

# RBMC: SETE ANOS FORNECENDO REFERÊNCIA A POSICIONAMENTOS GPS NO BRASIL E EXTERIOR

Kátia Duarte Pereira  
Jardel Aparecido Fazan  
Luiz Paulo Souto Fortes  
**Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**  
**Diretoria de Geociências**  
**Departamento de Geodésia**  
Avenida Brasil, 15671  
CEP 21241-051 - Rio de Janeiro  
[katiaduarte@ibge.gov.br](mailto:katiaduarte@ibge.gov.br)  
[jardel@ibge.gov.br](mailto:jardel@ibge.gov.br)  
[fortes@ibge.gov.br](mailto:fortes@ibge.gov.br)

## RESUMO

A Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo do Sistema GPS (RBMC) começou a ser implantada no final de 1996, quando a Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) efetuou a instalação das estações de Curitiba /PR e de Presidente Prudente /SP. No final de 2002, a RBMC encontrava-se constituída por um total de 15 (quinze) estações estabelecidas ao longo do território brasileiro.

Este trabalho tem como proposta apresentar uma retrospectiva do funcionamento da rede, incluindo uma análise de desempenho de cada uma das estações, desde sua instalação até o ano de 2002.. Pretende-se que o tipo de análise detalhada apresentada no trabalho seja disponibilizada sistematicamente aos usuários, possibilitando que os mesmos planejem adequadamente suas atividades de levantamento.

## ABSTRACT

The GPS System Brazilian Network of Continuous Monitoring (RBMC) started to be implemented at the end of 1996, when the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE) installed the stations of Curitiba -PR and Presidente Prudente -SP. At the end of 2002, the RBMC had a total of 15 stations established within the Brazilian territory. This work proposes to present a retrospect of the network functionality, including a performance analysis of each one of the stations since its installation until the year 2002. It is intended that the type of detailed analysis presented on this work was made available systematically to the users, allowing that they could plan adequately their survey activities.

## 1 INTRODUÇÃO

Seguindo a tendência mundial do estabelecimento de redes GPS (*Global Positioning System*) permanentes, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), por intermédio de seu Departamento de Geodésia (DEGED), e em colaboração com o Fundo Nacional de Meio Ambiente (FNMA) e com a Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (EPUSP), iniciou, em 1996, o estabelecimento da Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo do Sistema GPS (RBMC) (Fortes, 1997), que abrange todo o território brasileiro.

A RBMC tem por objetivo construir uma infraestrutura geodésica de referência para posicionamentos

utilizando-se as modernas técnicas apoiadas no *GPS*, facilitando assim o emprego do sistema pelo usuário e, ao mesmo tempo, garantindo a qualidade dos resultados obtidos. Cabe destacar que a RBMC é também a principal ligação com os sistemas de referência globais.

Devido ao crescente avanço e popularização do GPS, cada vez mais usuários utilizam esta tecnologia, e as redes ativas (McArthur and Steeves, 1988) desempenham importante papel nas diferentes aplicações.. Neste contexto, é de extrema importância não só o controle da qualidade dos dados, mas também a estabilidade de funcionamento das estações.

## 2 DISTRIBUIÇÃO DAS ESTAÇÕES DA RBMC

A RBMC é constituída atualmente por 15 (quinze) estações, que se encontram distribuídas ao longo do território brasileiro. A Tabela 1.1 identifica as estações e sua data de implantação. Estas estações têm suportado diferentes aplicações a nível internacional, a saber:

1. as estações FORT e BRAZ pertencem à rede IGS (*International GPS Service* – <http://igsb.jpl.nasa.gov>), e têm seus dados utilizados diretamente no cálculo dos produtos deste serviço.;
2. as observações das demais estações da rede vêm contribuindo, desde 1997, para a densificação regional da rede IGS na América do Sul e em consequência para o refinamento do ITRF (*International Terrestrial Reference Frame* – <http://www.iers.org/iers/products/itrf/>), garantindo uma maior qualidade dos seus produtos no continente.
3. as estações FORT, BRAZ, PARA, UEPP, BOMJ, MANA, VICO, CUIB, IMPZ e RIOD fazem parte da Rede de Referência SIRGAS 2000 (<http://www.ibge.gov.br/sirgas>).

Tabela 1.1 – Estações RBMC e data de implantação

Estado	Estação	Ident.	Código	Início de operação
CE*	Fortaleza	FORT	92009	13-mai-1993
DF*	Brasília	BRAZ	91200	03-mar-1995
PR	Curitiba	PARA	91105	13-dez-1996
SP	Pres. Prudente	UEPP	91559	18-dez-1996
BA	B. Jesus da Lapa	BOMJ	93030	18-fev-1997
AM	Manaus	MANA	91300	28-abr-1997
MG	Viçosa	VICO	91696	22-mai-1997
MT	Cuiabá	CUIB	92583	18-jun-1997
MA	Imperatriz	IMPZ	92165	16-fev-1998
RS	Porto Alegre	POAL	91850	28-out-1998
BA	Salvador	SALV	93111	20-mai-1999
PE	Recife	RECF	93110	06-jun-1999
CE	Crato	CRAT	92300	09-mai-2000
RJ	Rio de Janeiro	RIOD	91720	21-jul-2001
RS	Santa Maria	SMAR	92013	09-out-2001

\*: estas duas estações foram estabelecidas anteriormente ao esforço iniciado em dezembro de 1996, em função da cooperação com a NASA/JPL, NOAA/NGS e Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE.

