



Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo dos Sistemas GNSS

15 anos

1996 a 2011

Relatório Técnico

Presidenta da República
Dilma Rousseff

Ministra do Planejamento, Orçamento e Gestão
Miriam Belchior

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE

Presidenta
Wasmália Socorro Barata Bivar

Diretor-Executivo
Nuno Duarte da Costa Bittencourt

ÓRGÃOS ESPECÍFICOS SINGULARES

Diretoria de Pesquisas
Marcia Maria Melo QuintsIr

Diretoria de Geociências
Wadih João Scandar Neto

Diretoria de Informática
Paulo César Moraes Simões

Centro de Documentação e Disseminação de Informações
David Wu Tai

Escola Nacional de Ciências Estatísticas
Denise Britz Silva

UNIDADE RESPONSÁVEL

Diretoria de Geociências
Coordenação de Geodésia
Maria Cristina Barboza Lobianco

Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão
Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE
Diretoria de Geociências
Coordenação de Geodésia

Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo dos Sistemas GNSS

15 anos

1996 a 2011

Relatório Técnico

Rio de Janeiro
2011

Palavras-chave: RBMC. Redes Geodésicas. Métodos geodésicos. Tecnologia GNSS. GPS.

SUMÁRIO

Apresentação	1
1 Introdução	1
1.1 Descrição geral.....	1
1.2 Objetivo	2
2 RBMC.....	2
2.1 Conceitos básicos.....	2
2.2 Histórico da implantação da RBMC	3
2.3 Partes componentes da RBMC.....	21
2.3.1 Centro de Controle da RBMC.....	21
2.3.2 Partes componentes de uma estação.....	22
2.4 Esquema de funcionamento da RBMC	28
2.5 Dados e informações disponíveis aos usuários (produtos)	31
2.6 Disponibilização dos dados da RBMC	35
2.7 Interface com usuário para recuperação dos dados	36
2.8 Informações Adicionais aos usuários	36
2.9 Serviço RBMC-IP.....	38
2.10 Publicações	40
3 Aplicações da RBMC	40
4 Instituições/Parcerias	42
5 Perspectivas Futuras.....	44
6 Agradecimentos.....	45

LISTA DE FIGURAS

1 – Distribuição das estações da RBMC instaladas até o final de 1996.....	6
2 – Distribuição das estações da RBMC instaladas até o final de 1997.....	7
3 – Distribuição das estações da RBMC instaladas até o final de 1998.....	8
4 – Distribuição das estações da RBMC instaladas até o final de 1999.....	9
5 – Distribuição das estações da RBMC instaladas até o final de 2000.....	10
6 – Distribuição das estações da RBMC instaladas até o final de 2001.....	11
7 – Distribuição das estações da RBMC instaladas até o final de 2003.....	12
8 – Distribuição das estações da RBMC instaladas até o final de 2004.....	13
9 – Distribuição das estações da RBMC instaladas até o final de 2005.....	14
10 – Distribuição das estações da RBMC instaladas até o final de 2006.....	15
11 – Distribuição das estações da RBMC instaladas até o final de 2007.....	16
12 – Distribuição das estações da RBMC instaladas até o final de 2008.....	17
13 – Distribuição das estações da RBMC instaladas até o final de 2009.....	18
14 – Distribuição das estações da RBMC instaladas até o final de 2010.....	19
15 – Distribuição das estações da RBMC (situação em outubro de 2011).....	20

LISTA DE TABELAS

1 - Cronograma de instalações/desinstalações das estações da RBMC até o out/2011.....	4
2 - Quantitativo dos arquivos produzidos pela RBMC até outubro de 2011.	32

Apresentação

Em 13 dezembro de 2011 a RBMC - Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo dos Sistemas GNSS (Sistemas de Navegação Global por Satélites, como o norte-americano GPS – Sistema de Posicionamento Global, e o russo GLONASS), completará 15 anos do início de sua implantação. No dia 13 de dezembro de 1996 foi instalada a primeira estação da rede na cidade de Curitiba/PR, cuja sigla que identifica a mesma é PARA e no dia 18 do mesmo mês e ano era instalada a estação da cidade de Presidente Prudente/SP (UEPP). Com a integração das estações das cidades de Brasília/DF (BRAZ) e Fortaleza/CE (FORT), instalada por outras instituições parceiras do IBGE, e no final do ano de 1996 a RBMC contava com 4 estações em operação.

Durante estes 15 anos a rede evoluiu, passou por três modelos de operação e vem disponibilizando dados, e mais recentemente um serviço em tempo real que vem apoiando diversas atividades da sociedade no âmbito de projetos de engenharia e de pesquisa. Atualmente, a rede conta com 85 estações instaladas, seis em fase de conclusão de instalação e testes e duas em fase de projeto e instalação.

Nesse documento estarão apresentados detalhes do histórico, operação e outras informações pertinentes aos 15 anos da RBMC.

Os dados e relatórios de todas as estações podem ser acessados pela página: www.ibge.gov.br/home/geociencias/download/tela_inicial.php?tipo=8 e no servidor de FTP: <ftp://geoftp.ibge.gov.br/RBMC/>. Estes dados são organizados em arquivos de observações diárias, sempre referentes ao dia imediatamente anterior. É possível ainda receber informações seguindo o twitter @IBGE_RBMC.

Wadih João Scandar Neto
Diretor de Geociências

1 INTRODUÇÃO

1.1 Descrição geral

Com o surgimento e a popularização do Sistema de Posicionamento Global (GPS) entre as décadas de 80 e 90, muitas instituições iniciaram sua utilização em atividades geodésicas. Acompanhando esta tendência no ano de 1991 o IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) iniciou o emprego do GPS em suas atividades de levantamento geodésico. Na época para se obter resultados com qualidade geodésica era necessária a aplicação do posicionamento relativo. Este método de posicionamento requer que sejam realizadas observações em um ou mais marcos de coordenadas conhecidas, que servirão como estações de referência. Desta maneira sempre que um novo levantamento era executado também era necessário realizar observações em outros marcos com coordenadas conhecidas de forma simultânea. Isto causava um inconveniente, pois um ou mais equipamentos eram imobilizados para servirem como estações de referência.

Para sanar este tipo de restrição foi desenvolvido o conceito de SCA (Sistema de Controle Ativo), que na realidade é uma rede de estações de referência que coletam e armazenam observações GPS de maneira contínua. A primeira rede deste tipo foi o *Canadian Active Control System* (CACS, <http://www.geod.nrcan.gc.ca>, visitado em 07 de junho de 2011).

No Brasil, também em 1991, a Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) iniciou as discussões e o desenvolvimento do projeto para estabelecimento da RBMC, denominada na época como Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo do Sistema GPS, que é a rede de monitoramento contínuo mais importante do país. No final do ano de 1996 o IBGE começou a implantar esta rede. As estações da RBMC são equipadas com receptores GPS de dupla frequência que coletam continuamente as observáveis GPS, sendo esta rede, a principal ligação com redes internacionais e com os sistemas de referência adotados globalmente.

1.2 Objetivo

Este documento tem como objetivo apresentar informações relativas aos 15 anos de implantação, desenvolvimento, evolução e operação da RBMC. O mesmo complementa outros três relatórios de análise de qualidade dos dados que foram elaborados e divulgado ao longo do ano de 2011.

2 RBMC

2.1 Conceitos básicos

Como já mencionado anteriormente, a RBMC utiliza o conceito de um SCA. Isso quer dizer que usuários interessados em realizar levantamentos com o GPS, utilizando o método de posicionamento relativo, não necessitam ocupar as estações de referência, apenas as estações a determinar. Seus dados podem ser utilizados por qualquer usuário do SGB (Sistema Geodésico Brasileiro).

Durante os 15 anos da RBMC, a mesma passou por várias fases com processos de ampliação da rede, evolução dos procedimentos e modernização dos equipamentos e infra-estruturas, tanto das estações quanto do CCRBMC (Centro de Controle da RBMC).

Com base nisto, este documento abordará informações sobre os conceitos, definições, equipamentos e procedimentos empregados na implantação, desenvolvimento e operação da RBMC, durante os seus 15 anos.

2.2 Histórico da implantação da RBMC

No final do ano de 1996 foram instaladas as estações de Curitiba/PR (PARA) e Presidente Prudente/SP (UEPP). Nesta época já existiam no Brasil outras duas estações em funcionamento, sendo elas: Fortaleza/CE (FORT); e Brasília/DF (BRAZ). Estas estações foram implantadas e eram mantidas por outras instituições internacionais. Contudo, estas estações foram integradas ao conjunto das estações da RBMC e seus dados armazenados e distribuídos aos usuários. Com o passar dos anos novas estações foram instaladas e outras integradas e algumas substituídas, sendo que no final de 2006 a rede contabilizava 26. Apesar das estações de Ilha Solteira/SP (ILHA), Ourinhos/SP (OURI) e São José do Rio Preto/SP (SJRP), terem sido instaladas em 2006, as mesmas foram integradas na RBMC somente em 2009.

No ano de 2007 iniciou-se a implantação do projeto de expansão e modernização da RBMC, em parceria com o INCRA. Agora quando a RBMC está para completar 15 anos de operação a mesma conta com 85 estações instaladas, seis em fase de conclusão de instalação e testes e duas em fase de projeto e instalação.

Durante estes 15 anos a rede evoluiu, passou por três modelos de operação e vem disponibilizando dados, e mais recentemente um serviço em tempo real que vem apoiando diversas atividades da sociedade no âmbito de projetos de engenharia e de pesquisa.

Na Tabela 1 está apresentado o cronograma das instalações e desinstalações das estações que formavam a RBMC até outubro de 2011. Também são apresentadas as Figuras de 1 a 15 com as distribuições das estações e sua evolução temporal.

Tabela 1: Cronograma de instalações/desinstalações das estações da RBMC até o out/2011.

Estação	Sigla	UF	Instalação	Desinstalação
Fortaleza	FORT	CE	1993-05-13	2006-04-08
Brasília	BRAZ	DF	1995-05-26	
Curitiba	PARA	PR	1996-12-13	2007-05-07
Presidente Prudente	UEPP	SP	1996-12-18	2005-12-10
Bom Jesus da Lapa	BOMJ	BA	1997-02-18	
Manaus	MANA	AM	1997-04-29	2003-12-01
Viçosa	VICO	MG	1997-05-22	
Cuiabá	CUIB	MT	1997-06-18	
Imperatriz	IMPZ	MA	1997-07-18	
Porto Alegre	POAL	RS	1998-10-28	
Salvador	SALV	BA	1999-05-20	2008-08-10
Recife	RECF	PE	1999-07-06	
Cananéia	NEIA	SP	1999-08-21	
Ubatuba	UBAT	SP	1999-08-21	2009-11-16
Crato	CRAT	CE	2000-05-08	
Governador Valadares	GVAL	MG	2001-04-18	
Montes Claros	MCLA	MG	2001-04-18	
Uberlândia/UFU	UBER	MG	2001-04-18	
Varginha	VARG	MG	2001-04-18	2010-03-08
Rio de Janeiro	RIOD	RJ	2001-07-21	
Santa Maria	SMAR	RS	2001-10-09	
Cachoeira Paulista	CHPI	SP	2003-05-08	
Belém	BELE	PA	2003-11-19	
Macapá	MAPA	AP	2003-11-22	
Fortaleza 2005	BRFT	CE	2005-09-06	
Porto Velho	POVE	RO	2005-10-14	
Manaus	NAUS	AM	2005-10-25	
Presidente Prudente	PPTTE	SP	2005-12-11	
Ilha Solteira	ILHA	SP	2006-06-30	
São José do Rio Preto	SJRP	SP	2006-08-15	
Escola Politécnica da USP	POLI	SP	2006-12-12	
Ourinhos	OURI	SP	2006-12-20	
Rio Branco	RIOB	AC	2007-03-21	
Cruzeiro do Sul	CRUZ	AC	2007-03-22	
Observatório Nacional	ONRJ	RJ	2007-03-31	
Marabá	MABA	PA	2007-04-18	
Salvador INCRA	SAVO	BA	2007-04-24	
São Gabriel da Cachoeira	SAGA	AM	2007-05-03	
Salvador Capitania dos Portos	SSA1	BA	2007-05-04	
Curitiba UFPR	UFPR	PR	2007-05-08	
Imbituba	IMBT	SC	2007-05-10	
Uberlândia/UFU	MGUB	MG	2007-05-21	
São Luis	SALU	MA	2007-05-23	
Boa Vista	BOAV	RR	2007-05-31	
Vitória	CEFE	ES	2007-07-24	
Chapecó	SCCH	SC	2007-08-14	
Arapiraca	ALAR	AL	2007-08-16	
Lages	SCLA	SC	2007-08-17	
Eusébio	CEEU	CE	2007-09-14	
Montes Claros CODEVASF	MGMC	MG	2007-10-03	
Petrolina	PEPE	PE	2007-10-05	

