

volume

49

SOLUÇÃO MULTIANUAL DAS ESTAÇÕES DA REDE BRASILEIRA DE MONITORAMENTO CONTÍNUO DOS SISTEMAS GNSS NO PERÍODO DE 2000 A 2019

Presidente da República
Jair Messias Bolsonaro

Ministro da Economia
Paulo Roberto Nunes Guedes

Secretário Especial do Tesouro e Orçamento
Esteves Pedro Colnago Junior

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE

Presidente
Eduardo Luiz G. Rios Neto

Diretora-Executiva
Marise Maria Ferreira

ÓRGÃOS ESPECÍFICOS SINGULARES

Diretoria de Pesquisas
Cimar Azeredo Pereira

Diretoria de Geociências
Claudio Stenner

Diretoria de Informática
Carlos Renato Pereira Cotovio

Centro de Documentação e Disseminação de Informações
Carmen Danielle Lins Mendes Macedo

Escola Nacional de Ciências Estatísticas
Maysa Sacramento de Magalhães

UNIDADE RESPONSÁVEL

Diretoria de Geociências
Coordenação de Geodésia
Marcelo Rodrigues de Albuquerque Maranhão

Ministério da Economia
Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE
Diretoria de Geociências
Coordenação de Geodésia

Série Relatórios Metodológicos
volume 49

Solução Multianual das Estações da Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo dos Sistemas GNSS no Período de 2000 a 2019



Rio de Janeiro
2021

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE

Av. Franklin Roosevelt, 166 - Centro - 20021-120 - Rio de Janeiro, RJ - Brasil

ISSN 0101-2843 **Série relatórios metodológicos**

Divulga as metodologias empregadas nas diversas fases do planejamento e execução dos estudos e pesquisas estatísticos e geocientíficos do IBGE.

ISBN 978-65-88162-02-6

© IBGE. 2021

Capa

Fabio Muniz de Moura - Gerência de Editoração/Centro de Documentação e Disseminação de Informações - CDDI

Ficha catalográfica elaborada pela Gerência de Biblioteca e Acervos Especiais do IBGE

Solução multianual das estações da rede brasileira de monitoramento contínuo dos sistemas GNSS no período de 2000 a 2019 / IBGE, Coordenação de Geodésia. - Rio de Janeiro : IBGE, 2021.
117 p. : il. - (Relatórios Metodológicos, ISSN 0101-2843 ; v. 49).

Inclui glossário.
ISBN 978-65-88162-02-6

1. Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo dos Sistemas GNSS. 2. Sistema Global de Navegação por Satélite. 3. Sistema de Posicionamento Global. 4. Redes (Geodésia). 5. Satélites artificiais em navegação. 6. Brasil. I. IBGE. Coordenação de Geodésia.
II. Série.

CDU 629.783

GEOD

Sumário

Sumário	3
Apresentação	5
Introdução.....	7
Avaliação da qualidade das coordenadas da RBMC	9
Centro de processamento local IBGE	9
Motivação	9
A expansão da RBMC	10
Situação atual das coordenadas da RBMC	13
Disponibilidade dos dados semanais	17
Soluções semanais SIRGAS-CON.....	17
Reprocessamento dos dados GNSS da Rede de Referência SIRGAS (SIRGAS-CON) em ITRF2014... ..	17
Seleção das estações da Rede SIRGAS-CON	19
Coordenadas e velocidades da realização IGb14	21
Definição das estações IGb14 como referências para a solução multianual da RBMC	22
Remoção de estações com comportamentos indesejáveis	24
Preparação do arquivo com as informações ou os metadados das estações.....	26
Modelo de correções e variações do centro de fase das antenas – receptores e satélites	29
Estratégia adotada na combinação das soluções semanais	31
Depuração das observações e filtragem dos dados	35
Soluções analisadas.....	35
Detecção de resíduos acima das tolerâncias, vazios e descontinuidades nas séries temporais.....	36
Identificação de resíduos acima das tolerâncias nas soluções das estações IGb14	36
Identificação de descontinuidades nas estações	40
Identificação dos resíduos acima das tolerâncias nas soluções das estações da RBMC e da Rede SIRGAS-CON	42
Identificação automática das descontinuidades por meio do programa FODITS.....	45
Reavaliação de algumas séries temporais.....	47
Associação de velocidades	49
Solução multianual	51
Avaliação da solução multianual RBMC14 nas estações de referência IGb14	52
Avaliação interna da solução multianual	53
Precisão das coordenadas estimadas da RBMC14, conforme a repetibilidade mensal	54
Precisão das coordenadas estimadas na solução multianual	57
Avaliação externa da solução multianual RBMC14	59
Comparação com a solução multianual Sirgas - SIR17P01	59
Comparação com a realização Sirgas2000	61
Comparação com as coordenadas Sirgas2000 das estações da RBMC	62
Velocidades da solução multianual RBMC14	67
Comparação com as velocidades IGb14 e SIR17P01	74

Comentários finais	77
Referências	79
Apêndices	83
1 Estações presentes nas soluções do reprocessamento	85
2 Estações IGb14 presentes na solução multianual RBMC14 e as selecionadas como referências (em destaque)	92
3 Número de soluções das estações IGb14 removidas após análises residuais das coordenadas	94
4 Estações da RBMC e da Rede SIRGAS-CON desmembradas devido a descontinuidades identificadas e respectivos motivos	95
5 Número de soluções removidas após análises residuais das estações da RBMC e da Rede SIRGAS-CON	101
6 Estações com associação de velocidades	103
7 Solução multianual estimada	105
Glossário	113

Convenções

-	Dado numérico igual a zero não resultante de arredondamento;
..	Não se aplica dado numérico;
...	Dado numérico não disponível;
x	Dado numérico omitido a fim de evitar a individualização da informação;
0; 0,0; 0,00	Dado numérico igual a zero resultante de arredondamento de um dado numérico originalmente positivo; e
-0; -0,0; -0,00	Dado numérico igual a zero resultante de arredondamento de um dado numérico originalmente negativo.

Apresentação

Desde a adoção oficial do referencial geodésico SIRGAS2000 no Brasil, a Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo - RBMC ocupou a posição de principal rede de referência, sendo a estrutura geodésica mais precisa do País e usada em diversas atividades que demandam o posicionamento de precisão, dentre as quais destacam-se obras de infraestrutura, como hidroelétricas e pontes, georreferenciamento de imóveis rurais e urbanos, agricultura de precisão, entre outras de amplo benefício para a sociedade.

Este relatório metodológico tem como objetivo apresentar uma avaliação da posição das estações da RBMC ao longo do tempo, levando-se em consideração a cinemática da crosta terrestre, as movimentações locais, os efeitos ocasionados por terremotos, bem como os deslocamentos ocorridos em função de trocas de equipamentos e de eventos não identificados. Nele também são apresentados os procedimentos da combinação de soluções semanais homogêneas, oriundas de um reprocessamento de dados GNSS, considerando-se um único referencial, o IGS14.

Como resultado, uma solução multianual representada por um conjunto de coordenadas referidas à época 01.01.2010, um conjunto de velocidades, e as séries temporais referentes a cada estação foi calculada e é avaliada neste relatório.

Claudio Stenner
Diretor de Geociências

Introdução

Da mesma forma que as demais áreas das Geociências, a Geodésia passou por grandes transformações devido à evolução tecnológica ocorrida nos últimos 30 anos, principalmente com a aplicação das técnicas da geodésia espacial, dentre as quais destaca-se o Sistema Global de Navegação por Satélite (Global Navigation Satellite Systems - GNSS). No Brasil, o grande evento que marcou essas transformações foi a adoção do referencial SIRGAS2000 na produção de toda a geoinformação no País, compatibilizando-se, assim, a aplicação dessas técnicas com o referencial geodésico nacional. Desde então, a Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo - RBMC dos Sistemas GNSS passou a ocupar uma posição de destaque, sendo a principal estrutura geodésica de referência do SIRGAS2000.

Na aplicação dos métodos de posicionamento GNSS de precisão, adota-se, geralmente, o posicionamento relativo a partir do uso da fase da onda portadora, envolvendo a ocupação simultânea de estações com coordenadas conhecidas e das estações que se deseja determinar, surgindo, assim, o conceito das redes geodésicas “ativas”. Essas redes são compostas por estações com coordenadas determinadas com alta precisão e dotadas de equipamentos GNSS geodésicos de operação contínua, o que facilita o trabalho do usuário em termos de tempo e custo. Desse modo, a RBMC consiste em um conjunto de estações GNSS equipadas com antenas e receptores de alto desempenho, ligados e conectados na Internet de forma contínua, cujos dados GNSS são publicados, diariamente, no portal do IBGE na Internet (IBGE, 2021b). Em todas as estações, são coletadas observações de código e fase (L1, L2 e, em algumas, L5), a um intervalo de coleta de 1 ou 15 segundos, sendo sua disponibilização efetuada em arquivos diários nos formatos RINEX2 e RINEX3, juntamente com as órbitas. Uma outra forma de disponibilização dos dados da RBMC é realizada por meio do serviço RBMC-IP em fluxo contínuo, a cada segundo, em tempo real. Atualmente, a RBMC conta com 147 estações operacionais em todo o Território Nacional. Considerando-se o período desde o seu estabelecimento em 1997, a RBMC já contou com mais de 190 estações, entre operacionais e desativadas.

As redes ativas também possibilitaram o monitoramento contínuo das coordenadas das estações da Rede, as quais, considerando-se o seu nível centimétrico de precisão, passaram a revelar informações valiosas sobre a geodinâmica do local onde estão instaladas. Esse aspecto viabilizou o desenvolvimento prático da Geodésia de quatro dimensões, sendo a quarta componente, justamente, o tempo de referência das coordenadas. Tais informações são de extrema importância para os sistemas de alerta de terremotos, tsunamis e erupções vulcânicas que estão sendo implantados em várias partes do mundo (SAEKI, 2015; MELBOURNE *et. al.*, 2021).

Como consequência de todas as transformações relatadas anteriormente, a responsabilidade do gestor do Sistema Geodésico Brasileiro - SGB quanto ao estabelecimento das redes geodésicas e à publicação das coordenadas das estações geodésicas passa a ser mais ampla, na disponibilização de dados e serviços direcionados ao posicionamento de precisão, seja em tempo real, seja para o pós-processamento. A crítica, bem como os processamentos diário e semanal dos dados GNSS visam o provimento de dados de qualidade à sociedade e o monitoramento das coordenadas ao longo do tempo, atividades essas de importância para a manutenção e a avaliação do referencial SIRGAS2000 em relação aos referenciais geodésicos globais, como, por exemplo, aqueles disponibilizados pelas órbitas precisas do International GNSS Service - IGS.

Ao longo deste relatório metodológico, são analisadas soluções de 189 estações da RBMC que tiveram dados publicados entre janeiro de 2000 e dezembro de 2019. Portanto, dentro desse período, foram consideradas, ao todo, 1 043 soluções semanais semilivres oriundas de um reprocessamento semanal homogêneo em IGS14, o qual permitiu a identificação de descontinuidades provenientes de trocas de equipamentos, terremotos, mudanças de velocidades, efeitos locais, entre outros eventos. A partir da combinação dessas soluções, foi gerada uma solução combinada multianual denominada RBMC14, alinhada ao referencial IGB14, na época 2010.0, determinando-se, assim, um conjunto de coordenadas, velocidades e séries temporais para cada estação. As posições estimadas diferem das coordenadas IGB14 em 2 mm e 3 mm de erro médio quadrático (EMQ) para as componentes planimétrica e vertical, respectivamente.

Agradecimentos

O IBGE expressa agradecimentos a Laura Sanchez, do Deutsches Geodätisches Forschungsinstitut der Technische Universität München - DGFI-TUM (German Geodetic Research Institute da Technical University of Munich), por ter disponibilizado ao Instituto as soluções semanais do reprocessamento da Rede de Referência SIRGAS, bem como pelas discussões sobre a metodologia da combinação de soluções GNSS seguida neste relatório metodológico.

Avaliação da qualidade das coordenadas da RBMC

Centro de processamento local IBGE

Sendo uma densificação do referencial global International Terrestrial Reference Frame - ITRF2000, a realização SIRGAS2000 é monitorada por meio da avaliação dessa realização com relação aos referenciais globais ITRF2005, ITRF2008 e ITRF2014, bem como por eventuais questões operacionais da Rede que venham a impactar as coordenadas das estações. Com esse propósito, a Coordenação de Geodésia do IBGE assumiu, em 2008, a responsabilidade de Centro de Processamento Local SIRGAS da rede de referência continental SIRGAS-CON (Rede GNSS SIRGAS de Operação Contínua), sendo a RBMC parte integrante dela (REUNIÓN DEL COMITÉ EJECUTIVO DE SIRGAS; TALLER DEL SIRGAS-GT1, 2008).

Desse modo, os dados GNSS das estações da RBMC são avaliados semanalmente, pelos Centros de Processamento e Combinação SIRGAS, determinando-se, assim, soluções semanais de alta precisão, as quais são injuncionadas ao referencial das órbitas precisas IGS. A partir dessas soluções, é possível gerar séries temporais residuais das coordenadas, possibilitando, dessa forma, a identificação de deslocamentos inesperados, como descontinuidades e/ou residuais atípicos ocasionados por trocas de antenas, variações locais, ou mudanças ocorridas nos referenciais das órbitas (SISTEMA DE REFERENCIA GEODÉSICO PARA LAS AMÉRICAS, 2017).

Motivação

No processamento semanal dos dados GNSS realizado pelo Centro de Processamento Local IBGE, são estimadas coordenadas na última realização do referencial das órbitas IGS, ou seja, referentes à realização do sistema de referência global ITRF em vigor, atualmente o IGB14 (SISTEMA DE REFERENCIA GEODÉSICO PARA LAS AMÉRICAS, 2017), sendo necessária a transformação para a realização SIRGAS2000 (densificação do ITRF2000 nas Américas), época 2000.4, para o seu uso no País. Entretanto, as diferenças entre as realizações do IGS/ITRF podem chegar a alguns centímetros devido à aplicação de diferentes modelos de calibração de centro de fase de antenas (dos receptores e satélites) e de novos modelos adotados pelas convenções IERS2010 (STEIGENBERGER *et al.*, 2009; INTERNATIONAL EARTH ROTATION AND REFERENCE SYSTEMS SERVICE, 2010). Outro fato a ser considerado é que apenas 15 estações da RBMC fizeram parte da realização SIRGAS2000 (DREWES *et al.*, 2005; IBGE, 2006); as demais estações tiveram as suas coordenadas determinadas em períodos distintos, posteriores a essa realização e em condições heterogêneas aplicadas ao processamento e ao ajustamento, como o referencial das órbitas, o modelo de calibração de centro de fase das antenas e as estações de referências utilizadas, ocasionando, dessa forma, distorções relativas na Rede. Em grande parte das estações da RBMC estabelecidas após a adoção do SIRGAS2000, trocas de equipamentos, especialmente antenas, causaram saltos visíveis de alguns centímetros na série temporal das coordenadas, o que implicou em erros de mesma grandeza nas coordenadas SIRGAS2000.

Portanto, para garantir a estabilidade e a confiabilidade das coordenadas das estações da RBMC, foi necessário reprocessar os dados históricos GNSS das estações, usando-se um único

referencial global ITRF ao longo do tempo. Nesse sentido, o presente relatório metodológico descreve as etapas do reprocessamento dos dados GNSS da Rede SIRGAS-CON para um período de 20 anos, bem como a combinação das soluções semanais em um único referencial global, produzindo uma solução multianual RBMC14 da qual resultam as coordenadas e velocidades em Igb14, na época 2010.0. O reprocessamento dos dados GNSS foi realizado pelo IGS RNAAC SIR (IGS Regional Network Associate Analysis Centre for SIRGAS), DGFI-TUM (German Geodetic Research Institute of the Technical University of Munich)¹, como parte da solução multianual SIRGAS (SÁNCHEZ; DREWES, 2020b), abrangendo 1 043 soluções semanais entre janeiro de 2000 e dezembro de 2019. De posse dos arquivos semanais das equações normais semilivres no formato SINEX, o IBGE realizou a combinação dessas soluções, estimando coordenadas e velocidades finais para todas estações da RBMC, inclusive aquelas fora de operação.

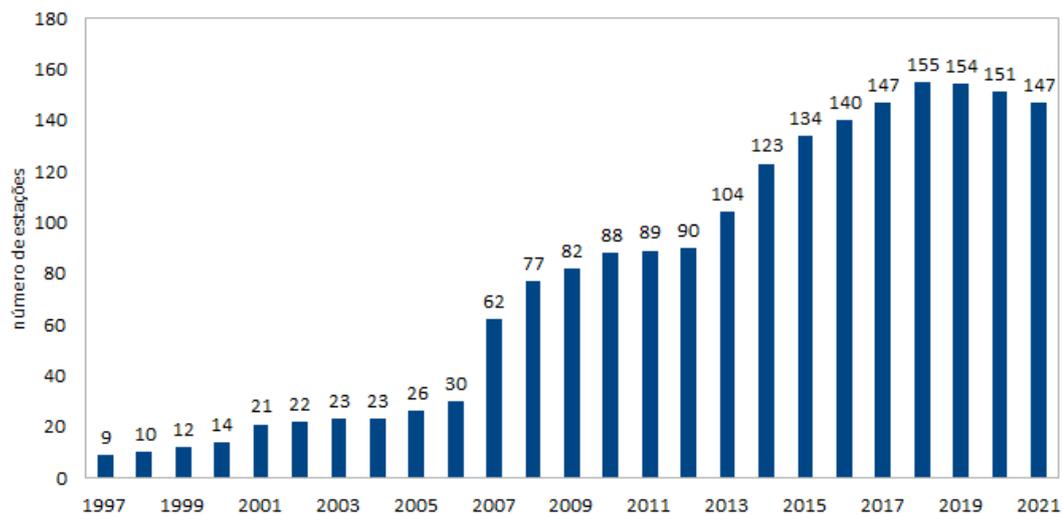
A expansão da RBMC

Este tópico é dedicado a uma maior compreensão do processo de expansão da RBMC desde quando o sistema de referência SIRGAS2000 foi adotado oficialmente no Brasil, em fevereiro de 2005.

As Resoluções n. 01, de 25.02.2005, e n. 04, de 18.04.2012, da Presidência do IBGE, estabelecem que o Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas - SIRGAS, em sua realização do ano de 2000 - SIRGAS2000, é o novo sistema geodésico de referência para o Sistema Geodésico Brasileiro - SGB e para o Sistema Cartográfico Nacional - SCN. Dessa realização SIRGAS2000, participaram 15 estações da RBMC, assumindo o papel de estrutura geodésica de referência do SIRGAS2000. Desde então, o número de estações vem crescendo de modo significativo, principalmente via parcerias institucionais, chegando, em setembro de 2021, à configuração de 147 estações operacionais (Gráfico 1) e totalizando mais de 190 estações participantes desde o início do seu estabelecimento (Figura 1). Somente nove estações pertencentes à campanha de origem do SIRGAS2000, porém, fazem parte da estrutura atual da RBMC; isso porque as demais foram desativadas ao longo dos anos por motivos diversos.

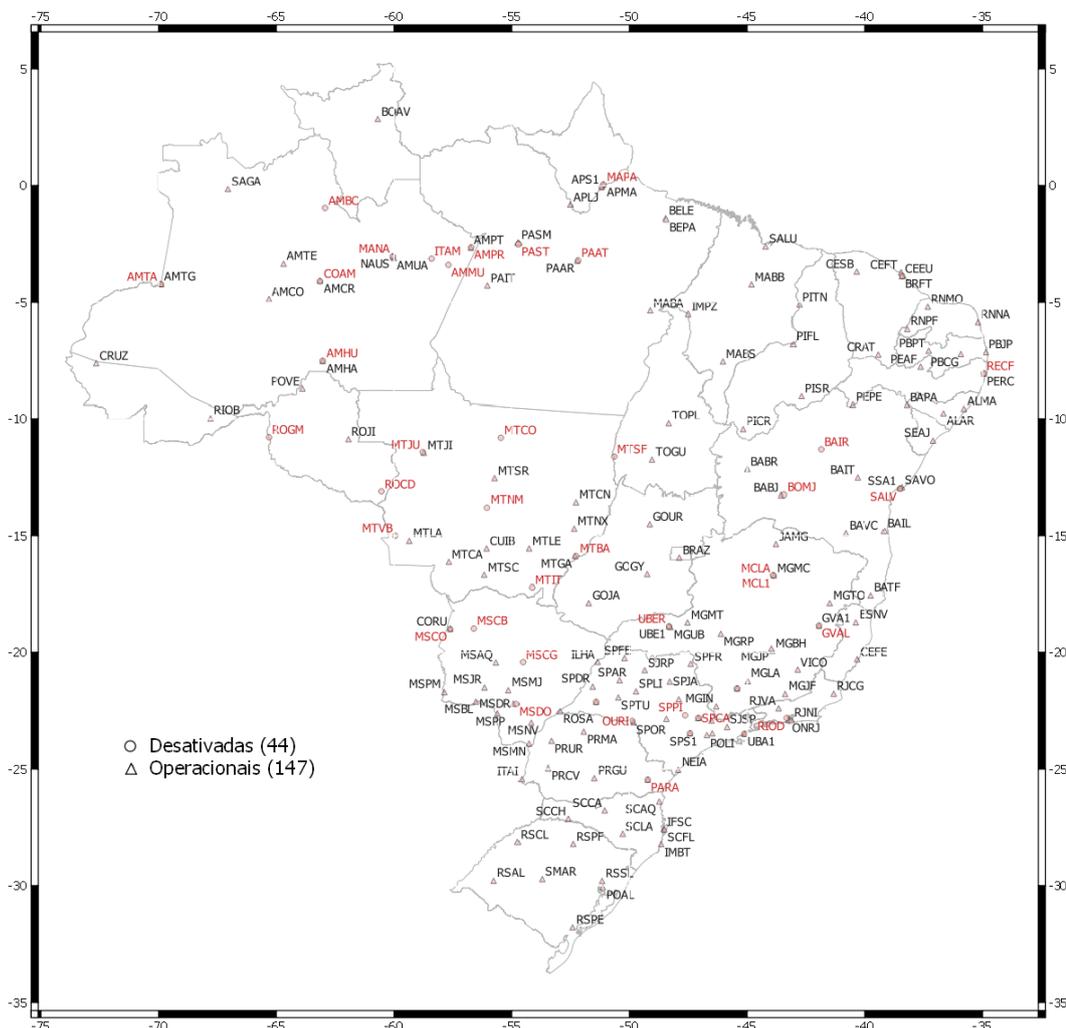
¹ O DGFI-TUM tem estado envolvido nas atividades de investigação do SIRGAS desde a sua criação, em 1993, coordenando as campanhas SIRGAS GPS de 1995 e 2000, atuando como centro de análise de ambas, e contribuindo para as soluções finais conhecidas como SIRGAS95 e SIRGAS2000. Em junho de 1996, o DGFI-TUM tornou-se responsável pelo Centro de Análise Associado do IGS para o SIRGAS (IGS Regional Network Associate Analysis Centre for SIRGAS - IGS RNAAC SIR), assumindo o processamento das estações SIRGAS em funcionamento contínuo numa base semanal.

Gráfico 1 - Evolução cronológica do número de estações operacionais da RBMC



Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Geodésia.

Nota: Observa-se o aumento significativo de estações operacionais a partir de 2007, em função do início da parceria com o Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária - INCRA, e 2013, com o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE.

Figura 1 - Distribuição espacial das estações da RBMC

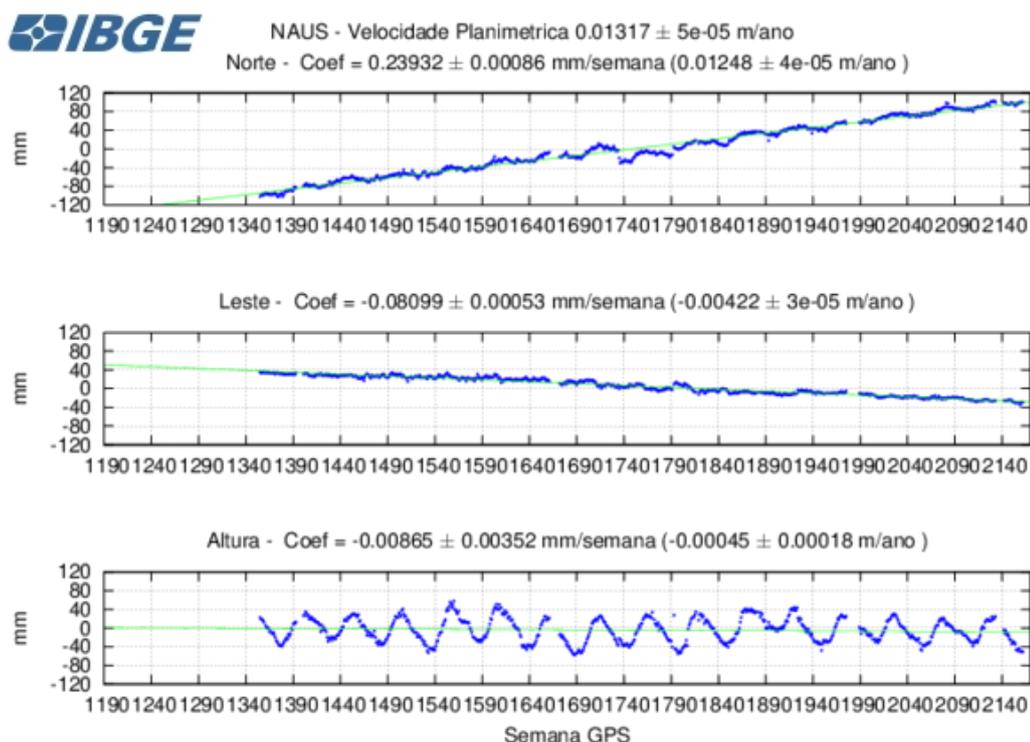
Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Geodésia.

Nota: São 147 estações operacionais em novembro de 2021 identificadas com símbolo triangular na cor preta, e 44 estações desativadas identificadas com símbolo circular na cor vermelha.

Paralelamente à disponibilização das coordenadas SIRGAS2000 e considerando-se o papel relevante da RBMC, o IBGE realiza, desde 2008, processamentos semanais dos dados GNSS produzidos pelas estações da RBMC, bem como de outras estações no continente, tarefa essa sob a responsabilidade do Centro de Processamento Local SIRGAS - IBGE. Os resultados produzidos semanalmente possibilitam o monitoramento das coordenadas a partir de suas respectivas séries temporais. Entretanto, nas análises dessas séries, são identificadas muitas discontinuidades decorrentes de trocas de equipamentos, mais precisamente das antenas. Identifica-se, também, que a maioria das estações localizadas na parte central do País e, principalmente, na região amazônica apresentam variações na componente vertical decorrentes de causas naturais, como, por exemplo, da carga hidrológica na região, a qual está associada aos períodos de cheia e vazante dos rios. Essas variações podem ser observadas nos gráficos das séries temporais disponibilizadas pelo Centro de Processamento (IBGE, 2021d) e estão apresentadas no Gráfico 2 para o caso da Estação NAUS, localizada em Manaus, no Estado do Amazonas, e cuja variação anual é de cerca

de 8 cm, em média, expressivamente maior do que a incerteza ou desvio padrão da componente vertical que é de poucos milímetros.

Gráfico 2 - Série temporal da Estação NAUS



Fonte: IBGE. *Informações sobre posicionamento geodésico*. Rio de Janeiro, 2021c. Gráficos com o comportamento temporal das coordenadas das estações da Rede SIRGAS-CON que são processadas pelo Centro de Processamento do IBGE. Disponível em: https://geoftp.ibge.gov.br/informacoes_sobre_posicionamento_geodesico/sirgas/graficos/. Acesso em: ago. 2021.

Nota: Deslocamento planimétrico de, aproximadamente, 1,3 cm por ano, e variação altimétrica com amplitude de, aproximadamente, 8 cm por ano.

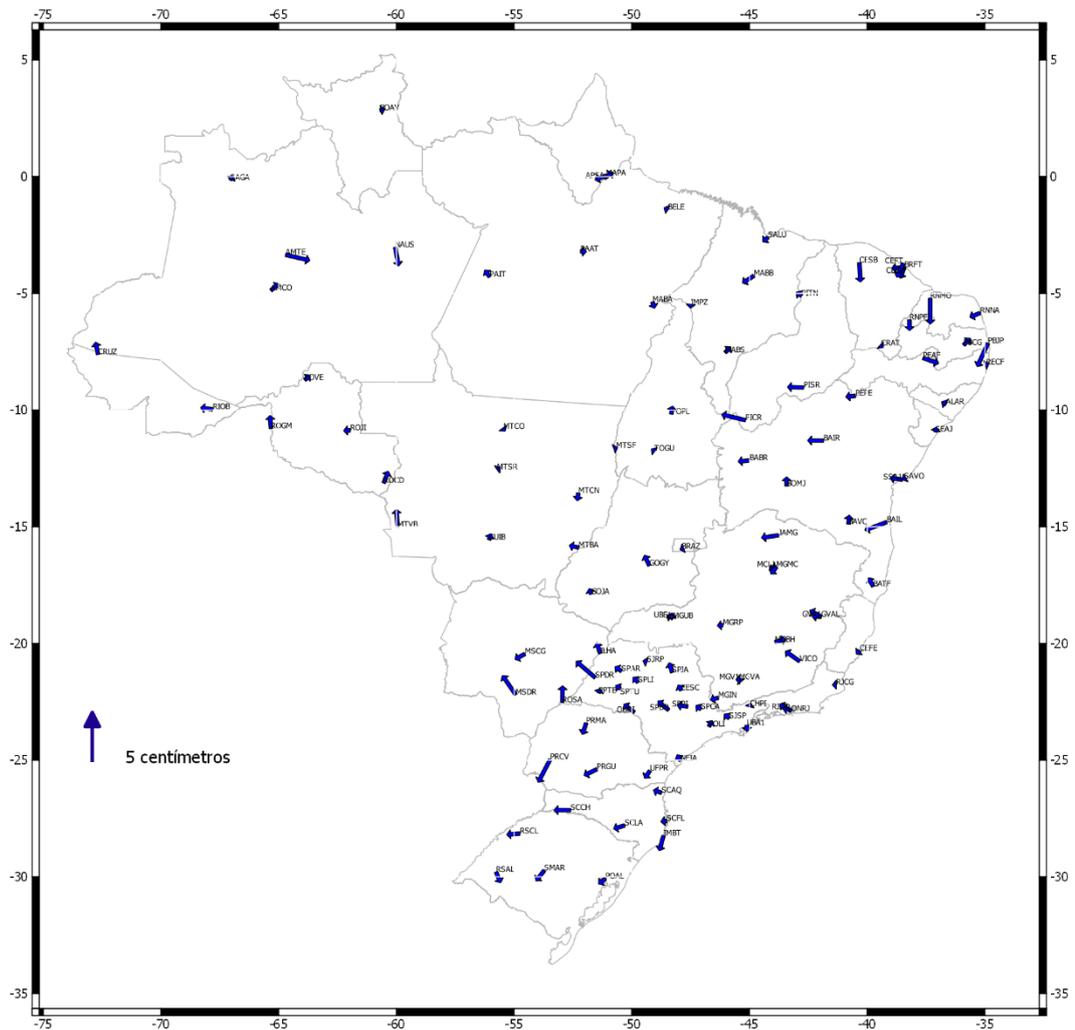
Situação atual das coordenadas da RBMC

O processo de cálculo das coordenadas das novas estações da RBMC após a realização SIRGAS2000 se deu de forma independente e em diferentes momentos, a partir da utilização de, no mínimo, 10 dias de dados GNSS da estação, os quais foram processados juntamente com os produtos IGS, órbitas, relógios e parâmetros de orientação terrestre (earth orientation parameters (EOP)). Na etapa do processamento diário dos dados GNSS, foram incluídas pelo menos três estações da RBMC existentes e operacionais, e assim, para cada dia, foi obtida uma solução composta de um conjunto de coordenadas e da respectiva matriz variância-covariância completa. Ao final desse processo, as soluções diárias foram combinadas por meio de um ajustamento por mínimos quadrados, definindo-se, a partir das coordenadas SIRGAS2000 de três estações da RBMC existentes e utilizadas como referência e obtendo-se, assim, um único conjunto de coordenadas e desvios padrões para as novas estações (IBGE, 2017). Trata-se de um processo que necessita de controle, principalmente quanto às coordenadas das estações de referência, de modo a se evitar a propagação de distorções indesejáveis na Rede.