A Figura 1 identifica as estações em operação. Segundo a distribuição das estações, usuários de GPS em qualquer lugar do país não se encontram a mais de 500 km de pelo menos uma das estações, excetuando-se a região Amazônica. Dependendo dos procedimentos de observação e cálculo e do receptor utilizado, os usuários podem obter precisões que variam de um metro a alguns milímetros usando-se a RBMC como referência.

## 3 CONFIGURAÇÃO DAS ESTAÇÕES

Todas as estações da RBMC apresentam a seguinte configuração:

- Receptor geodésico de dupla frequência, que coletam, continuamente, observações de código e fase das ondas portadoras;
- Antena *Choke Ring* para minimizar os efeitos de multicaminhamento;
- Micro Computador, responsável pelo controle e operação da estação;
- Sistemas diversos de fornecimento de energia;
- Sistemas de comunicação para controle remoto das estações e transferência dos arquivos de dados.

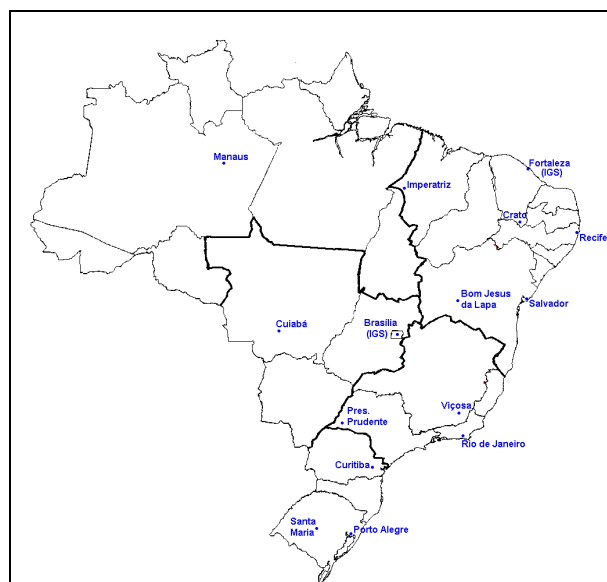


FIG. 1 – Estações RBMC

Cada estação é materializada através de um pilar estável, dotado de um pino com dispositivo de centragem forçada, conforme exibido na Figura 2. São coletadas observações de código e fase (L1/L2), a uma taxa de 15 segundos, sendo sua disponibilização efetuada em formato RINEX2 (*Receiver INdependent EXchange format 2*).



FIG. 2 – Dispositivo de centragem forçada

#### 4 OPERAÇÃO

Desde sua concepção, a RBMC encontra-se baseada no funcionamento automático das estações e na transferência diária dos arquivos de observação para o Centro de Controle da RBMC (CC-RBMC), no Rio de Janeiro (Fortes, 1997). Assim sendo, os arquivos de dados referentes a uma data qualquer são colocados à disposição dos usuários no dia seguinte ao da observação. Antes da disponibilização das observações para os usuários, é realizado o controle de qualidade dos dados. Comprovando-se esta qualidade, os arquivos de observação são liberados pela Internet.

#### 5 APLICAÇÃO

A RBMC pode ser utilizada tanto para trabalhos práticos quanto para pesquisas científicas; é extremamente vantajosa para aqueles que fazem uso da técnica de posicionamento relativo e que necessitam ocupar simultaneamente uma estação com coordenadas conhecidas para o desenvolvimento dos levantamentos, sejam eles geodésicos ou topográficos. A RBMC oferece o serviço de estação base (referência), garantindo aos usuários alto nível de precisão nas suas coordenadas e maior produtividade nos levantamentos, o que leva a custos menores (Georgiadou, 1999). Existe também a possibilidade de se usar mais de uma estação da RBMC como base, garantindo assim o aumento da confiabilidade da determinação.

A demarcação de terras, a determinação de pontos de controle para apoio ao mapeamento, a definição de limites internacionais, são exemplos da utilização prática da RBMC. Na área científica, a permanente coleta de observações permite o cálculo contínuo das coordenadas das estações constituintes, monitorando, deste modo, as deformações da crosta terrestre. Consequentemente, a rede permite quantificar a variação temporal das coordenadas do Sistema Geodésico Brasileiro (SGB), proporcionando assim um referencial constantemente atualizado aos usuários.. Além disso, estudos sobre o teor do vapor d'água na atmosfera estão sendo conduzidos, gerando suporte ao que hoje se denomina meteorologia por GPS, a Universidade do Hawaii e a Universidade Estadual Paulista - UNESP, Campus Presidente Prudente, desenvolvem estes estudos. Também merece destaque o uso dos dados das estações da RBMC nos trabalhos de cálculo para determinação de modelos ionosféricos para o território brasileiro, como os que se encontram em andamento no Instituto Tecnológico e Aeronáutico (ITA), na Universidade de São Paulo/ EPUSPe na Universidade Estadual Paulista - UNESP, Campus Presidente Prudente. (CAMARGO, 1999).