Inconfidentes	MGIN	MG	2007-10-10
Humaitá	AMHU	AM	2007-10-15
Guajará-Mirim	ROGM	RO	2007-10-19
Campo Grande	MSCG	MS	2007-10-29
Dourados	MSDO	MS	2007-10-29
Jataí	GOJA	GO	2007-11-07
Gurupi	TOGU	TO	2007-11-09
Palmas	TOPL	TO	2007-11-13
Colider	MTCO	MT	2007-11-29
Ji-Paraná	ROJI	RO	2007-11-30
Rosana	ROSA	SP	2007-12-03
São Felix do Araguaia	MTSF	MT	2007-12-04
Barra do Garças	MTBA	MT	2007-12-05
Campina Grande	PBCG	PB	2007-12-08
Campos dos Goytacazes	RJCG	RJ	2007-12-11
Teixeira de Freitas	BATF	BA	2008-05-28
Vitória da Conquista	BAVC	BA	2008-05-29
Irecê	BAIR	BA	2008-07-28
Natal	RNNA	RN	2008-07-28
Santana	APSA	AP	2008-07-30
Mossoró	RNMO	RN	2008-08-01
Barreiras	BABR	BA	2008-08-02
Fortaleza (Porto)	CEFT	CE	2008-08-13
Belo Horizonte	MGBH	MG	2008-09-17
São Raimundo Nonato	PISR	PI	2008-11-20
Colorado D'Oeste	ROCD	RO	2008-11-25
Maringá	PRMA	PR	2008-12-08
Guarapuava	PRGU	PR	2008-12-10
Campinas	SPCA	SP	2009-09-09
Araçatuba	SPAR	SP	2009-09-13
Ubatuba (marégrafo)	UBA1	SP	2009-11-16
Itaituba	PAIT	PA	2009-11-19
Altamira	PAAT	PA	2009-11-24
Balsas	MABS	MA	2009-11-25
Rio Paranaíba	MGRP	MG	2009-12-14
Varginha (CEMIG)	MGVA	MG	2010-03-09
Vila Bela da Santíssima Trindade	MTVB	MT	2010-04-22
Juína	MTJU	MT	2010-04-26
Teresina	PITN	PI	2010-07-06
Sorriso	MTSR	MT	2010-11-22
Canarana	MTCN	MT	2010-11-25

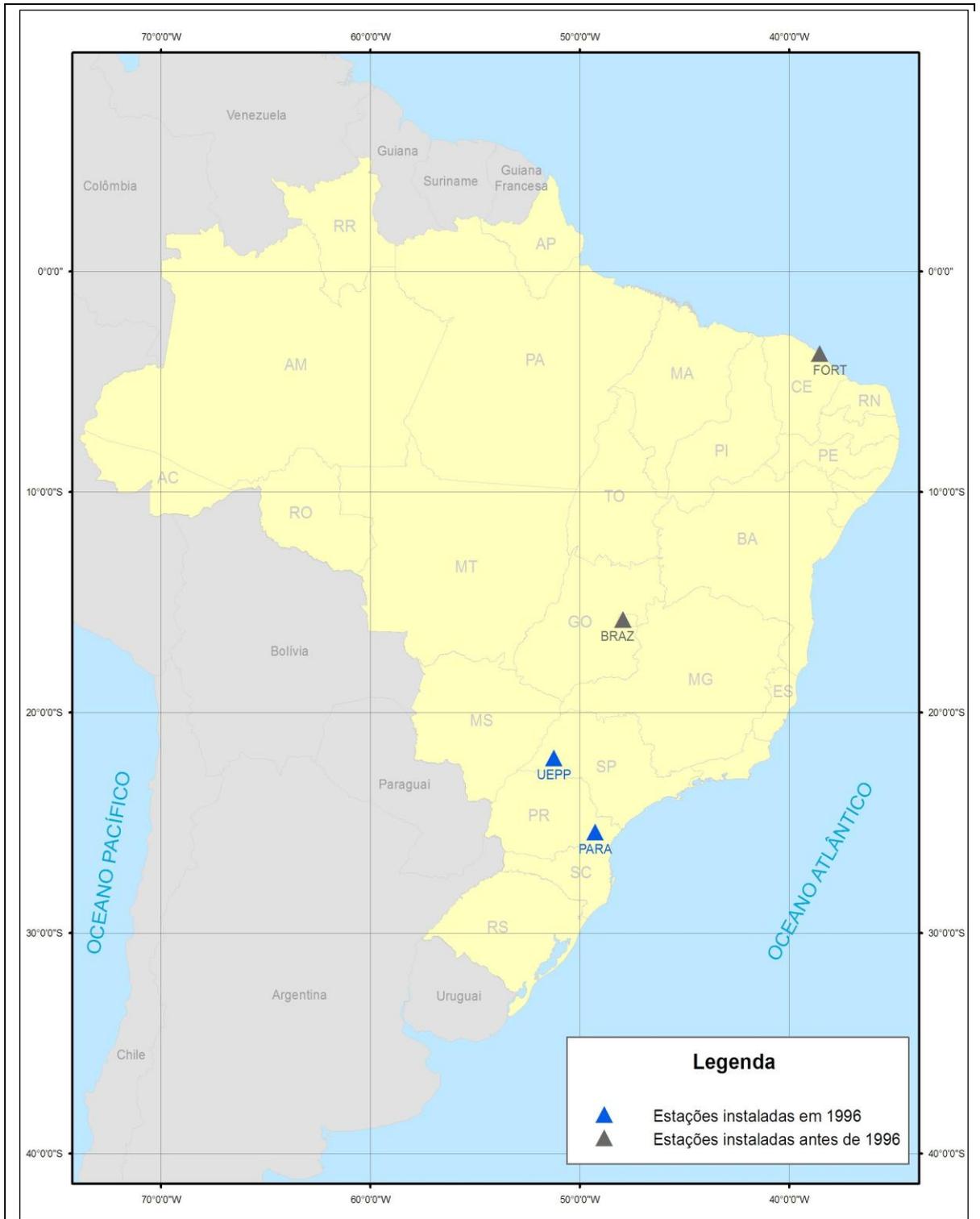


Figura 1 – Distribuição das estações da RBMC instaladas até o final de 1996.

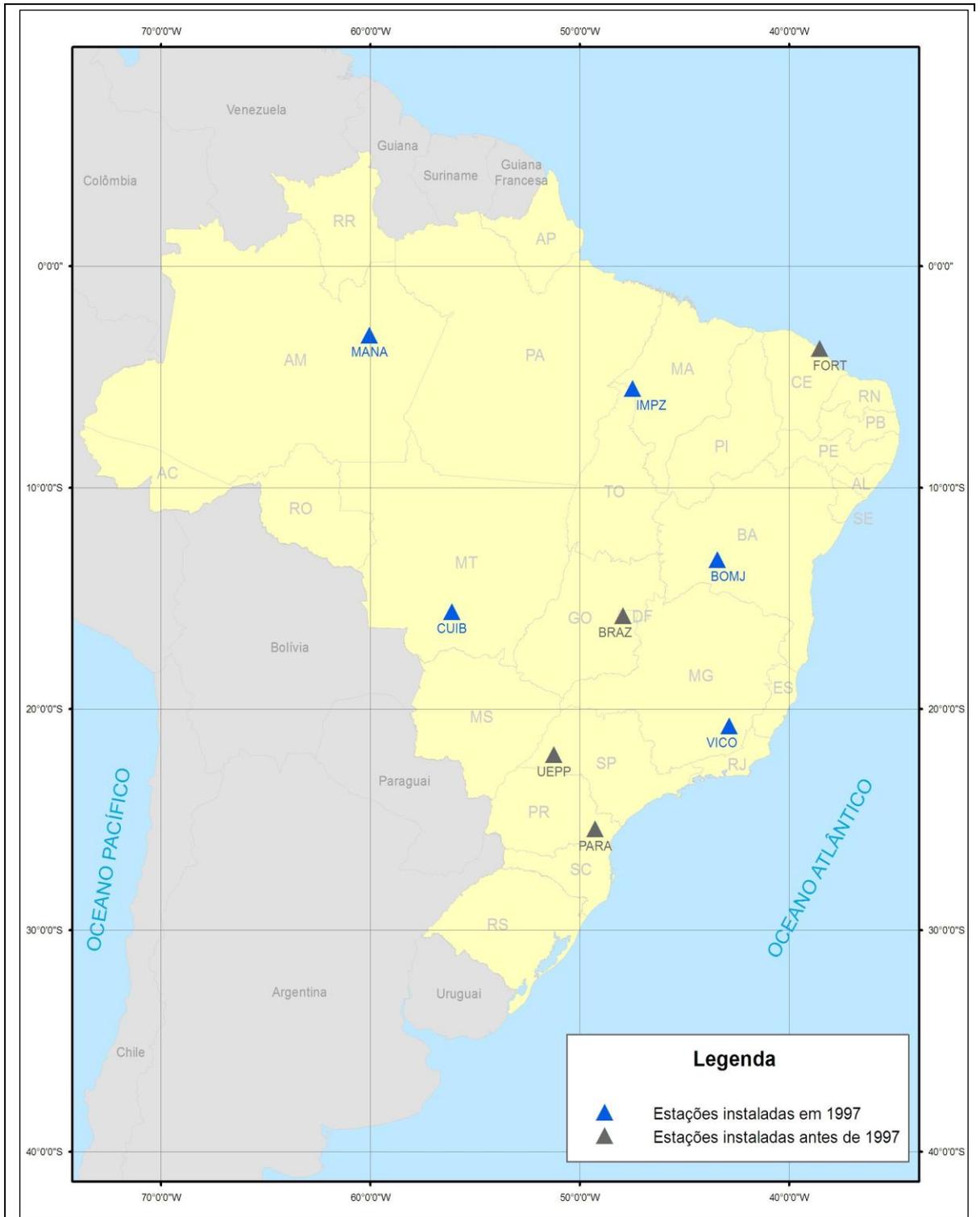


Figura 2 – Distribuição das estações da RBMC instaladas até o final de 1997.



Figura 3 – Distribuição das estações da RBMC instaladas até o final de 1998.

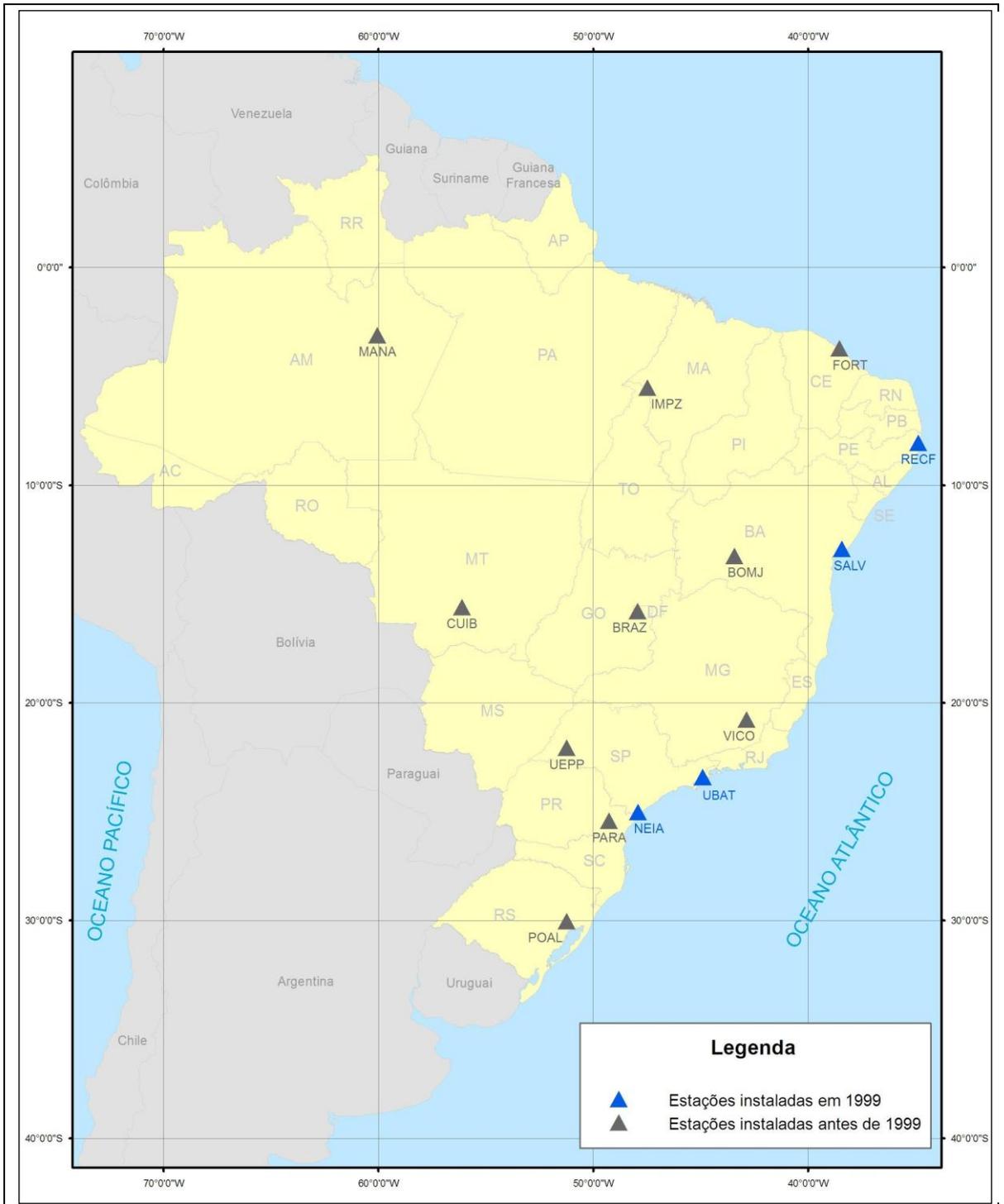


Figura 4 – Distribuição das estações da RBMC instaladas até o final de 1999.