As discontinuidades relacionadas às trocas de equipamentos, bem como à variação da componente vertical e aos deslocamentos locais, conduziram a distorções muito acima das precisões estimadas para as coordenadas. Isso é comprovado quando se comparam coordenadas de soluções mais recentes para as estações da RBMC, tal como a solução multianual SIR17P01 disponibilizada pelo DGFI-TUM (SÁNCHEZ; DREWES, 2020b), com as coordenadas SIRGAS2000 disponibilizadas pelo IBGE. As Figuras 2 e 3 apresentam, respectivamente, os vetores das diferenças NE (norte-este) e U (vertical) entre as soluções SIR17P01 e SIRGAS2000, chegando-se a diferenças de até 3,6 cm em planimetria, na Estação PRCV, e de até 12 cm em altimetria, na Estação NAUS. Vale ressaltar que as coordenadas SIR17P01 foram estimadas para a época de referência 2015.0 e reduzidas à época 2000.4 com base nas velocidades SIR17P01 para essa comparação.

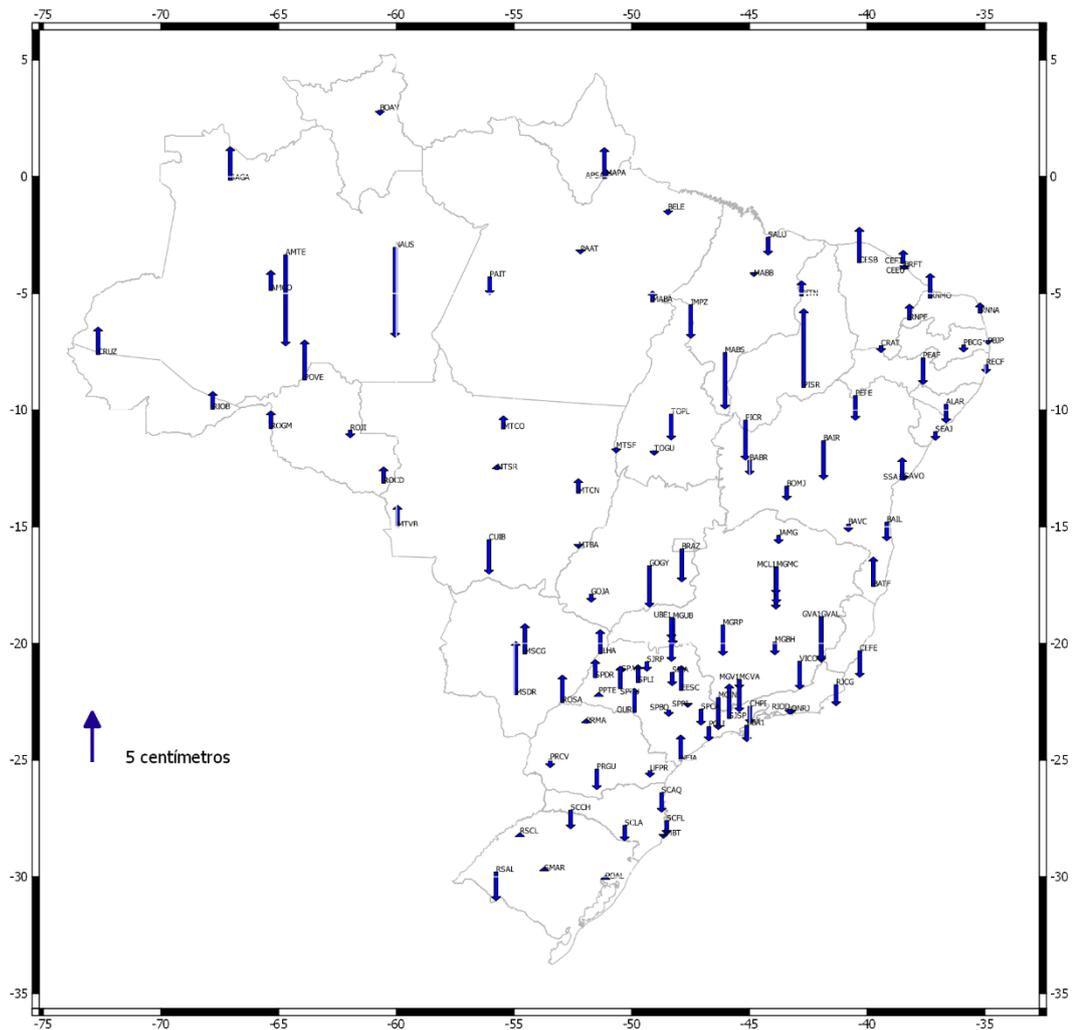
Dada a importância da RBMC como rede de referência geodésica no País, e considerando seu processo de expansão e modernização nos últimos 20 anos, torna-se necessário o cálculo de uma nova solução que considere os dados GNSS coletados durante todo esse período, permitindo a determinação de uma solução multianual. Isso se faz necessário devido às coordenadas estimadas das estações terem sido calculadas em diferentes momentos, conduzindo à aplicação de diferentes referenciais de produtos IGS (órbitas, relógios e parâmetros de orientação terrestre) e diferentes modelos de correções e variações do centro de fase das antenas (receptor e satélites). Outros fatores, como inúmeras trocas de antenas e variações significativas da componente altimétrica em regiões brasileiras, também justificam a necessidade de uma nova solução para as estações da RBMC. Para tal, são utilizadas informações homogêneas referidas a um mesmo referencial global, sendo essa a principal motivação para o desenvolvimento da proposta apresentada e descrita neste relatório metodológico.

Figura 2 - Diferenças planimétricas entre as soluções SIR17P01 e SIRGAS2000



Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Geodésia.

Nota: As coordenadas da solução SIR17P01 inicialmente em IGS14, época 2015.0, foram reduzidas para a época 2000.4 e transformadas para ITRF2000.

Figura 3 - Diferenças altimétricas entre as soluções SIR17P01 e SIRGAS2000

Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Geodésia.

Nota: As coordenadas da solução SIR17P01 inicialmente em IGS14, época 2015.0, foram reduzidas para a época 2000.4 e transformadas para ITRF2000.

Disponibilidade dos dados semanais

Soluções semanais SIRGAS-CON

Estabelecido em 1993 com o objetivo de modernizar os referenciais geodésicos clássicos utilizados na América do Sul para um referencial geocêntrico, o SIRGAS vem, desde então, atuando juntamente com organizações científicas e instituições geodésicas, cartográficas e geográficas nacionais no sentido de estabelecer uma estrutura geodésica que possibilite aos países do continente georreferenciar e produzir produtos derivados dessa estrutura precisa e confiável (SISTEMA DE REFERENCIA GEODÉSICO PARA LAS AMÉRICAS, 2021). Um dos produtos derivados dessa estrutura geodésica de referência são as soluções semanais determinadas pelos Centros de Processamento e Combinação SIRGAS, por meio das quais são obtidas as coordenadas semanais das estações pertencentes à Rede SIRGAS-CON (SISTEMA DE REFERENCIA GEODÉSICO PARA LAS AMÉRICAS, 2021). Semelhante ao cálculo das coordenadas da RBMC, as soluções semanais da Rede SIRGAS-CON foram estimadas em diferentes realizações e produtos dos referenciais globais, bem como em modelos de correções e variações do centro de fase das antenas, o que acarreta descontinuidades nas séries temporais das coordenadas, entre outras questões associadas à dificuldade de atualização dos metadados das estações. Desse modo, visando corrigir as descontinuidades causadas por diferentes fontes, torna-se necessário o reproprocessamento dos dados GNSS de longo período, utilizando-se as mesmas informações e produtos IGS com vistas a uma solução homogênea.

Reprocessamento dos dados GNSS da Rede de Referência SIRGAS (SIRGAS-CON) em ITRF2014

O reproprocessamento e a solução multianual da Rede de Referência SIRGAS com base no referencial global ITRF2014 (IGS14/IGb14) encontra-se em fase de conclusão pelo DGFI-TUM. Essa solução multianual abrange um período de 21 anos de dados GNSS, entre janeiro de 2000 e dezembro de 2020, e faz parte do projeto de determinação de uma nova solução multianual SIRGAS, sendo a última disponibilizada em 2017 (SIR17P00), a qual contemplou o período de abril de 2011 a janeiro de 2017. Tal solução é de grande importância para a realização e a manutenção do referencial SIRGAS entre as realizações do ITRF (SÁNCHEZ; DREWES, 2020b).

O reproprocessamento foi realizado com o *software* Bernese versão 5.2 (DACH *et al.*, 2015) e seguiu padrões estabelecidos internacionalmente na obtenção das soluções GNSS (SISTEMA DE REFERENCIA GEODÉSICO PARA LAS AMÉRICAS, 2017). Esses padrões são, geralmente, baseados nas convenções descritas pelo Serviço Internacional de Sistemas de Referência e Rotação da Terra (International Earth Rotation and Reference Systems Service - IERS²). Foi utilizado

² Para informações mais detalhadas sobre o tema, consultar: INTERNATIONAL EARTH ROTATION AND REFERENCE SYSTEMS SERVICE. *IERS conventions (2010)*. Editors: Gérard Petit and Brian Luzum. Frankfurt am Main: Verlag des Bundesamts für Kartographie und Geodäsie, 2010. 179 p. (IERS technical note, n. 36). Disponível em: <https://www.iers.org/IERS/EN/Publications/TechnicalNotes/tn36.html>. Acesso em: set. 2021.

o modelo de correção e variação do centro de fase das antenas da realização IGS14³, bem como órbitas e relógios em IGS14 disponibilizados pelo Jet Propulsion Laboratory - JPL/NASA⁴ (RIES, 2018)⁵. Esse reprocessamento não inclui apenas estações regionais SIRGAS, mas também uma distribuição global de algumas estações IGS, as quais serão usadas na combinação final para definição do referencial na solução multianual da RBMC.

Nas soluções semanais, as órbitas, as correções dos relógios dos satélites, bem como os parâmetros de orientação terrestre são fixados, e as coordenadas de todas as estações são injuncionadas à realização IGS14 em ± 1 m, para gerar as soluções semilivres, as quais foram disponibilizadas ao IBGE no formato SINEX. Essas soluções semanais são identificadas neste relatório como solução IB2. Informações mais detalhadas sobre as etapas do reprocessamento são apresentadas no Box 1.

³ Para informações mais detalhadas sobre o tema, consultar o endereço:
<https://files.igs.org/pub/station/general/igs14.atx>.

⁴ Para informações mais detalhadas sobre o tema, consultar o endereço:
<https://sideshow.jpl.nasa.gov/pub/jpligsac/>.

⁵ Mensagem enviada em nome do JPL IGS Analysis Center [IGSMAIL-7637].

Box 1 - Estratégia do reprocessamento GNSS utilizada pelo DGFI-TUM

- Combinação linear livre de ionosfera: L3.
- Taxa de rastreamento: 30 segundos.
- Máscara de Elevação: 3°.
- Ponderação dependente da elevação: $\cos(z)^{**2}$.
- Órbitas e correções dos relógios dos satélites e parâmetros de orientação terrestre determinados pelo JPL por meio de um reprocessamento referido ao IGS14 (<https://sideshow.jpl.nasa.gov/pub/jpligsac/>).
- Correções (por bloco), x, y e z ao centro de massa das antenas dos satélites: igs14.atx (<https://files.igs.org/pub/station/general/>).
- Modelo absoluto da variação do centro de fase (PCV) das antenas dos receptores e satélites: igs14.atx.
- Calibração do *radome* das antenas obtidas de: igs14.atx. Na falta de informação do *radome*, o efeito é negligenciado e um modelo padrão de *radome* (NONE) é usado.
- Excentricidades da antena com relação à referência do marco (dN, dE, dU) obtidas no arquivo *logfile* da estação (<ftp://ftp.sirgas.org/pub/gps/DGF/station/log/>).
- Estratégia para a resolução de ambiguidades: solução de ambiguidades independente para L1 e L2 em linhas de base entre 0 km e 20 km; solução de ambiguidades para a combinação L3 e L5 em linhas de base de 18 km a 200 km, estratégia *wideline* para linhas de base entre 180 km e 9 000 km, e estratégia *quasi ionosphere free* (QIF) para linhas de base entre 18 km e 5 600 km. Nas soluções de ambiguidades, são utilizados os modelos de ionosfera do CODE para aumentar o número de ambiguidades resolvidas (<ftp://ftp.aiub.unibe.ch/CODE/>).
- Modelagem da troposfera: o atraso zenital *a priori* (parte seca), é modelado usando-se a Função de Mapeamento de Viena (BOEHM *et al.*, 2006) e os parâmetros atmosféricos adicionais (parte úmida) são estimados em um intervalo de 2 horas por meio de um ajustamento de rede utilizando-se a Função de Mapeamento de Viena. Adicionalmente, os parâmetros do gradiente horizontal são estimados para modelar assimetrias em azimute (modelo descrito em Chen e Herring, 1997). Os coeficientes da grade VMF1 são disponibilizados por Boehm (http://vmf.geo.tuwien.ac.at/trop_products/GRID/2.5x2/VMF1/VMF1_OP/).
- Correções da maré terrestre, maré permanente e maré terrestre do polo são descritas no documento *IERS conventions (2010)* (INTERNATIONAL EARTH ROTATION AND REFERENCE SYSTEMS SERVICE, 2010). Efeitos de carga de maré oceânica reduzidos com o modelo FES2014b (LYARD *et al.*, 2006), e a carga de maré atmosférica para S1 e S2 é reduzida com o modelo de Van Dam e Ray (2010). Os coeficientes de redução para os efeitos de carga oceânica são fornecidos por Bos e Scherneck (<http://holt.oso.chalmers.se/loading/>). Os coeficientes da carga atmosférica são disponibilizados por Dam (<https://geophy.uni.lu/atmosphere/tide-loading-calculator/ATM1OnlineCalculator/>).
- Coeficientes geocêntricos da carga oceânica não são aplicados, considerando-se que esta correção foi aplicada nos produtos IGS.
- Efeitos de cargas isentas de marés, tais como pressão atmosférica, pressão do fundo dos oceanos ou superfícies hidrológicas não são reduzidos.
- Equações normais livres diárias são calculadas aplicando-se a estratégia da dupla diferença, realizada com o *software* Bernese versão 5.2 (DACH *et al.*, 2015). As linhas de base são criadas levando-se em consideração o número máximo de observações comuns para as estações associadas.
- Equações normais livres diárias são as coordenadas das estações e os parâmetros troposféricos determinados com a condição de injunção semilivre (*loosely constrained*, isto é, todas as coordenadas são determinadas com injunção de +/- 0.1 m).
- Estações com resíduos maiores que +/-20 mm nas componentes norte e leste e +/-30 mm na componente vertical foram removidas das equações normais.
- Arquivos SINEX semanal e diário são gerados somente com as coordenadas das estações (parâmetros troposféricos são removidos) usando-se a condição NNR+NNT (*no net rotation and no net translation*) com respeito às Estações CORE IGS14 e a solução IGS14.snx.
- Referencial: IGS14

Fonte: Adaptado do texto do cabeçalho do arquivo SINEX da solução do reprocessamento DGFI-TUM.

Seleção das estações da Rede SIRGAS-CON

As 1 043 soluções semanais processadas e disponibilizadas pelo DGFI-TUM ao IBGE contemplam resultados de estações da Rede SIRGAS-CON entre as semanas GPS 1043 (02.01.2000) e 2085 (28.12.2019). Essas soluções foram disponibilizadas em arquivos no formato SINEX, os quais contêm as seguintes informações: coordenadas aproximadas e identificação das estações; coordenadas estimadas e seus respectivos desvios padrões; modelos de receptores e antenas instalados nas estações; excentricidade das antenas (componentes norte, leste e vertical, e altura da antena); épocas das soluções; e matriz variância-covariância estimada. Foram utilizadas, inicialmente, todas as estações disponibilizadas nas soluções do DGFI-TUM, isto é, 189 estações pertencentes à RBMC; 39 estações pertencentes à rede global IGS, das quais sete integram a RBMC; e 26 estações de países vizinhos sul-americanos, com vistas a uma melhor geometria para

a rede regional, totalizando, assim, 247 estações da Rede SIRGAS-CON, conforme apresentado na Figura 4 e no Apêndice 1.

Figura 4 - Estações presentes nas soluções semanais



Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Geodésia.

Nota: Todas as 247 estações presentes nas soluções semanais pertencem à Rede SIRGAS-CON, das quais 230 foram utilizadas para a determinação da solução multianual.

Cabe destacar observações importantes sobre duas estações da RBMC:

- A Estação MANA (data de instalação: 29.04.1997, 00:00 UTC; data de remoção: 01.12.2003, 00:00 UTC) foi processada com a identificação MANU; e
- A Estação MTJU (data de instalação: 26.04.2010, 12:00 UTC; data de remoção: 04.07.2012, 17:00 UTC), pertencente à RBMC, não foi incluída no reprocessamento e, portanto, não faz parte dessa solução multianual.

Coordenadas e velocidades da realização IGb14

A realização ITRF2014/IGS14 foi estimada com dados GNSS entre janeiro de 1994 e fevereiro de 2015 (ALTAMIMI *et al.*, 2016). Desde então, ocorreram descontinuidades nas coordenadas de diversas estações IGS14, impossibilitando o seu uso como referência na combinação das soluções semanais. Além disso, foram decorridos cinco anos desde a sua divulgação em fevereiro de 2015, e, para ajustar as soluções semanais atualmente, torna-se necessário reduzir as coordenadas IGS14 por meio de suas velocidades, o que pode causar erros devido às atividades sísmicas e às trocas de equipamentos ocorridas em algumas estações.

Cabe destacar que as velocidades estimadas nas realizações IGS são lineares, não envolvendo, portanto, variações sísmicas que ocorrem antes ou após terremotos. Por essa razão, o IGS atualizou, em maio de 2020, as coordenadas das estações da rede de referência global, produzindo uma nova realização denominada IGb14, com coordenadas e velocidades na época de referência 2010.0. A solução IGb14 foi obtida a partir da combinação de soluções diárias do REPRO2 (REBISCHUNG; SCHMID, 2016) entre as semanas GPS 730 (janeiro de 1994) e 2092 (fevereiro de 2020). Essa solução foi ajustada em origem, escala e orientação ao IGS14 por meio de um subconjunto de 233 estações selecionadas. A mudança de IGS14 para IGb14 não introduziu, portanto, descontinuidades na série de produtos operacionais IGS (REBISCHUNG, 2020)⁶, como órbitas e relógios dos satélites. A partir da semana GPS 2106 (17 de maio de 2020), essa nova realização foi adotada nos produtos IGS. A solução da rede de referência global IGb14 está disponível no endereço <ftp://igs-rf.ign.fr/pub/IGb14>, e os arquivos usados nesse trabalho são apresentados no Quadro 1.

Quadro 1 - Arquivos IGb14 utilizados na solução multianual

Arquivos	Descrição
IGb14.ssc	Arquivo IGb14 SINEX (sem matriz de covariância) utilizado para a obtenção das coordenadas e velocidades de cada solução estimada para cada estação IGS.
soln_IGb14.snx	Lista de estações com suas respectivas descontinuidades, prováveis fontes e componente afetada para serem aplicadas com IGb14.snx.
psd_IGb14.snx	Modelos de deformação pós-sísmica para serem usados com IGb14.snx.

Fonte: <ftp://igs-rf.ign.fr/pub/IGb14>.

Na solução IGb14, uma mesma estação poderá conter várias soluções estimadas (várias coordenadas e velocidades) associadas a diferentes períodos. Isso se deve às descontinuidades encontradas nas séries temporais das coordenadas, decorrentes, principalmente, de terremotos, deformações locais, ou trocas de equipamentos. A Estação BRAZ, em Brasília, por exemplo, possui 10 conjuntos de coordenadas na solução IGb14, conforme apresentado no Quadro 2.

⁶ Mensagem enviada em nome do IGS Reference Frame Working Group [IGSMail-7921].

Quadro 2 - Exemplo de múltiplas soluções para a Estação BRAZ na solução IGb14

Identificação ssc (IGb14)		Identificação IB2 CRD e VEL	Períodos	
Estações	Número da solução		Início	Fim
BRAZ 41606M001	1	BRAZ 41606A001	08 03 1995 00 00 00	14 10 1995 00 00 00
BRAZ 41606M001	2	BRAZ 41606B001	29 08 1996 23 59 49	30 01 1998 00 00 00
BRAZ 41606M001	3	BRAZ 41606C001	05 09 1998 23 59 47	12 03 2007 00 00 00
BRAZ 41606M001	4	BRAZ 41606D001	17 03 2007 23 59 46	18 09 2012 23 59 30
BRAZ 41606M001	5	BRAZ 41606E001	19 09 2012 00 00 00	27 11 2012 23 59 30
BRAZ 41606M001	6	BRAZ 41606F001	28 11 2012 00 00 00	25 04 2013 12 00 00
BRAZ 41606M001	7	BRAZ 41606G001	26 04 2013 00 00 00	04 12 2014 00 00 00
BRAZ 41606M001	8	BRAZ 41606H001	03 12 2014 23 59 43	15 04 2015 00 00 00
BRAZ 41606M001	9	BRAZ 41606I001	16 04 2015 00 00 00	27 09 2016 23 59 58
BRAZ 41606M001	10	BRAZ 41606J001	03 10 2016 00 00 00	12 04 2020 00 00 00

Fonte: INTERNATIONAL GNSS SERVICE. [IGb14.ssc]. Pasadena: IGS, [2021c]. Disponível em: <ftp://igs-ftp.ign.fr/pub/IGb14/IGb14.ssc>. Acesso em: set. 2021.

Como, inicialmente, todas as estações IGb14 presentes nas soluções IB2 foram utilizadas como referências e definidoras da realização no processo de combinação multianual, a partir do arquivo IGb14.ssc, foram criados os arquivos IGb14xIB2.CRD e IGb14xIB2.VEL (coordenadas e velocidades no formato Bernese versão 5.2), somente com as estações IGb14 presentes nessa combinação e com as coordenadas e velocidades disponíveis para cada estação e respectiva solução. Para cada estação com descontinuidade identificada e, conseqüentemente, múltiplas soluções estabelecidas, foi adotada uma identificação distinta no processo da combinação, possibilitando o cálculo de coordenadas e velocidades da solução. Portanto, a letra M do código Domes Number que indica o tipo de marco da estação foi substituída por letras iniciadas em A, de acordo com as respectivas soluções. Conforme apresentado no Quadro 3, no caso da Estação BRAZ 41606M001, por exemplo, a letra M foi alterada, provisoriamente, para A (BRAZ 41606A001) para a solução 1 referente ao período de 08.08.1995 a 14.10.1995; para B (BRAZ 41606B001) para a solução 2 referente ao período de 29.08.1996 a 30.01.1998; e, assim sucessivamente, para os demais períodos com descontinuidades identificadas nas coordenadas das estações pertencentes à solução IGb14. Esse procedimento foi aplicado em todas as estações da realização IGb14 mediante a identificação de uma descontinuidade na série temporal das coordenadas.

Definição das estações IGb14 como referências para a solução multianual da RBMC

No processo da estimativa de uma solução multianual de uma rede regional, deve-se adotar um conjunto de estações oriundas de uma solução multianual pertencentes a uma rede global, nesse caso IGb14, as quais serão as referências para essa rede regional, seguindo, assim, uma hierarquia entre redes. No processo de seleção das estações IGb14 que definirão o referencial geodésico na solução multianual, foram consideradas, inicialmente, as 39 estações IGS (IGb14) presentes na combinação das soluções semanais IB2, sendo elas: **ABMF, AREQ, ASC1, ASCG, BRAZ, BRFT, BRMU, CFAG, CHPI, CONZ, CRO1, EISL, FALK, FORT, GLPS, GOL2, GUAT, ISPA, KOUR, LMMF, LPGS, MAS1, MDO1, OHI2, OHI3, OHIG, PARC, PDEL, RECF, RIO2, RIQG, SALU, SANT, SAVO, SCUB, STHL, SUTH, UFPR e UNSA.**

Para se evitar, porém, o uso de estações que tenham sofrido algum deslocamento decorrente de eventos sísmicos e, conseqüentemente, distorções pós-sísmicas, tais estações foram identificadas por meio do arquivo IGb14.PSD (Post Seismic Deformation) e removidas das soluções IB2, sendo elas: **AREQ**, **CONZ**, **GOL2**, **LPGS** e **SANT**. Essas estações encontram-se, em sua maioria, localizadas em regiões com intensas atividades sísmicas, como, por exemplo, nos Andes.

Outra consideração na escolha das estações IGb14 foi a de se evitar que estações muito próximas fossem utilizadas na definição do referencial, o que aumentaria o seu peso nesse processo. Nesse caso, adotou-se a escolha de apenas uma estação IGb14 na definição do referencial, sendo selecionada aquela que apresentou maior estabilidade. Como as Estações **OHI2** e **OHI3** estão muito próximas uma da outra, a Estação **OHI3** foi removida do arquivo de definição do referencial, apesar de a Estação **OHI2** também apresentar diversas soluções com residuais elevados.

Além disso, em períodos de simultaneidade de soluções entre estações próximas, foi necessária a exclusão de alguns desses períodos, evitando-se, assim, distorções no processo da combinação e, conseqüentemente, na obtenção das coordenadas. Esses períodos e estações foram os seguintes:

- **BRFT/FORT** -> **BRFT** (BRFT 41602A002), removida entre 16.09.2005, 00:00:00, e 08.04.2006, 23:59:59;
- **ISPA/EISL** -> **ISPA** (ISPA 41703A007), removida entre 14.02.2004, 00:00:00, e 29.01.2005, 23:59:59; e
- **OHI2/OHIG** -> **OHI2** (OHI2 66008A005), removida entre 15.02.2002, 00:00:00, e 23.02.2002, 23:59:59.

Portanto, removidas as cinco estações afetadas por eventos sísmicos, restaram 34 estações IGb14 nas soluções semanais, sendo 33 a serem utilizadas na definição do referencial, e 30 delas com descontinuidades identificadas na solução IGb14, totalizando, assim, 129 soluções (Apêndice 2). As estações que não apresentaram descontinuidades foram: **ASC1**, **ASCG**, **OHIG** e **STHL**.

Após a realização dos primeiros ensaios da combinação multianual, foram identificadas algumas estações IGb14 com correções em suas coordenadas estimadas acima das tolerâncias aceitáveis. De acordo com Kenyeres e outros (2019), para um melhor alinhamento ao referencial ITRF/IGS utilizado, as coordenadas estimadas das estações de referência devem se ajustar aos valores de referência (valores IGb14), dentro de 2 mm em planimetria e 5 mm em altura. Devido ao número reduzido de estações IGb14 na América do Sul e, conseqüentemente, no Brasil, adotou-se, neste trabalho, a tolerância de até 4 mm nas componentes planimétricas e de 7 mm na componente altimétrica para a correção das coordenadas nas estações de referência. Conseqüentemente, foram removidas como estações de referência no processo da combinação (mas mantidas nos arquivos semanais IB2), as soluções: ASC1 30602M001, BRAZ 41606I001, BRFT 41602A002, BRFT 41602F002, BRFT 41602G002, CRO1 43201C001, CRO1 43201D001, CRO1 43201E001, CRO1 43201F001, CRO1 43201G001, CRO1 43201I001, CRO1 43201J001, CRO1 43201K001, EISL 41703A003, EISL 41703B003, EISL 41703C003, FORT 41602A001, GUAT 40901A001, GUAT 40901D001, ISPA 41703B007, KOUR 97301C210, KOUR 97301D210, KOUR 97301E210, KOUR 97301I210, MAS1 31303C002, MDO1 40442A012, MDO1 40442B012, MDO1 40442E012, OHI2

66008A005, OHI2 66008G005, OHI3 66008A006, OHI3 66008B006, OHI3 66008C006, OHI3 66008D006, OHI3 66008E006, OHI3 66008F006, OHIG 66008M001, PDEL 31906A004, RECF 41617F001, SALU 41640D001, SCUB 40701C001, SCUB 40701E001 e UNSA 41514H001.

Ao final de todas as análises mencionadas anteriormente, foram selecionadas 29 estações IGb14 para definição do referencial, totalizando, assim, 85 conjuntos de coordenadas (soluções destacadas no Apêndice 2), cujas estações são identificadas no arquivo IGb14xIB2.FIX, sendo elas: **ABMF, ASCG, BRAZ, BRFT, BRMU, CFAG, CHPI, CRO1, FALK, FORT, GLPS, GUAT, ISPA, KOUR, LMMF, MAS1, OHI2, PARC, PDEL, RECF, RIO2, RIOG, SALU, SAVO, SCUB, STHL, SUTH, UFPR e UNSA.**

Remoção de estações com comportamentos indesejáveis

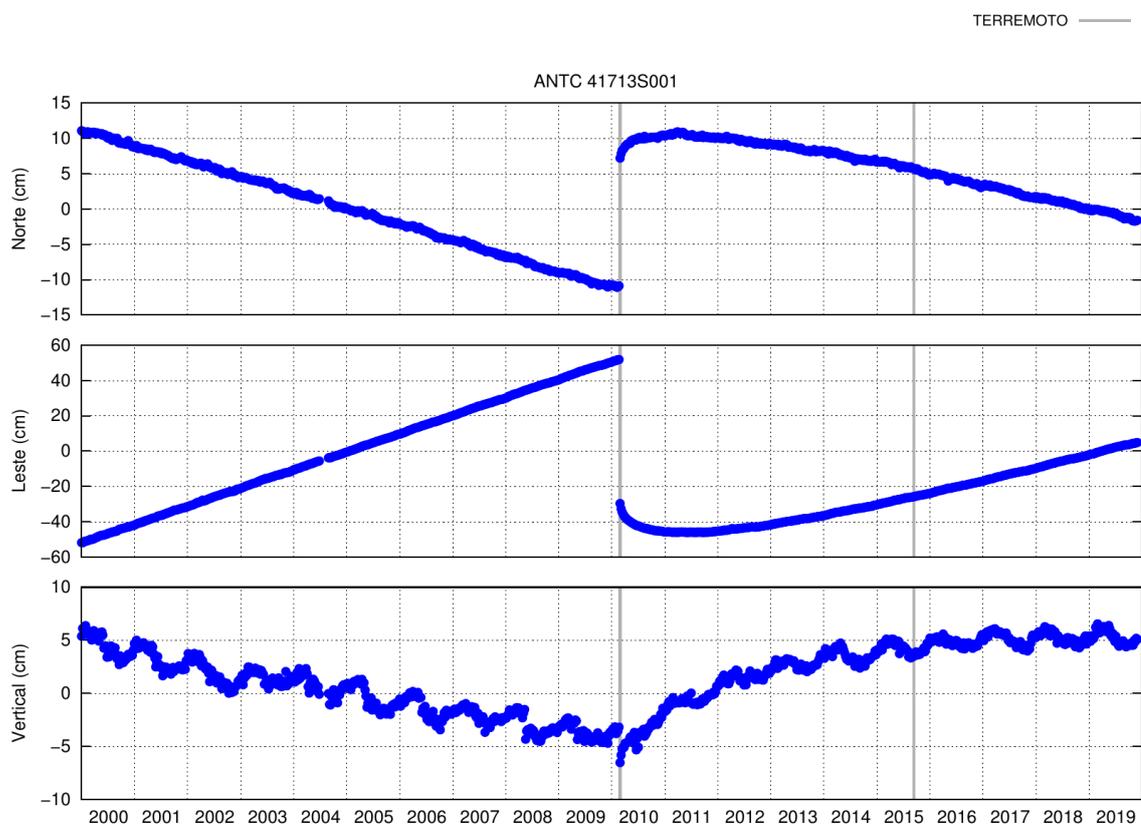
Algumas estações que não fazem parte das Redes IGS ou RBMC e que apresentaram grandes deslocamentos derivados de terremotos, e/ou velocidades não lineares decorrentes de eventos sísmicos, e/ou variações anormais residuais, foram removidas das soluções IB2, sendo elas: **ANTC, BOGT, CEEC, CORD, IQQE, LHCL, MANA, PRNA, RIOP, RWSN, SRZN e VBCA.** O Quadro 3 apresenta as 12 estações removidas e o motivo da respectiva remoção, e os Gráficos 3 e 4 ilustram as séries temporais de ANTC e CORD, respectivamente, com descontinuidades, deslocamentos não lineares e variações residuais anormais.