#### 6 AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DAS ESTAÇÕES

As estações da RBMC operam de forma contínua, 24 horas por dia, 365 dias por ano. Para qualificar o desempenho das estações, foi considerado o índice de perda de dados e outros indicadores de qualidade das

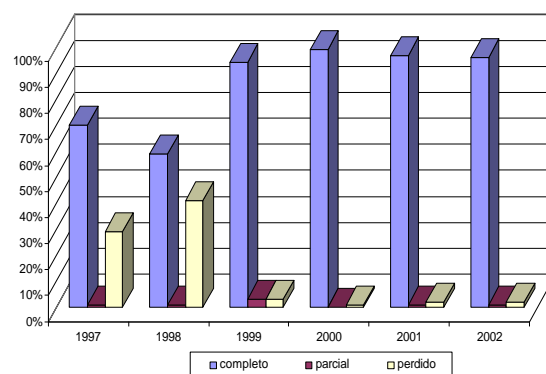
estações e dos dados, como por exemplo o MP1 (multicaminho na portadora L1), MP2 (multicaminho na portadora L2) e Drift (erro do relógio do receptor).

Cabe destacar que neste trabalho são analisadas somente as estações administradas diretamente pelo IBGE, o que não é o caso da estação Fortaleza.

##### 6.1 Estação Brasília (BRAZ)

A estação Brasília encontra-se situada na Reserva Ecológica do Roncador pertencente ao IBGE. Foi estabelecida em 1995, pelo IGS, que foi responsável por sua operação até abril de 1998, quando passou ao controle do IBGE após troca de equipamentos. Como pode ser verificado através do Gráfico 1, nos anos de 1997 a 1998 a estação apresentou grande perda de dados, devido, principalmente, a problemas de falta de energia elétrica e comunicação. Quando a estação passou ao controle do IBGE, estes problemas foram minimizados, através da instalação de um sistema de nobreak e da substituição do receptor e demais programas. Atualmente apresenta boa performance de operação, apesar de seus arquivos de dados estarem sendo transferidos para o CC via correio eletrônico. Espera-se que até o final do ano a conexão Internet seja estabelecida com a estação.

Gráfico 1 – Percentagem de dias do ano com dados disponíveis para a estação Brasília (BRAZ)



Verificando os valores médios anuais de MP1, MP2 e Drift, apresentados na Tabela 1, percebe-se que no ano de 1998 ocorreu mudança significativa no comportamento dos mesmos. Isso foi devido à troca do receptor Turbo Rogue por um Trimble 4000SSI. Como o local da estação não mudou, o resultados indicam que o receptor 4000SSI é ligeiramente menos sensível aos efeitos de multicaminho nas observações de código em L1 do que o receptor Turbo Rogue, sendo que o inverso parece ocorrer para as observações de código em L2. No caso do Drift, o receptor Turbo Rogue alinha continuamente seu relógio com o tempo GPS, impedindo o cálculo da deriva do relógio. Os resultados para o ano de 1995 estão influenciados pela pequena quantidade de dados utilizados na estimativa dos indicadores.

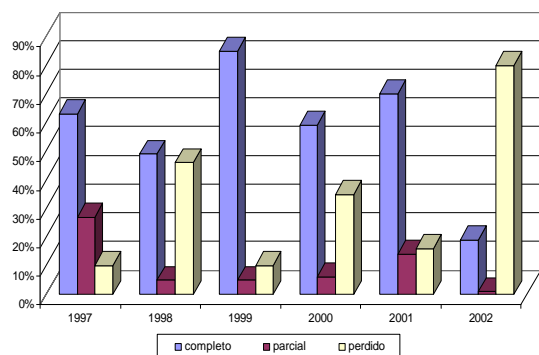
Tabela 1: Indicadores de qualidade da estação BRAZ.

Ano	MP1(m)	MP2(m)	Drift(ms)
1995	0,190	1,334	0,000
1996	0,314	0,711	0,000
1997	0,367	0,781	0,000
1998	0,280	0,981	130,517
1999	0,282	0,859	124,150
2000	0,279	0,861	125,472
2001	0,292	0,898	128,768

### 6.2 Estação Bom Jesus da Lapa (BOMJ)

A estação BOMJ foi estabelecida em 1997. Seu desempenho pode ser verificado no Gráfico 2. Diversos fatores externos ocasionaram esta situação, pois a estação apresentou sucessivos problemas de comunicação, falta prolongada de energia e pane de equipamento. O desempenho menos satisfatório ocorreu durante o ano de 2002, quando a soma dos arquivos perdidos e parciais ultrapassou o índice de 80%. De forma a solucionar estes problemas, em outubro de 2002 promoveu-se a troca completa de todos os componentes da estação (receptor, antena e micro computador). Além disso foi efetuada completa revisão e adequação dos sistemas elétrico e de comunicação. A partir desta data, a estação não apresentou mais problemas.