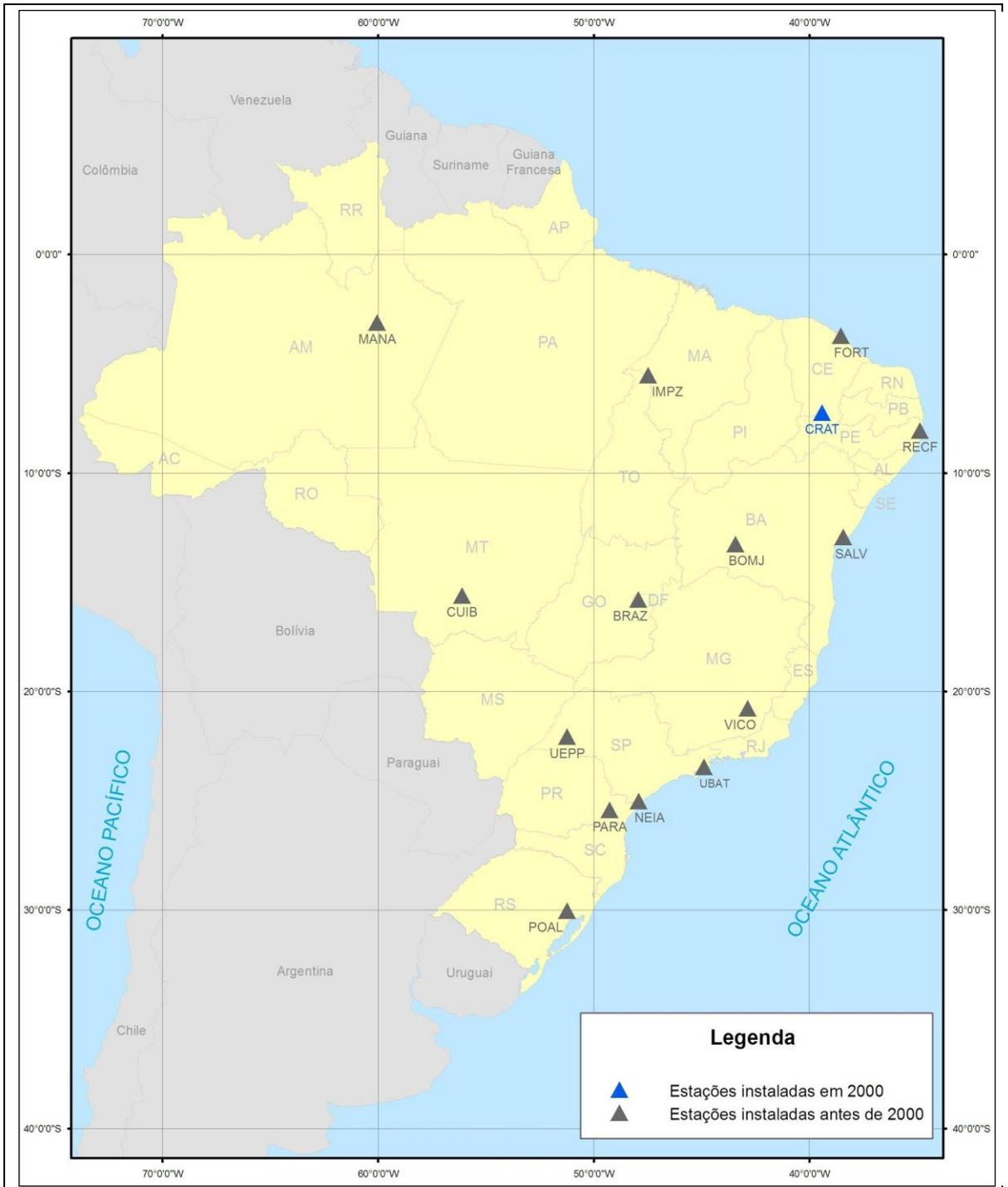


Figura 5 – Distribuição das estações da RBMC instaladas até o final de 2000.

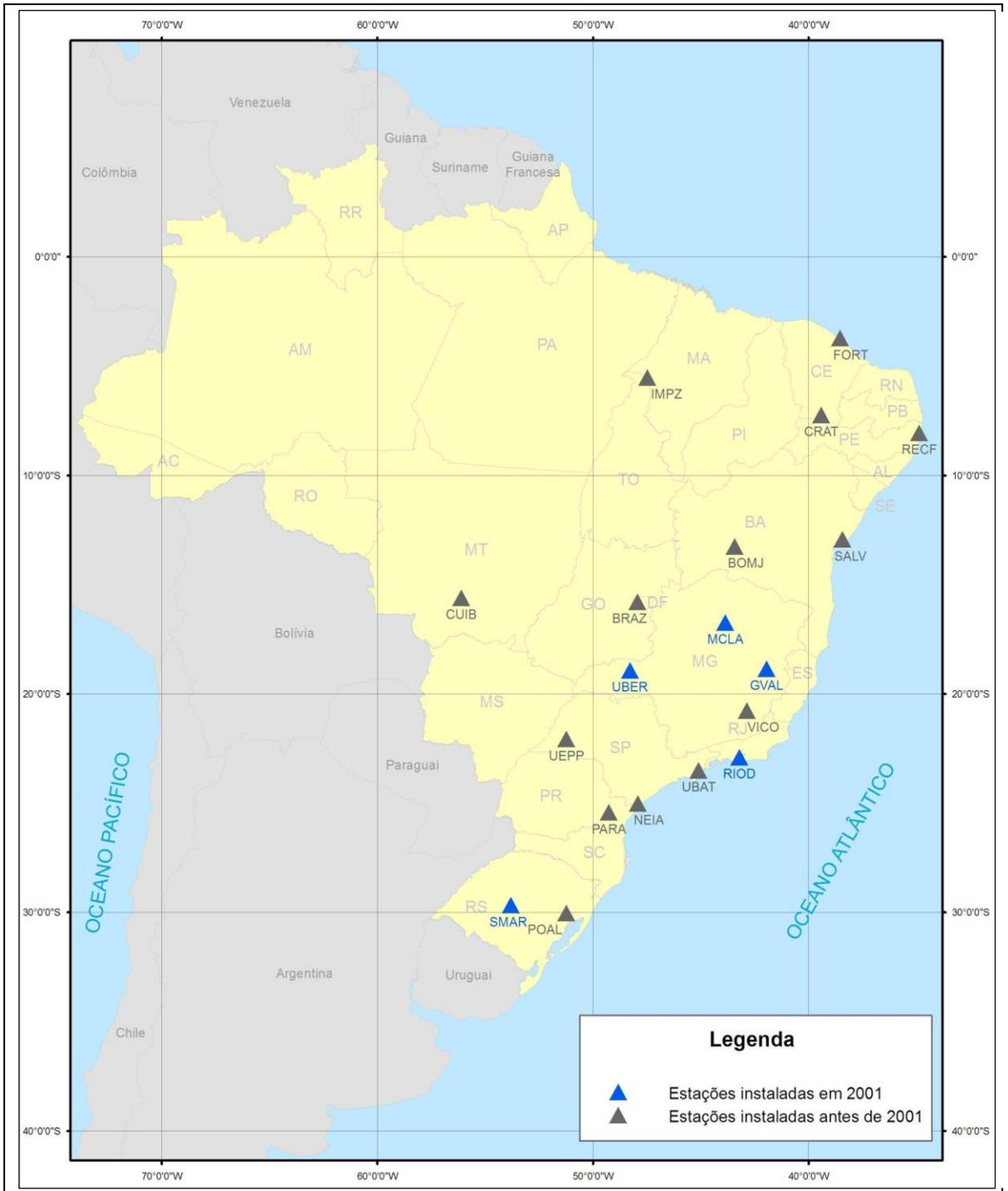


Figura 6 – Distribuição das estações da RBMC instaladas até o final de 2001.

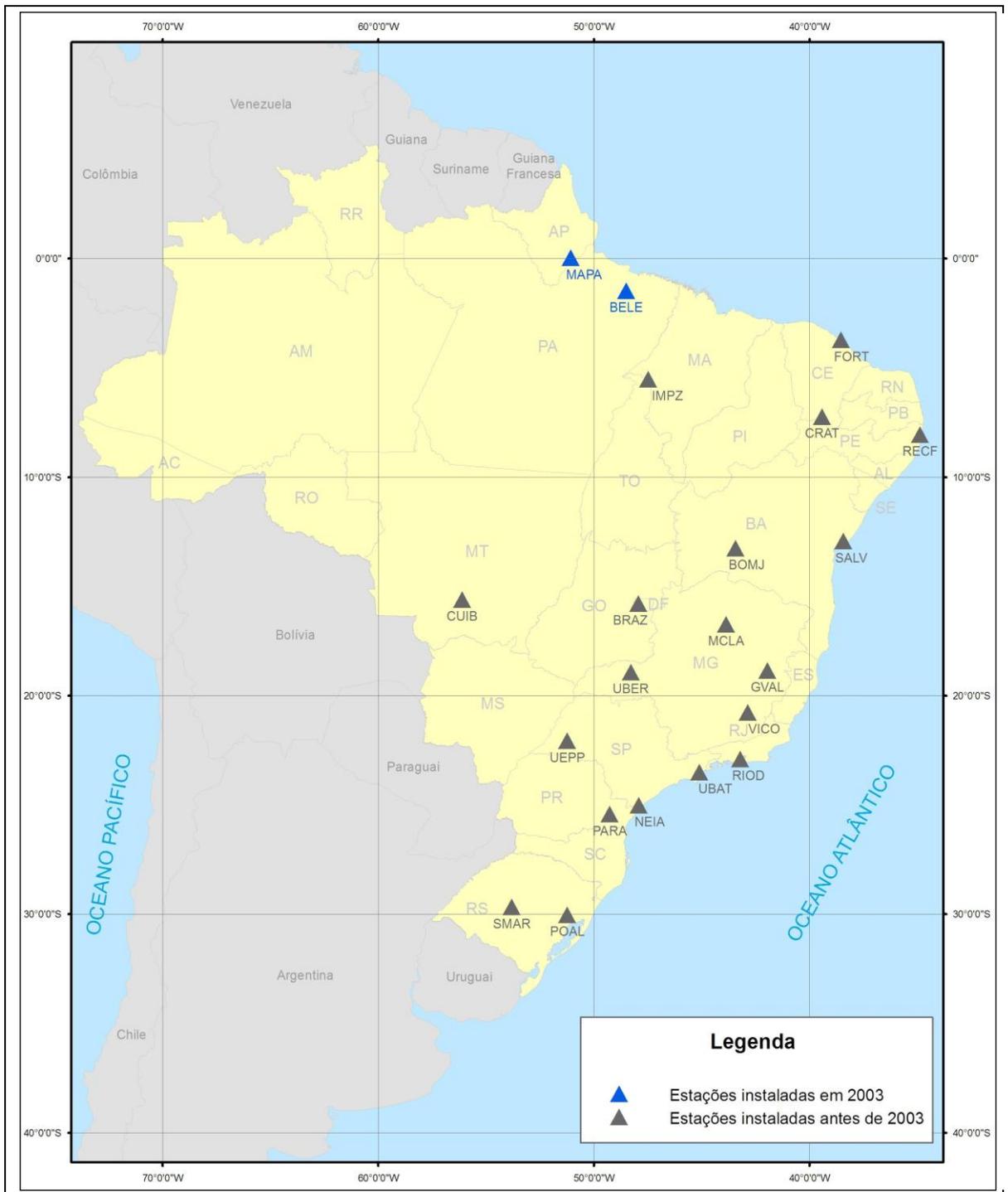


Figura 7 – Distribuição das estações da RBMC instaladas até o final de 2003.

