1	Até 1	1	3 a 12	24			
		Alt	Até 1	Até 1	1	3 a 6	Até 12	12 a 24			
	FaseL1	Plan	1 a 3	6 a 12	24						
		Alt	1 a 24								
	PDIST	Plan	1 a 24								
		Alt	Até 1	1 a 12	24						
1.057	Ionfree	Plan	Até 1	1 a 24							
		Alt	Até 1	Até 1	Até 1	Até 1	1 a 24				
	FaseL1	Plan	1	3	6 a 24						
		Alt	1 a 24	24							
	PDIST	Plan	Até 1	1 a 24							
		Alt	Até 1	1 a 3	6 a 24						
898	Ionfree	Plan	Até 1	Até 1	Até 1	Até 1	1	3 a 6	12 a 24		
		Alt	Até 1	Até 1	Até 1	Até 1	1 a 24				
	FaseL1	Plan	Até 1	1	3 a 6	12 a 24					
		Alt	1	3 a 24							
	PDIST	Plan	Até 1	Até 1	1 a 24						
		Alt	Até 1	1 a 3	6 a 24						
836	Ionfree	Plan	Até 1	Até 1	Até 1	Até 1	1	3 a 6	12 a 24		
		Alt	Até 1	Até 1	Até 1	Até 1	1 a 12	24			
	FaseL1	Plan	Até 1	Até 1	1 a 3	6 a 12	24				
		Alt	1	3 a 6	12 a 24						
	PDIST	Plan	Até 1	Até 1	1 a 24						
		Alt	Até 1	1 a 3	6 a 12	24					
668	Ionfree	Plan	Até 1	Até 1	Até 1	Até 1	1	3 a 24			
		Alt	Até 1	1 a 24							
	FaseL1	Plan	Até 1	Até 1	1	3 a 12	24				
		Alt	Até 1	1 a 6	12	24					
	PDIST	Plan	Até 1	Até 1	1 a 12	24					
		Alt	Até 1	Até 1	1 a 12	24					
232	Ionfree	Plan	Até 1	1	3 a 6	12 a 24					
		Alt	Até 1	1 a 3	6 a 24						
	FaseL1	Plan	Até 1	Até 1	Até 1	1	3 a 24				
		Alt	Até 1	Até 1	Até 1	1 a 6	12 a 24				
	PDIST	Plan	Até 1	Até 1	Até 1	Até 1	1 a 24				
		Alt	Até 1	Até 1	Até 1	Até 1	1 a 24				

INTEGRAÇÃO DAS REDES DE MONITORAMENTO CONTÍNUO: UMA NECESSIDADE ?

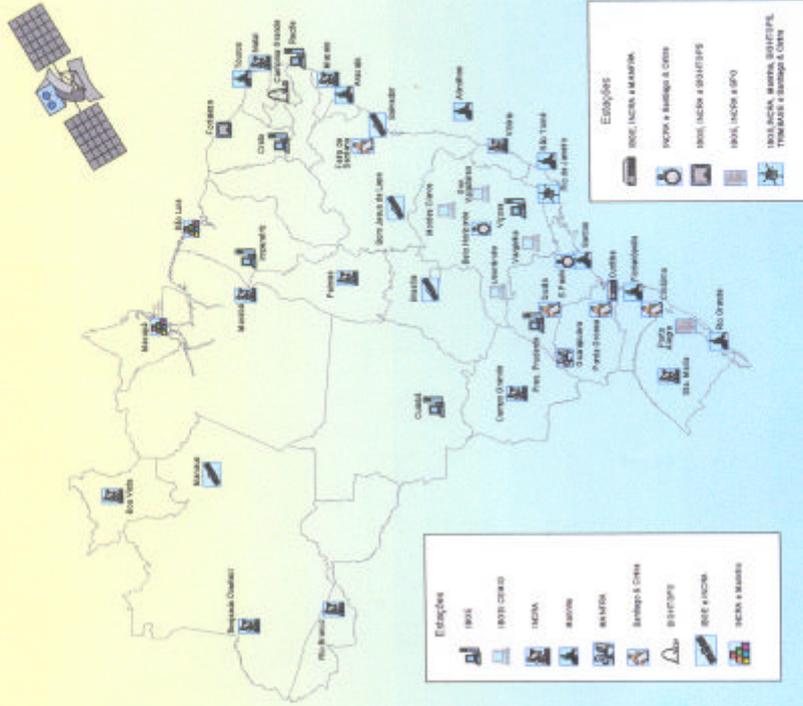
INTRODUÇÃO - Com o aparecimento do *Global Positioning System* – GPS as redes geodésicas passaram por profunda transformação, as redes convencionais deram lugar as redes ativas. No Brasil existem diferentes redes e estações de monitoramento do GPS, estabelecidas e operadas por diferentes instituições públicas e particulares. Entretanto, na maior parte dos casos não há uma ligação entre elas e o Sistema Geodésico Brasileiro – SGB. Este trabalho tem por objetivo identificar algumas das principais redes e estações de monitoramento em operação no país, e, ao mesmo tempo, apresentar proposta para sua integração ao SGB.



RBMC - Estação Porto Alegre

Informações sobre as estações

CEMIG: www.cemig.com.br
 IBGE (RBMC): www.ibge.gov.br/ligge/geografia/geofesta
 ENCEA (REBN): www.encea.gov.br
 MANFRA: www.manfra.com.br
 Marinha do Brasil: www.mar.mil.gov.br
 Santiago & Cia: www.santiago.com.br
 SiglaGPS: www.siglagns.com.br
 SPO: www.spg.com.br
 Triambase: www.triambase.com.br



PROPOSTA IBGE - Devido a liberação dos arquivos de dados para a comunidade, é necessário que as coordenadas das estações continuas encontrem-se referidas ao SGB, de maneira que seu uso signifique o emprego de um único sistema de referência, homogêneo e válido em todo o país. A proposta apresentada pelo IBGE consiste na integração das diferentes estações de monitoramento ao SGB, através de sua conexão à componente ativa do SGB, a RBMC. Deve ser destacado que esta proposta não significa uma absorção das redes ou estações pelo IBGE. Esta integração apresentada no Plano Cartográfico Nacional à CONCAR, foi aprovada em plenária pelos integrantes dessa comissão.