Gráfico 2 – Percentagem de dias do ano com dados disponíveis para a estação Bom Jesus da Lapa (BOMJ)



Os valores de MP1 e MP2 são apresentados na Tabela 2 e, de uma forma geral, situam-se dentro dos padrões esperados para este tipo de receptor/antena.

Tabela 2: Indicadores de qualidade da estação BOMJ.

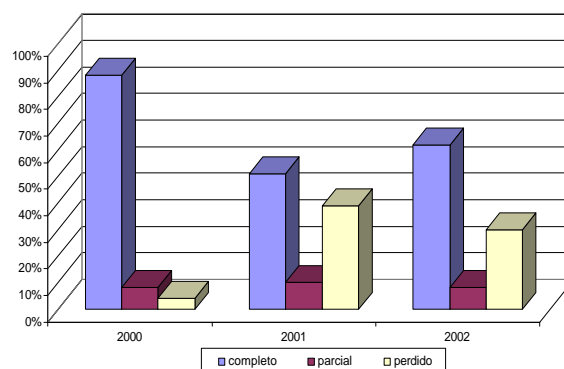
Ano	MP1(m)	MP2(m)	Drift(ms)
1997	0,275	0,759	63,664
1998	0,276	0,796	64,206
1999	0,275	0,807	66,453
2000	0,266	0,803	68,927
2001	0,284	0,933	60,113

### 6.3 Estação Crato (CRAT)

A estação CRAT, situada nas dependências da Universidade Regional do Cariri – URCA, foi estabelecida em 2000. A partir de 2001, a estação passou a apresentar

problemas constantes de falta de energia e interrupção nas comunicações, tendo interrompido suas atividades por diferentes períodos, conforme indicado no Gráfico 3. Em 2002, efetuou-se uma revisão completa da estação, substituindo-se todos os cabos e o micro computador. A conexão utilizada para comunicação foi alterada de linha discada para Internet. Essas providências resultaram no re-estabelecimento das operações normais da estação.

Gráfico 3 – Percentagem de dias do ano com dados disponíveis para a estação Crato (CRAT)



Indicadores para o ano de 2001 são apresentados na Tabela 3. Esses valores são comparáveis com os das demais estações.

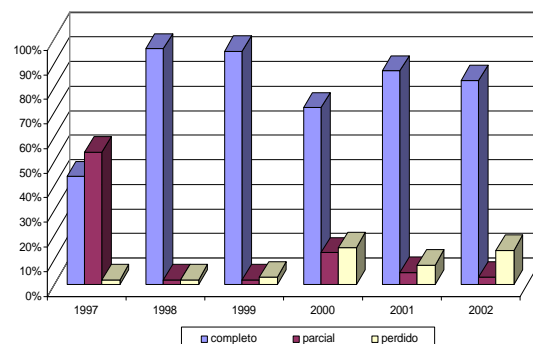
Tabela 3: Indicadores de qualidade da estação CRAT.

Ano	MP1(m)	MP2(m)	Drift(ms)
2001	0,270	0,766	13,658

### 6.4 Estação Cuiabá (CUIB)

Esta estação apresenta bom desempenho desde o início de sua operação, conforme indicado no Gráfico 4. Um dos fatores que contribuem para esta performance é a adequada infra-estrutura disponível no local de sua instalação, nas dependências do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, em Cuiabá. O aumento da perda de dados a partir do ano de 2000 justifica-se pelo micro computador da estação, que começou a apresentar problemas. A substituição desse equipamento deverá ser efetuada ainda este ano.

Gráfico 4 – Percentagem de dias do ano com dados disponíveis para a estação Cuiabá (CUIB)



Os valores dos indicadores de qualidade são apresentados na Tabela 4. Estes valores demonstram que a estação não está sofrendo nenhum problema que possa estar influenciando significativamente a qualidade dos dados.

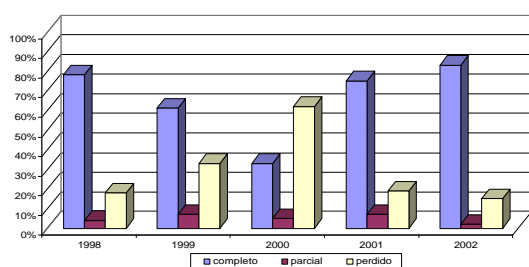
Tabela 4: Indicadores de qualidade da estação CUIB.

Ano	MP1(m)	MP2(m)	Drift(ms)
1997	0,252	0,783	150,474
1998	0,248	0,786	169,296
1999	0,249	0,795	166,427
2000	0,244	0,823	171,748
2001	0,242	0,805	169,731

### 6.5 Estação Imperatriz (IMPZ)

Esta estação foi estabelecida em 1997, nas dependências do Centro Federal de Ensino Tecnológico/ Unidade Descentralizada de Imperatriz (CEFET/ Imperatriz). Devido a problemas de comunicação que inviabilizavam a transferência dos dados, sua operação contínua só foi iniciada em 1998, conforme indicado no Gráfico 5. No ano de 2000 os problemas de comunicação voltaram a acontecer devido à instabilidade do sistema de telefonia da área; agravados por problemas decorrentes de falta de energia. Com a substituição do sistema de comunicação - de linha telefônica discada para conexão Internet - o problema foi minimizado, porém não completamente solucionado. Há previsão de, ainda este ano, proceder-se a substituição do micro computador e dos programas de gerenciamento da estação, o que contribuirá para o melhoramento de desempenho.