Quadro 3 - Estações da Rede SIRGAS-CON excluídas da combinação multianual e respectivas justificativas para a remoção

Estações	Justificativas para a remoção
ANTC	Descontinuidade gerada por terremoto
BOGT	Velocidade não linear
CEEC	Apresentação de apenas duas soluções no reprocessamento
CORD	Vazio de oito anos e descontinuidades
IQQE	Descontinuidade gerada por terremoto
LHCL	Descontinuidade gerada por terremoto
MANA	Velocidade não linear
PRNA	Vários deslocamentos e variações residuais
RIOP	Deslocamentos, variações e não linearidade
RWSN	Velocidade não linear e deslocamentos
SRZN	Varição residual elevada
VBCA	Descontinuidade gerada por terremoto

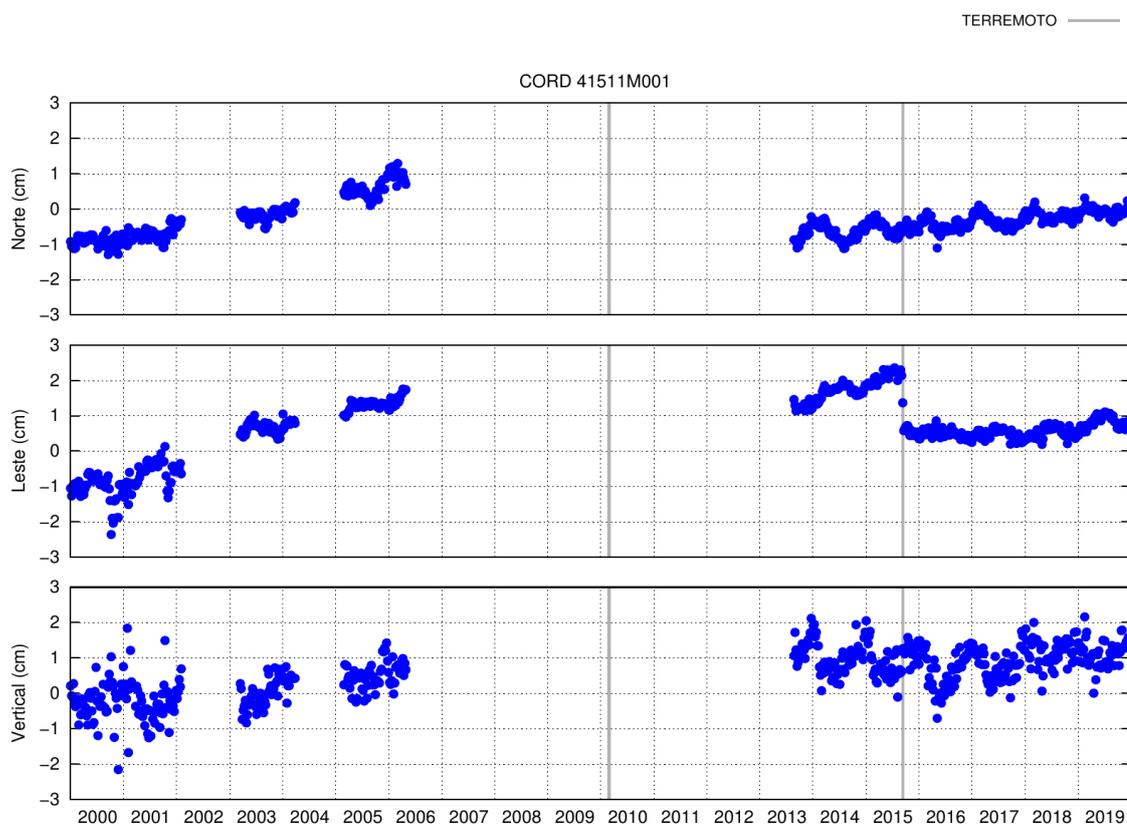
Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Geodésia.

Gráfico 3 - Série temporal dos resíduos da Estação ANTC 41713S001



Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Geodésia.

Nota: Descontinuidade e não linearidade a partir da semana GPS 1573 provocadas pelo terremoto ocorrido na região de Maule, no Chile, em 27 de fevereiro de 2010.

Gráfico 4 - Série temporal dos resíduos da Estação CORD 41511M001

Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Geodésia.

Nota: Vazio de 8 anos de dados e descontinuidade a partir da semana GPS 1862, provocada pelo terremoto ocorrido na Cidade de Illapel, região de Coquimbo, no Chile, em 16 de setembro de 2015.

Preparação do arquivo com as informações ou os metadados das estações

Para o processamento e a combinação dos dados GNSS, é necessário que as informações mais importantes sobre o histórico das estações, principalmente aquelas relativas às trocas e/ou à atualização de equipamentos em uma determinada época correspondente ao período a ser analisado, constem em um arquivo de referência. Para o *software* Bernese versão 5.2, esse arquivo tem extensão STA, aqui denominado AMSUR.STA (o mesmo utilizado nos processamentos semanais da Rede SIRGAS-CON), e é subdividido em quatro seções, sendo elas (DACH *et al.*, 2015):

Seção 1

Na primeira seção, podem ser indicadas novas identidades e períodos de tempo para as estações, ou seja, quando forem identificadas alguma descontinuidade na série das coordenadas de uma estação e a necessidade de se adotar uma nova identificação para ela, o *software* Bernese irá correlacionar essa nova identidade com aquela que está no arquivo SINEX (semanal IB2). Por exemplo, no Quadro 4, é apresentada a primeira seção do arquivo AMSUR.STA em que a Estação

ABMF receberá uma nova identidade para ABMF 97103M001 entre 28.10.2008 e 15.10.2009, passando a assumir a identidade ABMF 97103A001 na combinação multianual.

Quadro 4 - Renomeação das estações nas soluções via arquivo STA do software Bernese

TYPE 001: RENAMING OF STATIONS															

STATION NAME	FLG	FROM				TO	OLD STATION NAME								
REMARK															
*****	***	YYYY	MM	DD	HH	MM	SS	YYYY	MM	DD	HH	MM	SS	*****	*****
ABMF 97103A001	001	2008	10	28	00	00	00	2009	10	15	23	59	30	ABMF 97103M001	IGb14.ssc
ABMF 97103B001	001	2009	10	16	00	00	00	2012	01	24	23	59	30	ABMF 97103M001	IGb14.ssc
ABMF 97103C001	001	2012	01	25	00	00	00	2020	04	12	00	00	00	ABMF 97103M001	IGb14.ssc

Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Geodésia.

Nota: Campo *Type 001* modificado do arquivo AMSUR.STA.

Seção 2

Na segunda seção, são informados, para cada período correspondente, o modelo e o número de série do receptor e da antena, bem como os valores da excentricidade da referência do marco para o ponto de referência da antena (ARP), mantendo-se todo o histórico da estação. Por exemplo, no Quadro 5, é apresentado um trecho da segunda seção do arquivo AMSUR.STA em que o histórico de equipamentos utilizados na Estação ABMF é listado, informando-se, inicialmente, como receptor instalado, o modelo ASHTECH UZ-12, uma antena modelo AERAT2775_43 SPKE e a altura de antena 0,05 m no período entre 15.07.2008, 00:00:00, e 29.12.2008, 00:00:00, correspondentes a dia, mês, ano, hora, minuto e segundo.

Quadro 5 - Histórico de equipamentos utilizados pela Estação ABMF 97103M001

TYPE 002: STATION INFORMATION																		

STATION NAME	FROM				TO				RECEIVER TYPE	ANTENNA TYPE	NORTH	EAST	UP					
*****	YYYY	MM	DD	HH	MM	SS	YYYY	MM	DD	HH	MM	SS	*****	*****	*****	*****		
ABMF 97103M001	2008	07	15	00	00	00	2008	12	29	00	00	00	ASHTECH UZ-12	AERAT2775_43	SPKE	0.0000	0.0000	0.0500
ABMF 97103M001	2008	12	29	00	00	00	2009	10	15	20	00	00	ASHTECH UZ-12	AERAT2775_43	SPKE	0.0000	0.0000	0.0500
ABMF 97103M001	2009	10	15	20	00	00	2011	11	15	05	00	00	TRIMBLE NETR5	TRM55971.00	NONE	0.0000	0.0000	0.0000
ABMF 97103M001	2011	11	15	05	00	00	2012	01	24	12	00	00	TRIMBLE NETR9	TRM55971.00	NONE	0.0000	0.0000	0.0000
ABMF 97103M001	2012	01	24	12	00	00	2012	03	02	00	00	00	TRIMBLE NETR9	TRM55971.00	NONE	0.0000	0.0000	0.0000
ABMF 97103M001	2012	03	02	00	00	00	2012	05	31	07	00	00	TRIMBLE NETR9	TRM57971.00	NONE	0.0000	0.0000	0.0000
ABMF 97103M001	2012	05	31	07	00	00	2015	04	28	15	00	00	TRIMBLE NETR9	TRM57971.00	NONE	0.0000	0.0000	0.0000
ABMF 97103M001	2015	04	28	15	00	00	2019	04	15	12	00	00	LEICA GR25	TRM57971.00	NONE	0.0000	0.0000	0.0000
ABMF 97103M001	2019	04	15	12	00	00	2019	10	01	16	00	00	SEPT POLARX5	TRM57971.00	NONE	0.0000	0.0000	0.0000
ABMF 97103M001	2019	10	01	16	00	00	2020	02	07	10	00	00	SEPT POLARX5	TRM57971.00	NONE	0.0000	0.0000	0.0000
ABMF 97103M001	2020	02	07	10	00	00	2099	12	31	00	00	00	SEPT POLARX5	TRM57971.00	NONE	0.0000	0.0000	0.0000

Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Geodésia.

Nota: Campo *Type 002* modificado do arquivo AMSUR.STA.

Essas informações foram usadas pelo *software* Bernese para verificar se houve alguma inconsistência com as informações constantes nos arquivos semanais SINEX IB2 e obtidas do processamento GNSS. Existindo inconsistências, elas são informadas nos arquivos de resultados e investigadas, minuciosamente, para que se mantenha ou se altere o arquivo STA de referência. Caso a inconsistência esteja no arquivo SINEX IB2, tais soluções serão removidas. Para a combinação multianual da RBMC, não foram encontradas inconsistências entre as informações do processamento e o arquivo de referência AMSUR.STA.

Seção 3

Na terceira seção, são informados os problemas existentes nas estações e o período cujos dados devem ser excluídos da combinação. Essas exclusões foram necessárias, na maioria dos casos, após as análises realizadas na série residual temporal das coordenadas das estações. Portanto, resíduos acima da tolerância estabelecida para as componentes horizontais e vertical decorrentes de problemas nos dados, terremotos ou eventos diversos, sem justificativa, foram eliminados da combinação multianual. Por exemplo, no Quadro 6, é apresentada uma amostra da terceira seção do arquivo AMSUR.STA em que é registrado que a Estação KOUR 97301G210 teve soluções eliminadas da combinação entre 13.12.2009, 00:00:00, e 19.12.2009, 23:59:59, e cuja justificativa da remoção foram resíduos altos na componente leste.

Quadro 6 - Identificação de problemas nas estações (Exemplo: KOUR 97301G210)

TYPE 003: HANDLING OF STATION PROBLEMS			

STATION NAME	FROM	TO	REMARK
*****	YYYY MM DD HH MM SS	YYYY MM DD HH MM SS	*****
KOUR 97301G210	2009 12 13 00 00 00	2009 12 19 23 59 59	removida outl E grafico

Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Geodésia.

Nota: Campo *Type 003* modificado do arquivo AMSUR.STA.

Seção 4

A quarta seção possibilita a injeção dos desvios padrões das coordenadas e/ou velocidades de uma estação a outra estação próxima, com valores mais precisos, ou seja, duas estações próximas podem ter precisões idênticas, indicando-se essas informações, *a priori*, para o *software* Bernese, sendo possível também injuncionar as componentes norte, leste e vertical de forma independente. Esse procedimento foi muito utilizado em estações que tinham períodos inferiores a 2,5 anos de dados nas soluções semanais e necessitavam de uma informação, *a priori*, mais consistente para a estimativa das velocidades. Por exemplo, no Quadro 7, é apresentado um trecho da quarta seção do arquivo AMSUR.STA em que se mostra a associação das velocidades da Estação ABMF 97103C001 que recebeu, *a priori*, as velocidades de ABMF 97103B001, injuncionando as componentes norte, leste e vertical em 0,00001 m, e fixando-se, praticamente, os valores das velocidades entre elas.

Quadro 7 - Associação de velocidades entre estações (Exemplo: ABMF 97103C001)

TYPE 004: STATION COORDINATES AND VELOCITIES (ADDNEQ)										

VELOCITY		RELATIVE CONSTR.			POSITION			RELATIVE CONSTR.		
STATION NAME 1	STATION NAME 2	NORTH	EAST	UP	NORTH	EAST	UP			
*****	*****	*,*****	*,*****	*,*****	*,*****	*,*****	*,*****			
ABMF 97103B001	ABMF 97103C001	99.99999	99.99999	99.99999	0.00001	0.00001	0.00001			

Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Geodésia.

Nota: Campo *Type 004* modificado do arquivo AMSUR.STA.

Modelo de correções e variações do centro de fase das antenas – receptores e satélites

Os pontos em relação aos quais a distância geométrica entre satélite e receptor são realmente medidos devem ser especificados com precisão em um processamento GNSS. Esses pontos são chamados de centros de fase das antenas. Os sinais GNSS enviados por diferentes satélites chegam à antena do receptor em diferentes direções. A posição do centro de fase da antena depende dessa direção, e essa dependência é denominada variações do centro de fase da antena (zenital e azimutal). Também deve-se considerar a correção do centro de fase da antena em relação ao seu ponto de referência. Tanto as variações do centro de fase da antena (em relação ao centro de fase médio da antena) quanto as correções têm um valor diferente para cada frequência.

Desse modo, a posição exata entre esses dois extremos (satélites e receptor) é modelada por um conjunto consistente de valores de deslocamento (ou correção) do centro de fase – phase center observation (PCO) – e variação do centro de fase – phase center variation (PCV) – (REBISCHUNG, P.; SCHMID 2016). O PCO é a distância entre a recepção dos sinais pelas antenas dos receptores e o ponto de referência da antena – antenna reference point (ARP) –, ou a distância do centro de massa do satélite para o centro de fase médio, enquanto os valores de PCV fornecem correções adicionais dependentes do zênite e/ou do azimute para se obter a posição real do centro da fase (SCHMID, 2010). Desde 2006, o International GNSS Service - IGS calcula essas correções a cada realização do ITRF e usa a versão mais atual no cálculo dos seus produtos. Tais correções, ou calibrações, são publicadas pela Instituição no formato ANTEX (ANTenna EXchange format) e constituem uma das principais informações usadas em um processamento GNSS de precisão. As correções estimadas para as antenas dos receptores na atual versão do ANTEX estão associadas à realização ITRF2014/IGS14 e foram obtidas por procedimentos com o uso de robôs (KRZAN; DAWIDOWICZ; WIELGOSZ, 2020).

Ao se usar órbitas e relógios IGS de uma determinada realização, em um processamento de dados GNSS, deve-se aplicar as correções de centro de fase correspondentes à mesma realização. Além disso, deve-se considerar o ARP, conforme informado no arquivo `antenna.gra`⁷, ao medir a altura da antena acima do ponto de referência do marco geodésico. Finalmente, PCVs dependentes do azimute, bem como as componentes PCO horizontais, só são aplicados corretamente se a antena estiver orientada para a direção norte (SCHMID, 2010).

Para o reproprocessamento das soluções semanais IB2, foi utilizado o arquivo IGS14.atx em toda a série de dados, evitando-se, assim, descontinuidades decorrentes de diferentes referenciais, e, ao mesmo tempo, aplicando-se correções compatíveis com as órbitas JPL utilizadas.

⁷ Para informações mais detalhadas sobre o tema, consultar o endereço:
<https://files.igs.org/pub/station/general/antenna.gra>.

Estratégia adotada na combinação das soluções semanais

Após a seleção das estações IGb14 que serão utilizadas na definição do referencial dessa solução, inicia-se o processo de avaliação das soluções semanais reprocessadas: primeiramente, para a detecção de soluções inconsistentes para as estações de referência; e, posteriormente, para todas as demais estações presentes no reprocessamento. Esse processo visa eliminar soluções de estações que foram determinadas com poucas observações, ou com observações de baixa qualidade.

Inicialmente, o referencial das soluções semanais é removido por meio de um processo denominado *free network solution* (DACH *et al.*, 2015). Posteriormente, cada solução semanal é alinhada à realização IGb14 por meio de um conjunto de estações de referência presentes na solução semanal e no arquivo IGb14xIB2.FIX. A estratégia utilizada para a definição do *datum* é a *minimum constraint solution*, com a condição NNT (*no net translation*) (ALTAMIMI; SILLARD; BOUCHER, 2002), a qual é imposta nas coordenadas estimadas em relação à referência *a priori*. Trata-se de uma estratégia para definição de *datum* baseado no baricentro de um conjunto de estações, ou na orientação média de uma rede (DACH *et al.*, 2015).

As coordenadas das estações obtidas em cada semana são comparadas, posteriormente, com a solução combinada: primeiramente, para as estações IGS; e, a seguir, para as demais estações (após etapa de detecção de descontinuidades nessas estações), mediante resíduos elevados. Por meio de um processo iterativo, foram removidas das soluções semanais as estações com resíduos maiores que ± 20 mm nas componentes norte e leste e com resíduos maiores que ± 30 mm na componente vertical.

O processo de detecção de descontinuidades nas séries residuais das coordenadas foi realizado, visualmente, a partir dos gráficos dessas séries, e, de modo automático, por meio do programa FODITS (Finding Outliers and Discontinuities in Time Series) (DACH *et al.*, 2015). Essa etapa foi realizada de forma iterativa mediante a identificação de uma descontinuidade, conduzindo à identificação de uma nova estação e, conseqüentemente, a uma nova solução para aquela estação.

Uma vez finalizadas a análise das séries residuais temporais, a eliminação dos resíduos acima das tolerâncias, e a identificação de descontinuidades, foi concluída a combinação multianual no referencial IGb14, obtendo-se uma solução referente ao período de dados de janeiro de 2000 a dezembro de 2019, com época de referência 2010.0 (01.01.2010), e denominada RBMC14.

A ferramenta computacional principal utilizada para a determinação da solução multianual RBMC14 foi o *software* Bernese versão 5.2, via execução de um PCF (processing control file) em um modo semiautomático, executando-se os diversos programas descritos nos Quadros 8 e 9, em um processo iterativo. A Figura 5 apresenta um fluxograma ilustrativo de todas as etapas realizadas no processo da combinação e geração de uma solução multianual.

Quadro 8 - Etapas adotadas no software Bernese versão 5.2 para a solução multianual RBMC14 parte 1

Etapas	Descrição
1 - COOVEL	Extrapolação das coordenadas IGB14 da época 2010.0 para cada solução semanal. - Entrada: Arquivos IGB14xIB2.CRD e IGB14xIB2.VEL obtidos a partir da solução IGB14.snx - Saída: Arquivo IGB14\$W+0.CRD
2 - SNX2NQ0	Converte arquivos SINEX para arquivos de equações normais NEQ e cria um arquivo de coordenadas aproximadas. - Entrada: Arquivo IB2\$W+0.SNX - Saída: Arquivos IB2\$W+0.NQ0 e IB2\$W+0.CRD
3 - CRDMERGE	Junção dos arquivos de coordenadas, prevalecendo a ordem de importância, ou seja, o <i>flag I</i> (IGb14) é mais importante que os demais (R C U T P M A W N I). - Entrada: Arquivos IGB14\$W+0.CRD e IB2\$W+0.CRD (ou soluções geradas na etapa 6) - Saída: Arquivo MRG\$W+0.CRD
4 - CRDMERGE	Quando necessário, realiza a junção dos arquivos de coordenadas MRG\$W+0.CRD obtidos na etapa 3 com as coordenadas das novas soluções para cada estação (etapa 11): essa etapa só é executada quando uma nova solução para uma estação for inserida.
5 - ADDNEQ2	Remoção das injunções presentes nas soluções semanais NEQ geradas na etapa 2, obtendo-se uma solução de rede livre (<i>free network solution</i>). - Entrada: Arquivo IB2\$W+0. NQ0 - Saída: Arquivo IB2F\$W+0. NQ0
6 - ADDNEQ2	Obtenção das soluções semanais por meio da estratégia <i>minimum constraint solution</i> , condição NNT (<i>no net translation</i>), a partir dos NEQ's gerados na etapa 5. As estações utilizadas na definição do <i>datum</i> são aquelas originadas da solução IGB14 e renomeadas nas soluções IB2. As coordenadas de referência foram aquelas determinadas nas etapas 3 ou 4. - Entrada: Arquivo MRG\$W+0.CRD - Saída: Arquivo IB2M\$W+0.CRD
7 - HELMR1	Comparação semanal das soluções obtidas na etapa 6 com as soluções IGB14xIB2 propagadas na etapa 1. Essa etapa visa identificar prováveis problemas nas coordenadas IGB14 e/ou nas soluções semanais. - Entrada: Arquivos IGB14xIB2.CRD, IGB14xIB2.VEL e IB2M\$W+0.CRD - Saída: Arquivo HIGB14\$W+0.OUT
8 - COMPAR	Junção das coordenadas das soluções semanais obtidas na etapa 6, gerando um conjunto de coordenadas aproximadas. - Entrada: Arquivo IB2M????.CRD - Saída: Arquivo COMPAR.CRD
9 - CRDMERGE	Concatenação das coordenadas do arquivo IGB14xIB2.CRD com as coordenadas da solução combinada da etapa 8, ou, em um processo iterativo, com a solução final combinada da iteração anterior. - Entrada: Arquivos IGB14xIB2.CRD e COMPAR.CRD ou IB2ADD.CRD - Saída: Arquivo IGB14xIB2m.CRD
10 - CRDMERGE	Concatenação das velocidades do arquivo IGB14xIB2.VEL com a solução final determinada na combinação anterior ou com uma solução em que as estações sem velocidades recebem uma velocidade aproximada. - Entrada: Arquivos IGB14xIB2.VEL e IB2ADD.VEL - Saída: Arquivo IGB14xIB2m.VEL
11 - ADDNEQ2	Combinação das soluções semanais livres (etapa 5), aplicando-se a estratégia <i>minimum constraint solution</i> , condição NNT (<i>no net translation</i>), e adotando-se como referências o conjunto de 29 estações IGB14, época 2010.0, conforme detalhamento descrito no tópico Definição das estações IGB14 como referências para a solução multianual da RBMC deste relatório metodológico. - Entrada: Arquivos IB2F\$W+0. NQ0, IGB14xIB2m.CRD, IGB14xIB2m.VEL e AMSUR52_E.STA - Saída: Arquivos IB2ADD.CRD, IB2ADD.VEL, IB2ADD.PLT e ADD\$W+0.OUT

Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Geodésia.

Nota: Os caracteres \$W+0 e ???? representam variáveis para o software Bernese versão 5.2.

Os processos descritos nas etapas 3 a 11 são repetidos em um processo iterativo cada vez em que são encontradas novas soluções para cada estação em períodos predefinidos. Esses períodos são decorrentes de descontinuidades encontradas nas coordenadas, na maioria das vezes devido às trocas de antenas. Nesse processo iterativo, foi priorizada a identificação dos resíduos extremos nas estações de referência IGb14, e, em um segundo momento, esses resíduos extremos foram depurados nas demais estações.

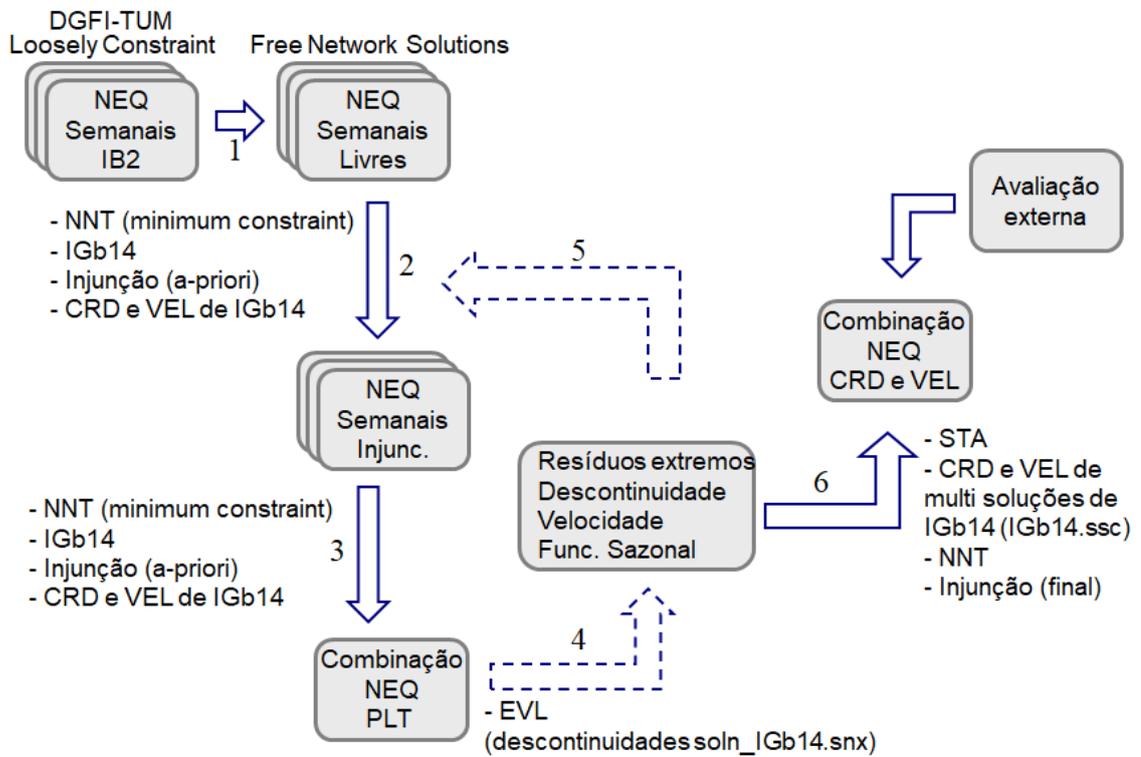
Quadro 9 - Etapas adotadas no software Bernese versão 5.2 para a solução multianual RBMC14 parte 2

Etapa	Descrição
12 - FODITS	Após sucessivas execuções entre as etapas 3 a 11 na identificação de <i>outliers</i> (resíduos além das tolerâncias pré-estabelecidas) e descontinuidades semiautomáticas, executa-se o programa FODITS (DACH <i>et al.</i> , 2015) para análise das séries temporais (PLT) geradas na etapa 11, determinando-se, de forma automática, <i>outliers</i> , descontinuidades, mudança de velocidades e função sazonal para as estações analisadas. - Entrada: Arquivos IB2ADD.PLT, IB2ADD.CRD, IB2ADD.VEL e AMSUR52_E.STA - Saída: Arquivos FODITS1.EVL, FODITS1.STA, FODITS1.PLT, FODITS1.OUT, FODITS1.CRD, FODITS1.VEL e FODITS1.FIX
13 - CRDMERGE	Se necessário, junção do arquivo de coordenadas gerado pelo programa FODITS na etapa 12 com o arquivo de coordenada de referência IGb14xIB2, prevalecendo os valores das coordenadas IGb14xIB2 das estações presentes no arquivo gerado pelo FODITS.
14 - CRDMERGE	Se necessário, junção do arquivo de velocidades gerado pelo programa FODITS na etapa 12 com o arquivo de velocidade de referência IGb14xIB2, prevalecendo os valores das velocidades IGb14xIB2 para as estações presentes no arquivo gerado pelo FODITS.
15 - ADDNEQ2	Combinação das soluções semanais livres obtidas na etapa 5, aplicando-se a estratégia <i>minimum constraint solution</i> com a condição NNT (<i>no net translation</i>), tomando-se como referências o conjunto de estações IGb14 selecionadas (29 estações) e suas soluções (FODITS), o arquivo STA gerado pelo programa FODITS, e as coordenadas e velocidades determinadas nas etapas 13 e 14.
16 - COOVEL, COOSYS e HELMR1	Propagação das velocidades, transformação e comparação das coordenadas para avaliação externa da solução final estimada nas etapas 11 e/ou 15.

Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Geodésia.

Nota: Os caracteres \$W+0 e ???? representam variáveis para o software Bernese versão 5.2.

Figura 5 Fluxograma com a estratégia adotada para a solução multianual RBMC14



Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Geodésia.

Depuração das observações e filtragem dos dados

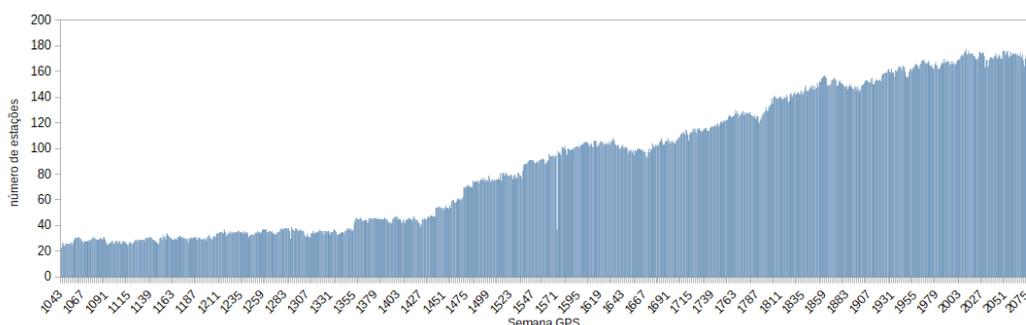
Soluções analisadas

Conforme indicado anteriormente, das 1 043 soluções semanais analisadas, compreendendo o período de 02.01.2000 a 28.12.2019, foram processadas, ao todo, 247 estações. Nas análises iniciais dessas informações, efetuou-se a remoção de cinco estações IGb14 pertencentes à lista de estações com deformações pós-sísmicas, e também a remoção de 12 estações das soluções IB2 que não fazem parte das redes IGb14 e RBMC e que apresentaram problemas em suas séries de dados, seja por ocorrência de descontinuidades, seja por mudanças de velocidades, ou não linearidades de suas séries temporais. Permaneceram presentes na combinação das soluções semanais IB2 230 estações, sendo elas:

- 189 estações brasileiras (RBMC), das quais sete pertencentes também ao IGb14;
- 27 estações IGb14 e que não fazem parte da RBMC; e
- 14 estações sem vínculo com a RBMC/IGb14.