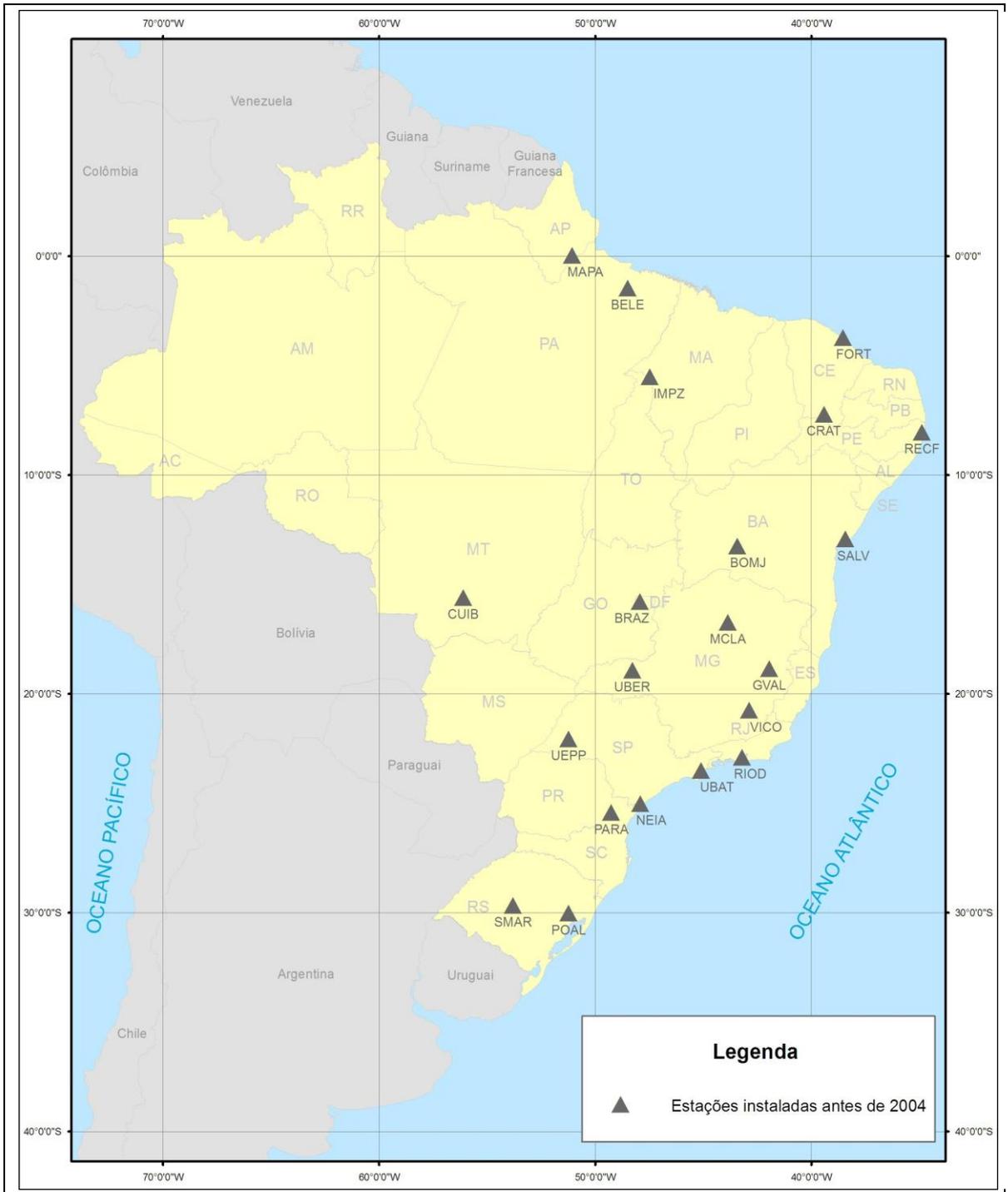


Figura 8 – Distribuição das estações da RBMC instaladas até o final de 2004.

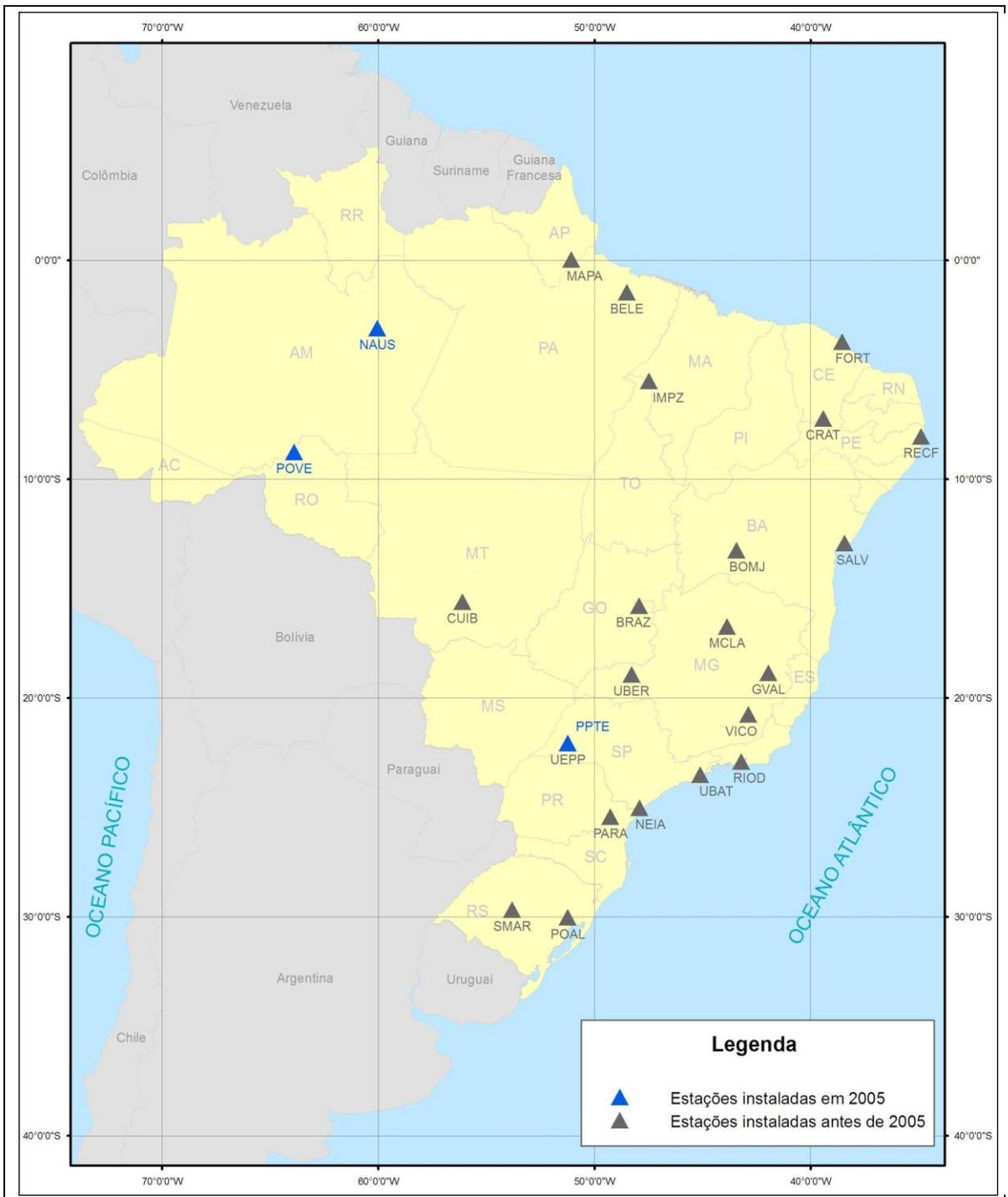


Figura 9 – Distribuição das estações da RBMC instaladas até o final de 2005.

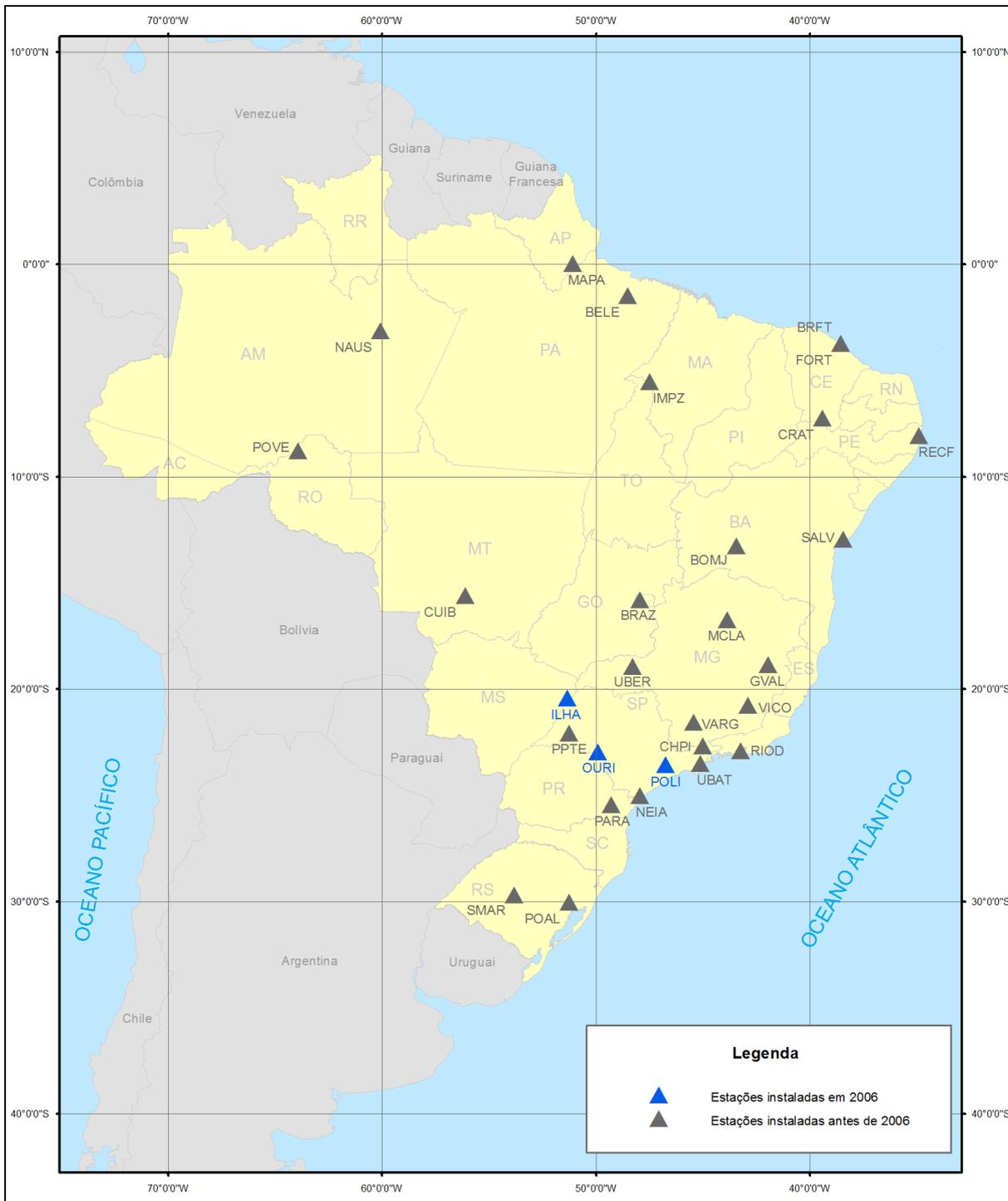


Figura 10 – Distribuição das estações da RBMC instaladas até o final de 2006.