Gráfico 5 – Percentagem de dias do ano com dados disponíveis para a estação Imperatriz (IMPZ)



O aumento nos valores de MP1 e MP2 indicam aumento de superfícies reflexivas próximas à antena da estação. Isso pode ser explicado pela existência de árvores próximas ao local da antena.. Para minimizar tal problema é necessário podar as mesmas, o que será providenciado. Já o Drift não apresenta variação significativa como pode ser comprovado na Tabela 5.

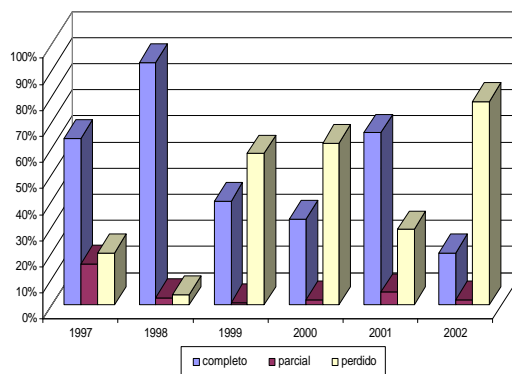
Tabela 6.5: Indicadores de qualidade da estação IMPZ.

Ano	MP1(m)	MP2(m)	Drift(ms)
1997	0,286	0,818	109,950
1998	0,268	0,790	112,693
1999	0,269	0,844	103,005
2000	0,336	0,880	97,706
2001	0,402	0,885	104,902

### 6.6 Estação Manaus (MANA)

Apesar de sua reconhecida importância, devido a ser a única estação na região amazônica, esta estação tem apresentado sucessivos problemas de operação, em decorrência, principalmente, dos efeitos climáticos da região (descargas elétricas frequentes). Estes efeitos já ocasionaram a perda de equipamentos e problemas nas redes elétrica e telefônica, sendo que, no ano de 2002, a estação apresentou seu desempenho menos satisfatório em decorrência desses efeitos. Em fevereiro de 2003, efetuou-se a substituição do micro computador e a atualização dos programas de gerenciamento de dados. Há previsão de substituição do sistema de comunicação de linha telefônica discada por conexão Internet ainda esse ano. O desempenho da estação pode ser verificado através do Gráfico 6.

Gráfico 6 – Percentagem de dias do ano com dados disponíveis para a estação Manaus (MANA)



Apesar desta estação apresentar grande perda de dados, os indicadores de qualidade dos dados disponíveis (Tabela 6) demonstram que tais dados apresentam qualidade semelhante aos das demais estações.

Tabela 6: Indicadores de qualidade da estação MANA.

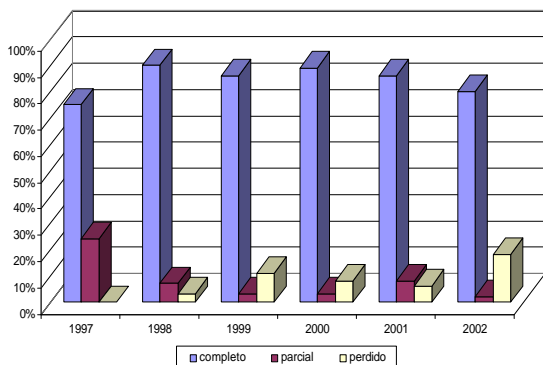
Ano	MP1(m)	MP2(m)	Drift(ms)
1997	0,256	0,775	89,122
1998	0,258	0,818	95,560
1999	0,262	0,842	68,178
2000	0,281	0,959	91,239
2001	0,254	0,813	97,921

### 6.7 Estação Curitiba (PARA)

Conforme pode ser verificado no Gráfico 7, esta estação apresenta pouca perda de dados. As poucas ocorrências se justificam principalmente pela interrupção no fornecimento de energia elétrica. A boa infra-estrutura disponível no local de sua instalação (as dependências da Universidade Federal do Paraná – UFPR, em Curitiba), proporcionando apoio imediato a estação quando necessário, contribui para esta performance. No ano de 2002 foi detectada perda anormal de dados devido a problemas no micro computador, que foi então substituído em maio de 2003.



Gráfico 7 – Percentagem de dias do ano com dados disponíveis para a estação Curitiba (PARA)



Os indicadores de qualidade dos dados desta estação (Tabela 7) demonstram pequena variação, apresentando boa qualidade. Esta estação apresenta a maior série histórica de dados dentre as analisadas, podendo ser usada com como referência para análise de outras estações.