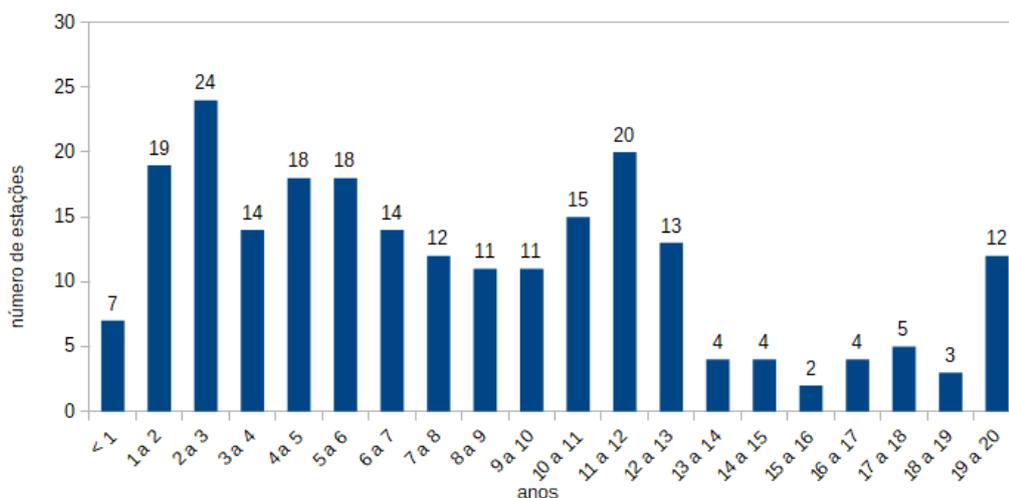
Portanto, o Gráfico 6 apresenta a evolução do número de estações presentes em cada solução semanal IB2 para compor a solução multianual RBMC14 estimada a partir da combinação das 1 043 soluções semanais. A quantidade de soluções semanais disponíveis para cada estação é apresentada no Gráfico 7. Nota-se que, das 230 estações presentes, 26 possuem um número de soluções menor do que 2 anos de dados.

Gráfico 6 - Evolução do número de estações presentes nas soluções IB2



Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Geodésia.

Nota: A solução que apresentou a menor quantidade de estações foi a semana GPS 1043, com 23 estações, enquanto a semana GPS 2009, com 177 estações, foi a que apresentou a maior quantidade de estações simultâneas.

Gráfico 7 - Disponibilidade de soluções semanais para a solução multianual

Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Geodésia.

Nota: Das 230 estações presentes, 26 possuem menos de 2 anos de dados.

Detecção de resíduos acima das tolerâncias, vazios e descontinuidades nas séries temporais

Fundamental no processo de determinação de uma solução multianual, esta etapa visa identificar e excluir observações indesejáveis de uma determinada estação, ou seja, que apresentaram variações em relação à série de dados, decorrentes de problemas relacionados ao processamento e/ou à qualidade das observações que originaram essa solução. A etapa também visa a identificação de descontinuidades nas séries, decorrentes, principalmente, de trocas de antenas ou de eventos sísmológicos, implicando na criação de uma nova solução para a estação. Além disso, dados separados por grandes vazios (anos) são identificados e analisados quanto ao seu uso, à remoção ou à identificação de uma nova solução.

A identificação desses eventos foi realizada de forma iterativa e baseada nos resíduos gerados pela combinação. Esses resíduos foram obtidos mediante um processo de combinação das equações normais semanais em que foram consideradas as informações da matriz variância-covariância dos parâmetros (DACH *et al.*, 2015), e/ou também por meio da diferença entre coordenadas estimadas na combinação com as extrapoladas a partir de suas coordenadas e velocidades.

Identificação de resíduos acima das tolerâncias nas soluções das estações IGb14

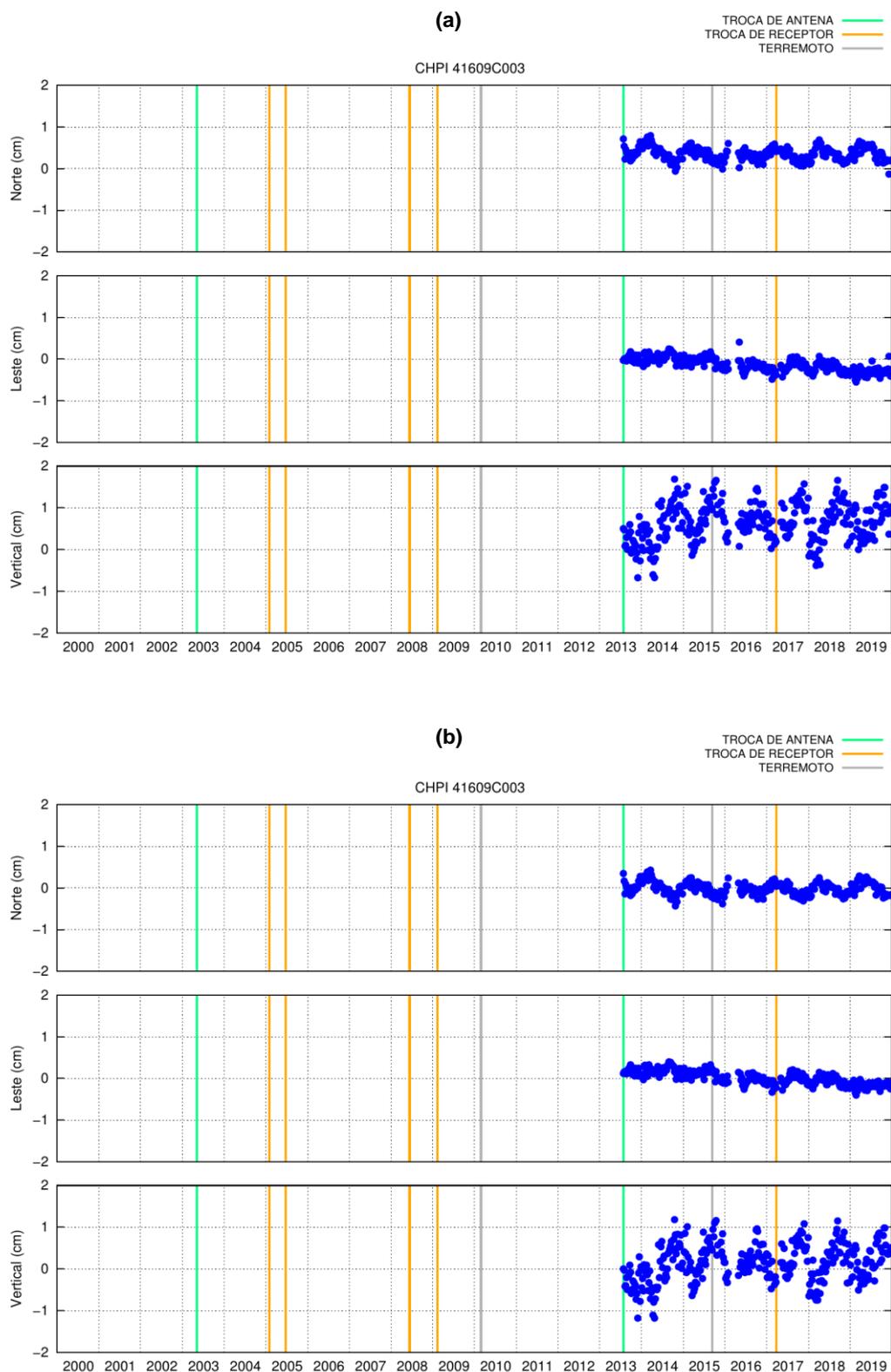
O *software* Bernese possui uma funcionalidade para a depuração de soluções com problemas a partir de tolerâncias pré-estabelecidas, possibilitando, assim, a identificação automática dessas soluções com resíduos acima do especificado. Desse modo, na identificação automática de soluções rejeitadas das estações IGb14, foram adotados resíduos com valores acima de 20 mm nas componentes horizontais (norte e leste) e de 30 mm na componente vertical. A título de comparação, na solução multianual EUREF D1933, foram utilizados os valores de 15 mm e 25 mm, respectivamente, nas componentes horizontais e vertical (KENYERES *et al.*, 2019). Vale ressaltar

que resíduos acima desses valores podem não caracterizar observações ruins, por se tratar de séries de 20 anos de dados nas quais existem algumas estações que apresentam comportamentos, tais como, variações sazonais da componente vertical e deslocamentos planimétricos que podem ultrapassar esses limites pré-estabelecidos. Por outro lado, resíduos menores do que esses valores pré-estabelecidos e não identificados automaticamente podem caracterizar observações ruins quando não apresentam comportamento semelhante aos seus vizinhos e/ou seguindo uma tendência. Portanto, em ambos os casos, foram realizadas análises minuciosas em cada série, analisando-se os seus gráficos e o conjunto de dados, cabendo lembrar, ainda, que as estações IGb14 já possuem descontinuidades identificadas na sua solução.

Nesta etapa, foram analisadas 230 estações (34 IGb14 + 196) correspondendo a 325 soluções (129 IGb14 + 196).

Note-se que o número de estações e de soluções para aquelas não IGb14 são iguais (196) porque até este momento não havia sido iniciado o processo de identificação de descontinuidades e outras anormalidades nas séries de tais estações. No caso das estações IGb14, as diferentes soluções já foram predefinidas e identificadas, conforme informações obtidas no arquivo IGb14.ssc, totalizando, assim, 129 soluções para as 34 estações presentes em IB2.

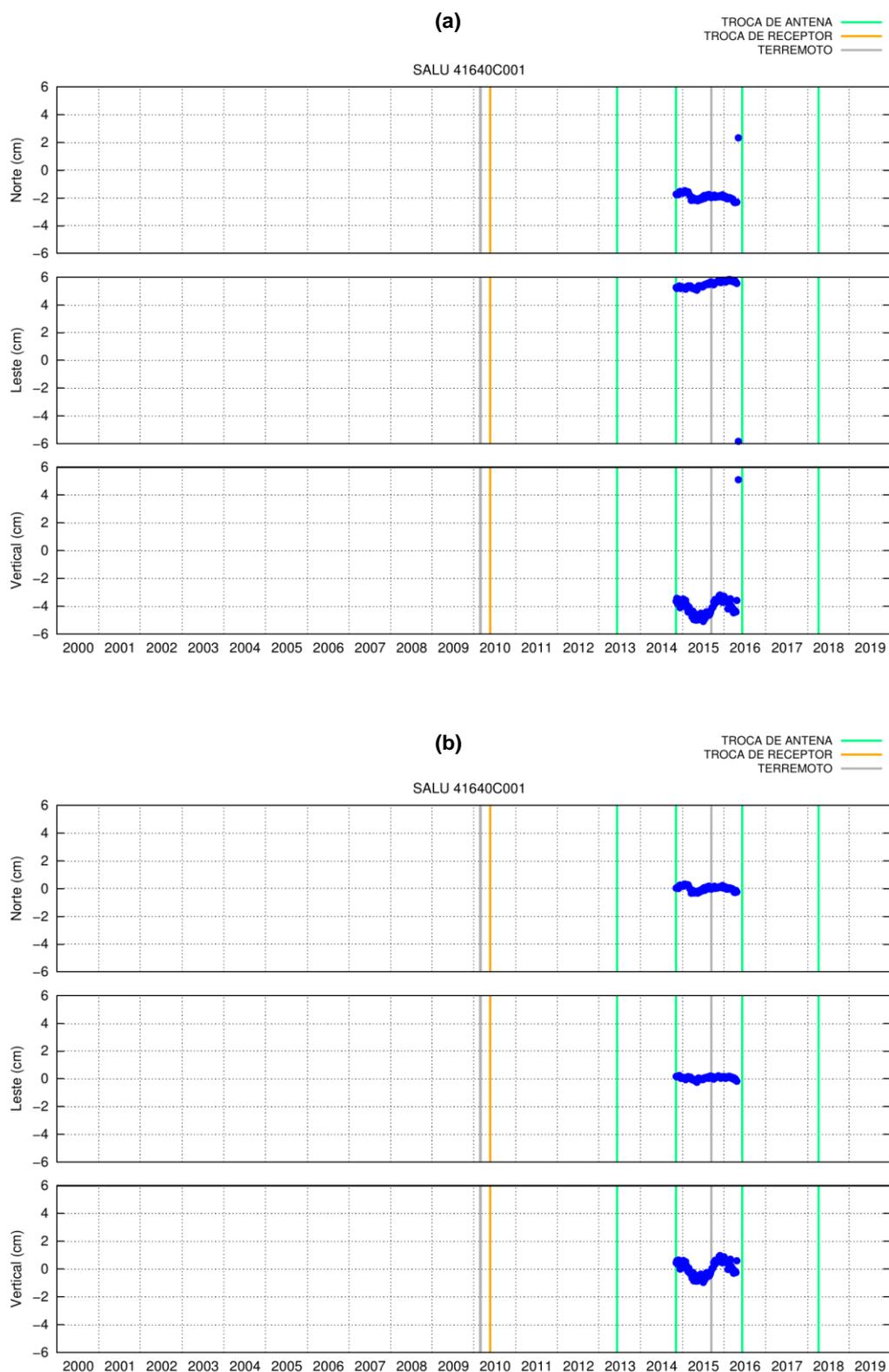
Após análise dos resíduos, foram removidas 201 observações semanais de 57 soluções que abrangem 29 estações IGb14, conforme apresentado no Apêndice 3. O Gráfico 8 apresenta duas séries temporais residuais da Estação CHPI 41609C003: a primeira ilustra todas as observações semanais, e a segunda, a remoção de três soluções que apresentaram valores residuais para a componente leste acima do esperado. No Gráfico 9, são apresentadas duas séries temporais residuais da Estação SALU 41640C001: a primeira considera todas as observações, e a segunda ilustra a remoção de uma solução semanal que apresentou resíduo elevado nas três componentes (norte, leste e vertical).

Gráfico 8 - Série temporal da Estação CHPI 41609C003 antes e após a remoção das soluções com resíduos acima da tolerância pré-estabelecida

Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Geodésia.

Nota: Gráficos com as séries antes da remoção de observações (a); e após observações removidas (b).

Gráfico 9 - Série temporal da Estação SALU 41640C001 antes e após a remoção das soluções com resíduos acima da tolerância pré-estabelecida



Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Geodésia.

Nota: Gráficos com as séries antes da remoção de observações (a); e após observações removidas (b).

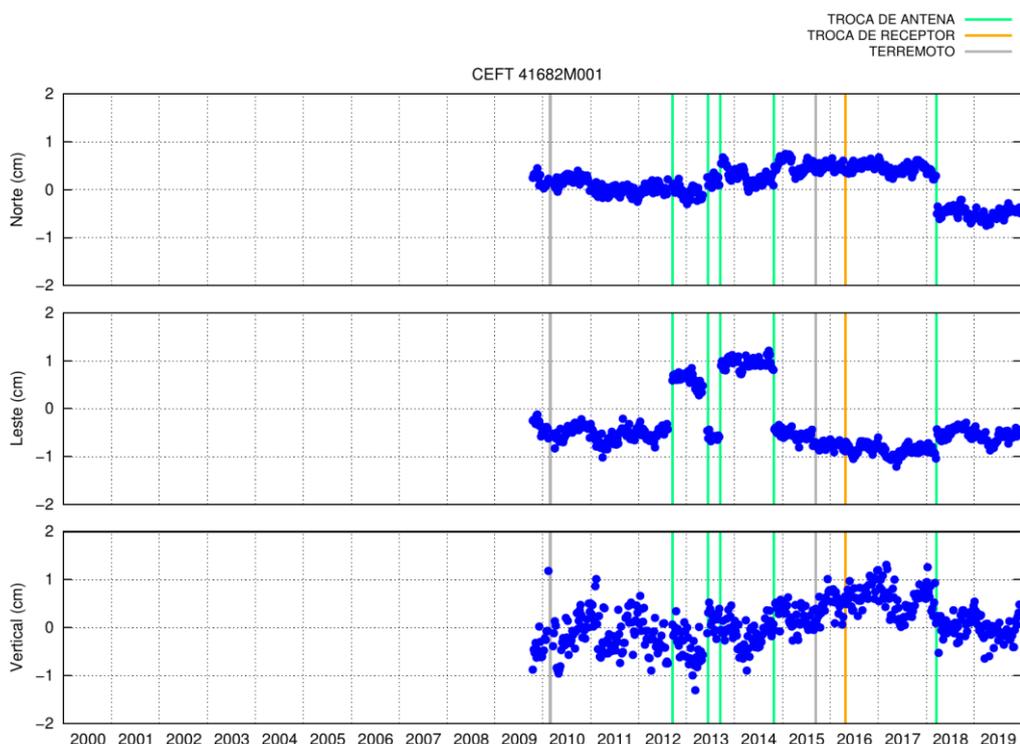
Identificação de descontinuidades nas estações

Nesta etapa, foi realizada a análise e a identificação de possíveis descontinuidades e anormalidades nas séries temporais das demais estações existentes nas soluções semanais, ou seja, 182 estações da RBMC e 14 pertencentes à Rede SIRGAS-CON, totalizando, assim, 196 estações analisadas. A identificação de descontinuidades se baseou em eventos, como trocas de equipamentos (receptor e/ou antena e/ou altura de antena), terremotos, ou, ainda, fenômenos desconhecidos.

Foram analisadas 230 estações (34 IGB14 + 196) correspondendo a 325 soluções (129 IGB14 + 196), tendo como resultado 429 soluções (129 IGB14 + 300) após a execução desta etapa.

Nesta etapa, foram identificadas 104 descontinuidades causadas por eventos, como trocas de antenas ou terremotos, desmembrando-se 62 estações com uma única solução em 104 soluções, ou seja, cada estação que, inicialmente, tinha uma solução correspondente, após a identificação de uma ou mais descontinuidades, passou a ter duas ou mais soluções, sendo que, para cada solução, um novo conjunto de coordenadas e velocidades foi calculado. O Apêndice 4 apresenta todas as estações e suas soluções identificadas nesta etapa. O Gráfico 10 ilustra as cinco descontinuidades identificadas para a Estação CEFT decorrentes de trocas de antenas, e, com isso, a transformação da solução única CEFT 41682M001 em CEFT 41682A001; CEFT 41682B001; CEFT 41682C001; CEFT 41682D001; CEFT 41682E001; e CEFT 41682F001 (Quadro 10).

Gráfico 10 - Série temporal da Estação CEFT 41682M001 e suas descontinuidades



Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Geodésia.

Nota: Foram identificadas cinco descontinuidades decorrentes de trocas de antenas, gerando seis soluções para a estação.

Quadro 10 - Novas soluções para a Estação CEFT e respectivos motivos

Estação antiga	Novas soluções	Início	Fim	Motivos
CEFT 41682M001	CEFT 41682A001	13 08 2008	18 09 2012	-
	CEFT 41682B001	18 09 2012	14 06 2013	Troca de antena
	CEFT 41682C001	15 06 2013	17 09 2013	Troca de antena
	CEFT 41682D001	17 09 2013	30 10 2014	Troca de antena
	CEFT 41682E001	30 10 2014	21 03 2018	Troca de antena
	CEFT 41682F001	21 03 2018	31 12 2019	Troca de antena

Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Geodésia.

O Gráfico 11 ilustra as seis discontinuidades identificadas para a Estação POAL, decorrentes de cinco trocas de antenas e do terremoto ocorrido no Chile, em 27 de fevereiro de 2010, e, com isso, a transformação da solução única POAL 41616M001 em POAL 41616A001; POAL 41616B001; POAL 41616C001; POAL 41616D001; POAL 41616E001; POAL 41616F001; e POAL 41616G001 (Quadro 11).

Gráfico 11 - Série temporal da Estação POAL 41616M001 e suas discontinuidades



Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Geodésia.

Nota: Foram identificadas seis discontinuidades decorrentes de cinco trocas de antenas e de um terremoto ocorrido na região de Maule, no Chile, em 27 de fevereiro de 2010, gerando sete soluções para a estação.

Quadro 11 - Novas soluções para a Estação POAL e respectivos motivos

Estação antiga	Novas soluções	Início	Fim	Motivos
POAL 41616M001	POAL 41616A001	28 10 1998	24 04 2007	-
	POAL 41616B001	25 04 2007	11 09 2007	Troca de antena
	POAL 41616C001	11 09 2007	27 02 2010	Troca de antena
	POAL 41616D001	28 02 2010	05 05 2014	Terremoto
	POAL 41616E001	05 05 2014	23 10 2014	Troca de antena
	POAL 41616F001	23 10 2014	14 05 2018	Troca de antena
	POAL 41616G001	15 05 2018	31 12 2019	Troca de antena

Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Geodésia.

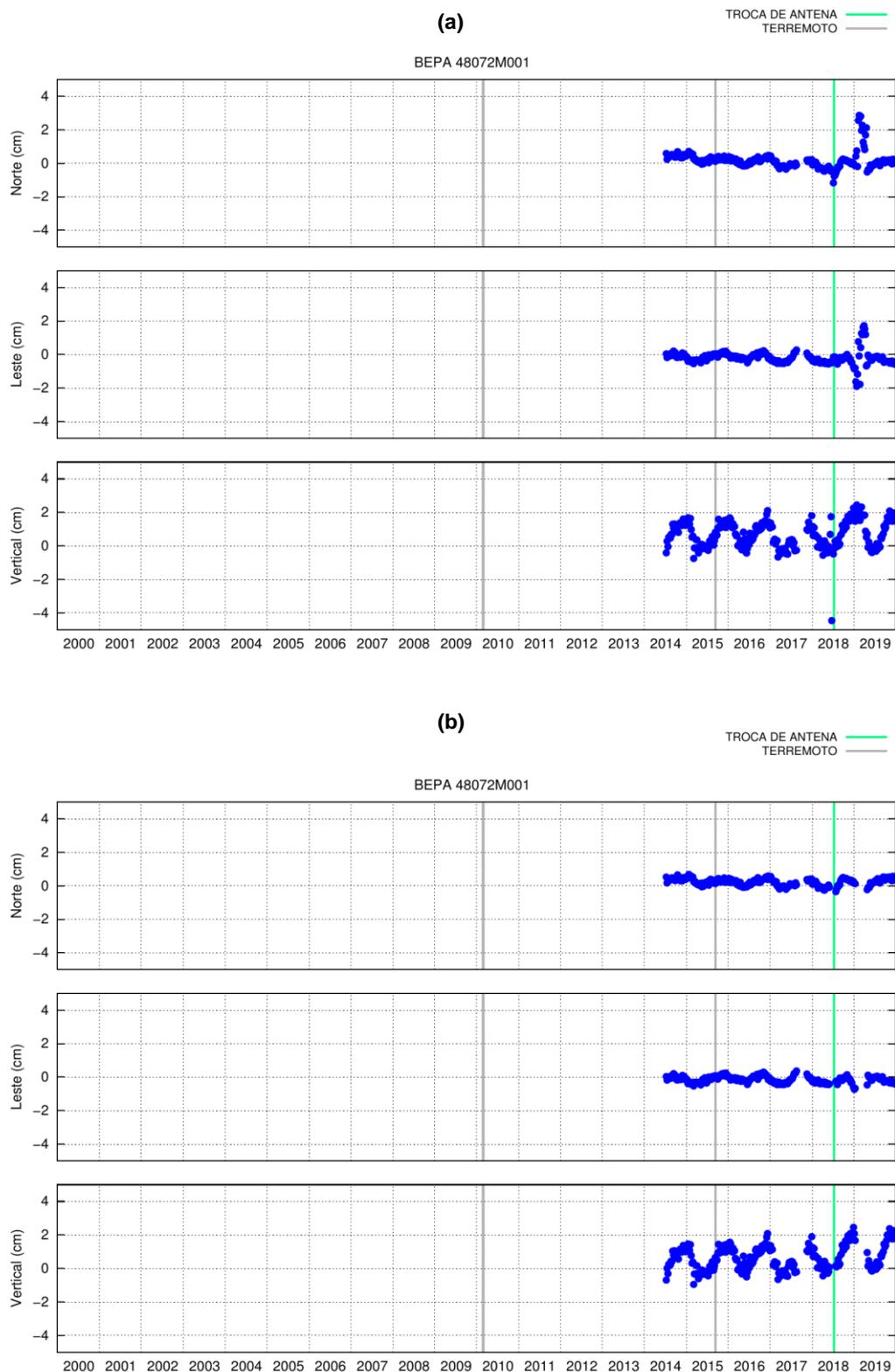
Identificação dos resíduos acima das tolerâncias nas soluções das estações da RBMC e da Rede SIRGAS-CON

Após a identificação de discontinuidades nas séries das estações da RBMC e da Rede SIRGAS-CON, e seguindo o mesmo critério adotado para a detecção de resíduos acima das tolerâncias para as estações IGB14, ou seja, o critério de identificação automática a partir dos limites residuais pré-estabelecidos no *software* Bernese (20 mm para as componentes norte e leste e 30 mm para a componente vertical), foram analisadas, nesta etapa, as séries temporais residuais das 196 estações (182 RBMC e 14 SIRGAS-CON), correspondendo a 300 soluções. Os resíduos identificados automaticamente passaram, então, por uma análise detalhada com relação aos seus vizinhos, verificando-se a existência de uma concordância dos valores residuais apresentados. No caso de discordâncias, as observações que geraram esses resíduos foram, então, removidas da combinação. Além disso, eventuais resíduos não identificados automaticamente, mas que apresentaram, na série residual das coordenadas, um comportamento destoante de seus vizinhos, também foram avaliados quanto à remoção ou não das observações na combinação. Nesta etapa, foi fundamental uma avaliação gráfica do comportamento temporal de cada estação.

Nesta etapa, foram analisadas 230 estações (34 IGB14 + 196) correspondendo a 429 soluções (129 IGB14 + 300.)

Após a identificação automática dos resíduos, foram removidas 563 observações de 94 soluções derivadas de 80 estações, conforme apresentado no Apêndice 5. O Gráfico 12 apresenta duas séries temporais residuais da Estação BEPA 48072M001: a primeira ilustra todas as observações semanais, e a segunda, a remoção de 20 soluções que apresentaram valores residuais para as componentes norte, leste e vertical acima da tolerância pré-estabelecida. No Gráfico 13, são apresentadas duas soluções temporais residuais da Estação POVE 41628M001: a primeira considera todas as observações, e a segunda ilustra a remoção de 15 soluções semanais com resíduos acima das tolerâncias nas componentes leste e vertical.

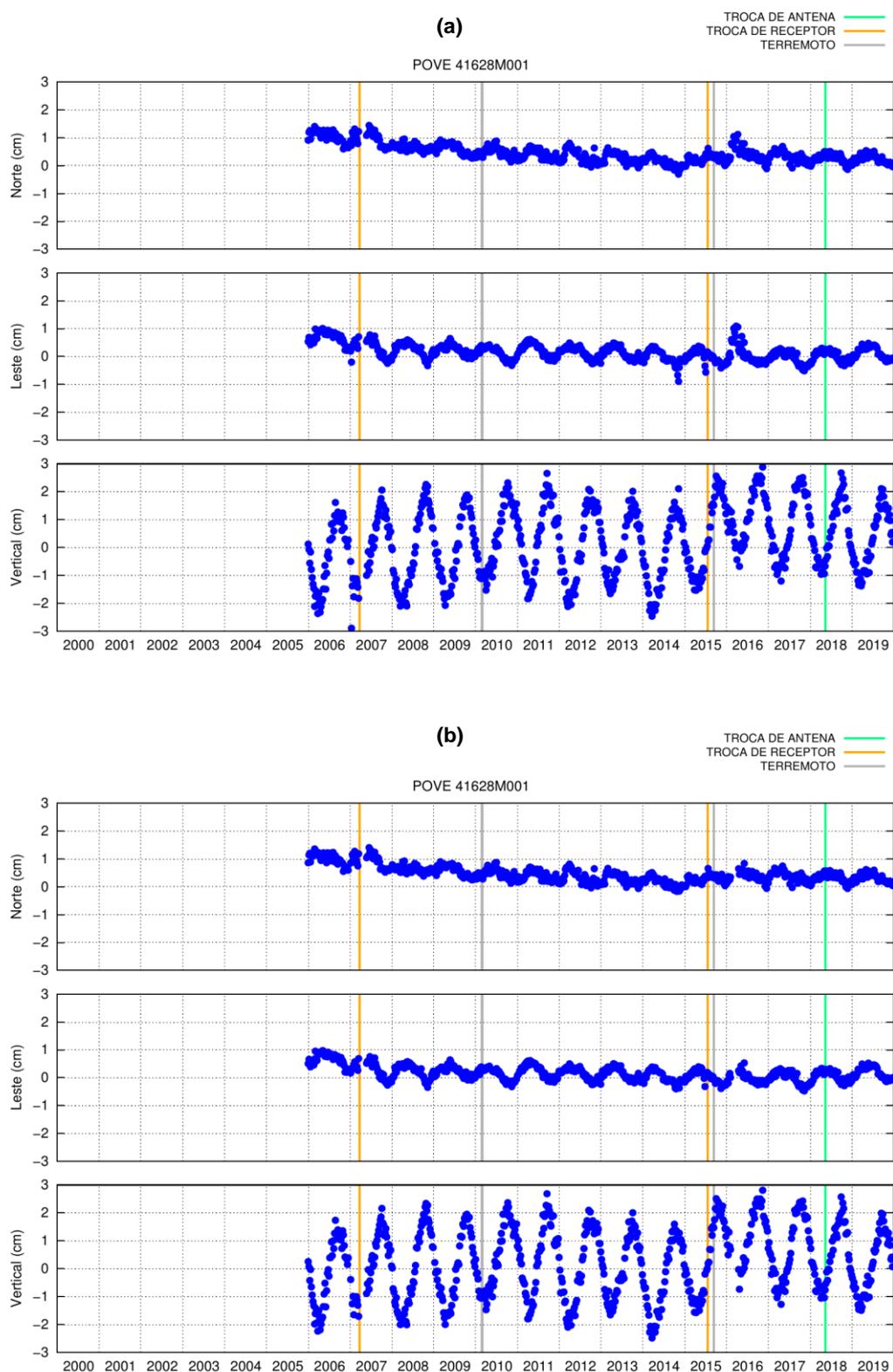
Gráfico 12 - Série temporal da Estação BEPA 48072M001 antes e após a remoção das soluções com resíduos acima da tolerância pré-estabelecida



Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Geodésia.

Nota: Gráficos com as séries antes da remoção de observações (a); e após observações removidas (b).

Gráfico 13 - Série temporal da Estação POVE 41628M001 antes e após a remoção das soluções com resíduos acima da tolerância pré-estabelecida



Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Geodésia.