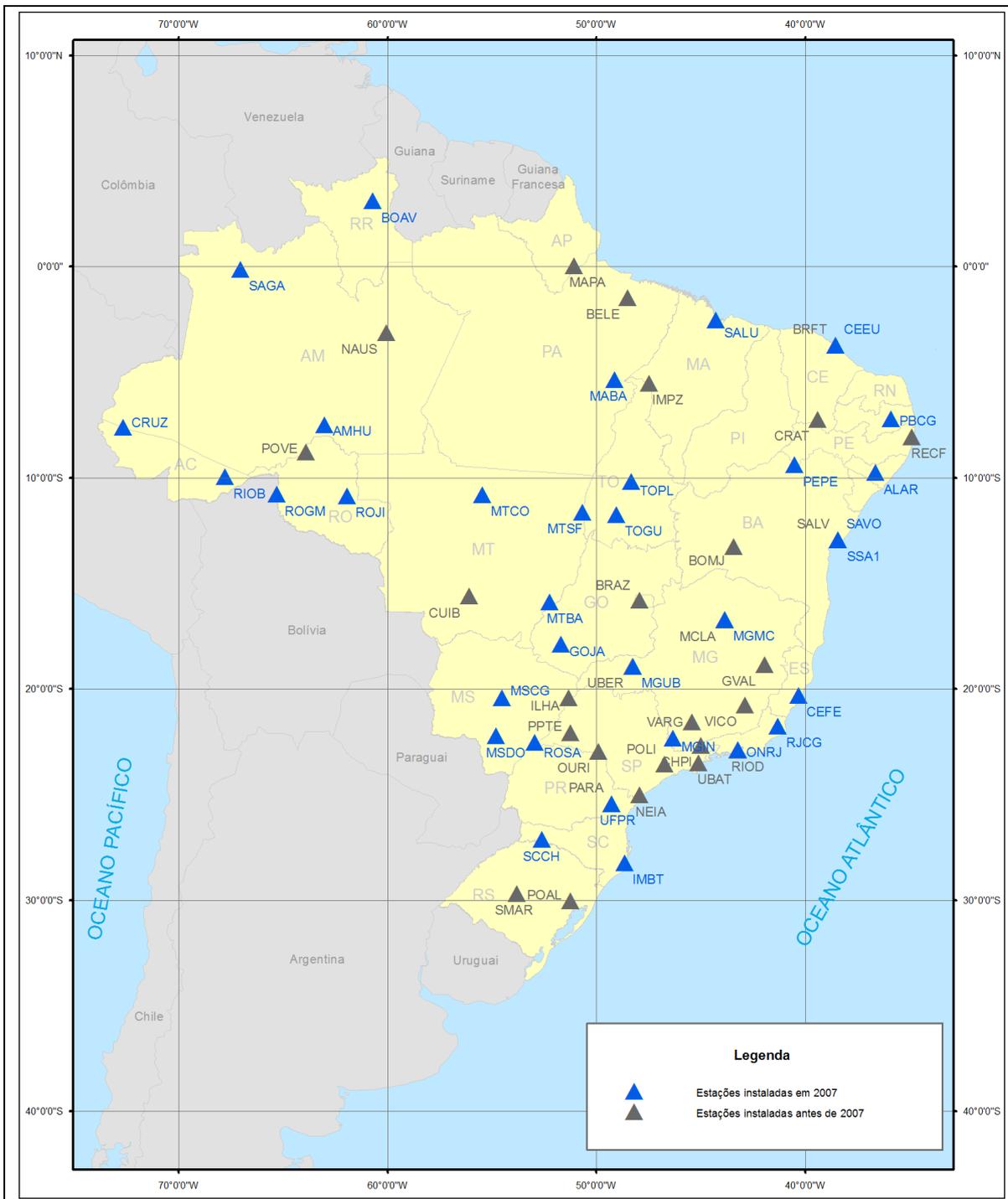


Figura 11 – Distribuição das estações da RBMC instaladas até o final de 2007.



Figura 12 – Distribuição das estações da RBMC instaladas até o final de 2008.

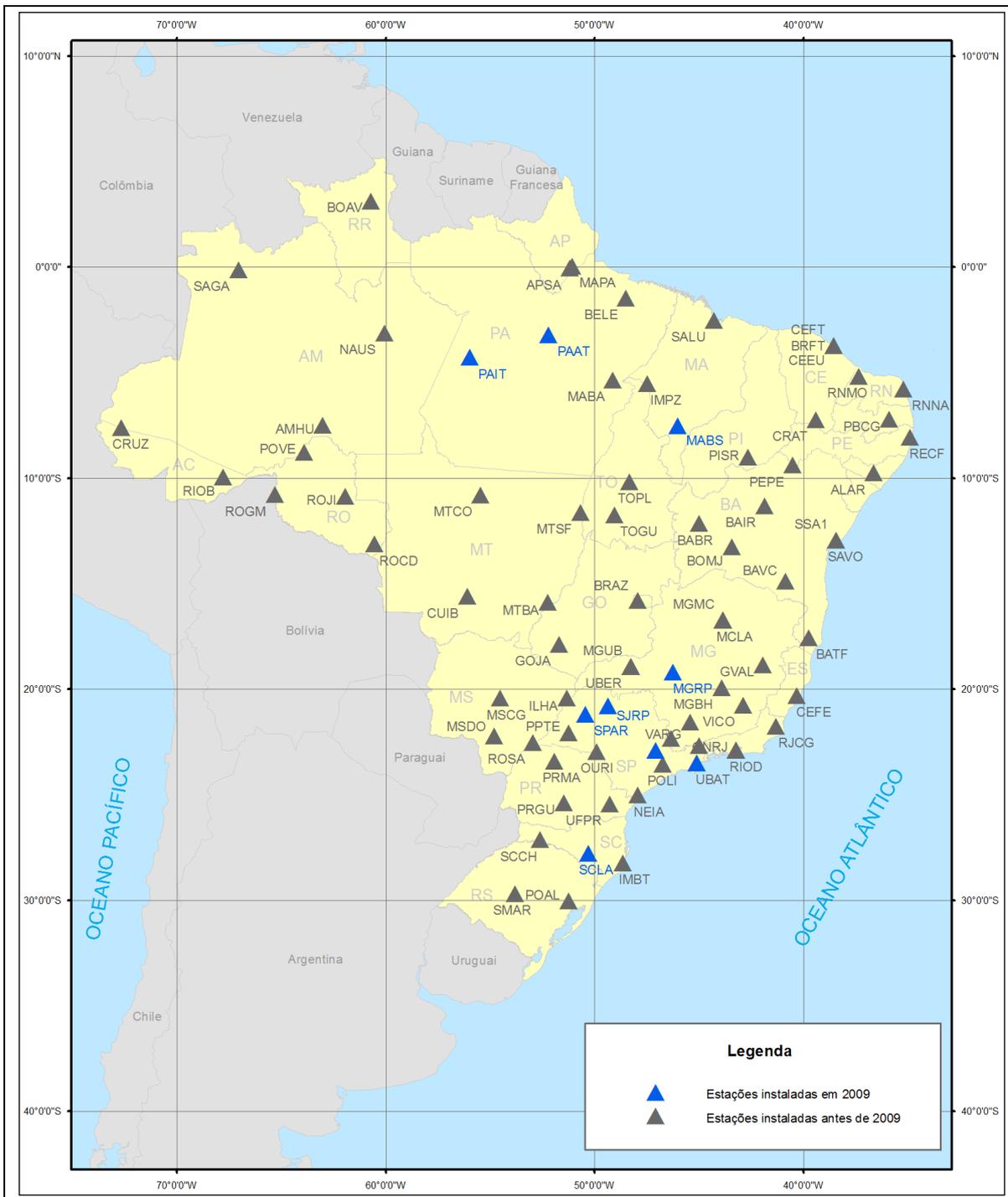


Figura 13 – Distribuição das estações da RBMC instaladas até o final de 2009.

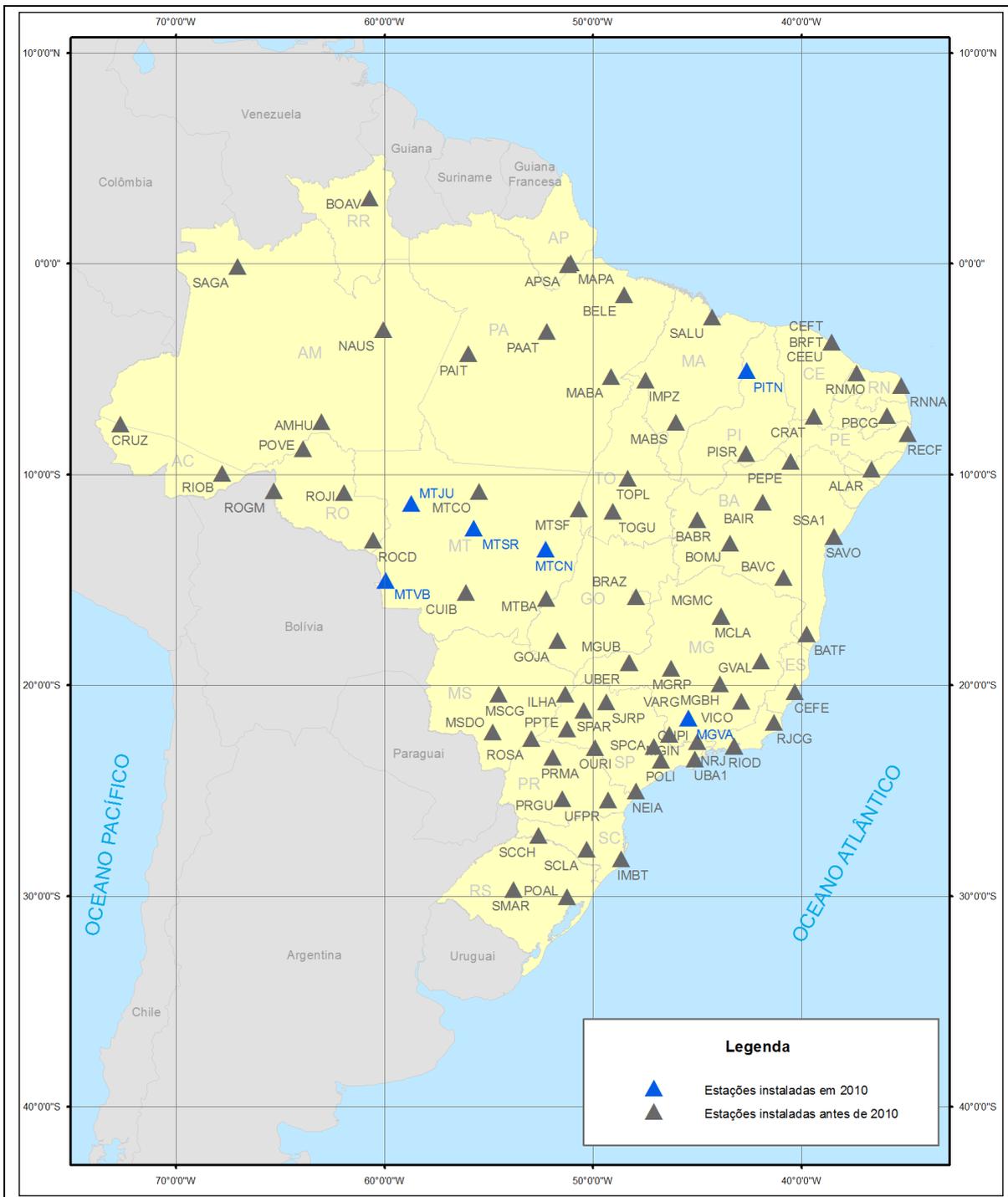


Figura 14 – Distribuição das estações da RBMC instaladas até o final de 2010.



Figura 15 – Distribuição das estações da RBMC (situação em outubro de 2011).

2.3 Partes componentes da RBMC

De forma geral a RBMC pode ser dividida em duas partes sendo a primeira composta pelas estações e a segunda pelo Centro de Controle da RBMC (CCRBMC) localizado na Diretoria de Geociências do IBGE, na cidade do Rio de Janeiro/RJ. Cada qual possui estruturas e desenvolvem atividades específicas na operação da RBMC.