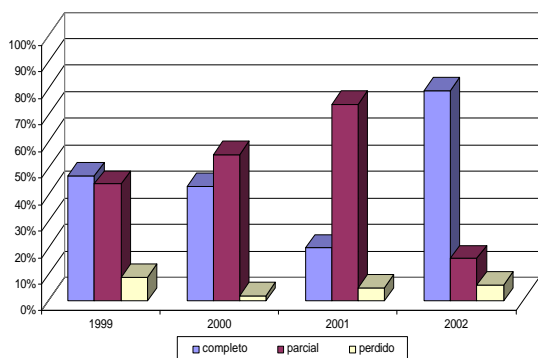
Tabela 7: Indicadores de qualidade da estação PARA.

Ano	MP1(m)	MP2(m)	Drift(ms)
1996	0,237	0,739	-37,278
1997	0,236	0,691	-24,942
1998	0,237	0,778	-27,010
1999	0,238	0,814	-24,866
2000	0,232	0,808	-24,288
2001	0,234	0,849	-22,216

#### 6.8 Estação Porto Alegre (POAL)

Quando de sua implantação, esta estação apresentou significativa perda de dados, em decorrência de freqüentes interrupções no fornecimento de energia elétrica e de problemas de comunicação, pois a conexão telefônica utilizada era de baixa qualidade. Estes problemas foram contornados, através de colocação de sistema de nobreak, atualização do programa de transferência de dados e da utilização da Internet para comunicação com o Centro de Controle. Pode-se perceber pelo Gráfico 8 que, após a adoção dessas medidas em maio de 2002, a melhora de desempenho da estação foi significativa.

Gráfico 8 – Percentagem de dias do ano com dados disponíveis para a estação Porto Alegre (POAL)



Os valores de MP1 e MP2 e Drift são apresentados na Tabela 8, estes valores são comparáveis com os das demais estações.

Tabela 8: Indicadores de qualidade da estação POAL.

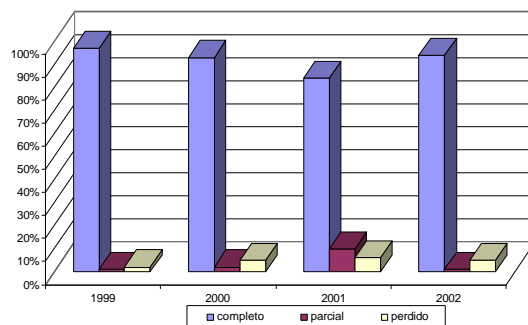
Ano	MP1(m)	MP2(m)	Drift(ms)
1999	0,238	0,752	80,821
2000	0,238	0,764	86,295
2001	0,247	0,821	86,891

#### 6.9 Estação Recife (RECF)

Esta estação apresenta uma média de perda de dados inferior a 15%, conforme pode ser verificado no Gráfico 9. Um dos fatores que explica esta situação é a boa infra-estrutura disponível no local de sua instalação, as dependências da Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, em Recife, que proporciona apoio imediato à estação quando necessário.

Os poucos problemas que ocasionaram perda de dados estão relacionados à interrupção no fornecimento de energia elétrica, uma vez que esta estação não possui sistema de nobreak.

Gráfico 9 – Percentagem de dias do ano com dados disponíveis para a estação Recife (RECF)



Analisando os indicadores de qualidade desta estação (Tabela 9), pode ser verificado que os valores de MP1 e MP2 são compatíveis com os das demais estações. Os valores da deriva temporal do erro do relógio do receptor (Drift), por sua vez, apresentaram aumento no período, podendo indicar que o relógio está sofrendo degradação na sua qualidade. Esta informação necessita ser confirmada pelos resultados dos anos subsequentes, quando disponíveis.

Tabela 9: Indicadores de qualidade da estação RECF.

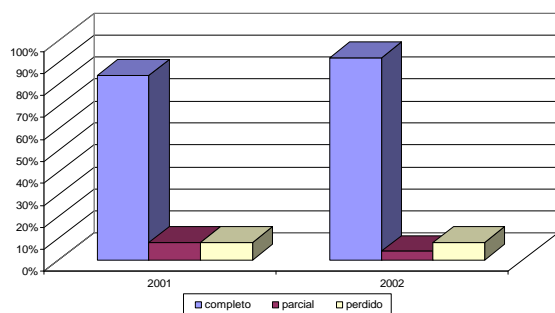
Ano	MP1(m)	MP2(m)	Drift(ms)
1999	0,287	0,833	127,631
2000	0,274	0,799	141,081
2001	0,269	0,793	149,682

#### 6.10 Estação Rio de Janeiro (RIOD)

A estação do Rio de Janeiro foi estabelecida de forma contínua em 2001, tendo operado em períodos alternados em anos anterior. Esta estação apresenta bom desempenho desde o início de sua operação, conforme

indicado no Gráfico 10. Um dos fatores que explica esta situação é a boa infra-estrutura disponível no local de sua instalação, as dependências do IBGE, no Rio de Janeiro, que proporciona apoio imediato à estação quando necessário.

Gráfico 10 – Percentagem de dias do ano com dados disponíveis para a estação Rio de Janeiro (RIOD)



Em 1997 esta estação passou por um período de teste de coleta de observações. Em 2001, quando entrou em operação definitivamente, os indicadores de qualidade apresentaram uma alteração significativa. Esta estação parece estar sofrendo influência de árvores que estão obstruindo ou refletindo os sinais dos satélites, provocando acréscimo nos efeitos de multicaminhamento. A Tabela 10 possibilita a visualização para os anos de 1997 e 2001.