Nota: Gráficos com as séries antes da remoção de observações (a); e após observações removidas (b).

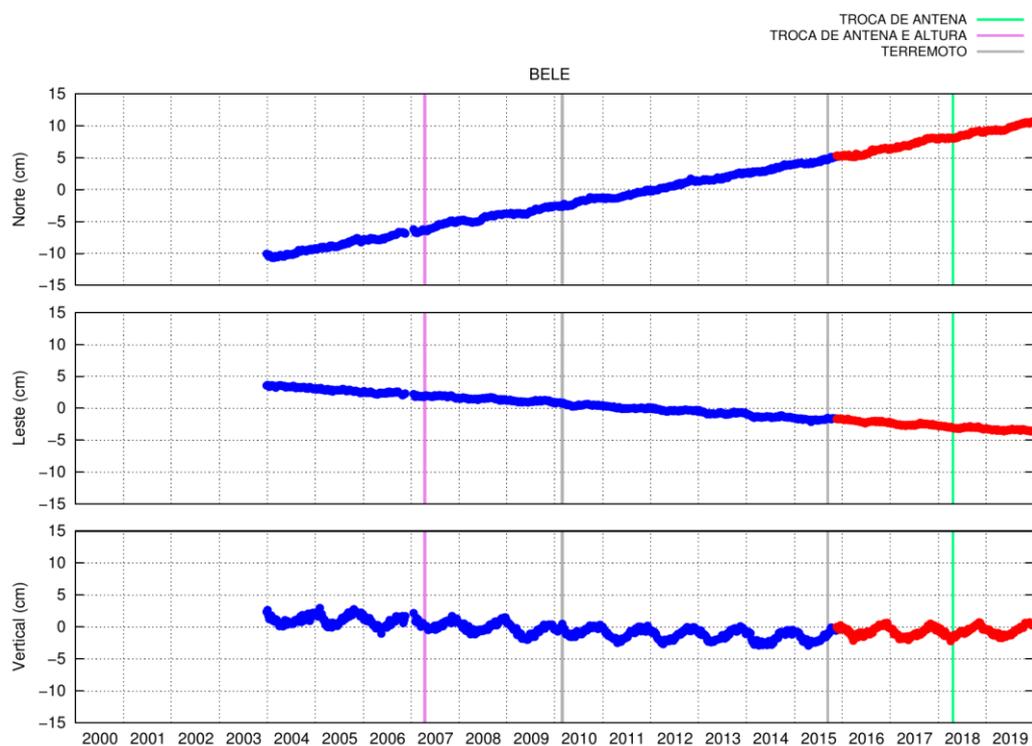
Identificação automática das discontinuidades por meio do programa FODITS

Nos dois tópicos anteriores, foram descritos os processos adotados para o refinamento das soluções semanais, quais sejam: remoção automática das soluções com resíduos acima das tolerâncias pré-estabelecidas; exclusão de resíduos identificados a partir de análises gráficas das séries temporais residuais; e identificação de discontinuidades a partir de eventos predefinidos e confirmação gráfica.

Entretanto, por se tratar de uma quantidade expressiva de estações e soluções, torna-se necessário também o uso de uma ferramenta automática que possibilite a identificação de discontinuidades, de resíduos acima das tolerâncias, e, principalmente, da mudança de comportamento (ou tendência) em uma série temporal. O *software* Bernese versão 5.2 possui um programa de análise das séries temporais residuais, FODITS (Finding Outliers and Discontinuities in Time Series), que, além de identificar as discontinuidades geradas por eventos decorrentes de trocas de antena e/ou terremotos, também identifica mudanças de direção e velocidade das componentes norte, leste e vertical (NAJDER, 2020).

Foram analisadas 230 estações (34 IGB14 + 196) correspondendo a 429 soluções (129 IGB14 + 300), tendo como resultado 445 soluções (129 IGB14 + 316) após a execução desta etapa.

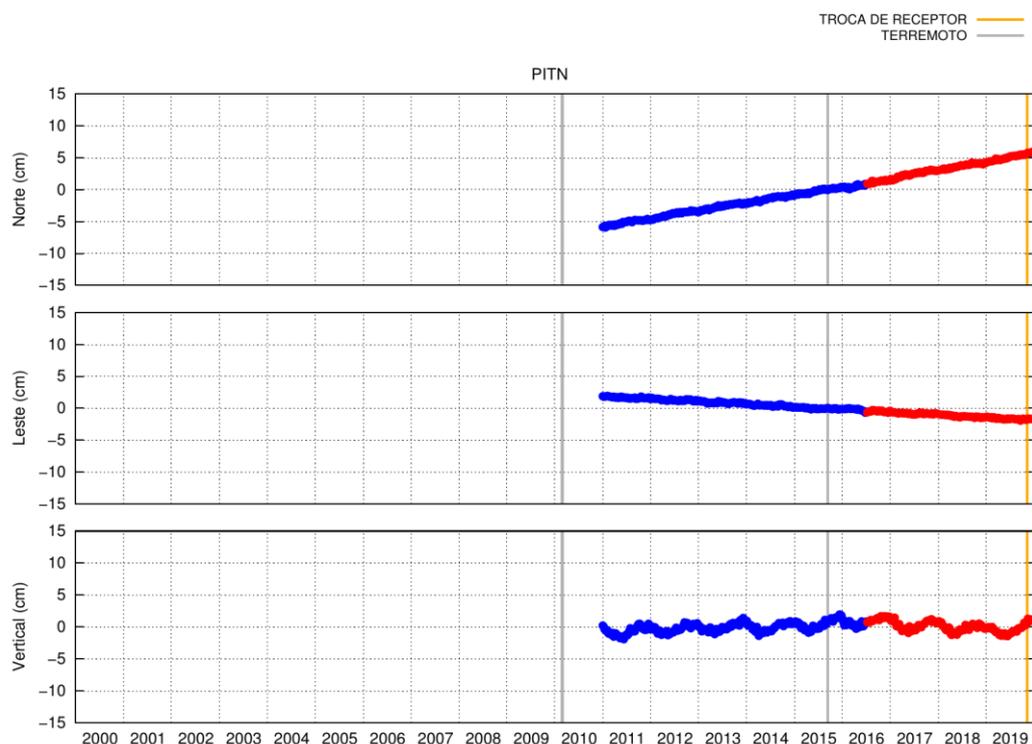
Após o uso do programa FODITS e considerando-se apenas as estações da RBMC e da Rede SIRGAS-CON, foram identificadas 16 discontinuidades causadas por eventos, como trocas de antenas, terremotos, ou mudanças de velocidades, desmembrando-se 20 estações em 45 soluções, conforme mostrado no Apêndice 4. O Gráfico 14 apresenta o deslocamento temporal da Estação BELE com a identificação, pelo FODITS, de mudança de tendência na componente vertical e, conseqüentemente, o desmembramento de uma única solução em duas soluções representadas pelas cores azul e vermelho. As linhas de tendências das séries também mostram uma mudança de comportamento na série da estação. O Gráfico 15 apresenta o desmembramento da série temporal da Estação PITN, a partir da identificação, pelo FODITS, de uma mudança de tendência na componente vertical, também representada pelas diferentes linhas de tendências e, conseqüentemente, o desmembramento em duas soluções.

Gráfico 14 - Deslocamento temporal da Estação BELE com identificação de descontinuidade pelo FODITS

Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Geodésia.

Nota: A mudança de cor no deslocamento representa uma nova solução para a estação.

Gráfico 15 - Deslocamento temporal da Estação PITN com identificação de descontinuidade pelo FODITS



Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Geodésia.

Nota: A mudança de cor no deslocamento representa uma nova solução para a estação.

Reavaliação de algumas séries temporais

Após a identificação automática das descontinuidades pelo programa FODITS, torna-se necessária uma terceira avaliação caso a caso, verificando-se, novamente, os resíduos da combinação e as possíveis observações indesejáveis. Além disso, foi reavaliada, também, a existência de descontinuidades remanescentes que não foram depuradas nas etapas anteriores. Dessa forma, foram identificadas seis novas descontinuidades nas séries analisadas; foram removidas duas observações nas soluções MAS1 31303D002 e SUTH 30314A002; e foi removida, por completo, a Estação KOUR 97301B210, por apresentar somente uma solução, conforme apresentado no Apêndice 5.

Foram analisadas 230 estações (34 IGB14 + 196) correspondendo a 445 soluções (129 IGB14 + 316), tendo como resultado 450 soluções (128 IGB14 + 322) após a execução desta etapa.

Associação de velocidades

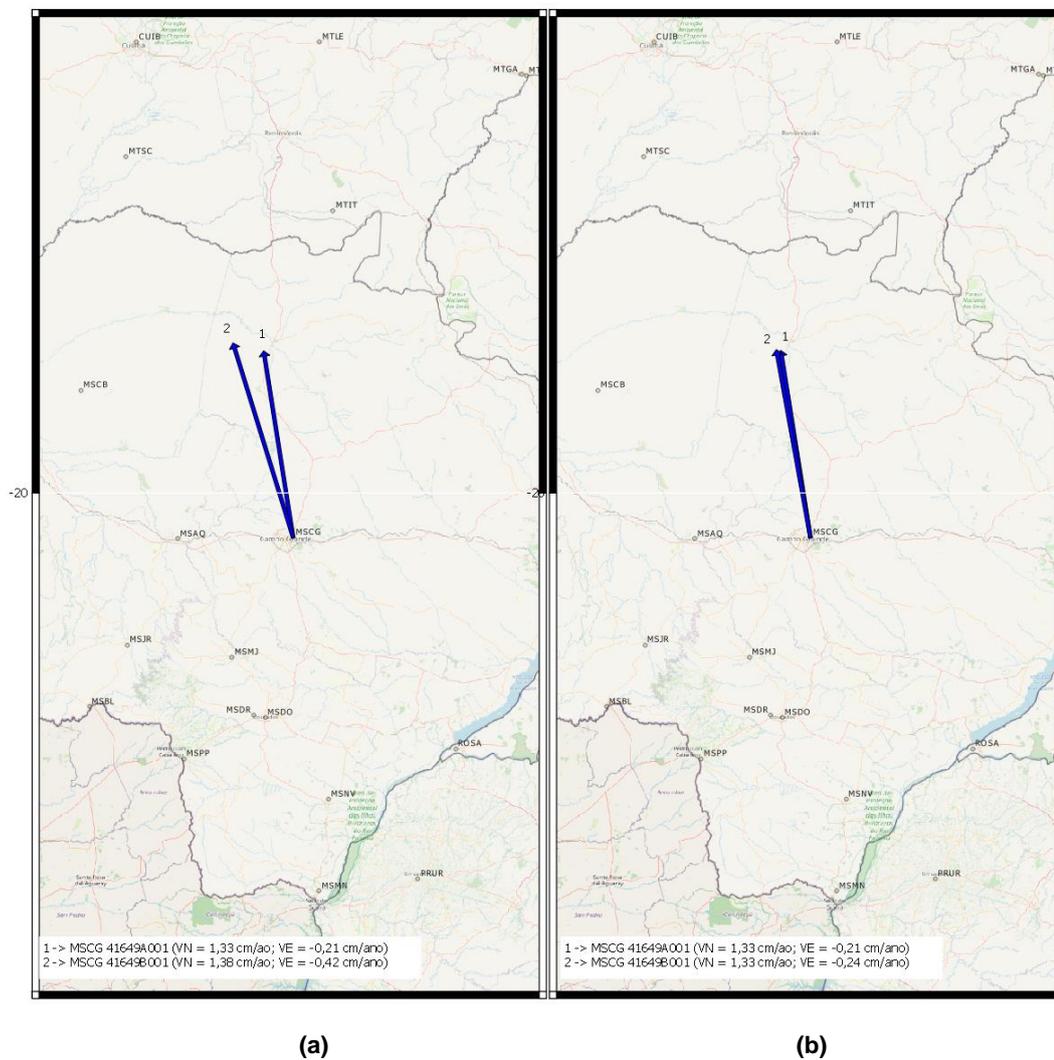
A determinação de uma solução multianual para uma rede de referência a partir de soluções GNSS permite estimar, além de coordenadas, as velocidades, representando o deslocamento das coordenadas com o tempo. Essa informação é muito importante quando se trabalha com um referencial geocêntrico, como o SIRGAS2000, por exemplo. Entretanto, a determinação dessas velocidades necessita de um período mínimo de 2,5 anos de dados para se obter resultados confiáveis (KENYERES *et. al.*, 2019). Para o caso de estações com menos de 2,5 anos de dados, ou que foram desmembradas a partir de outra estação cuja velocidade foi estimada, é possível associar e injuncionar essa velocidade na sua determinação. O mesmo vale para estações próximas umas das outras. Isso é possível a partir da seção 4 do arquivo STA, onde são informados a estação de referência e as estações associadas a ela (DACH *et al.*, 2015), bem como os valores adotados para as injunções. O Apêndice 6 apresenta a relação de todas as estações que tiveram suas velocidades associadas na solução multianual RBMC14, e, o Quadro 12, um recorte para a Estação MSCG. A Figura 6 apresenta o vetor velocidade da Estação MSCG 41649B001 sem a associação de velocidade e após a vinculação com a velocidade da Estação MSCG 41649A001, usada como referência.

Quadro 12 - Associação de velocidades (Estação MSCG) e respectivos motivos

Estação associada	Estação de referência	Início	Fim	Motivo
	MSCG 41649A001	01 01 2008	21 04 2018	-
MSCG 41649B001		29 04 2018	28 12 2019	troca de antena

Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Geodésia.

Figura 6 - Vetores das velocidades da Estação MSCG 41649B001 antes (a) e após (b) a associação com estação de referência



Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Geodésia.

Nota: À esquerda (a), os vetores velocidades das Estações MSCG 41649A001 (vetor 1) e MSCG 41649B001 (vetor 2) antes da associação de velocidades; e, à direita (b), após a associação das velocidades com a estação de referência.

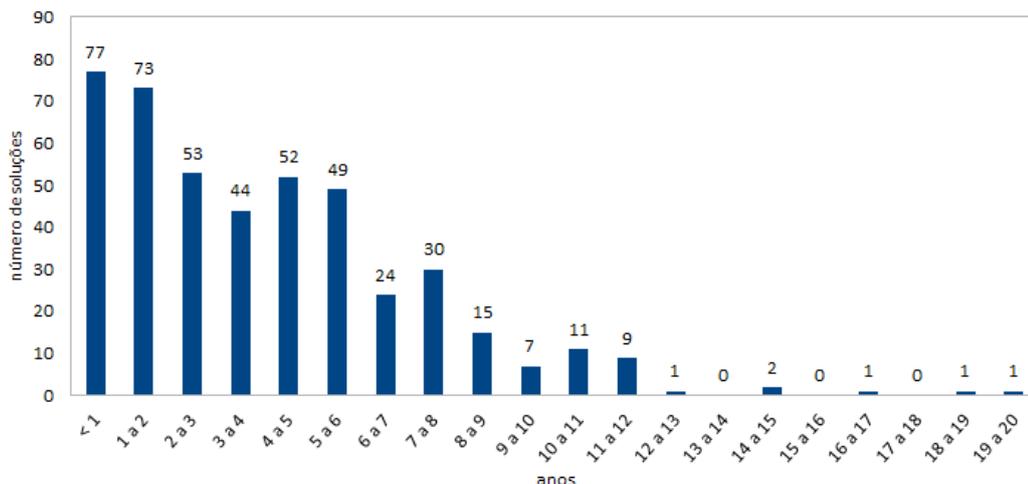
Solução multianual

Após todo o processo de análise dos resíduos, das discontinuidades, das mudanças de tendência nas séries temporais residuais das estações, bem como da associação de velocidades por diferentes causas, e da seleção das referências IGB14 para definição do *datum*, foram estimadas coordenadas e velocidades de 230 estações, totalizando, assim, 450 soluções (128 IGB14 + 322), sendo 189 estações pertencentes à RBMC com 335 soluções, a partir da combinação das soluções semanais semilivres. Conforme informado anteriormente, o programa ADDNEQ do *software* Bernese foi utilizado no processo da combinação, aplicando-se a estratégia de inunção mínima com a condição NNT (*no net translation*) a um conjunto de estações pertencentes à realização IGB14, época 2010.0 (01.01.2010). O Apêndice 7 apresenta todas as soluções determinadas com seus respectivos períodos de dados e o número de semanas utilizadas. O Quadro 13 apresenta as mesmas informações, porém considerando apenas a Estação POAL. O Gráfico 16 apresenta a quantidade de soluções determinadas para as estações em função do período. Cabe destacar a interessante comparação entre os Gráficos 7 e 16: a primeira apresenta a quantidade de estações/soluções antes do processo de refinamento das séries residuais das coordenadas, com 26 estações com menos de 2 anos de dados, enquanto a segunda, após esse processo, com 77 estações.

Quadro 13 - Soluções estimadas para a Estação POAL

Estação	Soluções estimadas	Início	Fim	Número de semanas
POAL 41616M001	POAL 41616A001	02 01 2000	30 03 2007	370
	POAL 41616B001	08 05 2007	08 09 2007	18
	POAL 41616C001	16 09 2007	27 02 2010	111
	POAL 41616D001	28 02 2010	29 04 2014	218
	POAL 41616E001	06 05 2014	25 10 2014	25
	POAL 41616F001	26 10 2014	12 05 2018	185
	POAL 41616G001	13 05 2018	28 12 2019	85

Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Geodésia.

Gráfico 16 - Número de soluções versus período de dados utilizados

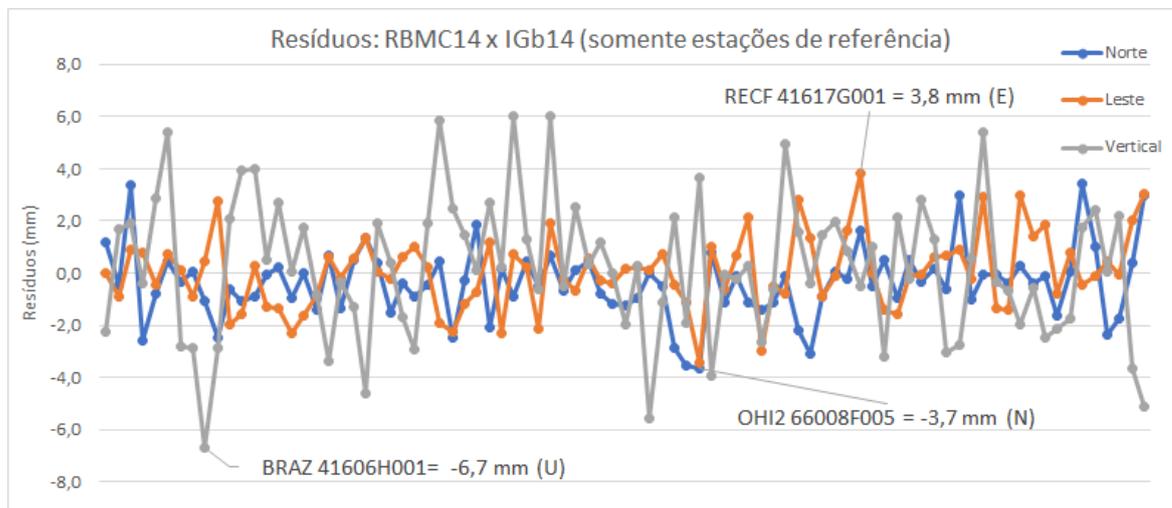
Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Geodésia.

Nota: Das 450 soluções determinadas, 150 possuem menos de 2 anos de dados.

Avaliação da solução multianual RBMC14 nas estações de referência IGb14

No processo de combinação, um conjunto selecionado de estações da rede global IGS na realização IGb14 foi utilizado como referência e definidor do *datum* da solução multianual RBMC14. Desse modo, visando avaliar a aderência entre a solução regional (multianual) RBMC14 e a global IGb14, foi realizada a comparação das coordenadas das estações comuns nessas duas soluções, ou seja, a comparação entre os valores das coordenadas *a priori* e estimadas. Ao todo, foram utilizadas como referência 29 estações, correspondendo a 85 soluções. O Gráfico 17 apresenta a distribuição dos resíduos nas componentes norte, leste e vertical para as 85 soluções IGb14 utilizadas como referência, e a Tabela 1, indicadores estatísticos desses resíduos. Nota-se que os resíduos da Transformação de Helmert foram ± 4 mm nas componentes horizontais e ± 7 mm na componente vertical. A partir desses resíduos, estimou-se o erro médio quadrático (EMQ), obtendo-se 2 mm nas componentes horizontais e 3 mm na componente vertical, e a precisão da transformação foi 1,9 mm.

Gráfico 17 - Resíduos entre as soluções multianual RBMC14 e IGB14 nas estações de referência



Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Geodésia.

Nota: Estão identificadas as estações que apresentaram os maiores resíduos nas componentes norte (azul), leste (vermelho) e vertical (cinza).

Tabela 1 - Indicadores estatísticos dos resíduos entre as soluções multianual RBMC14 e IGB14 nas estações de referência

Indicadores	Resíduos (mm)		
	Norte	Leste	Vertical
Erro médio quadrático	1,4	1,4	2,7
Média	-0,4	0,0	0,2
Mínimo	-3,7	-3,4	-6,7
Máximo	3,4	3,8	6,0
Número de soluções	85		
Erro médio quadrático da transformação	1,93 mm		
Translações e respectivas incertezas			
TX	-0,62 +- 0,21 mm		
TY	0,18 +- 0,21 mm		
TZ	-1,68 +- 0,21 mm		

Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Geodésia.

Avaliação interna da solução multianual

A qualidade ou precisão das coordenadas é encontrada na literatura com diversas denominações, como, por exemplo, incertezas, desvio padrão, ou erro médio quadrático (EMQ). Entretanto, em soluções de Redes GNSS, as precisões são extremamente otimistas (10^{-5} m), uma vez que são obtidas a partir de equações normais semanais, geradas no processamento GNSS, e possuem um número de observações muito maior do que o número de incógnitas (normalmente, 100 a 1 000 vezes mais observações do que incógnitas), sendo necessário buscar outras alternativas para a sua estimativa. Além disso, a qualidade da posição estimada não depende somente da qualidade das observações, mas, sim, de onde a estação está localizada. Em função disso, adotou-se o critério da

repetibilidade das soluções, em que o cálculo da precisão das coordenadas leva em consideração a variação local da posição da estação, fornecendo um resultado mais realista da qualidade das coordenadas (HU; JIA; DAWSON, 2019).

Precisão das coordenadas estimadas da RBMC14, conforme a repetibilidade mensal

Considerando-se a questão abordada no tópico anterior, a precisão das coordenadas foi determinada a partir do erro médio quadrático das repetibilidades mensais das coordenadas de uma estação, conforme a equação 1, adaptada de Hu, Jia e Dawson (2019), e a equação 2. Essa estimativa permite avaliar a precisão das coordenadas em função não somente da qualidade das observações, mas também em função das características do local das estações. O Gráfico 18 apresenta a distribuição do erro médio quadrático das 450 soluções estimadas para as componentes norte, leste e vertical, e sua média ficou em ± 1 mm na planimetria e ± 3 mm na altimetria. Os maiores valores de repetibilidade apresentados nesse gráfico são referentes às estações com poucas soluções semanais.

$$REP_j = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (c_i - \overline{c_m})^2}{n}} \quad (\text{equação 1})$$

Onde:

REP_j = repetibilidade do período j ;

i = época da solução;

n = número total de soluções no período j ;

c_i = solução estimada semanalmente para a época i ; e

$\overline{c_m}$ = solução média para o período j .

$$\overline{REP} = \frac{\sum_{j=1}^m REP_j}{m} \quad (\text{equação 2})$$

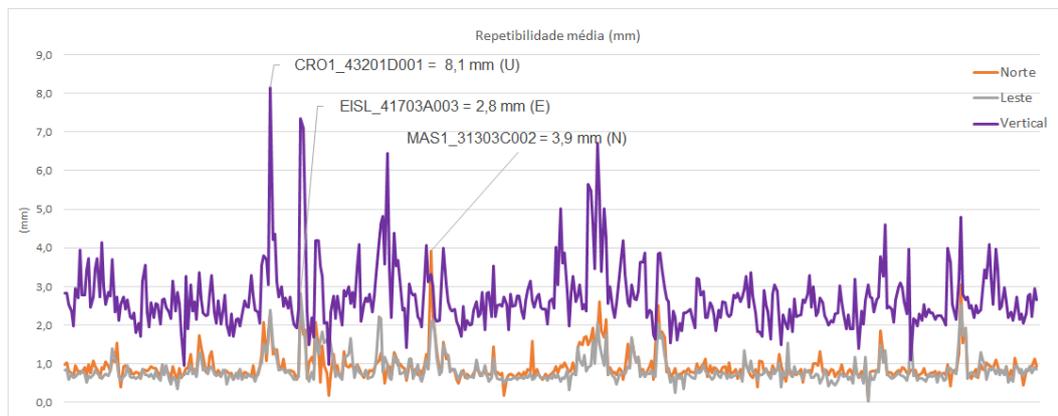
Onde:

\overline{REP} = repetibilidade média;

j = período; e

m = número total de períodos.

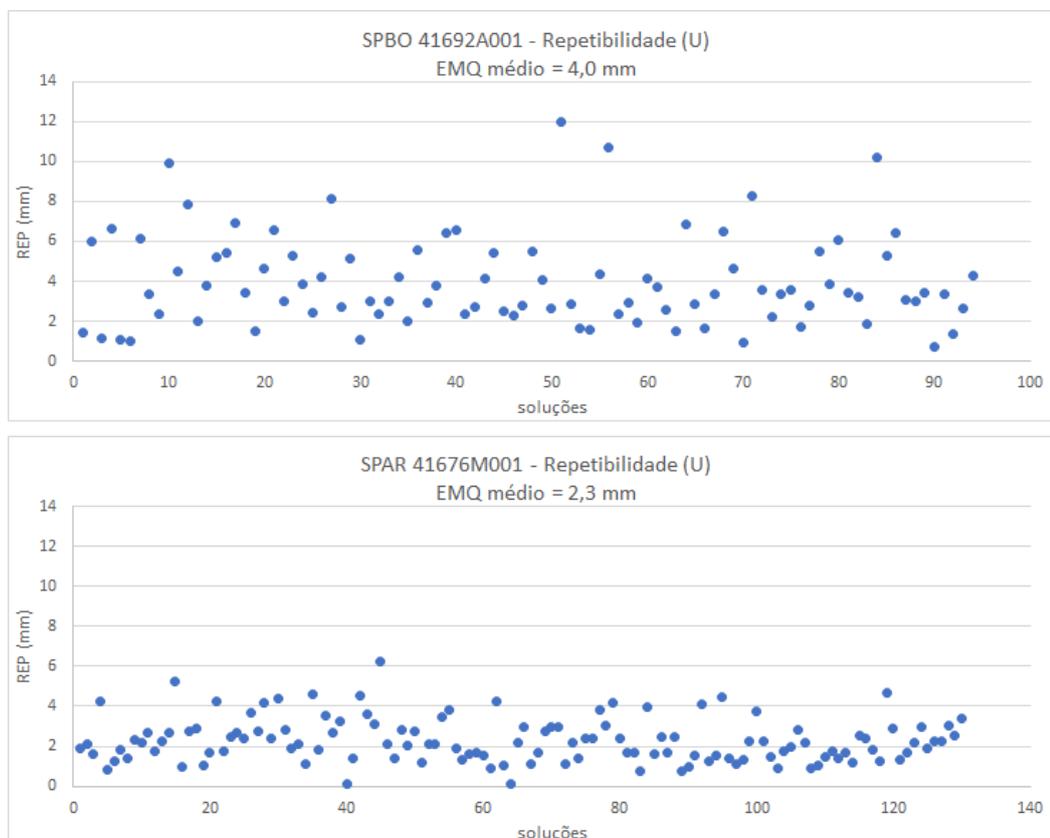
Gráfico 18 - Erro médio quadrático das repetibilidades mensais das estações



Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Geodésia.

Nota: Estimativa da precisão a partir da repetibilidade mensal. A precisão média ficou em 1 mm nas componentes norte e leste e 3 mm na componente altimétrica.

Com o propósito de constatar que fatores locais podem influenciar a precisão das coordenadas, o Gráfico 19 apresenta a repetibilidade da componente vertical das Estações SPBO 41692A001 e SPAR 41676M001, mostrando que a qualidade da coordenada em SPAR é praticamente duas vezes melhor do que em SPBO, muito provavelmente devido aos diferentes equipamentos. A Figura 7 mostra os locais onde as antenas nas Estações SPBO e SPAR estão instaladas.

Gráfico 19 - Erro médio quadrático da repetibilidade das coordenadas altimétricas das Estações SPBO e SPAR

Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Geodésia.

Nota: Repetibilidade das coordenadas altimétricas das Estações SPBO (acima) e SPAR (abaixo), com erros médios quadráticos de 4,0 mm e 2,3 mm, respectivamente.

Figura 7 - Local das Estações SPBO e SPAR

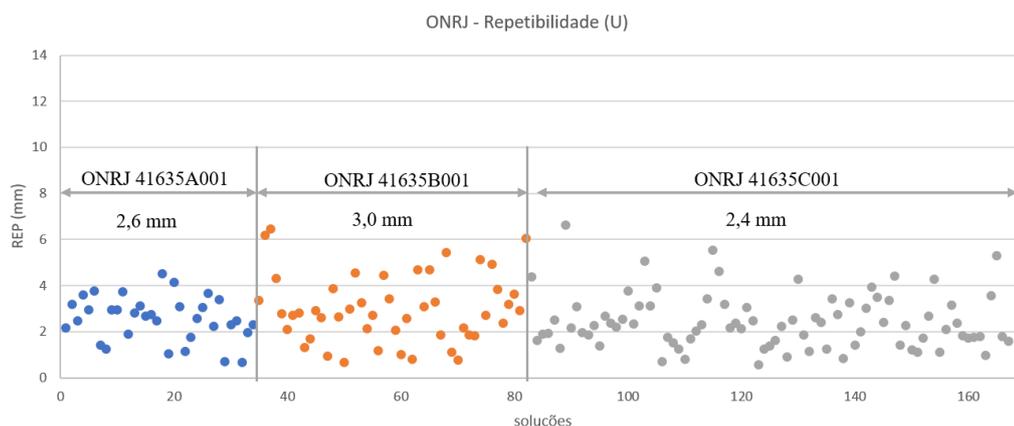
Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Geodésia.

Nota: Locais das Estações SPBO, à esquerda, e SPAR, à direita.

Um outro exemplo de variação na precisão altimétrica, nesse caso em função do modelo de equipamento instalado, pode ser observado no Gráfico 20. Para a Estação ONRJ, foram estimadas

três soluções em função de trocas de antenas. Nota-se que a precisão da segunda solução é inferior à das outras duas, muito provavelmente por conta dos diferentes tipos de equipamentos instalados, considerando-se as mesmas condições de rastreamento na estação.

Gráfico 20 - Variação da precisão altimétrica nas soluções da Estação ONRJ



Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Geodésia.

Nota: Repetibilidade das soluções da Estação ONRJ, com variações nas precisões em função de diferentes tipos de equipamentos.