2.3.1 Centro de Controle da RBMC

O CCRBMC é composto por equipamentos, estruturas e sistemas de comunicação que permitem a operação da RBMC. Entre as atividades do CCRBMC, destacam-se:

- a) escolha de locais para instalação das estações;
- b) instalação das estações;
- c) gerenciamento das parcerias para operação das estações;
- d) responsabilizar-se pela operação das estações, remotamente, em caráter permanente;
- e) gerenciar as informações da RBMC e os processos de transferência e organização dos dados;
- f) gerar material técnico (relatórios, descritivos e manuais) para a operacionalização da RBMC e apoio aos usuários;
- g) executar a verificação da qualidade dos dados antes de disponibilizá-los para os usuários;
- h) disponibilizar os dados e outras informações das estações para os usuários;

- i) elaborar e atualizar o relatório descritivo das estações da RBMC quando houver qualquer modificação no equipamento ou marco e informar aos usuários sobre esta alteração;
- j) informar qualquer problema operacional (condições anormais) relacionado com as estações, como por exemplo, interrupções de dados devido a problemas de equipamentos ou infra-estrutura; e
- k) acompanhar, através de visitas técnicas de inspeção, as condições de instalação e operação das estações, para em caso de necessidade realizar manutenções preventivas ou corretivas.

2.3.2 Partes componentes de uma estação

As partes (equipamentos e estruturas) que compõem as estações da RBMC seguem as seguintes especificações:

- pilar: monumento (estrutura) ou marco onde está instalado um dispositivo de centragem forçada que materializa o ponto com as coordenadas geodésicas de alta precisão, da estação;
- antena: para recepção dos sinais GNSS, e instalada no dispositivo de centragem forçada;
- receptor geodésico: de dupla frequência de sinais GNSS, dotado de pelo menos 09 canais para observação independente da fase das onda portadoras L1 e L2 (ciclo inteiro), código P e C/A em L1 e P em L2; com memória suficiente para armazenar dados de uma semana de observação;
- microcomputador: para gerenciamento do receptor, transferência dos dados do receptor para o disco rígido e primeiro tratamento dos dados (requisito utilizado até o início de 2007);

- sistema nobreak: com autonomia de no mínimo 110 minutos, para um consumo de 250w/h;
- filtro de linha: com proteção para telefone, para estações onde as transferências dos dados eram por linha discada, (requisito utilizado até o início de 2007); e
- sistema de comunicação: com acesso internet ou linha discada (requisito utilizado até o início de 2007) para gerenciamento da estação e transferência dos dados; e
- sala: local seguro e protegido, com acesso controlado e ambiente climatizado por aparelho de ar-condicionado (compatível com as dimensões da sala), onde eram instalados o receptor e o microcomputador da estação.

Entre os anos de 1996 e 2007 os receptores e antenas empregados nas estações da RBMC possuíam as seguintes especificações mínimas:

- dotado de, pelo menos, 09 (nove) canais para observação independente da fase das portadoras L1 e L2 (ciclo inteiro), código P em L1 e L2; no caso de criptografia do código P, capacidade de observação da fase das portadoras L1 e L2 (ciclo inteiro), código(s) em L1 e L2 (C/A, Y1 e Y2; ou C/A e Y2-Y1); estes canais 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 (também conhecida por AS, consiste na criptografia do código P (FORTES, 1997);
- com recursos que minimizam a radiointerferência;
- cujas observações correspondentes podem ser aplicadas nos métodos Estático-rápido (*fast-static*) e Solução das Ambigüidades em Tempo Real (RTK); com respeito a esta última opção, o receptor deve apresentar internamente todos os componentes necessários à transmissão em

tempo real das observações, incluindo a respectiva porta de saída, não estando previstos os componentes para a transmissão propriamente dita (rádios e etc.);

- cujas observações fornecidas possibilitam o cálculo de correções ao código, com precisão sub-métrica, para serem utilizadas por equipamentos de código C/A fabricados por outros fornecedores; esta opção estabelece a necessidade de presença de porta de saída no receptor para transmissão em tempo real das correções em formato RTCM, não estando previstos os componentes para a transmissão propriamente dita (rádios e etc.);
- com gabinete selado, a prova d'água, com temperatura de operação de -20°C a +55°C;
- capaz de fornecer uma precisão de posicionamento horizontal de 5mm ± 1ppm ou melhor;
- capaz de fornecer uma precisão de posicionamento vertical de 10mm ± 1ppm ou melhor;
- dotado de memória interna com capacidade de armazenamento de, no mínimo, 4Mb de dados;
- com possibilidade de gravar observações a uma taxa variável, pelo menos, de 0,5s a 10min;
- com antena geodésica choke-ring externa para dupla frequência, a prova d'água, temperatura de operação de -20°C a +55°C, com acessórios (cabos de 10 e 30 metros, base nivelante, etc.);
- dotado de, pelo menos, dois conectores RS232;
- dotado de entradas para alimentação DC ou AC, com chaveamento automático, sem interrupção de observação e gravação dos dados;
- dotado de bateria(s) selada(s) de Ni-Cad para operação contínua por um período de, no mínimo, 8h;
- capaz de ser configurado e controlado pelo teclado ou por software para

ambiente DOS e/ou Windows 3.x (ou superior) em microcomputador PC-compatível conectado ao receptor pela RS232;

- com garantia mínima de 1 (hum) ano; e
- com manutenção efetuada por representante nacional devidamente capacitado.

Devido as características destes receptores era necessário a utilização de um microcomputador para fornecer o suporte para o gerenciamento do receptor, garantir o armazenamento dos dados, por longos períodos e fornecer a comunicação com a estação, por meio de linha discada ou internet. As características mínimas deste microcomputador eram:

- processador Pentium de 100 Mhz, no mínimo, com barramento ISA/PCI;
- no mínimo, 16 Mb de memória RAM com 256k de cache externo de RAM estática;
- drive 3 1/2", 1,44 Mb;
- disco rígido de, no mínimo, 1 Gb de capacidade, com tempo de acesso médio melhor que 13 ms, com controladora EIDE (com cache);
- portas seriais (COM) e 1 paralela;
- monitor SVGA colorido de 14", dot pitch menor ou igual a 0,28mm;
- placa de vídeo PCI/SVGA com 2Mb;
- mouse;
- placa fax/modem 28.800 bps, V34, interna;
- Windows 95;
- atendimento ao padrão ISO9000;
- garantia mínima de 1 (hum) ano; e
- manutenção por representante nacional devidamente capacitado.

No ano de 2007 com o início do projeto de modernização e expansão da RBMC, todas as estações gerenciadas diretamente pelo IBGE tiveram seus antigos receptores e antenas substituídos por novos, com as seguintes especificações mínimas:

- Receptores:
- No mínimo de 12 (doze) canais independentes, para cada tipo de onda portadora e sistema de satélite, com capacidade de rastrear:
 - fases completas dos sinais L1, L2 e L5;
 - códigos C/A, P e L2C.
- Autonomia dos canais em selecionar qual técnica a ser utilizada na observação do sinal emitido pelo satélite, isto é, possibilidade de observar ao mesmo tempo o código P, quando este não estiver criptografado, e o código Y nos sinais daqueles com implementação de *anti-spoofing* (AS);
- Possibilidade de rastreamento de sinais enviados tanto pelo sistema GPS (*Global Positioning System*), quanto pelo GLONASS (*Global Navigation Satellite System*) e GALILEO;
- Recursos que minimizem a radiointerferência, os efeitos de multicaminho (*multipath*), assim como os níveis de ruído na aquisição dos sinais de uma forma geral;
- possuir no mínimo: 2 (duas) portas seriais RS232 e 1 (uma) USB para comunicação;
- memória com capacidade mínima de armazenamento de 1GB de dados, podendo ser expandida ao menos até 2 GB, através de cartões de memória disponíveis no mercado ou memória suficiente para armazenar 30 dias de rastreamento a um intervalo de coleta de 1 PPS (*pulse per second*);
- intervalo de gravação de dados variável de até 1 Hz (1 PPS);

- bateria interna, auto-recarregável pelo próprio receptor, com autonomia mínima de 14 horas de rastreamento, e capacidade de alimentação externa com bateria de 12 V;
 - Suporte para conexão do receptor diretamente à LAN/Internet (interface ethernet) sem necessidade de conectá-lo a um computador;
 - Possibilidade de controle remoto do receptor e de transferência das observações em tempo real através da Internet;
 - Possibilidade de armazenamento das observações na memória interna do receptor ao mesmo tempo que são transferidas através da Internet para o CCRBMC;
 - Assistência técnica e manutenção por representante nacional devidamente capacitado.
-
- Antena:
 - Antena geodésica externa capaz de receber sinais em duas¹ frequências, com alta resistência ao efeito de multicaminho, do tipo choke ring ou com desempenho equivalente;
 - Técnica de observação do atual sinal L2 que ofereça bom desempenho sob alta atividade ionosférica (isto é, semi-codeless ou equivalente), apresentando uma perda de intensidade de sinal não superior a 14 dB;
 - Possibilidade de rastrear os sinais do GPS Modernizado, além dos sistemas GLONASS e GALILEO;
 - Ser à prova d'água;
 - Suportar temperaturas de operação de -20°C à +60°C;

¹ Tripla frequência caso sejam considerados os novos sinais do GPS (onda portadora L5) e GLONASS (onda portadora G3) após suas respectivas fases de modernização e o sinal da portadora E5 do Galileo que está em fase de implementação.

- Centro de fase estável com desvio de no máximo 1 mm e com valores de calibração divulgados pelo IGS (*International GNSS Service*);
- Cabo com comprimento de pelo menos 30 metros para conectar ao receptor.

2.4 Esquema de funcionamento da RBMC

A operação da RBMC é realizada através de tarefas sistemáticas, onde a coleta de observações GNSS é executada durante 24 horas por dia, todos os dias do ano.

Entre os anos de 1996 e 2007 os procedimentos necessários à disponibilização dos dados aos usuários eram executados no dia seguinte ao da observação, nas próprias estações e no CCRBMC. Apenas o controle remoto das estações não é realizado de maneira sistemática. Essa tarefa é realizada por operadores, que podiam acessar o receptor da estação desejada, para executar diversas operações, tais como verificação das condições do rastreamento, modificação dos parâmetros de observação, entre outras.

As tarefas mencionadas eram baseadas no uso de comunicações de dados via linha telefônica discada e modem de alto desempenho, ou internet. Para realização desse tipo de trabalho utilizava-se um software de comunicação e gerenciamento remoto de microcomputadores a partir de outro. Com a utilização deste software, as estações que possuíam conexão permanente com a Internet podiam ser acessadas mais rapidamente, implicando numa redução dos custos. Após o início do plano de expansão as atividades de gerenciamento e transferência de dados das estações passaram a ser realizadas exclusivamente utilizando comunicação via internet por meio de serviços providos pelos próprios receptores das estações.

Nas estações da RBMC os dados são coletados em sessões que se

iniciavam à 0h00min15seg (TU, Tempo Universal) e eram finalizadas às 24 horas (TU), tendo duração de 23h59min45seg. Com o intuito de atender as necessidades dos usuários que realizam posicionamento geodésico estático, analisou-se qual seria o melhor intervalo de observação, levando-se em conta também o fator do volume de dados que seriam gerados, uma vez que esse não deveria ser muito grande, para não inviabilizar a fase inicial de operacionalização da RBMC. Assim, o intervalo de observação adotado a princípio foi o de 30 segundos, sendo este mantido até o dia 10/08/1997. Após essa data, o intervalo foi alterado para 15 segundos, causando uma duplicação no volume de dados. A máscara de observação configurada para operação do receptor era de 10°. No ano de 2006, após uma reunião do projeto SIRGAS (Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas), realizada no Rio de Janeiro/RJ, foi recomendado que todas as estações que forneceriam dados para a rede SIRGAS-CON (SIRGAS *Continuously Operating Network*) deveriam utilizar máscara de observação igual a 0°. Logo após este período todas as estações da RBMC passaram a utilizar máscara de observação igual a 0°.

Até o ano de 2002, os receptores realizavam a recepção, medição e armazenamento das observáveis. Após o final das seções de observação, os dados armazenados em arquivos binários no receptor eram transferidos para o microcomputador, sendo em seguida convertidos para o formato RINEX (*Receiver Independent Exchange format*). Depois da conversão dos dados para o formato RINEX, os mesmos passavam por uma análise de qualidade realizada pelo programa QC (*Quality Check*). Por fim os arquivos de dados (observações e órbitas dos satélites) e com informações de qualidades eram compactados e armazenados. O passo seguinte era a transferência dos arquivos de dados para o CCRBMC, tarefa programada para ser realizada de forma automática às 2h, do horário de Brasília. Esse horário foi escolhido para tornar o sistema mais econômico, pois no período da madrugada as tarifas telefônicas têm seu custo reduzido. Em caso de falha, a transferência era executada por um operador do CCRBMC após as 7h.