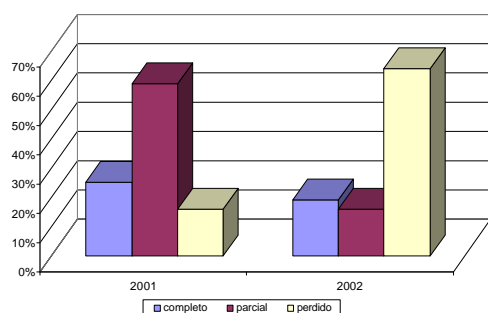
Tabela 10: Indicadores de qualidade da estação RIOD.

Ano	MP1(m)	MP2(m)	Drift(ms)
1997	0,226	0,644	51,750
2001	0,242	0,918	45,005

#### 6.11 Estação Santa Maria (SMAR)

Quando de sua implantação, em 2001, esta estação apresentou significativa perda de dados, em decorrência de freqüentes interrupções no fornecimento de energia elétrica e de problemas de comunicação, pois a conexão telefônica utilizada era de baixa qualidade. O problema referente à energia elétrica foi resolvido no final de 2002, porém este fato se refletiu de forma negativa no desempenho da estação durante o ano, conforme indicado no Gráfico 11. O problema relativo à transferência dos dados foi sanado em abril de 2003, quando a comunicação através de linha telefônica discada foi substituída por conexão Internet.

Gráfico 11 – Percentagem de dias do ano com dados disponíveis para a estação Santa Maria (SMAR)

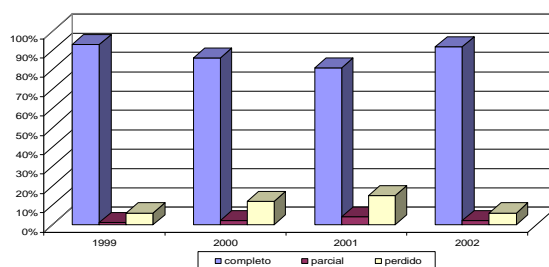


Devido ao curto período de funcionamento da estação, até o momento não foram gerados indicadores de qualidade dos dados coletados pela mesma.

#### 6.12 Estação Salvador (SALV)

Esta estação apresenta média de perda de dados inferior a 15%. Um dos fatores que contribui para esta situação é a boa infra-estrutura disponível no local de sua instalação, as dependências da Companhia de Desenvolvimento Urbano do Estado da Bahia (CONDER), em Salvador, que proporciona apoio imediato à estação quando necessário. Os problemas que ocasionaram as poucas ocorrências de perda estão relacionados à interrupção no fornecimento de energia elétrica, uma vez que a estação não possui nobreak. O Gráfico 12 possibilita a verificação do desempenho da estação.

Gráfico 12 – Percentagem de dias do ano com dados disponíveis para a estação Salvador (SALV)



Os indicadores de qualidade desta estação apresentam as mesmas características dos indicadores da estação RECF (Tabela 11), em especial os associados ao erro do relógio do receptor (Drift), que apresentaram aumento no período, parecendo indicar que o relógio está sofrendo uma ligeira degradação na sua qualidade. À semelhança da estação RECF, os dados coletados nos próximos anos poderão confirmar esta tendência.

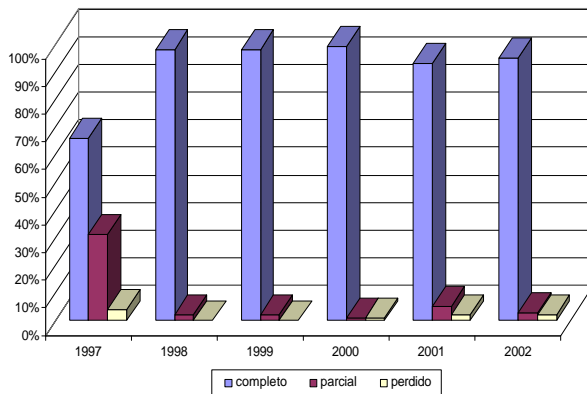
Tabela 11: Indicadores de qualidade da estação SALV.

Ano	MP1(m)	MP2(m)	Drift(ms)
1999	0,234	0,912	79,878
2000	0,227	0,906	95,202
2001	0,225	0,867	110,779

#### 6.13 Estação Presidente Prudente (UEPP)

Esta estação apresenta bom desempenho desde o início de sua operação, conforme indicado no Gráfico 13. Um dos fatores que contribui para esta situação é a boa infra-estrutura disponível no local de sua instalação, as dependências do UNESP, em Presidente Prudente, que proporciona apoio imediato à estação quando necessário.