Precisão das coordenadas estimadas na solução multianual

O programa ADDNEQ fornece informações sobre a qualidade das coordenadas estimadas ou a consistência interna da solução combinada por meio da repetibilidade das coordenadas das soluções semanais com a solução combinada (DACH *et al.*, 2015), conforme a equação 3, a seguir. Nessa solução multianual, o erro médio quadrático entre cada solução individual com a combinada varia de 1,1 mm a 1,5 mm, nas 1 043 semanas analisadas, indicando a homogeneidade entre as soluções semanais. No Gráfico 21, são apresentados os erros médios quadráticos nas componentes norte, leste e vertical de todas as estações, cujos valores médios são 2,0 mm, 1,8 mm e 5,5 mm, respectivamente. Entretanto, esses valores são dependentes da quantidade de soluções no cálculo das coordenadas, as quais variam de 1 033, na Estação PALM, a 2, nas Estações SCCH 41659B001 e SPBO 41692B001.

O objetivo dessa estimativa de precisão é avaliar a variação da precisão das coordenadas ao longo da série de dados, principalmente daquelas estações onde há variações sazonais semianuais ou anuais, como é o caso das variações verticais apresentadas nas estações localizadas na região amazônica. Mesmo após o refinamento das soluções semanais descrito nos tópicos anteriores, ainda permanecem resíduos na componente vertical em algumas estações da região amazônica, os quais variam em ± 4 cm, correspondendo a 8 cm de amplitude, decorrente da variação anual devido à carga hidrológica lá existente. Até o momento, não foi estimado um modelo da variação sazonal hidrológica similar ao da deformação pós-sísmica existente nas realizações da Rede IGS.

$$EMQ = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (c_i - \bar{c}_m)^2}{n}} \quad (\text{equação 3})$$

Onde:

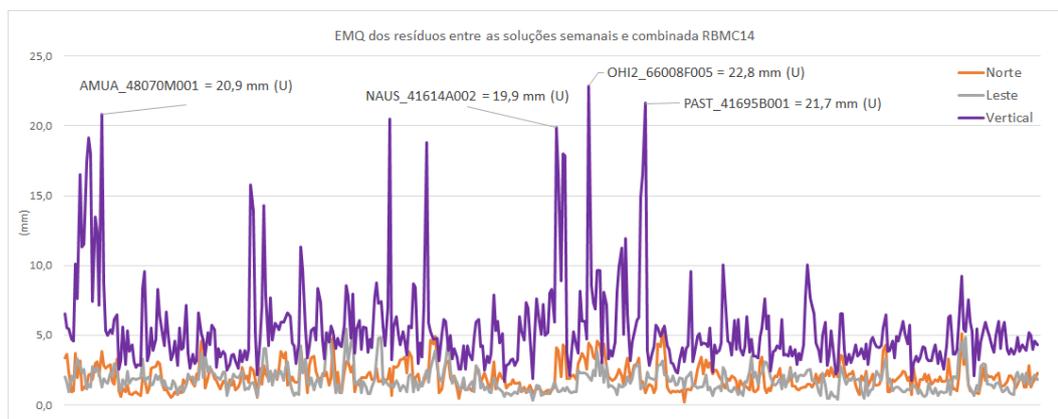
i = índice da semana;

n = número total de semanas;

C_i = solução semanal recalculada para a época i ; e

\bar{C}_m = solução multianual.

Gráfico 21 - Erro médio quadrático dos resíduos entre as soluções semanais e combinada RBMC14

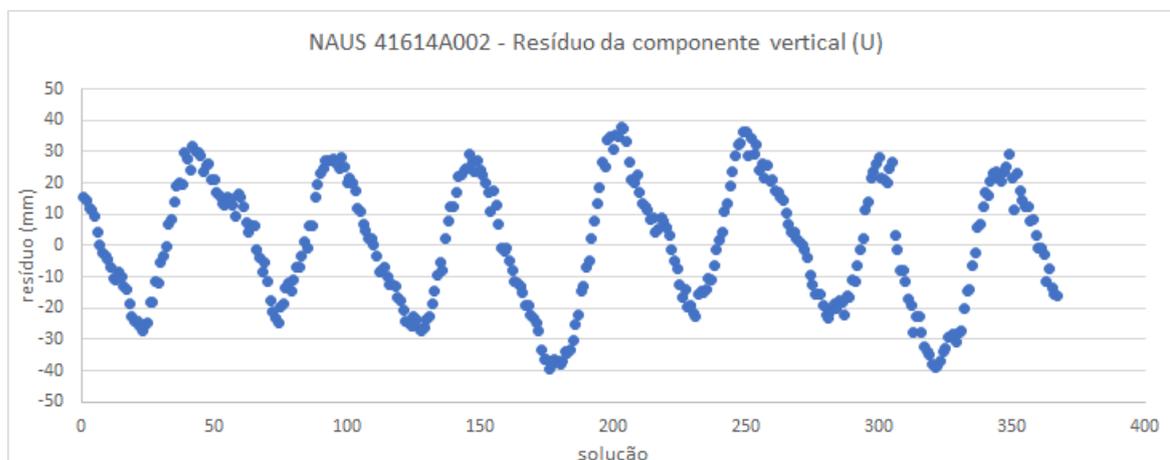


Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Geodésia.

Nota: Os erros médios quadráticos dos resíduos entre a solução semanal recalculada e a solução combinada foram de 2 mm nas componentes norte e leste, e 5 mm na vertical.

As diferenças residuais apresentadas são maiores na componente altimétrica e nas estações localizadas na região amazônica em função de suas características hidrológicas. O Gráfico 22 mostra os resíduos na componente vertical entre as soluções semanais recalculadas e a solução combinada RBMC14 para a Estação NAUS41614A002, onde o valor do erro médio quadrático foi 19,9 mm.

Gráfico 22 - Resíduos da Estação NAUS na componente vertical entre as soluções semanais e a solução combinada RBMC14



Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Geodésia.

Nota: Resíduos entre as soluções semanais recalculadas e a solução combinada RBMC14 da Estação NAUS, com erro médio quadrático altimétrico de 19,9 mm.

Avaliação externa da solução multianual RBMC14

Além da avaliação interna da solução multianual, é possível, também, a avaliação da solução multianual da RBMC14 com outras soluções estimadas por outras instituições ou de outras realizações, como, por exemplo, a realização SIRGAS2000, época 2000.4, adotada oficialmente no Brasil. Essa avaliação é denominada avaliação externa e será realizada a partir da comparação entre as coordenadas compatibilizadas no tempo ou época e no referencial.

Comparação com a solução multianual Sirgas - SIR17P01

A solução multianual SIR17P01 foi determinada pelo DGFI-TUM (SÁNCHEZ; DREWES, 2020b) em 2017 e incluiu todas as estações da Rede SIRGAS-CON da época, com dados disponíveis entre 17.04.011 e 28.01.2017. O *datum* dessa solução foi definido a partir da estratégia *minimum constraint solution*, aplicando-se as condições NNT (*no net translation*) e NNR (*no net rotation*) a um conjunto de estações da realização global IGS14, na época de referência 2015.0. Para realizar a comparação da solução multianual RBMC14 referida à época 2010.0 com a solução com SIR17P01, as coordenadas foram propagadas à época 2015.0, a partir das velocidades estimadas. Não houve necessidade de transformação entre referenciais, uma vez que o IGS14 e o IGB14 são compatíveis (REBISCHUNG, 2020)⁸. O Gráfico 23 apresenta os resíduos da comparação entre as coordenadas de 176 soluções, contemplando 133 estações estimadas em ambas as realizações. Foram consideradas, nessa comparação, apenas coordenadas com soluções de, no mínimo, 2,5 anos de dados na solução multianual RBMC14. Como resultados dessa comparação, foram obtidos os resíduos máximo e mínimo e seus respectivos erros médios quadráticos nas três componentes, conforme apresentado na Tabela 2. Observa-se que os maiores resíduos encontrados foram: -1,2 cm em norte; 0,9 cm em leste; e -2,8 cm na vertical nas Estações CUIB 41603C001, TUCU 41520C001 e NAUS 41614A002, respectivamente. Assim, tem-se as seguintes informações:

⁸ Mensagem enviada em nome do IGS Reference Frame Working Group [IGSMail-7921].

Solução multianual SIR17P01

Período dos dados: 17.04.2011 a 28.01.2017;

Época de referência: 01.01.2015;

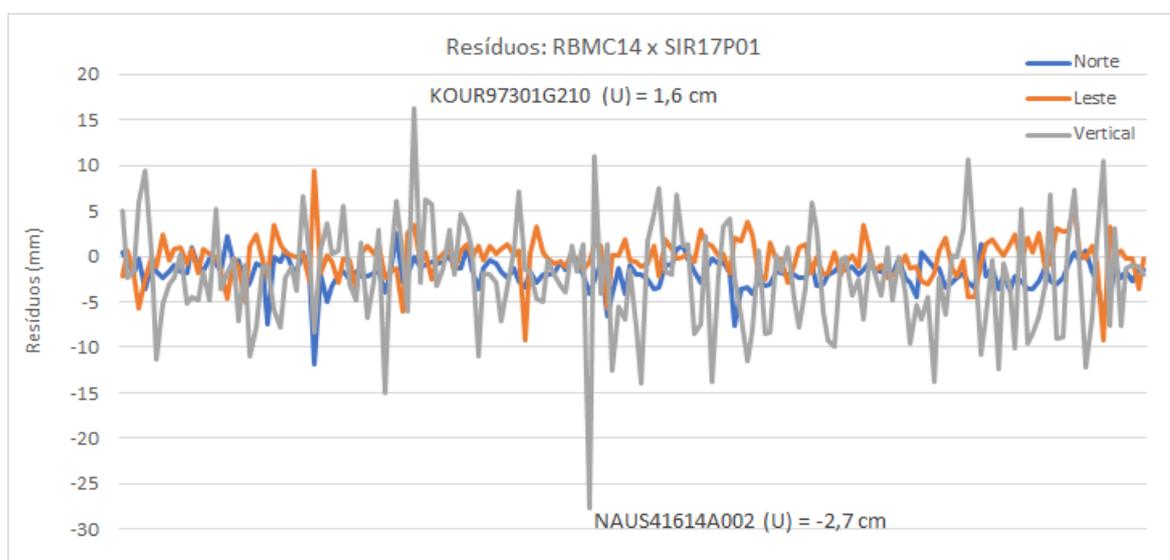
Estimados: coordenadas e velocidades para 345 estações com 502 soluções;

Sistema de referência: IGS14/ITRF2014, época 2015.0;

Realização do *datum*: condição NNR (*no net rotation*) e NNT (*no net translation*) com relação à solução acumulada IGS17P51.SNX de um conjunto de estações ITRF2014; e

Número de estações comuns nas duas soluções multianuais: 133 estações com 176 soluções.

Gráfico 23 - Resíduos entre a solução multianual RBMC14 e a solução SIR17P01



Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Geodésia.

Nota: Os erros médios quadráticos dos resíduos da comparação entre a solução multianual RBMC14 e a solução SIR17P01 foram de 2.5 mm, 2.2 mm e 6.2 mm, respectivamente, nas componentes norte, leste e vertical.

Tabela 2 - Indicadores estatísticos dos resíduos entre a solução multianual RBMC14 e a solução SIR17P01

Indicadores	Resíduos (mm)		
	Norte	Leste	Vertical
Erro médio quadrático	2,5	2,2	6,2
Média	-1,9	-0,2	-2,4
Mínimo	-11,8	-9,2	-27,7
Máximo	2,6	9,4	16,2
Número de soluções	176		
Erro médio quadrático da transformação	4,09 mm		

Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Geodésia.

Comparação com a realização Sirgas2000

Na campanha GNSS estabelecida em maio de 2000, foi obtida a realização SIRGAS2000, a qual contou com a presença de 21 estações brasileiras e serviu de origem para o estabelecimento do referencial brasileiro SIRGAS2000 alinhado ao ITRF2000. Na comparação da realização SIRGAS2000 com a solução multianual RBMC14, foram utilizadas coordenadas de 14 estações presentes em ambas as soluções e com o mínimo de 2,5 anos de dados. A solução multianual RBMC14, densificação da realização global IGB14 na época 2010.0, foi reduzida à época 2000.4, aplicando-se as velocidades estimada e transformada para ITRF2000 a partir dos parâmetros adotados no serviço *on-line* para pós-processamento de dados GNSS, o IBGE-PPP (IBGE, 2020). Os erros médios quadráticos nas componentes norte, leste e vertical obtidos nessa comparação foram: 8,7 mm, 5,4 mm e 15,1 mm, respectivamente, conforme apresentado na Tabela 3. Ressalta-se que as maiores diferenças encontradas foram: 2,3 cm em norte; 1,6 cm em leste; e -3,7 cm na vertical nas Estações RIOD 41608C001, CRAT 41619C001 e VICO 41613D001, respectivamente. O Gráfico 24 apresenta as diferenças entre as coordenadas das 27 soluções, contemplando 14 estações estimadas em ambas as realizações, possuindo no mínimo, 2,5 anos de dados na solução multianual RBMC14. Assim, tem-se as seguintes informações:

Realização SIRGAS2000

Período dos dados: 10.05.2000 a 19.05.2000;

Época de referência: 15.05.2000 (época 2000.4);

Sistema de referência: ITRF2000;

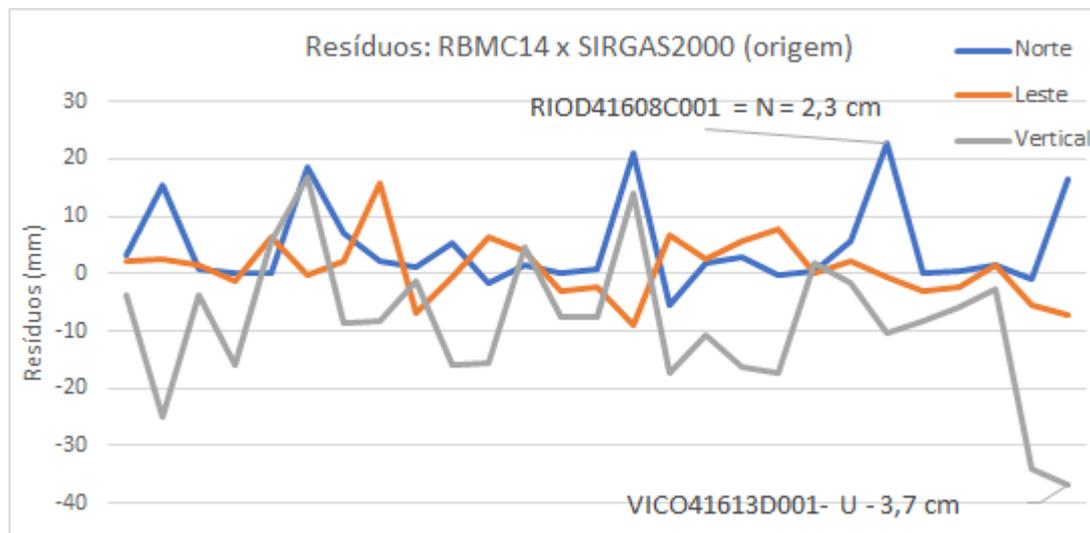
Estimados: coordenadas de 184 estações, sendo 21 brasileiras; e

Número de estações comuns nas duas soluções: 14 estações da RBMC.

Tabela 3 - Indicadores estatísticos dos resíduos entre a solução multianual RBMC14 e a solução SIRGAS2000 (origem)

Indicadores	Resíduos (mm)		
	Norte	Leste	Vertical
Erro médio quadrático	8,8	5,4	15,1
Média	4,5	0,9	-8,6
Mínimo	-5,6	-9,0	-37,0
Máximo	22,9	15,8	16,7
Número de soluções			27
Erro médio quadrático da transformação			10,4 mm

Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Geodésia.

Gráfico 24 - Resíduos entre a solução multianual RBMC14 e a solução SIRGAS2000 (origem)

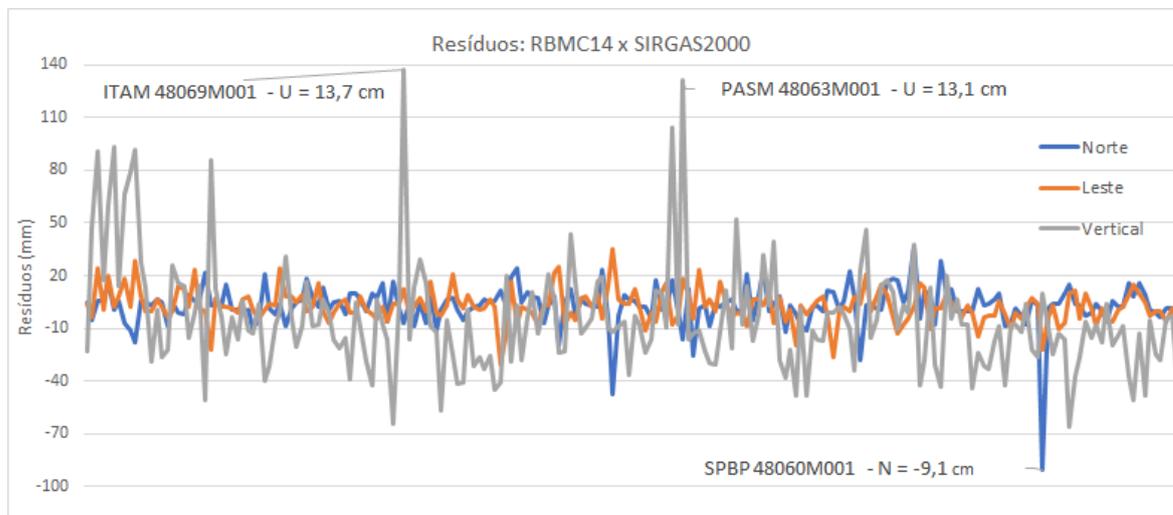
Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Geodésia.

Nota: Os erros médios quadráticos dos resíduos entre a solução multianual RBMC14 e a solução SIRGAS2000 (origem) foram de 8,8 mm, 5,4 mm e 15,1 mm, respectivamente, nas componentes norte, leste e vertical.

Comparação com as coordenadas Sirgas2000 das estações da RBMC

Além das 14 estações da RBMC presentes na realização da campanha SIRGAS2000, as demais 175 estações possuem coordenadas cujos valores foram obtidos por meio de um processo de densificação dessa campanha, em distintos períodos, conforme descrito no tópico **Situação atual das coordenadas da RBMC** deste relatório metodológico. Portanto, as coordenadas da solução multianual RBMC14 determinadas em IGB14 para a época 2010.0 foram reduzidas à época 2000.4 e transformadas para ITRF2000, seguindo o mesmo procedimento descrito no item anterior. O Gráfico 25 apresenta os resíduos da comparação entre as coordenadas de 152 estações, pois apenas estações que possuem, no mínimo, 2,5 anos de dados na solução multianual RBMC14 participaram dessa análise.

Gráfico 25 - Resíduos entre a solução multianual RBMC14 e a solução SIRGAS2000 (RBMC)



Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Geodésia.

Nota: Os erros médios quadráticos dos resíduos da comparação entre a solução multianual RBMC14 e a solução SIRGAS2000 (RBMC) foram de 12,0 mm, 9,6 mm e 31,6 mm, nas componentes norte, leste e vertical, respectivamente.

Como resultados dessa comparação, foram obtidos os resíduos máximo e mínimo e seus respectivos erros médios quadráticos nas três componentes, conforme apresentado na Tabela 4. Os maiores resíduos encontrados foram: -9,1 cm em norte; 3,5 cm em leste; e 13,7 cm na vertical nas Estações SPBP 48060M001, NAUS 41614E002 e ITAM 48069M001, respectivamente. As Figuras 8 e 9 apresentam os vetores com as diferenças planimétrica e vertical, respectivamente. Assim, tem-se as seguintes informações:

SIRGAS2000 (todas as estações com mais de 2 anos de dados)

Período dos dados: variado;

Época de referência: 15.05.2000 (época 2000.4);

Sistema de referência: ITRF2000;

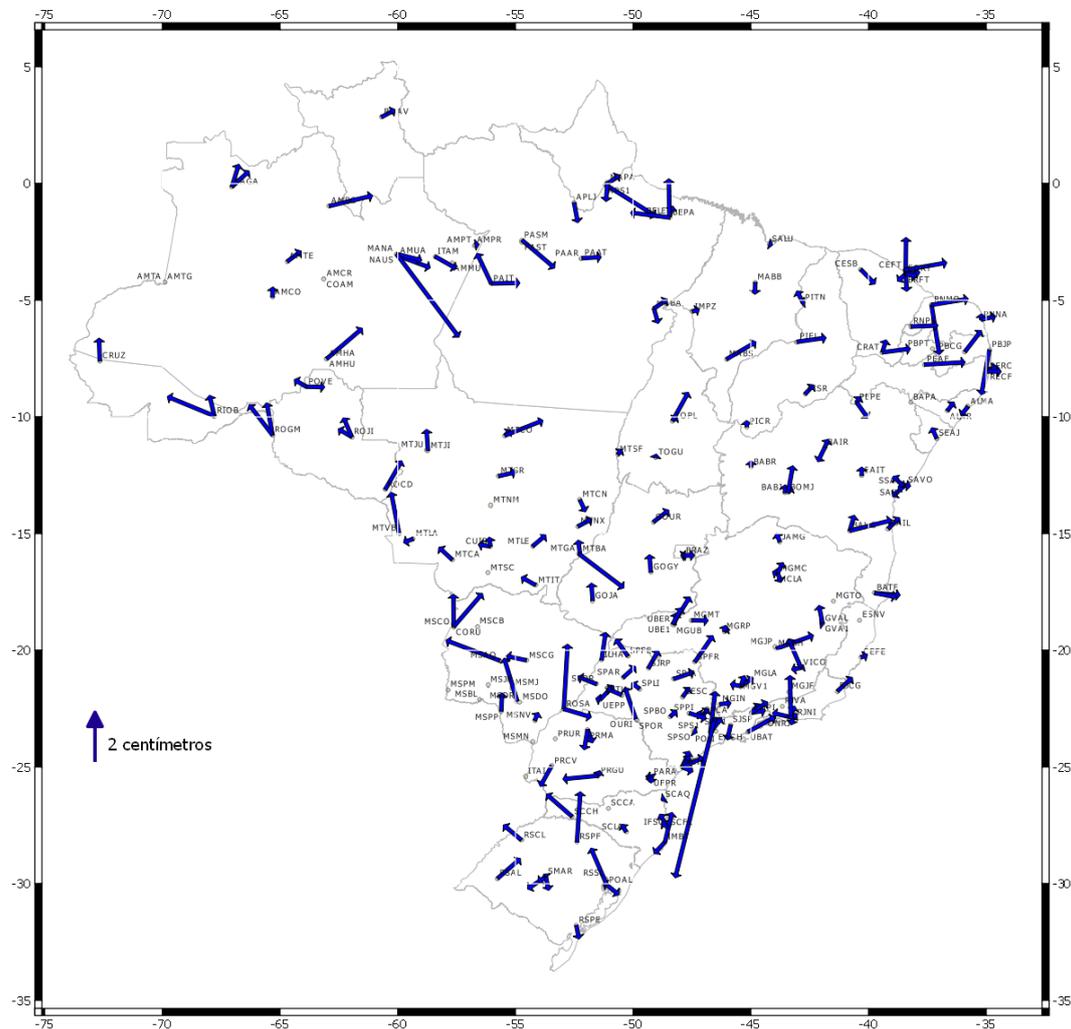
Estimados: coordenadas de 175 estações, todas pertencentes à RBMC; e

Número de estações comuns nas duas soluções: 152 estações em 205 soluções.

Tabela 4 - Indicadores estatísticos dos resíduos entre a solução multianual RBMC14 e a solução SIRGAS2000 (RBMC)

Indicadores	Resíduos (mm)		
	Norte	Leste	Vertical
Erro médio quadrático	12,0	9,6	31,6
Média	3,1	2,6	-4,9
Mínimo	-90,6	-30,4	-66,3
Máximo	36,8	35,1	137,3
Número de soluções	205		
Erro médio quadrático da transformação	20,2 mm		

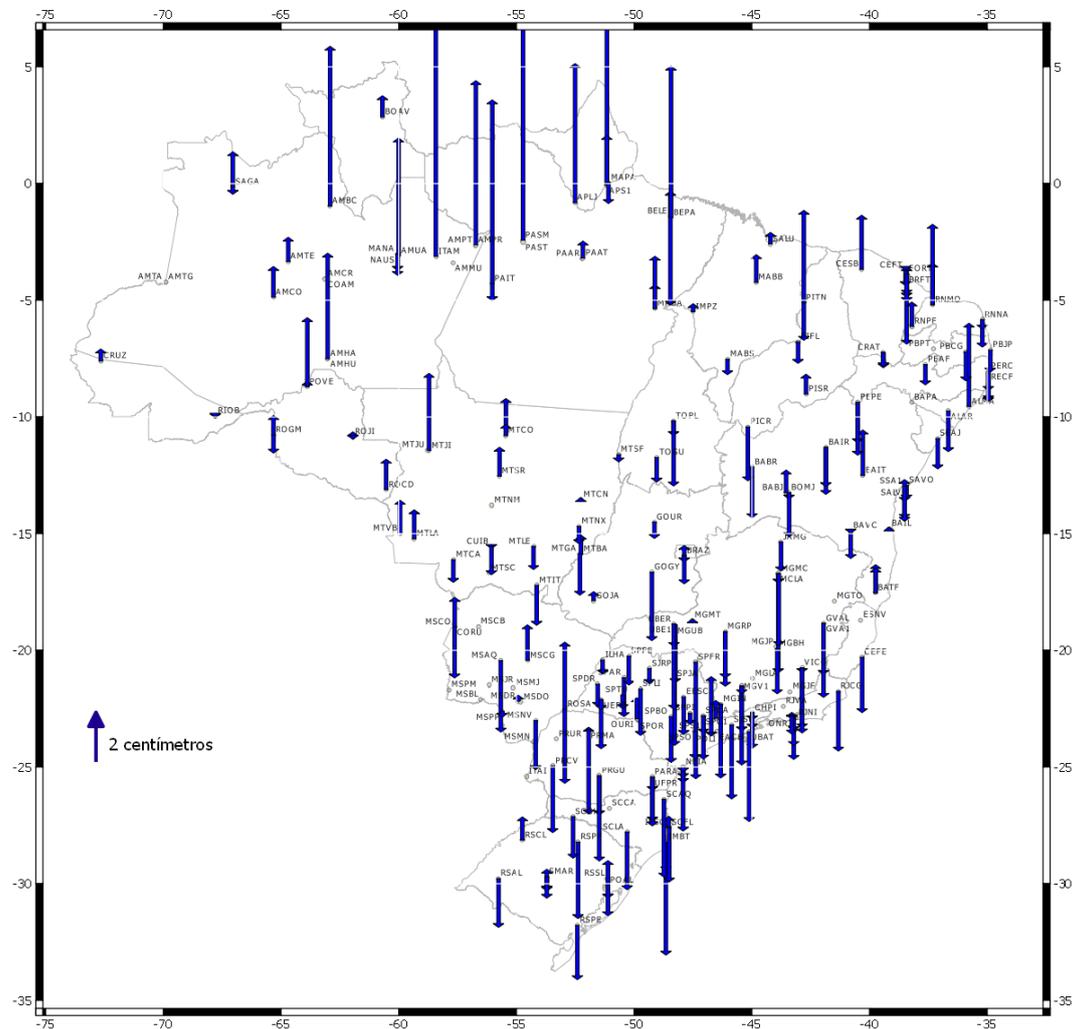
Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Geodésia.

**Figura 8 - Vetores das diferenças planimétricas entre a solução multianual RBMC14 e a solução
SIRGAS2000 (RBMC)**

Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Geodésia.

Nota: As maiores diferenças planimétricas entre as soluções RBMC14 e SIRGAS2000 (RBMC) foram de 9,3 cm e 5,9 cm nas Estações SPBP 48060M001 e NAUS 41614E002, respectivamente.

Figura 9 - Vetores das diferenças vertical entre a solução multianual RBMC14 e a solução SIRGAS2000 (RBMC)



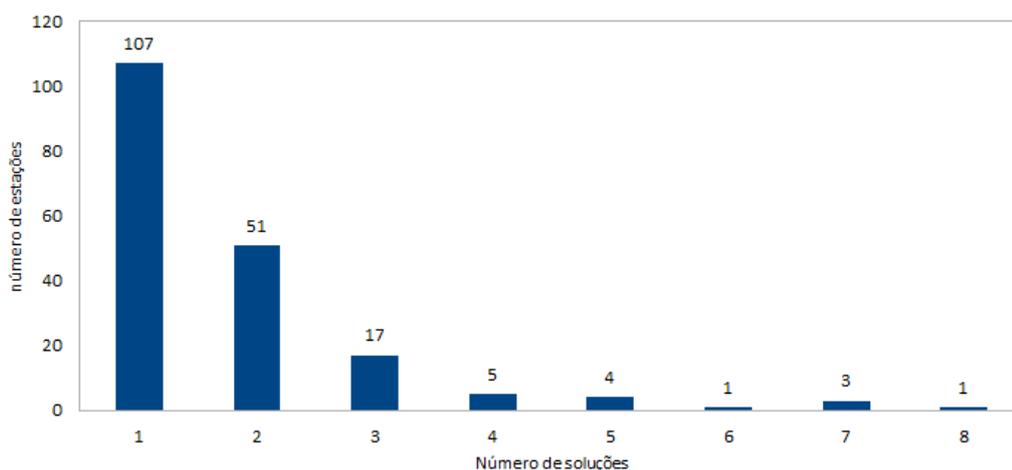
Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Geodésia.

Nota: As maiores diferenças na componente vertical entre as soluções RBMC14 e SIRGAS2000 (RBMC) foram de 13,7 cm e 13,1 cm nas Estações ITAM 48069M001 e PASM 48063M001, respectivamente.

Velocidades da solução multianual RBMC14

A metodologia adotada na obtenção desta solução multianual possibilitou um tratamento homogêneo das informações produzidas pelas estações IGS, SIRGAS-CON e RBMC em um único processo. Como resultados, além das coordenadas, dos respectivos desvios padrões e das séries temporais das coordenadas, são obtidas as velocidades e seus respectivos desvios padrões. Entretanto, devido às descontinuidades identificadas nas séries temporais das coordenadas, uma estação poderá ter uma ou mais soluções, ou seja, mais de um conjunto de coordenadas e velocidades para um determinado período. O Gráfico 26 apresenta o número de estações da RBMC (189) e a quantidade de soluções estimadas (335) na solução multianual, e o Gráfico 27, (a) a (d), o número de soluções para cada estação e o intervalo de tempo correspondente.