Entre os anos de 2002 e 2003 iniciou-se a utilização de um novo programa computacional para gerenciamento de estações. Este novo programa permitia avaliar em tempo real o funcionamento do receptor por meio de sua interface gráfica instalada no microcomputador da estação. Com a utilização deste programa os

dados eram armazenados diretamente no microcomputador, pois o mesmo coletava os dados em fluxo do receptor, que a partir de então somente recepcionava e realizava a medição das observáveis dos satélites GPS. Este programa de gerenciamento permitia armazenar dados em vários formatos de arquivos (binários e RINEX). Além de compactá-los, tudo de forma automática. Além disso, este novo programa permitia aplicar a técnica de suavização das observáveis GPS, que em certas condições melhora a qualidade das observações.

Cabe informar que para algumas estações onde não haviam disponíveis meios de comunicação via internet ou linha telefônica, os dados eram copiados dos microcomputadores destas estações e enviados via correio eletrônico (e-mail) ao CCRBMC ou disponibilizados em servidores FTP (*File Transfer Protocol*) das instituições parceiras ou do IBGE, para que posteriormente fossem recuperados pelo CCRBMC.

Contudo, à medida que foi possível prover algum sistema de comunicação com estas estações, principalmente utilizando internet, e com o novo modelo de funcionamento adotado a partir de 2007, estes antigos meios de acesso aos dados das estações foram encerrados.

Após o início da implantação do projeto de expansão e modernização da RBMC, no ano de 2007, os novos modelos de receptores, instalados em substituição aos antigos, dispensaram a necessidade de utilizar um microcomputador para prover as capacidades de gerenciamento e comunicação com a estação. Estes novos modelos de receptores além recepcionar e medir as observáveis GNSS e armazenar os dados diretamente em sua memória interna, também possuem a capacidade de conexão direta com a rede lógica de comunicação (Ethernet/Internet) e fornecem uma interface para web para gerenciamento do receptor e serviços para transferência de dados. A transferência dos dados para o CCRBMC ocorre na maioria dos casos no período da madrugada do dia seguinte ao da coleta. Alguns receptores possuem a funcionalidade de enviar automaticamente os dados para o servidor de armazenamento e tratamento de dados do CCRBMC, processo que é executado a cada hora em condições normais de funcionamento. Após o recebimento dos dados no servidor do CCRBMC, os mesmos são padronizados (organização e controle de qualidade) e armazenados. Aproximadamente as 08h, do dia seguinte ao da coleta, os dados que foram recuperados e padronizados são

disponibilizados no servidor de dados do IBGE, para que qualquer usuário tenha acesso aos mesmos.

2.5 Dados e informações disponíveis aos usuários (produtos)

Os dados das estações da RBMC são fornecidos aos usuários em arquivos compactados no formato zip com a nomenclatura **eeeeddd1.zip**, sendo:

- eeee: a sigla de identificação da estação;
- ddd: o dia do ano (001 a 366);
- 1: representa o número da sessão, que no caso é única; e
- zip: é o formato de compactação dos arquivos.

Cada arquivo compactado armazena dois arquivos no formato RINEX, que seguem a nomenclatura **eeeeddd1.yyo** e **eeeeddd1.yyn**, onde:

- yy: corresponde aos 2 últimos dígitos do ano;
- o: significa que neste arquivo estão as observações GNSS realizadas na estação (pseudo-distâncias e contagem de ciclos das ondas portadoras); e
- n: significa que neste arquivo estão as informações com as órbitas dos satélites (elementos para calcular a posição dos satélites).

Desta maneira para o caso dos dados do dia 30 de novembro de 2011, que corresponde ao dia do ano 334, da estação RIOD (Rio de Janeiro) o arquivos correspondentes seriam:

- compactado: riod3341.zip;
- observações: riod3341.11o;
- órbitas: riod3341.11n

Além disso, nos primeiros anos também era fornecido nos arquivos compactados um arquivo com a nomenclatura eeee.txt (arquivo texto), onde estava disponível o relatório descritivo da respectiva estação. Este relatório continha as descrições dos equipamentos, coordenadas, altura da antena, entre outras informações. Estas informações são fundamentais aos usuários, pois são necessárias no momento do processamento dos dados.

Com o passar do tempo estes relatórios descritivos passaram por reformulação e começaram a ser disponibilizados no formato PDF (*Portable Document Format*). Os mesmos são fornecidos no momento do download dos dados das estações quando é utilizada a página de download da RBMC (<http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/download/tela_inicial.php?tipo=8>), ou podem ser acessados diretamente no endereço <<ftp://geofpt.ibge.gov.br/RBMC/relatorio/>>.

Durante os 15 anos de operação da RBMC as estações produziram um total de 144479 arquivos, segundo a última contagem realizada em outubro de 2011. A relação completa desta contagem, com o número de arquivos de dados produzidos, por estação em cada ano, o total de arquivos produzidos por cada estação, o total de arquivos produzidos em cada ano e total geral de arquivos produzidos, está disposta na Tabela 2.

Tabela 2 - Quantitativo dos arquivos produzidos pela RBMC até outubro de 2011.

Estação /Ano	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	Total/ Est.
ALAR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	218	364	285	289	1156
AMHU	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	216		22	109	347
APSA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	56	30	29	235	350
BABR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	311	122	433

BAIR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	341	307	285	942
BATF	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13	307	355	290	965
BAVC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	233	362	272	867
BELE	-	-	-	-	-	-	-	42	346	356	291	307	355	365	364	298	2724
BOAV	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	74	334	357	365	298	1428
BOMJ	-	287	198	327	232	62	69	360	366	299	313	236	365	361	362	299	4136
BRAZ	48	61	245	354	363	357	353	363	365	363	335	361	360	355	365	299	4947
BRFT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	356	359	351	345	259	276	1946
CEEU	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	230	349	330	288	1197
CEFE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	159	352	355	363	298	1527
CEFT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	72	317	264	653
CHPI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	337	352	354	362	296	1702
CRAT	-	-	-	-	225	221	107	360	322	276	263	262	323	362	304	-	3025
CRUZ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	116	272	15	-	-	403
CUIB	-	194	358	355	307	334	315	330	353	342	364	359	366	364	364	299	5004
FORT	321	354	355	359	357	348	286	328	294	279	89	-	-	-	-	-	3370
GOJA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	158	317	365	289	1129
GVAL	-	-	-	-	-	-	-	-	174	213	331	353	365	363	351	296	2446
ILHA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	185	144	268	597
IMBT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	138	326	351	365	222	1402
IMPZ	-	21	300	245	148	286	310	289	306	224	281	319	363	353	365	299	4109
MABA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	118	350	326	357	238	1389
MABS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	279	65	344
MANA	-	198	356	152	139	132	48	183	-	-	-	-	-	-	-	-	1208
MAPA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	323	318	360	364	352	295	2012
MCLA	-	-	-	-	-	-	-	-	142	162	355	352	360	357	352	293	2373
MGBH	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	350	363	299	1024
MGIN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	364	317	336	294	1311
MGMC	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	205	321	341	287	1154
MGRP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	302	298	600
MGUB	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	355	363	363	284	1365
MGVA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	271	291	562
MSCG	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	357	349	164	265	1135
MSDO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	180	195	161	536
MTBA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	125	355	363	286	1129
MTCN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	91	91
MTCO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	198	352	273	823
MTJU	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	167	167

MTSF	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	255	335	365	299	1254
MTSR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	217	217
MTVB	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	108	108
NAUS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	348	350	366	359	365	299	2087	
NEIA	-	-	-	-	-	-	63	-	205	-	320	313	344	359	353	280	2237
ONRJ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	276	366	347	363	298	1650	
OURI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	193	359	266	818	
PAAT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	276	278	554	
PAIT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	236	297	533	
PARA	19	364	353	329	335	346	303	351	354	361	356	123	-	-	-	-	3594
PBCG	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	267	343	356	299	1265
PEPE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	364	352	361	293	1370
PISR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	212	365	299	876
PITN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	295	295
POAL	-	-	-	260	356	340	348	355	351	338	344	262	256	363	358	291	4222
POLI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25	327	357	364	360	299	1732
POVE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	68	335	282	352	359	365	299	2060
PPTE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	358	354	364	364	365	291	2097
PRGU	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	214	358	299	871
PRMA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	235	365	295	895
RECF	-	-	-	171	347	344	346	284	344	308	341	320	348	365	360	294	4172
RIOB	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	131	357	341	362	284	1475
RIOD	-	4	-	86	111	211	347	353	355	344	349	356	366	361	365	299	3907
RJCG	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	264	329	364	298	1255
RNMO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	361	365	299	1035
RNNA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	364	364	293	1033
ROCD	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	267	299	566
ROGM	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	345	151	365	299	1160
ROJI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	272	363	365	299	1299
ROSA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	168	358	277	803
SAGA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	107	363	363	365	299	1497
SALU	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	118	356	350	333	298	1455
SALV	-	-	-	149	353	335	348	346	354	301	353	245	155	-	-	-	2939
SAVO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	104	358	344	354	287	1447
SCCH	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	201	364	365	299	1229
SCLA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	270	365	365	299	1299
SJRP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	193	365	283	841
SMAR	-	-	-	-	-	-	199	335	348	347	363	352	366	365	365	295	3335

SPAR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	365	277	642
SPCA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	267	226	493
SSA1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	136	361	340	356	294	1487
TOGU	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	259	257	320	298	1134
TOPL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	351	355	359	299	1364
UBA1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	285	117	402
UBAT	-	-	-	-	67	-	73	-	-	-	288	321	333	238	-	29	1349
UBER	-	-	-	-	-	-	-	-	158	320	363	346	353	362	354	282	2538
UEPP	14	356	364	364	365	362	357	363	347	334	-	-	-	-	-	-	3226
UFPR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	128	366	362	365	299	1520
VARG	-	-	-	-	-	-	-	-	25	278	365	353	352	352	67	-	1792
VICO	-	221	348	346	326	348	364	364	356	364	345	291	361	350	363	275	5022
Total/Ano	402	2060	2877	3497	4031	4026	4236	5006	5865	5878	8155	9763	17942	22140	26124	22477	144479

2.6 Disponibilização dos dados da RBMC

No início da implantação da RBMC os dados eram fornecidos aos usuários por meio de disquetes, CD's (*Compact Disc*), correio eletrônico e servidores de dados do IBGE. Naquela época era cobrada uma taxa, correspondente aos custos de disponibilização dos dados (valor das mídias, etc). Posteriormente, ficou decidido que os dados seriam distribuídos à sociedade gratuitamente e por meio do servidor de dados do IBGE, na Internet.

Entretanto, devido à restrições de espaço de armazenamento deste servidor os dados ficavam disponíveis por poucos meses após a data de coleta dos mesmos. Com o passar do tempo e aumento da capacidade de armazenamento do servidor de dados do IBGE, os arquivos de dados da RBMC passaram a ficar disponíveis por um período mínimo de um ano, e em seguida eram apagados para liberar espaço de armazenamento no servidor e possibilitar a disponibilização de arquivos de dados mais recentes.

Ocorriam casos em que usuários solicitavam arquivos de dados que já

havam sido apagados do servidor. Quando o volume de dados solicitados era pequeno (máximo 30 arquivos), tais arquivos eram disponibilizados novamente no servidor do IBGE por um período máximo de 10 dias. Caso o volume de dados fosse maior, os arquivos de dados eram disponibilizados em CD, DVD (*Digital Versatile Disc*) ou outras mídias de armazenamento, fornecidas pelos usuários solicitantes.

No ano de 2007 durante o início da implantação do projeto de modernização da RBMC ficou definido que todos os dados coletados à partir do ano de 2004 ficariam disponíveis no servidor de dados do IBGE de maneira definitiva.

2.7 Interface com usuário para recuperação dos dados

Quando os arquivos de dados começaram a ser disponibilizados no servidor de dados do IBGE, não existia uma interface gráfica com o usuário amigável, para consulta e recuperação dos mesmos. Todavia, entre os anos de 2003 e 2004 foi desenvolvida e implantada uma interface, onde os usuários podem selecionar as estações e os dias de interesse. Em seguida pode realizar a consulta e verificar a listagem dos dados disponíveis e efetuar o download dos mesmos. Esta interface está disponível até hoje (<<http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geodesia/rbmc/rbmcpesq.shtm?c=9>>), porém sempre que necessário passa por atualizações visando incluir novas estações e funcionalidades facilitando o acesso aos dados da RBMC.

2.8 Informações Adicionais aos usuários

Sempre que qualquer usuário possuía dúvidas o mesmo consultava o CCRBMC diretamente via telefone ou correio eletrônico. Normalmente estas

consultas eram sobre disponibilidade de dados, pois quando ocorriam atrasos no fornecimento dos mesmos no servidor do IBGE, os usuários questionavam quando ou se os dados seriam disponibilizados. Algumas das consultas eram solicitações para envio dos dados via correio eletrônico.