Gráfico 13 – Percentagem de dias do ano com dados disponíveis para a estação Presidente Prudente (UEPP)



Os indicadores de qualidade MP1 e MP2 (Tabela 12) são comparáveis com os das outras estações.. Os valores do erro do relógio do receptor (Drift), por sua vez, apresentaram aumento no período, indicando que o relógio está sofrendo degradação na sua qualidade. Cabe destacar que este aumento do erro do relógio não implica em maiores problemas, uma vez que este parâmetro é determinado na solução GPS. Devido à grande quantidade de dados coletados nesta estação ao longo dos anos, esta estação pode ser utilizada como referência para análise de outras estações, similarmente à estação PARA.

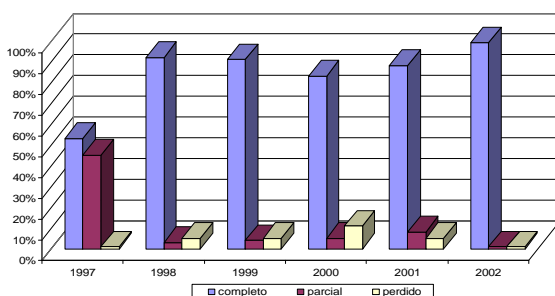
Tabela 12: Indicadores de qualidade da estação UEPP.

Ano	MP1(m)	MP2(m)	Drift(ms)
1996	0,273	0,732	121,714
1997	0,274	0,709	132,022
1998	0,280	0,793	146,697
1999	0,273	0,782	157,463
2000	0,267	0,778	171,708
2001	0,268	0,793	174,459

#### 6.14 Estação Viçosa (VICO)

Esta estação apresenta bom desempenho desde o início de sua operação, conforme indicado no Gráfico 14. Um dos fatores que explica esta situação é a boa infraestrutura disponível no local de sua instalação, as dependências da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, que proporciona apoio imediato à estação quando necessário.

Gráfico 14 – Percentagem de dias do ano com dados disponíveis para a estação Viçosa (VICO)



Analisando-se os resultados de MP1 e MP2 (Tabela 13), constata-se um aumento significativo nos mesmos. Isto indica a existência de obstruções próximas à antena da estação, o que precisa ser verificado.. O Drift apresenta pequenas alterações aleatórias no período analisado.. Esta estação, como é o caso das estações PARA e UEPP, também pode ser utilizada como referência para análise de outras estações.

Tabela 13: Indicadores de qualidade da estação VICO.

Ano	MP1(m)	MP2(m)	Drift(ms)
1997	0,265	0,698	108,362
1998	0,268	0,728	112,322
1999	0,266	0,745	108,490
2000	0,399	1,217	104,298
2001	0,491	1,152	104,243

## 7 FUTURO DA RBMC

Conforme visto na seção anterior, a RBMC está passando por uma atualização de equipamentos (micro computadores), e software, com vistas a melhorar o desempenho e gerenciamento das estações. Neste sentido, está sendo efetuada a substituição do programa de comunicação, de forma a permitir a transferência direta dos arquivos de observação via Internet.

O passo seguinte representará um marco no funcionamento da rede, com a transmissão em tempo real dos dados coletados para o CC, o que permitirá o cálculo de correções WADGPS para os usuários (FORTES, 2002). No âmbito deste melhoramento, está prevista ainda a redução da taxa de observação das estações de 15 para um segundo, o que suportará aplicações em tempo real em futuro próximo..

Outra etapa em andamento é a da densificação da RBMC. Na Figura 3, destaca-se a integração à rede - ocorrida em 2003 - de quatro estações de operação contínua administradas pela Centrais Elétricas de Minas Gerais – CEMIG, que, devido à sua área de abrangência, possibilitaram a densificação da rede na região sudeste do país. Cabe destacar que também estão sendo mantidas negociações com a Universidade de São Paulo/Escola de Engenharia de São Carlos (USP/EESC) e com a Universidade de Campinas (UNICAMP) no sentido de integrar suas estações, que se encontram em fase de estabelecimento, à RBMC. Com o estabelecimento de seis estações do SIVAM ainda em 2003, grande parte (cerca de 80%) da região amazônica estará recoberta nos mesmos padrões do restante do país.





FIG. 3 – Densificação da RBMC

## 8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**Camargo, P. O.,** "MODELO REGIONAL DA IONOSFERA PARA USO EM POSICIONAMENTO COM RECEPTORES GPS DE UMA FERQUÊNCIA". Tese de Doutorado, Universidade Federal do Paraná (UFPR). 1999.

**Fortes, L. P. S.,** "OPERACIONALIZAÇÃO DA REDE BRASILEIRA DE MONITORAMENTO CONTÍNUO DO SISTEMA GPS (RBMC)". Tese de Mestrado, Instituto Militar de Engenharia (IME). 1997.

**Fortes, L. P. S.,** "OPTIMISING THE USE OF GPS MULTI-REFERENCE STATIONS FOR KINEMATIC POSITIONING". PhD Thesis, UCGE Report Number 20158, The University of Calgary, 2002.

**McArthur, D.J. ; Steeves, R.R.,** ON THE IMPACT OF THE ACTIVE CONTROL SYSTEM ON SURVEY CONTROL NETWORKS. Geodetic Survey Division, Canada Center for Surveying, Ottawa, 1988.