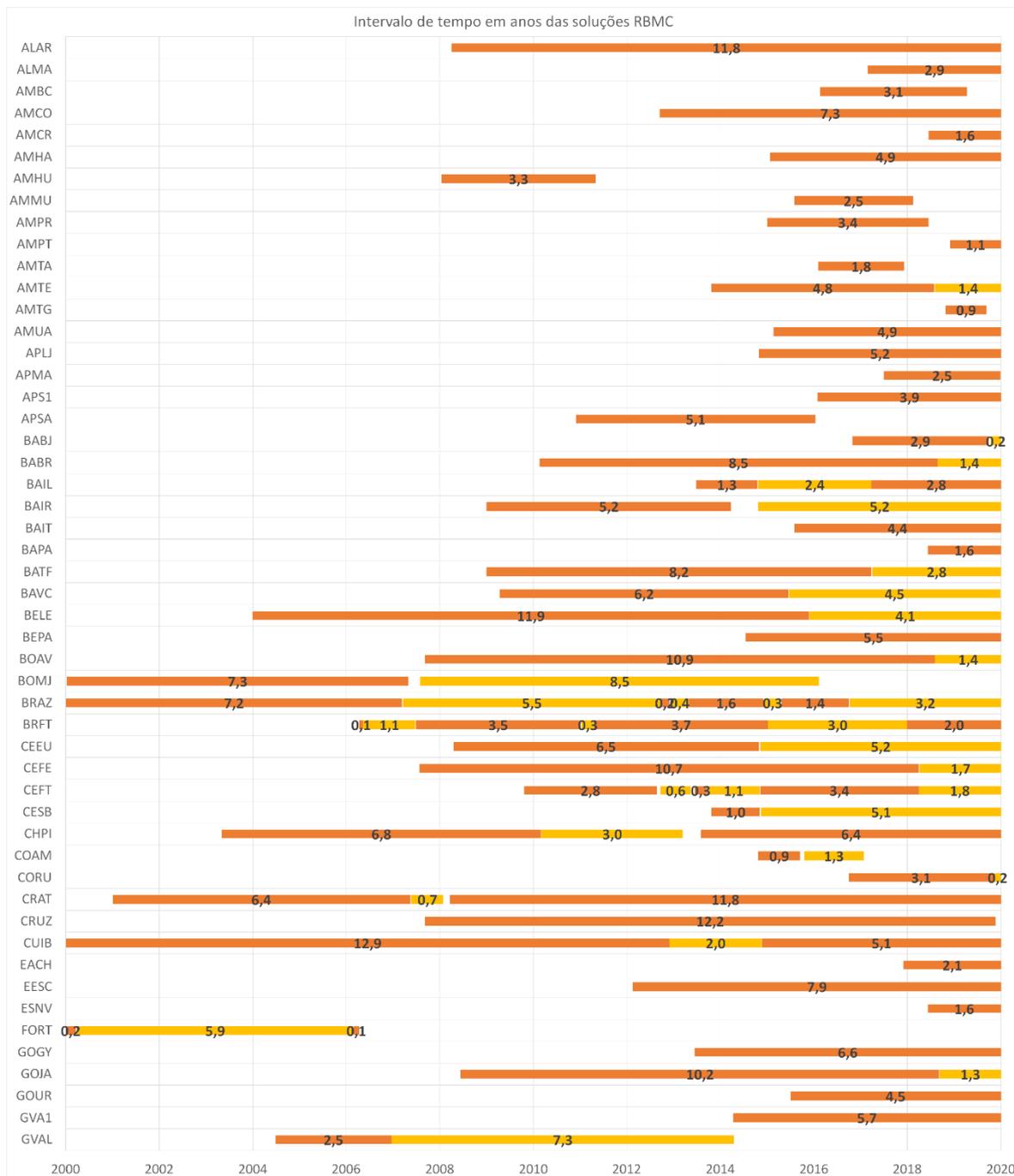
Gráfico 26 - Número de soluções das estações da RBMC



Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Geodésia.

Nota: Das 189 estações da RBMC combinadas, 107 tiveram apenas uma única solução, enquanto 82, mais de uma solução.

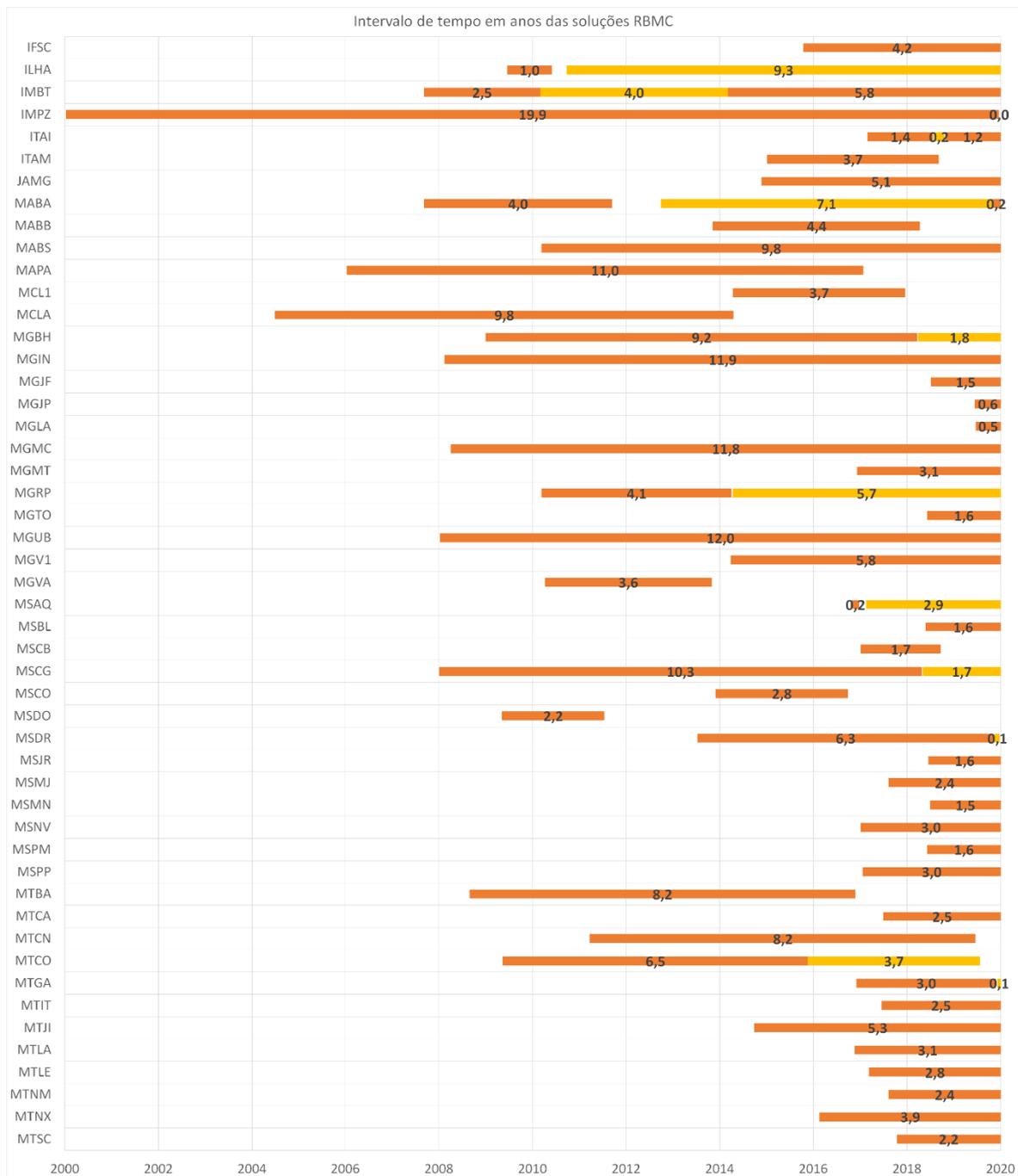
Gráfico 27 (a) - Número de soluções por estação da RBMC e o intervalo de tempo em anos



Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Geodésia.

Nota: Todas as coordenadas estimadas estão referidas à época 2010.0.

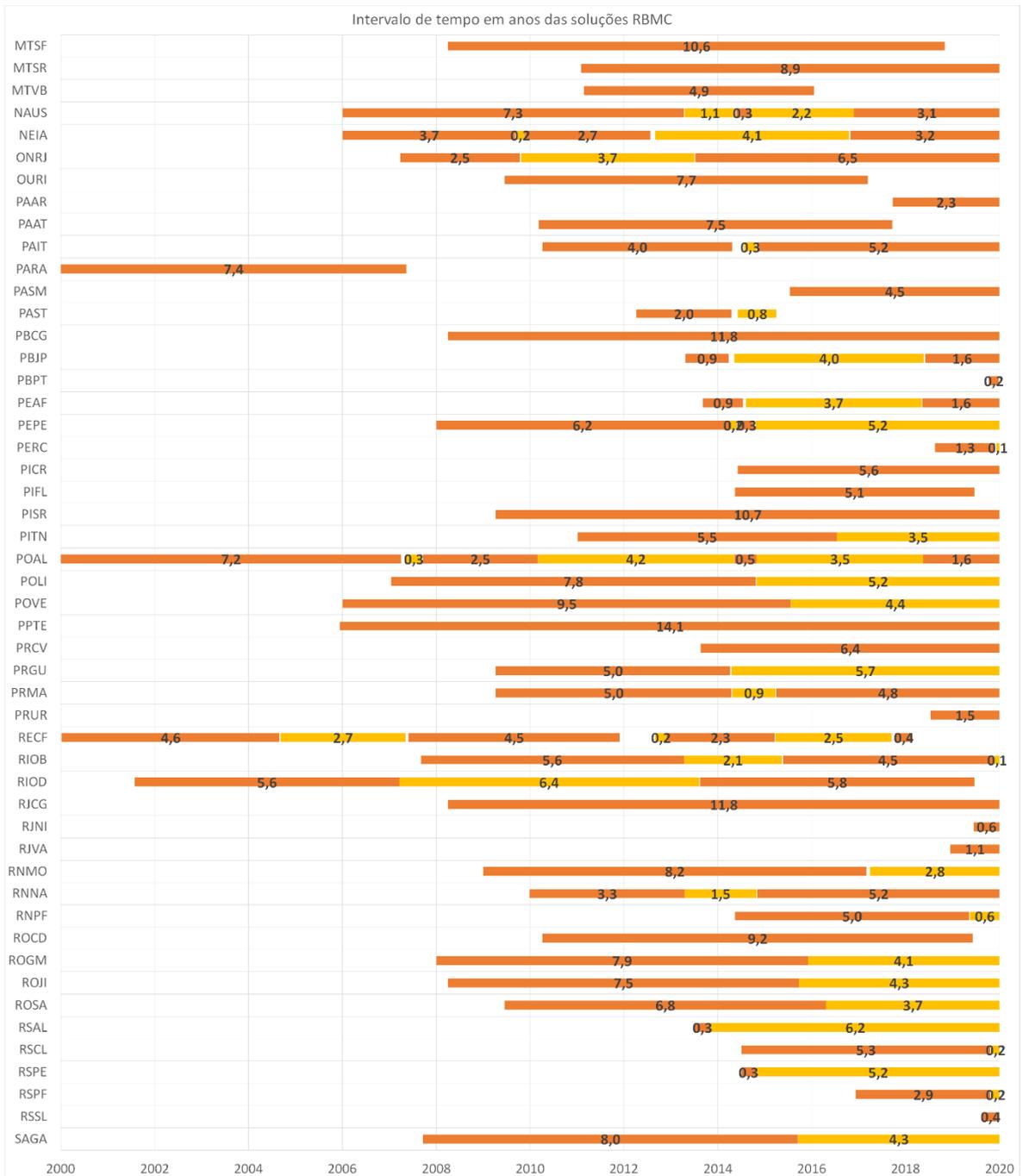
Gráfico 27 (b) - Número de soluções por estação da RBMC e o intervalo de tempo em anos



Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Geodésia.

Nota: Todas as coordenadas estimadas estão referidas à época 2010.0.

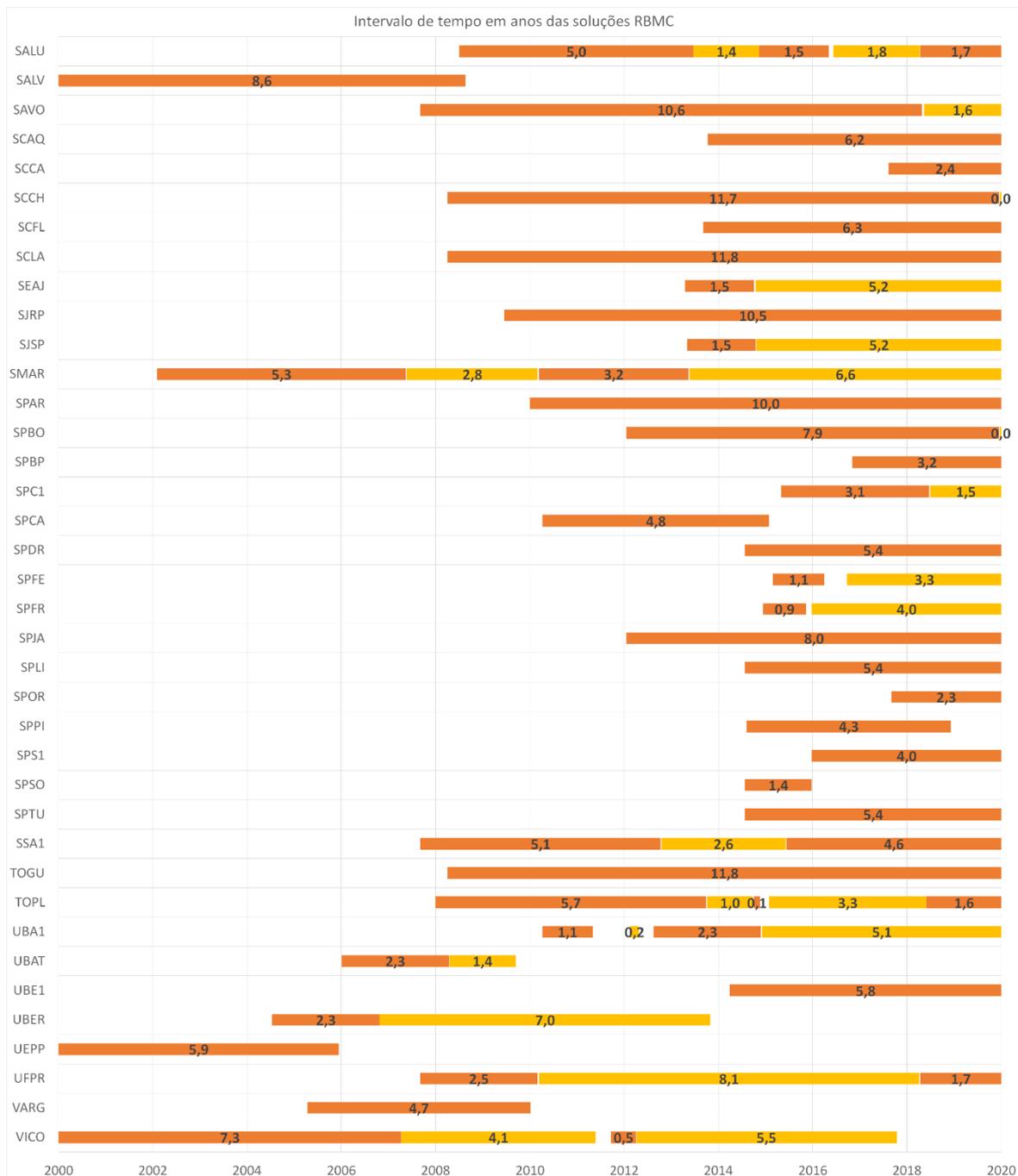
Gráfico 27 (c) - Número de soluções por estação da RBMC e o intervalo de tempo em anos



Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Geodésia.

Nota: Todas as coordenadas estimadas estão referidas à época 2010.0.

Gráfico 27 (d) - Número de soluções por estação da RBMC e o intervalo de tempo em anos

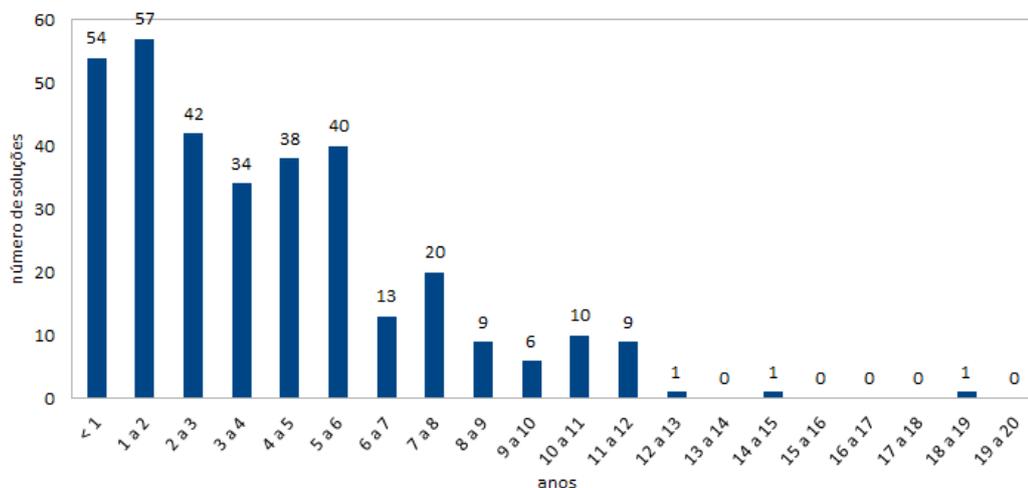


Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Geodésia.

Nota: Todas as coordenadas estimadas estão referidas à época 2010.0.

De acordo com Dach e outros (2015), Hu, Jia e Dawson (2019) e Kenyeres e outros (2019), o intervalo adequado de tempo para a estimativa das velocidades é de 2,5 anos ou mais de dados. Das 335 soluções das estações da RBMC presentes, 130 apresentaram uma quantidade de soluções inferior a 2,5 anos de dados, período, portanto, insuficiente ao recomendado para a estimativa de velocidades. O Gráfico 28 apresenta o número de soluções e a quantidade de anos correspondentes.

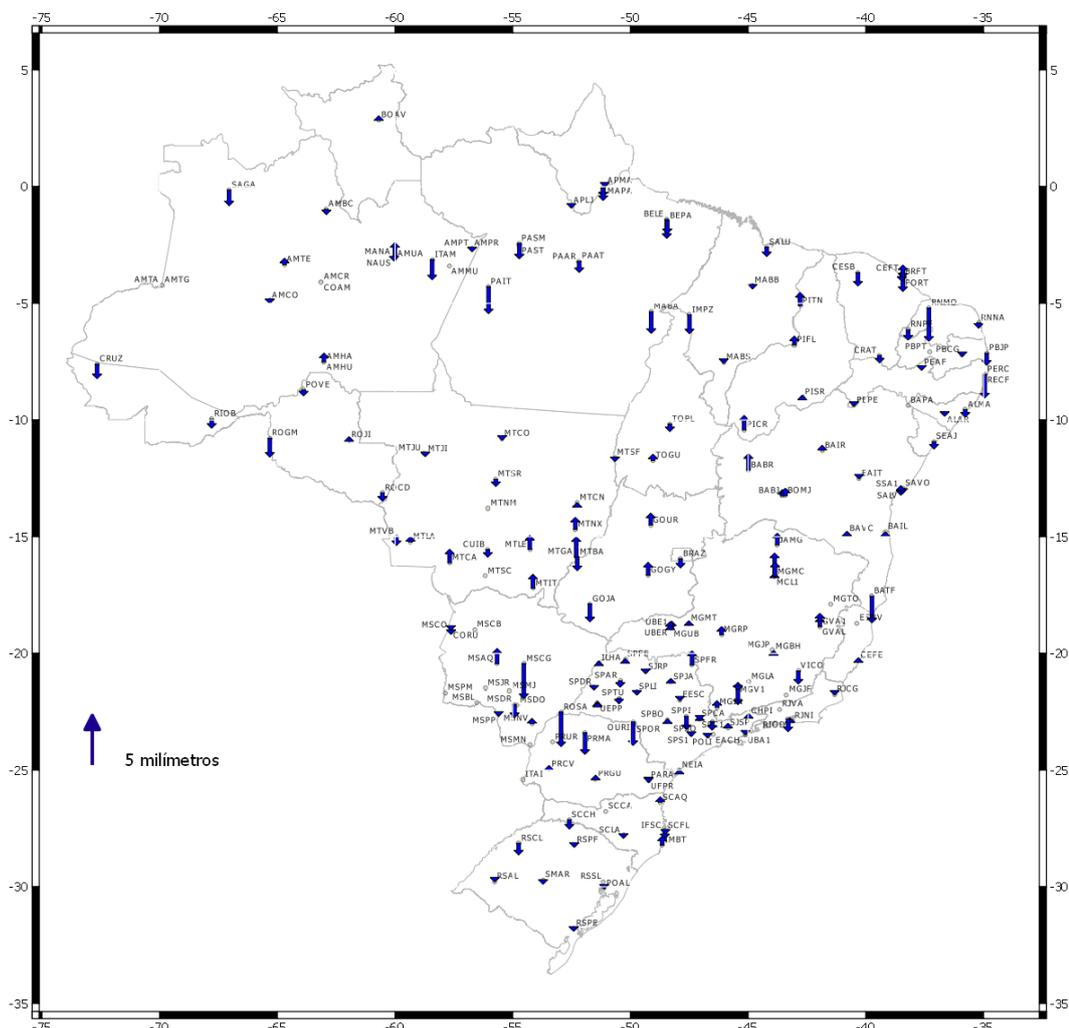
Gráfico 28 - Número de soluções versus período de dados na solução multianual, considerando-se somente as estações da RBMC



Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Geodésia.

Nota: Das 335 soluções de coordenadas das estações da RBMC, 130 possuem menos de 2,5 anos de dados.

Portanto, das 189 estações da RBMC representadas por 335 soluções, 152 estações tiveram velocidades determinadas, totalizando, assim, 205 soluções. Considerando-se que a porção ocupada pelo Brasil na placa sul-americana possui característica estável, sem atividades sísmicas, as velocidades médias estimadas foram: 1,2 cm/ano e -0,4 cm/ano para as componentes norte e leste, representando o movimento da placa litosférica para a região brasileira. Uma observação se faz necessária para a Estação SPBP, a qual apresentou velocidade para a componente norte de 1,8 cm/ano, ou seja, diferente do valor apresentado pelas estações mais próximas (SPCA/SPC1, SJSP e POLI), de 1,2 cm/ano. Com relação às velocidades verticais, por se tratar de uma informação de característica local, não há uma padronização dos seus valores para as estações da RBMC. As Estações MCL1 e MSCG apresentaram os maiores valores de velocidades verticais: +3,4 mm/ano e -4,9 mm/ano, respectivamente. As Figuras 10 e 11 apresentam, respectivamente, os vetores de velocidades horizontal e vertical para as estações da RBMC com mais de 2,5 anos de dados.

Figura 11 – Vetores das velocidades verticais das estações da RBMC com mais de 2,5 anos de dados

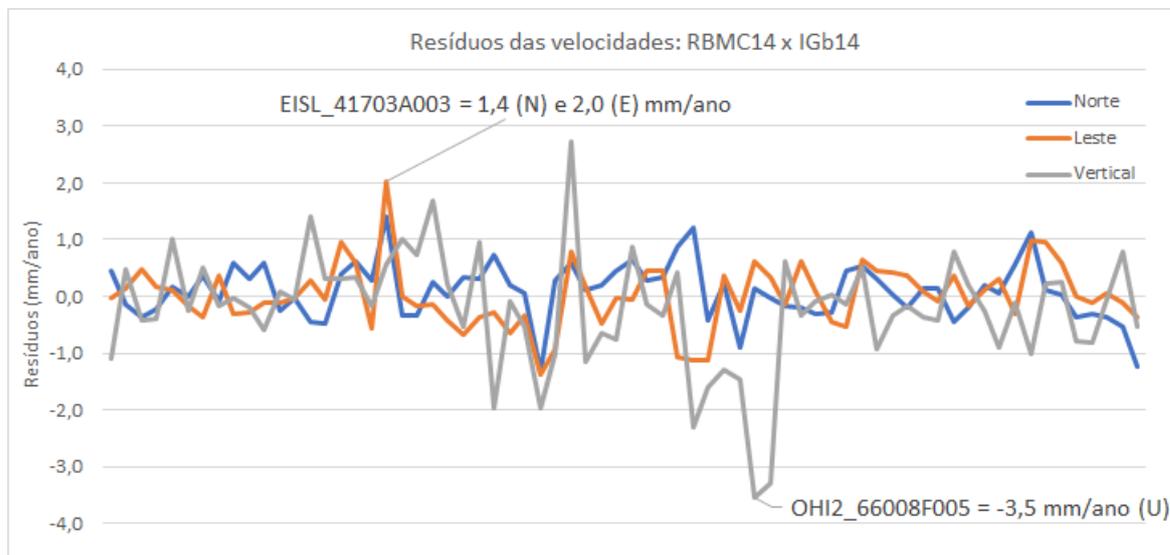
Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Geodésia.

Nota: Velocidades de 152 estações da RBMC, sendo que, para aquelas em que havia mais de uma solução, escolheu-se a velocidade da solução com a maior quantidade de dados.

Comparação com as velocidades IGb14 e SIR17P01

Para avaliar as velocidades estimadas das estações com mais de 2,5 anos de dados na solução multianual RBMC14, adotou-se como referência as velocidades das soluções IGb14 e SIR17P01. O Gráfico 29 apresenta os resíduos da comparação entre a solução multianual RBMC14 e a solução IGb14, considerando-se 68 estações presentes em ambas as soluções, enquanto a Tabela 5, os indicadores estatísticos desses resíduos. As diferenças máximas encontradas foram: 1,4 mm/ano em norte e 2,0 mm/ano em leste na Estação EISL 41703A003; e -3,5 mm/ano na Estação OHI2 66008F005.

Gráfico 29 - Resíduos das velocidades entre a solução multianual RBMC14 e a solução IGb14



Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Geodésia.

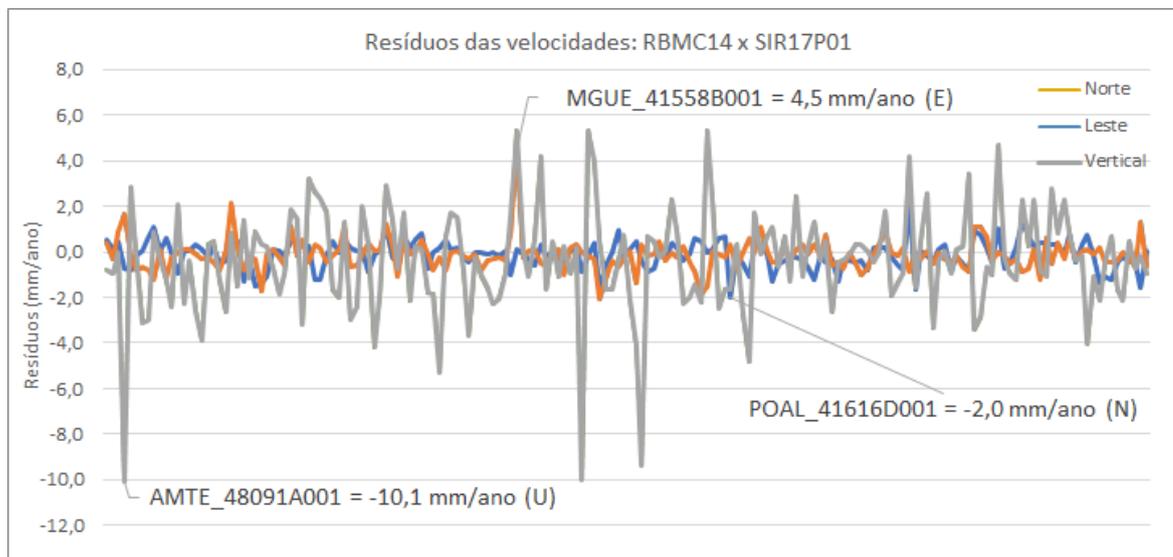
Nota: Os erros médios quadráticos dos resíduos entre as 68 soluções foram de 0,5 mm/ano, 0,6 mm/ano e 1,0 mm/ano, respectivamente, nas componentes norte, leste e vertical.

Tabela 5 - Indicadores estatísticos dos resíduos entre as velocidades da solução multianual RBMC14 e a solução IGb14

Indicadores	Resíduos (mm/ano)		
	Norte	Leste	Vertical
Erro médio quadrático	0,5	0,6	1,0
Média	0,1	0,0	-0,2
Mínimo	-1,3	-1,4	-3,5
Máximo	1,4	2,0	2,7
Número de soluções	68		

Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Geodésia.

O Gráfico 30 apresenta os resíduos da comparação entre a solução multianual RBMC14 e a solução SIR17P01 em que foram consideradas 176 estações presentes em ambas as soluções, enquanto a Tabela 6, indicadores estatísticos desses resíduos. As diferenças máximas encontradas foram: -2,0 mm/ano em norte; 4,5 mm/ano em leste; e -10,1 mm/ano na vertical nas Estações POAL 41616D001, MGUE 41558B001 e AMTE 48091A001, respectivamente.

Gráfico 30 - Resíduos das velocidades entre a solução multianual RBMC14 e a solução SIR17P01

Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Geodésia.

Nota: Os erros médios quadráticos dos resíduos entre as 176 soluções foram de 0,6 mm/ano, 0,7 mm/ano e 2,3 mm/ano, respectivamente, nas componentes norte, leste e vertical.

Tabela 6 - Indicadores estatísticos dos resíduos entre as velocidades da solução multianual RBMC14 e a solução SIR17P01

Indicadores	Resíduos (mm/ano)		
	Norte	Leste	Vertical
Erro médio quadrático	0,6	0,7	2,3
Média	-0,1	-0,1	-0,4
Mínimo	-2,0	-2,1	-10,1
Máximo	2,0	4,5	5,3
Número de soluções	176		

Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Geodésia.

Comentários finais

Dada a relevância da RBMC como rede de referência para o posicionamento de precisão no Brasil, bem como a quantidade e a disponibilidade de observações coletadas ao longo de mais de duas décadas, tornou-se possível a determinação de uma solução multianual, cuja descrição constitui o objetivo principal deste relatório metodológico, produzindo resultados mais homogêneos para os padrões geodésicos atuais em redes de referências como a RBMC, que requerem o contínuo monitoramento por meio das estimativas de coordenadas e velocidades. Nos resultados, foram identificadas alterações nas coordenadas ao longo do tempo decorrentes de causas humanas ou naturais, e novas posições foram estimadas e reavaliadas. No contexto das atividades operacionais da RBMC e do Centro de Análises SIRGAS-IBGE, as coordenadas são monitoradas diariamente e semanalmente. Entretanto, essas soluções estão associadas ao referencial global das órbitas e outros produtos IGS disponíveis naquele momento. Além disso, problemas nos metadados das estações são, muitas vezes, identificados após a publicação das soluções semanais.

Conforme detalhamento descrito ao longo deste relatório, a metodologia aplicada na obtenção da solução multianual segue padrões e orientações adotados internacionalmente. Com o objetivo de se obter uma solução homogênea a partir de um referencial global, os dados GPS das estações da Rede SIRGAS foram reprocessados pelo DGFI-TUM entre as semanas GPS 1043 (02.01.2000) e 2085 (28.12.2019), totalizando, assim, 1 043 soluções semanais ao longo de 20 anos. Essas soluções semanais semilivres disponibilizadas ao IBGE e referidas ao IGS14 foram reprocessadas com produtos JPL/NASA em IGS14, modelo de correção do centro de fase das antenas, bem como com coordenadas e velocidades IGS14. No contexto da combinação das soluções semanais para a obtenção da solução multianual, as séries temporais das coordenadas das estações passaram por um processo de depuração e análise, com vistas à identificação das descontinuidades decorrentes de trocas de equipamentos, principalmente antenas, à eliminação de observações com resíduos acima das tolerâncias pré-estabelecidas, ou à identificação de mudança na tendência da série. Em decorrência desses fatores que alteram as séries das coordenadas, foram necessárias a identificação de uma nova estação e a estimativa de um novo conjunto de coordenadas, sendo contabilizadas, inicialmente, 230 estações (34 IGb14 + 196), passando a 450 estações (128 IGb14 + 322) na conclusão do processo da combinação.

Na definição do *datum*, a solução multianual foi alinhada ao referencial IGb14, época 2010.0, por meio da estratégia de injeção mínima, aplicando-se a condição NNT (*no net translation*) a um conjunto de estações pertencentes à realização IGb14. Além das coordenadas, também foram estimadas as velocidades para as estações com soluções com mais de 2,5 anos de dados. Ao se estimar as velocidades das estações que apresentaram descontinuidades nas séries temporais das coordenadas, essas foram consideradas idênticas antes e após a sua identificação.