Outros usuários informavam problemas que estavam enfrentando e questionavam sobre a qualidade dos dados. Neste caso os dados eram verificados manualmente, sendo executados vários testes de qualidade e processamento. Em caso de constatar qualquer problema com os arquivos de dados os mesmos eram corrigidos e atualizados no servidor de dados e o usuário era orientado a realizar novo download, caso contrário o usuário era orientado a verificar os procedimentos e programas que estava utilizando.

Estes tipos de consultas e verificações são realizadas até hoje, mas visando diminuir sua necessidade e ocorrência, entre os anos de 2005 e 2006 foi criada a página de Informações da RBMC (<http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geodesia/rbmc/rbmc_inf.php>), com intuito de fornecer informações sobre problemas, manutenções previstas, novas estações, entre outras. Estas informações começaram a ser disponibilizadas com o objetivo de fornecer subsídios para que os usuários pudessem planejar melhor seus trabalhos, permitindo consultar mais rapidamente informações sobre ocorrências com as estações, estado de funcionamento das mesmas, motivo de falta de dados, etc.

No final de 2010, acompanhando a tendência das redes sociais foi criado o twitter da RBMC (<http://twitter.com/IBGE_RBMC>), fornecendo desta maneira mais uma opção de consulta de informações relativas à operação da RBMC. Com isso qualquer usuário com acesso a Internet e um simples navegador web pode ter acesso rápido e com informações diretas sobre novidades e ocorrências da RBMC e suas estações.

2.9 Serviço RBMC-IP

Em maio de 2009 foi lançado o serviço RBMC-IP, para apoiar atividades de posicionamento em tempo-real de precisão, a partir da RBMC. Com isso, usuários que fazem uso da técnica RTK (relativo cinemático em tempo real) ou DGPS (GPS diferencial) são beneficiados aproveitando toda a infra-estrutura da RBMC. Os dados são disponibilizados via protocolo Internet conhecido por *Networked Transport of RTCM via Internet Protocol* (NTRIP). O NTRIP foi projetado para disseminar correção de dados diferencial ou outros tipos de dados GNSS para usuários, móveis ou estacionários, pela Internet, permitindo conexões simultâneas de computadores PCs, Laptops e PDAs que possuem acesso a Internet sem fio, como, por exemplo, GPRS ou modem 3G.

A transmissão dos dados é realizada da seguinte forma: um receptor GNSS envia continuamente mensagens RTCM até um servidor "caster" localizado no IBGE. Um usuário, com um aplicativo "cliente", tais como GNSS Internet Radio ou BNC (BKG NTRIP Client) e com uma conexão Internet, se conecta ao servidor do IBGE e escolhe a(s) estação(ões) da RBMC-IP (Figura 15) cujos dados ou correções diferenciais deseja receber. As correções são recebidas pelo GPS do usuário (rover) através de uma porta serial padrão e desta forma obtêm-se as posições corrigidas. Atualmente, o servidor "caster" do IBGE recebe dados de 27 estações localizadas nas principais capitais dos estados brasileiros, sendo elas: Belém (BELE), Belo Horizonte (MGBH), Boa Vista (BOAV), Brasília (BRAZ), Campo Grande (MSCG), Cuiabá (CUIB), Curitiba (UFPR), Fortaleza (CEEU), Macapá (MAPA), Manaus (NAUS), Maringá (PRMA), Natal (RNNA), Recife (RECF), Rio Branco (RIOB), Porto Alegre (POAL), Porto Velho (POVE), Presidente Prudente (PPTE), Salvador (SAVO), São Luis (SALU), Santa Maria (SMAR), São Paulo (POLI), Rio de Janeiro (ONRJ e RIOD), Palmas (TOPL), Vitória (CEFE), Imbituba (IMBT) e Campos de Goytacazes (RJCG).

O servidor caster do serviço RBMC-IP pode ser acessado pelo endereço IP

186.228.51.52 e opera na porta 2101. Acessando em qualquer navegador de Internet <http://186.228.51.52:2101>, é possível visualizar as informações sobre as estações.

O acesso ao servidor do IBGE é gratuito, entretanto o usuário precisa preencher o cadastro e se registrar como usuário do serviço. A solicitação será avaliada e uma identificação e senha de acesso serão enviados por e-mail. Algumas restrições de acesso se fazem necessárias visando evitar congestionamento de tráfego neste servidor, sendo elas:

- Será permitido somente o acesso a três estações por usuário;
- A identificação e senha de acesso serão válidos por um período máximo de três meses;
- Serão permitidos no máximo 50 acessos simultâneos ao serviço.

Os programas "cliente" que devem ser instalados no computador ou PDA do usuário podem ser encontrados nas plataformas Windows, Linux e Windows CE no seguinte endereço: <http://igs.bkg.bund.de/>.

O dispositivo que o usuário estiver usando não poderá estar limitado por uma rede ou sistema de comunicação com a internet que possua proteção de Firewalls ou Proxy, pois o serviço RBMC-IP não suporta transações com estas instâncias de proteção de redes de comunicação. Existem vários receptores GNSS que possuem integrada a opção de acesso à Internet e funções que permitem o uso do protocolo NTRIP. Maiores informações sobre NTRIP podem ser encontradas em: <http://igs.bkg.bund.de/>.

2.10 Publicações

Durante os 15 anos de sua implantação e operacionalização, a RBMC forneceu subsídios para o desenvolvimento de diversos trabalhos práticos e de pesquisa que culminaram em incontáveis artigos e publicações divulgados em vários jornais, revistas e outros veículos de comunicação convencionais e científicos. Além disso nos últimos anos a RBMC elaborou e divulgou os seguintes textos técnicos que cabem ser relacionados:

- Manual Técnico em Geociências: Orientações para instalação de Estações de Monitoramento Contínuo GNSS compatíveis com a RBMC;
- Relatório Técnico: Análise dos Dados da Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo dos Sistemas GNSS – 1996 a 2000
- Relatório Técnico: Análise dos Dados da Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo dos Sistemas GNSS – 2001 a 2005
- Relatório Técnico: Análise dos Dados da Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo dos Sistemas GNSS – 2006 a 2010

Além disso, a partir de 2012 será publicado todo ano um relatório técnico de análise dos dados da RBMC do imediatamente anterior, de forma sistemática.

3 APLICAÇÕES DA RBMC

Os dados e serviços fornecidos à sociedade pela RBMC têm apoiado e permitido a realização de diversos trabalhos e pesquisas. Cabe destacar algumas

das aplicações em que os dados e serviços RBMC são fundamentais e outras com potencial:

- Posicionamento em geral;
- Mapeamento;
- Monitoramento de estruturas de engenharia e geológicas;
- Georreferenciamento em geral, tendo destaque no de imóveis rurais;
- Demarcação de limites e fronteiras;
- Apoio para navegação;
- Agricultura de precisão;
- Locação e implantação de obras;
- Implantação de redes de apoio (locais/topográficas), para mapeamento, obras de engenharia, agricultura de precisão, entre outras aplicações;
- Monitoramento de veículos;
- Materialização/realização e monitoramento de referenciais topográficos e geodésicos;
- Segurança pública;
- Suporte á pesquisas dos seguintes assuntos:
 - Posicionameto em geral;
 - Referenciais geodésicos;
 - Monitorameno e mapeamento da ionosfera;
 - Monitoramento e mapeamento da quantidade de vapor d'água da Atmosfera;
 - Agricultura de precisão; e
 - outros assuntos.

Na realidade o potencial de possíveis aplicações e pesquisas que podem utilizar a RBMC como base é enorme, estando limitada apenas pela imaginação do ser humano.

4 INSTITUIÇÕES/PARCERIAS

Várias instituições abrigam e apóiam as estações e o projeto da RBMC, sendo elas:

- Companhia Docas do Ceará (CDC);
- Companhia Docas de Imbituba (CDI);
- Companhia Docas de Santana (CDS);
- Companhia Energética de Minas Gerais (CEMIG);
- Centro Gestor e Operacional do Sistema de Proteção da Amazônia (CENSIPAM);
- Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba (CODEVASF);
- Companhia de Desenvolvimento Urbano do Estado da Bahia (CONDER)
- Exército Brasileiro (EB);
- Força Aérea Brasileira (FAB);
- Fundação Nacional do Índio (FUNAI);
- Instituto Federal do Espírito Santo (IFES);
- Instituto Federal do Maranhão (IFMA);
- Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC);

-
- Instituto Federal do Sul de Minas (IFSULMINAS);
 - Instituto Militar de Engenharia (IME);
 - Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA);
 - Instituto de Gestão das Águas e Clima (INGA);
 - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE);
 - Marinha do Brasil (MB);
 - Observatório Nacional (ON);
 - Prefeitura Municipal de Canarana (PMC);
 - Prefeitura Municipal de Sorriso (PMS);
 - Secretaria do Meio Ambiente da Bahia (SEMA-BA);
 - Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC);
 - Universidade Estadual de Maringá (UEM);
 - Universidade Estadual do Maranhão (UEMA);
 - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB);
 - Universidade Federal de Campina Grande (UFCG);
 - Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA);
 - Universidade Federal Fluminense (UFF);
 - Universidade Federal de Goiás (UFG);
 - Universidade Federal de Pernambuco (UFPE);
 - Universidade Federal do Paraná (UFPR);
 - Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS);
 - Universidade Federal de Santa Maria (UFSM);
 - Universidade Federal do Tocantins (UFT);

- Universidade Federal de Uberlândia (UFU);
- Universidade Federal de Viçosa (UFV);
- Universidade Luterana do Brasil (ULBRA);
- Universidade Estadual de Alagoas (UNEAL);
- Universidade do Estado da Bahia (UNEB);
- Universidade Estadual Paulista (UNESP);
- Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO);
- Universidade Anhanguera-Uniderp (UNIDERP);
- Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF);
- Universidade Regional do Cariri (URCA); e
- Universidade de São Paulo (USP).

5 PERSPECTIVAS FUTURAS

Nos próximos 2 a 3 anos existe a perspectiva de que a rede atinja mais de 100 estações instaladas em parceria com o INCRA. Além disso, outras instituições já demonstraram interesse em realizar parceria com o IBGE, para a densificação da RBMC em várias regiões do país, dentro de suas áreas de atuação. Logo é difícil estimar a dimensão exata da que a rede poderá alcançar no futuro. Porém é necessário que todos os envolvidos e interessados tenham sempre em mente a condição de que após o início da operação de uma estação a mesma necessitará ter garantias de continuidade.

Também estão em fases de estudos três projetos com objetivos de ampliar as capacidades e serviços da RBMC. Um deles fornecerá aos usuários ferramentas e informações que auxiliarão as atividades de planejamento de suas atividades.

O segundo trata de estudos para disponibilizar correções visando atender os posicionamentos em tempo real via link de satélite e/ou Internet, com a mesma precisão sobre todo o território nacional (WADGPS). A base deste serviço é um sistema desenvolvido no Canadá pelo NrCan (*Natural Resources Canada*), denominado de CDGPS – *The real-time Canada wide DGPS Service*. A precisão esperada com o a disponibilização deste serviço é da ordem de 1 metro (95%) na componente horizontal para usuários de receptores de uma frequência e 0,5 metro (95%) para usuários de receptores de dupla frequência.

O segundo projeto está sendo elaborado para aumentar a disponibilidade de dados e diminuir o intervalo de coleta para 1 segundo. Além disso, este projeto visa garantir a redução de problemas de perda de dados devido a falhas de comunicação com a estação e outros fatores. Também estará contemplada neste projeto a elaboração de uma interface gráfica e ferramentas que permitiram recuperar os dados com características informadas pelos usuários, tais como: diferentes intervalos de coleta; tamanho de sessão informada pelo usuários; vários tipos de compactação dos arquivos; entre outras opções.

6 AGRDECIMENTOS

A RBMC agradece a todos as pessoas, profissionais e instituições que direta ou indiretamente apoiaram e contribuíram para a implantação desenvolvimento e operação da rede, durante estes 15 anos. Todas as contribuições foram fundamentais para que este projeto fosse possível.

Diretoria de Geociências

Coordenação de Geodésia

Maria Cristina Barboza Lobianco

Técnicos responsáveis

Jardel Aparecido Fazan

Newton José de Moura Junior

Clinger Penteado de Melo

Marcelo Henrique Ferreira Barbosa

Rodrigo Augusto Quirino

Mário Alexandre de Abreu

Kátia Duarte Pereira (in memoriam)

Écio Silva

Paulo Roberto Alonso