Na avaliação da aderência dos resultados da solução multianual com a realização IGb14, foi realizada a Transformação de Helmert entre esses dois conjuntos de coordenadas somente nas estações definidoras do referencial, obtendo-se os erros médios quadráticos nas componentes norte, leste e vertical de 1,4 mm, 1,4 mm e 2,7 mm, respectivamente, e constatando-se a satisfatória aderência entre as realizações regional (RBMC+SIRGAS-CON) e global (IGb14).

Quanto à avaliação da consistência interna dessa solução, foram estimados os erros médios quadráticos das coordenadas em todas as estações, obtendo-se como valores médios de todo o período 2,0 mm, 1,8 mm e 5,5 mm nas componentes norte, leste e vertical, respectivamente. Cabe destacar que a quantidade de soluções na estimativa desses valores em cada estação é variável e representa a amplitude na série temporal residual das coordenadas. Consequentemente, devido à carga hidrológica na região amazônica, esses valores tornam-se elevados na componente altimétrica, variando até 20 mm. Um outro processo foi aplicado na busca como indicador de incerteza das coordenadas, uma vez que os valores obtidos nas soluções GPS semanais são muito otimistas. Desse modo, estimou-se o erro médio quadrático em cada componente, a cada mês (repetibilidade mensal), obtendo-se como valores finais de todo o período 1 mm nas componentes norte e leste e 3 mm na componente vertical.

Avaliando-se a incerteza das coordenadas dessa solução em termos de precisão externa, foi realizada a comparação com a solução multianual SIR17P01, época 2015.0, e obteve-se, como erros médios quadráticos, 2,5 mm, 2,2 mm e 6,2 mm nas componentes norte, leste e vertical, respectivamente, constatando-se uma boa consistência entre elas. O mesmo cálculo comparativo foi realizado com as velocidades, obtendo-se, como erros médios quadráticos, 0,6 mm/ano, 0,7 mm/ano e 2,3 mm/ano nas componentes norte, leste e vertical, respectivamente.

A comparação com a realização SIRGAS2000, época 2000, envolveu 152 estações da RBMC com mais de 2,5 anos de dados. Devido às distorções decorrentes do processo de densificação da RBMC, entre outras causas descritas anteriormente, o erro médio quadrático nas componentes norte, leste e vertical é da ordem de decímetros, sendo 12,0 mm, 9,6 mm e 31,6 mm, respectivamente. Uma reflexão é necessária, principalmente aos profissionais que necessitam do posicionamento de alta precisão (abaixo de 10 cm) na realização das suas atividades profissionais, uma vez que a realização SIRGAS2000, com resultados obtidos há 20 anos, não estaria mais lhes atendendo em termos de acurácia e precisão. A partir dos resultados obtidos e apresentados neste trabalho, pelo processo de refinamento das soluções e o seu alinhamento com a realização mais atual da rede global IGS (IGb14), essa seria a melhor solução estimada até então para as estações da RBMC. Entretanto, alguns pontos ainda precisariam ser definidos, como, por exemplo, o de manutenção da época de referência, bem como o de coordenadas e velocidades a serem disponibilizadas.

Referências

ALTAMIMI, Z.; SILLARD, P.; BOUCHER, C. ITRF2000: a new release of the International Terrestrial Reference Frame for earth science applications. *Journal of Geophysical Research. Solid Earth*, Hoboken: Wiley; Washington, DC: American Geophysical Union - AGU, v. 107, n. B10, p. 1-19, Oct. 2002. Disponível em: <https://doi.org/10.1029/2001JB000561>. Acesso em: set. 2021.

ALTAMIMI, Z. *et al.* ITRF2014: a new release of the International Terrestrial Reference Frame modeling nonlinear station motions. *Journal of Geophysical Research. Solid Earth*, Hoboken: Wiley; Washington, DC: American Geophysical Union - AGU, v. 121, n. 8, p. 6109-6131, Aug. 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/2016JB013098>. Acesso em: set. 2021.

BOEHM, J. *et al.* Global mapping function (GMF): a new empirical mapping function based on numerical weather model data. *Geophysical Research Letters*, Washington, DC: American Geophysical Union - AGU, v. 33, L07304 25, p. 1-4, 4 Apr. 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1029/2005GL025546>. Acesso em: set. 2021.

CHEN, G.; HERRING, T. A. Effects of atmospheric azimuthal asymmetry on the analysis of space geodetic data. *Journal of Geophysical Research. Solid Earth*, Hoboken: Wiley; Washington, DC: American Geophysical Union - AGU, v. 102, n. B9, p. 20489-20502, Sept. 10, 1997. Disponível em: <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1029/97JB01739>. Acesso em: set. 2021.

DACH, R. *et al.* (ed.). *Bernese GNSS software version 5.2*. Bern: Astronomical Institute, University of Bern - AIUB, 2015. 852 p. Manual do usuário. Disponível em: <https://boris.unibe.ch/id/eprint/72297>. Acesso em: set. 2021.

DREWES, H. *et al.* Results of the SIRGAS campaign 2000 and coordinates variations with respect to the 1995 South American geocentric reference frame. In: SANSÒ, F. (ed.). *A window on the future of Geodesy*. Berlin: Springer-Verlag, 2005. p. 32-37. (International Association of Geodesy Symposia, v. 128). Trabalho apresentado na 36ª International Association of Geodesy - IAG General Assembly, realizada em Sapporo, 2003. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/226572527_Results_of_the_SIRGAS_Campaign_2000_and_Coordinates_Variations_with_Respect_to_the_1995_South_American_Geocentric_Reference_Frame. Acesso em: set. 2021.

FIGURSKI, M.; NYKIEL, G. Investigation of the impact of ITRF2014/IGS14 on the positions of the reference stations in Europe. *Acta Geodynamica et Geomaterialia*, Prague: Institute of Rock Structure and Mechanics, Academy of Sciences of the Czech Republic, v. 14, n. 4 (188), p. 401-410, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.13168/AGG.2017.0021>. Acesso em: set. 2021.

HU, G.; JIA, M.; DAWSON, J. *Report on the Asia Pacific Reference Frame (APREF) Project*. Canberra: Geoscience Australia, 2019. 42 p. (Record 2019/17). Disponível em: <http://dx.doi.org/10.11636/Record.2019.017>. Acesso em: set. 2021.

IBGE. *Ajustamento da rede planimétrica brasileira em SIRGAS2000*. Rio de Janeiro, jun. 2006. 29 p. Disponível em: https://geoftp.ibge.gov.br/informacoes_sobre_posicionamento_geodesico/rede_planialtimetrica/relatorio/rel_sirgas2000.pdf. Acesso em: out. 2021.

IBGE. Centro de Processamento SIRGAS. *séries temporais das estações (velocidades)*. Rio de Janeiro, [2021a]. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-sobre-posicionamento-geodesico/sirgas/16257-centro-de-analise-ibge.html?edicao=16267&t=centro-de-processamento-sirgas-ibge>. Acesso em: set. 2021.

IBGE. Dados diários e situação operacional. *In*: IBGE. *Rede brasileira de monitoramento contínuo dos sistemas GNSS-RBMC*. Rio de Janeiro, 2021b. Disponível

em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/metodos-e-outros-documentos-de-referencia/outros-documentos-tecnicos-geo/16258-rede-brasileira-de-monitoramento-continuo-dos-sistemas-gnss-rbmc.html?edicao=16276&t=dados-diarios-e-situacao-operacional>. Acesso em: ago. 2021.

IBGE. *Especificações e normas para levantamentos geodésicos associados ao sistema geodésico brasileiro*. Rio de Janeiro, 2017. 56 p. Disponível em:

<https://www.ibge.gov.br/geociencias/metodos-e-outros-documentos-de-referencia/normas/16463-especificacao-e-normas-gerais-para-levantamentos-geodesicos-em-territorio-brasileiro.html?edicao=16469&t=acesso-ao-produto>. Acesso em: set. 2021.

IBGE. *IBGE-PPP: serviço online para pós-processamento de dados GNSS: manual do usuário*. Rio de Janeiro: IBGE, maio 2020. 59 p. Disponível em:

<https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-sobre-posicionamento-geodesico/servicos-para-posicionamento-geodesico/16334-servico-online-para-pos-processamento-de-dados-gnss-ibge-ppp.html?=&t=processar-os-dados>. Acesso em: set. 2021.

IBGE. *Informações sobre posicionamento geodésico*. Rio de Janeiro, 2021c. Dados GNSS produzidos pelas estações da Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo - RBMC. Disponível em:

https://geoftp.ibge.gov.br/informacoes_sobre_posicionamento_geodesico/rbmc/dados/. Acesso em: ago. 2021.

IBGE. *Informações sobre posicionamento geodésico*. Rio de Janeiro, 2021d. Gráficos com o comportamento temporal das coordenadas das estações da Rede SIRGAS-CON processadas pelo IBGE. Disponível em:

https://geoftp.ibge.gov.br/informacoes_sobre_posicionamento_geodesico/sirgas/graficos/. Acesso em: ago. 2021.

IBGE. *Informações sobre posicionamento geodésico*. Rio de Janeiro, 2021e. Soluções semanais SIRGAS processadas pelo IBGE. Disponível em:

http://geoftp.ibge.gov.br/informacoes_sobre_posicionamento_geodesico/sirgas/. Acesso em: ago. 2021.

IBGE. *Resolução da Presidência n. 1, de 25 de fevereiro de 2005*. Altera a caracterização do Sistema Geodésico Brasileiro. Rio de Janeiro, 2005. 8 p. Disponível em:

<https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-sobre-posicionamento-geodesico/servicos-para-posicionamento-geodesico/16312-progrid.html?=&t=resolucoes-e-legislacao>. Acesso em: set. 2021.

IBGE. *Resolução da Presidência n. 4, de 18 de abril de 2012*. Retifica a R.PR n. 01/2005, referente à caracterização do Sistema Geodésico Brasileiro, no que diz respeito ao fundamento legal. Rio de Janeiro, 2012. 1 p. Disponível em:

https://www.inde.gov.br/pdf/RPR04_de_18_04_2012.pdf. Acesso em: set. 2021.

INTERNATIONAL EARTH ROTATION AND REFERENCE SYSTEMS SERVICE. *IERS conventions (2010)*. Editors: Gérard Petit and Brian Luzum. Frankfurt am Main: Verlag des Bundesamts für Kartographie und Geodäsie, 2010. 179 p. (IERS technical note, n. 36). Disponível em: <https://www.iers.org/IERS/EN/Publications/TechnicalNotes/tn36.html>. Acesso em: set. 2021.

INTERNATIONAL GNSS SERVICE. *[Antenna.gra]*. Pasadena: IGS, [2021a]. Disponível em: <https://files.igs.org/pub/station/general/antenna.gra>. Acesso em: set. 2021.

INTERNATIONAL GNSS SERVICE. *[IGb14.atx]*. Pasadena: IGS, [2021b]. Disponível em: <https://files.igs.org/pub/station/general/igs14.atx>. Acesso em: set. 2021.

INTERNATIONAL GNSS SERVICE. *[IGb14.ssc]*. Pasadena: IGS, [2021c]. Disponível em: <ftp://igs-rrf.ign.fr/pub/IGb14/IGb14.ssc>. Acesso em: set. 2021.

- KENYERES, A. *et al.* Regional integration of long-term national dense GNSS network solutions. *GPS Solutions*, Cham: Springer Nature, v. 23, n. 4, art. 122, p. 1-17, Oct. 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10291-019-0902-7>. Acesso em: set. 2021.
- KRZAN, G.; DAWIDOWICZ, K.; WIELGOSZ, P. Antenna phase center correction differences from robot and chamber calibrations: the case study LEIAR25. *GPS Solutions*, Cham: Springer Nature, v. 24, n. 2, art. 44, p. 1-14, Apr. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10291-020-0957-5>. Acesso em: set. 2021.
- LYARD, F. *et al.* Modelling the global ocean tides: modern insights from FES2004. *Ocean Dynamics*, Cham: Springer Nature, v. 56, n. 5-6, p. 394-415, Dec. 2006.
- MELBOURNE, T. I. *et al.* Global navigational satellite system seismic monitoring. *Bulletin of the Seismological Society of America*, Albany: SSA, v. 111, n. 3, p. 1248-1262, June 2021.
- NAJDER, J. Automatic detection of discontinuities in the station position time series of the reprocessed global GNSS network using Bernese GNSS Software. *Acta Geodynamica et Geomaterialia*, Prague: Institute of Rock Structure and Mechanics, Academy of Sciences of the Czech Republic, v. 17, n. 4 (200), p. 439-451, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.13168/AGG.2020.0032>. Acesso em: set. 2021.
- REBISCHUNG, P. *et al.* The IGS contribution to ITRF2014. *Journal of Geodesy*, München: International Association of Geodesy - IAG; New York: Springer, v. 90, n. 7, p. 611-630, April 2016.
- REBISCHUNG, P. *Switch to Igb14 reference frame*. [S. l.], Apr. 14 2020. Mensagem enviada em nome do IGS Reference Frame Working Group [IGSMAIL-7921]. 1 mensagem eletrônica. Disponível em: <https://lists.igs.org/pipermail/igsmail/2020/007917.html>. Acesso em: set. 2021.
- REBISCHUNG, P.; SCHMID, R. *IGS14/igs14.atx: a new framework for the IGS products*. 2016. 1 poster. G41A-0998. Trabalho apresentado no American Geophysical Union - AGU Fall Meeting, realizado em São Francisco, 2016. Disponível em: <https://mediatum.ub.tum.de/doc/1341338/file.pdf>. Acesso em: set. 2021.
- REUNIÓN DEL COMITÉ EJECUTIVO DE SIRGAS; TALLER DEL SIRGAS-GTI, 2., 2008, Montevideo. *SIRGAS: sistema de referencia geocéntrico para las Américas: reporte 2007-2008*. [S. l.: s. n.], ago. 2008. 40 p. (Boletín informativo, n. 13). Grupo de Trabajo I: Sistema de Referencia. Disponível em: https://sirgas.ipgh.org/docs/Boletines/Boletin_SIRGAS_N0._13_Reporte_2007-2008.pdf. Acesso em: set. 2021.
- RIES, P. A. *JPL analysis center IGS14 reprocessing and transition*. [S. l.], June 5 2018. Mensagem enviada em nome do JPL IGS Analysis Center [IGSMAIL-7637]. 1 mensagem eletrônica. Disponível em: <https://lists.igs.org/pipermail/igsmail/2018/007633.html>. Acesso em: set. 2021.
- SAEKI, M. Global navigation satellite system (GNSS) in earthquake engineering, usage of. In: BEER, M. *et al.* (ed.) *Encyclopedia of earthquake engineering*. Berlin: Springer, c2015. v. 1, p. 1098-1109.
- SÁNCHEZ, L.; DREWES, H. Geodetic monitoring of the variable surface deformation in Latin America. In: FREYMUELLER, J. (ed.). *[Sem título]*. Berlin: Springer-Verlag, 2020a. 12 p. (International Association of Geodesy Symposia, v. 152). No prelo. Disponível em: https://doi.org/10.1007/1345_2020_91. Acesso em: set. 2021.
- SÁNCHEZ, L.; DREWES, H. SIRGAS 2017 reference frame realization SIR17P01. In: PANGAEA: data publisher for earth & environmental science. Bremerhaven: Alfred Wegener Institute, Helmholtz Center for Polar and Marine Research - AWI; Bremen: University of Bremen, Center for Marine Environmental Sciences - Marum, 2020b. Disponível em: <https://doi.org/10.1594/PANGAEA.912349>. Acesso em: set. 2021.

SCHMID, R. How to use IGS antenna phase center corrections. *In: GPS World Tech Talk: the expert blog for industry professionals*. [S. l.], 3 Feb. 2010. 4 p. Disponível em: http://acc.igs.org/antennas/igs-pcvs_gpsworld10.pdf. Acesso em: set. 2021.

SISTEMA DE REFERENCIA GEODÉSICO PARA LAS AMÉRICAS. *Guía para los centros de análisis SIRGAS*. Versión 2.2. [S. l.]: Sirgas, 13 mar. 2017. 11 p. Disponível em: https://sirgas.ipgh.org/docs/Guias/2017_03_Guia_para_los_Centros_de_Analisis_SIRGAS_V2_2.pdf. Acesso em: set. 2021.

SISTEMA DE REFERENCIA GEODÉSICO PARA LAS AMÉRICAS. *SIRGAS*. Ciudad de México: Instituto Panamericano de Geografía e Historia - IPGH, 2021. Disponível em: <http://www.sirgas.ipgh.org/>. Acesso em: set. 2021.

STEIGENBERGER, P. *et al.* Effects of different antenna phase center models on GPS-derived reference frames. *In: DREWES, H. (ed.). Geodetic reference frames*. Berlin: Springer-Verlag, c2009. p. 83-88. (International Association of Geodesy Symposia, v. 134). Trabalho apresentado no International Association of Geodesy - IAG Symposium, realizado em Munique, 2006. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/226545553_Effects_of_Different_Antenna_Phase_Center_Models_on_GPS-Derived_Reference_Frames. Acesso em: set. 2021.

VAN DAM, T. M.; RAY, R. *S1 and S2 atmospheric tide loading effects for geodetic applications*: updated October 2010. Esch-sur-Alzette: Université du Luxembourg, Global Geophysical Fluid Center - GGFC, c2019. Disponível em: <https://geophy.uni.lu/atmosphere/tide-loading-calculator/>. Acesso em: set. 2021.

Apêndices

1 Estações presentes nas soluções do reprocessamento

2 Estações IGb14 presentes na solução multianual RBMC14 e as selecionadas como referências (em destaque)

3 Número de soluções das estações IGb14 removidas após análises residuais das coordenadas

4 Estações da RBMC e da Rede SIRGAS-CON desmembradas devido a descontinuidades identificadas e respectivos motivos

5 Número de soluções removidas após análises residuais das estações da RBMC e da Rede SIRGAS-CON

6 Estações com associação de velocidades

7 Solução multianual estimada

1 Estações presentes nas soluções do reprocessamento

(continua)						
Estações	Início	Fim	Número de semanas	Rede	Local	Exclusão
ABMF	25 12 2009	28 12 2019	451	IGb14	Guadeloupe, France	Não
AGGO	31 01 2017	28 12 2019	152	IGS/RAMSAC	La Plata, Argentina	Não
ALAR	03 04 2008	28 12 2019	569	RBMC	Arapiraca, Brasil	Não
ALMA	24 02 2017	28 12 2019	149	RBMC	Maceió, Brasil	Não
AMBC	18 02 2016	01 04 2019	158	RBMC	Barcelos, Brasil	Não
AMCO	12 09 2012	28 12 2019	381	RBMC	Porto Urucu, Brasil	Não
AMCR	12 06 2018	28 12 2019	81	RBMC	Coari, Brasil	Não
AMHA	01 01 2015	28 12 2019	214	RBMC	Humaitá, Brasil	Não
AMHU	16 01 2008	26 04 2011	57	RBMC	Humaitá, Brasil	Não
AMMU	30 07 2015	09 02 2018	109	RBMC	Maués, Brasil	Não
AMPR	01 01 2015	19 11 2018	184	RBMC	Parintins, Brasil	Não
AMPT	26 11 2018	28 12 2019	48	RBMC	Parintins, Brasil	Não
AMTA	02 02 2016	28 11 2017	77	RBMC	Tabatinga, Brasil	Não
AMTE	22 10 2013	28 12 2019	319	RBMC	Tefé, Brasil	Não
AMTG	26 10 2018	07 09 2019	46	RBMC	Tabatinga, Brasil - IFAM	Não
AMUA	20 02 2015	28 12 2019	252	RBMC	Manaus, Brasil	Não
ANTC	02 01 2000	05 12 2019	1030	IGS	Los Angeles, Chile	Sim
APLJ	31 10 2014	28 12 2019	258	RBMC	Laranjal do Jari, Brasil	Não
APMA	25 06 2017	21 12 2019	129	RBMC	Macapá, Brasil	Não
APS1	27 01 2016	28 12 2019	205	RBMC	Santana, Brasil	Não
APSA	27 02 2009	05 01 2016	253	RBMC	Santana, Brasil	Não
AREQ	02 01 2000	28 12 2019	978	IGb14	Arequipa, Peru	Sim
ASC1	02 01 2000	03 09 2007	213	IGb14	Ascension, UK	Não
ASCG	18 09 2015	28 12 2019	224	IGb14	Ascension, United Kingdom	Não
AUTF	02 01 2000	28 12 2019	866	RAMSAC	Ushuaia, Argentina	Não
BABJ	23 10 2016	28 12 2019	164	RBMC	Bom Jesus da Lapa, Brasil	Não
BABR	18 02 2010	28 12 2019	464	RBMC	Barreiras, Brasil	Não
BAIL	29 06 2013	28 12 2019	334	RBMC	Ilhéus, Brasil	Não
BAIR	01 01 2009	28 12 2019	553	RBMC	Irecê, Brasil	Não
BAIT	27 07 2015	28 12 2019	230	RBMC	Itaberaba, Brasil	Não
BAPA	09 06 2018	28 12 2019	82	RBMC	Paulo Afonso, Brasil	Não
BATF	01 01 2009	28 12 2019	565	RBMC	Teixeira de Freitas, Brasil	Não
BAVC	12 04 2009	20 12 2019	537	RBMC	Vitória da Conquista, Brasil	Não
BELE	01 01 2004	28 12 2019	824	RBMC	Belém, Brasil	Não
BEPA	19 07 2014	28 12 2019	271	RBMC	Belém, Brasil	Não
BOAV	05 09 2007	28 12 2019	630	RBMC	Boa Vista, Brasil	Não
BOGT	23 05 2002	28 12 2019	896	IGS	Bogotá, Colômbia	Sim
BOMJ	12 01 2000	31 01 2016	715	RBMC	Bom Jesus da Lapa, Brasil	Não

(continua)						
Estações	Início	Fim	Número de semanas	Rede	Local	Exclusão
BRAZ	02 01 2000	28 12 2019	1035	RBMC/ IGb14	Brasília, Brasil	Não
BRFT	16 09 2005	27 12 2019	619	RBMC/ IGb14	Eusébio, Brasil	Não
BRMU	02 01 2000	28 12 2019	999	IGb14	Bermuda, United Kingdom	Não
CALL	04 07 2009	15 06 2018	430		El Callao, Peru	Não
CATA	24 09 2008	28 12 2019	585	RAMSAC	San Fernando/Catamarca, Argentina	Não
CEEC	18 12 2019	28 12 2019	2		Célica, Equador	Sim
CEEU	14 04 2008	28 12 2019	574	RBMC	Euzébio, Brasil	Não
CEFE	25 07 2007	28 12 2019	647	RBMC	Vitoria, Brasil	Não
CEFT	21 10 2009	28 12 2019	517	RBMC	Fortaleza - Porto, Brasil	Não
CESB	25 10 2013	28 12 2019	317	RBMC	Sobral, Brasil	Não
CFAG	02 01 2000	13 12 2010	537	IGb14	Caucete, Argentina	Não
CHPI	09 05 2003	28 12 2019	805	RBMC/ IGb14	Cachoeira, Brasil	Não
COAM	15 10 2014	15 01 2017	106	RBMC	Coari, Brasil - UEA	Não
CONZ	10 06 2002	06 04 2015	662	IGS	Concepción, Chile	Sim
CORD	02 01 2000	28 12 2019	554	IGS	Córdoba, Argentina	Sim
CORU	27 09 2016	28 12 2019	169	RBMC	Corumbá, Brasil	Não
CPVG	24 10 2013	28 12 2019	260		Espargos, Cape Verde	Não
CRAT	01 01 2001	28 12 2019	854	RBMC	Crato, Brasil	Não
CRO1	02 01 2000	28 12 2019	998	IGb14	Saint Croix, USA	Não
CRUZ	05 09 2007	14 11 2019	413	RBMC	Cruzeiro do Sul, Brasil	Não
CUIB	05 01 2000	28 12 2019	1038	RBMC	Cuiabá, Brasil	Não
EACH	28 11 2017	28 12 2019	109	RBMC	São Paulo, Brasil	Não
EESC	17 02 2012	28 12 2019	405	RBMC	São Carlos, Brasil	Não
EISL	02 01 2000	29 01 2005	220	IGb14	Easter Island, Chile	Não
ESNV	05 06 2018	28 12 2019	82	RBMC	Nova Venécia, Brasil	Não
FALK	22 07 2008	28 12 2019	590	IGb14	Falkland Islands, United Kingdom	Não
FORT	02 01 2000	08 04 2006	323	RBMC/ IGb14	Fortaleza, Brasil	Não
GALA	04 02 2000	09 11 2002	142		Galápagos, Equador	Não
GLPS	07 01 2003	28 12 2019	735	IGb14	Puerto Ayora, Equador	Não
GODN	06 03 2012	28 12 2019	408		Washington, USA	Não
GOGY	09 06 2013	28 12 2019	341	RBMC	Goiânia, Brasil	Não
GOJA	06 04 2008	28 12 2019	591	RBMC	Jataí, Brasil	Não
GOL2	05 08 2018	28 12 2019	73	IGb14	Goldstone, USA	Sim
GOUR	02 07 2015	28 12 2019	235	RBMC	Uruaçu, Brasil	Não
GUAT	30 07 2000	28 12 2019	970	IGb14	Guatemala, Guatemala	Não
GVA1	10 04 2014	28 12 2019	282	RBMC	Governador Valadares, Brasil	Não
GVAL	01 07 2004	08 04 2014	485	RBMC	Gov. Valadares, Brasil	Não
IFSC	11 10 2015	28 12 2019	217	RBMC	Florianópolis, Brasil	Não
ILHA	19 06 2009	28 12 2019	513	RBMC	Ilha Solteira, Brasil	Não
IMBT	05 09 2007	28 12 2019	629	RBMC	Imbituba, Brasil	Não
IMPZ	13 01 2000	13 12 2019	980	RBMC	Imperatriz, Brasil	Não

(continua)						
Estações	Início	Fim	Número de semanas	Rede	Local	Exclusão
IQQE	03 01 2000	28 12 2019	840	IGS	Iquique, Chile	Sim
IQUI	02 07 2009	01 12 2017	363		Iquitos, Peru	Não
ISPA	14 02 2004	09 01 2019	732	IGb14	EasterIsland, Chile	Não
ITAI	19 02 2017	28 12 2019	146	RBMC	Foz do Iguaçu, Brasil	Não
ITAM	01 01 2015	31 08 2018	172	RBMC	Itacoatiara, Brasil	Não
JAMG	22 11 2014	28 12 2019	209	RBMC	Jaíba, Brasil	Não
KOUR	03 01 2000	28 12 2019	974	IGb14	Kourou, France	Não
LHCL	20 01 2000	28 12 2019	776	RAMSAC	Lihuel Calel, Argentina	Sim
LMMF	25 12 2009	28 12 2019	522	IGb14	Le Lamentin, Martinique	Não
LPGS	02 01 2000	28 12 2019	1017	IGb14	La Plata, Argentina	Sim
MABA	05 09 2007	28 12 2019	584	RBMC	Marabá, Brasil	Não
MABB	06 11 2013	28 12 2019	320	RBMC	Bacabal, Brasil	Não
MABS	07 03 2010	28 12 2019	419	RBMC	Balsas, Brasil	Não
MANA	14 05 2000	28 12 2019	1011	IGS	Managua, Nicarágua	Sim
MANU	14 04 2000	01 10 2003	87	RBMC	Manaus, Brasil	Não
MAPA	13 01 2006	21 01 2017	558	RBMC	Macapá, Brasil	Não
MAS1	02 01 2000	28 12 2019	1036	IGb14	Maspalomas, Spain	Não
MCL1	08 04 2014	04 04 2018	177	RBMC	Montes Claros, Brasil	Não
MCLA	01 07 2004	06 04 2014	478	RBMC	Montes Claros, Brasil	Não
MDO1	02 01 2000	11 09 2019	859	IGb14	Fort Davis, USA	Não
MGBH	02 01 2009	28 12 2019	572	RBMC	Belo Horizonte, Brasil	Não
MGIN	13 02 2008	28 12 2019	612	RBMC	Inconfidentes, Brasil	Não
MGJF	06 07 2018	28 12 2019	78	RBMC	Juiz de Fora, Brasil	Não
MGJP	11 06 2019	28 12 2019	29	RBMC	Belo Horizonte, Brasil	Não
MGLA	21 06 2019	28 12 2019	28	RBMC	Lavras, Brasil	Não
MGMC	05 04 2008	28 12 2019	600	RBMC	Montes Claros, Brasil	Não
MGMT	06 12 2016	28 12 2019	160	RBMC	Monte Carmelo, Brasil	Não
MGRP	07 03 2010	28 12 2019	506	RBMC	Rio Paranaíba, Brasil	Não
MGTO	09 06 2018	28 12 2019	82	RBMC	Teófilo Otoni, Brasil	Não
MGUB	09 01 2008	28 12 2019	621	RBMC	Uberlândia, Brasil	Não
MGUE	08 08 2012	28 12 2019	386	IGS/RAMSAC	Malargüe, Argentina	Não
MGV1	27 03 2014	28 12 2019	297	RBMC	Varginha, Brasil	Não
MGVA	05 04 2010	23 10 2013	186	RBMC	Varginha, Brasil	Não
MSAQ	23 10 2016	28 12 2019	140	RBMC	Aquidauana, Brasil	Não
MSBL	26 05 2018	28 12 2019	84	RBMC	Bela Vista, Brasil	Não
MSCB	06 09 2016	27 11 2018	84	RBMC	Corumbá, Brasil - EMBRAPA	Não
MSCG	01 01 2008	28 12 2019	582	RBMC	Campo Grande, Brasil	Não
MSCO	26 11 2013	22 09 2016	148	RBMC	Corumbá, Brasil	Não
MSDO	06 05 2009	04 07 2011	86	RBMC	Dourados, Brasil	Não
MSDR	11 07 2013	18 12 2019	331	RBMC	Dourados, Brasil	Não
MSJR	15 06 2018	28 12 2019	81	RBMC	Jardim, Brasil	Não

(continua)						
Estações	Início	Fim	Número de semanas	Rede	Local	Exclusão
MSMJ	10 08 2017	28 12 2019	124	RBMC	Maracaju, Brasil	Não
MSMN	30 06 2018	28 12 2019	79	RBMC	Mundo Novo, Brasil	Não
MSNV	01 01 2017	28 12 2019	146	RBMC	Naviraí, Brasil	Não
MSPM	05 06 2018	28 12 2019	76	RBMC	Porto Murtinho, Brasil	Não
MSPP	26 11 2016	23 12 2019	154	RBMC	Ponta Porã, Brasil	Não
MTBA	29 08 2008	14 11 2016	403	RBMC	Barra do Garças, Brasil	Não
MTCA	27 06 2017	28 12 2019	130	RBMC	Cáceres, Brasil	Não
MTCN	25 03 2011	28 12 2019	431	RBMC	Canarana, Brasil	Não
MTCO	10 04 2009	05 08 2019	525	RBMC	Colíder, Brasil	Não
MTGA	27 11 2016	28 12 2019	151	RBMC	Barra do Garças, Brasil	Não
MTIT	17 06 2017	28 12 2019	133	RBMC	Itiquira, Brasil	Não
MTJI	26 09 2014	28 12 2019	272	RBMC	Juína, Brasil	Não
MTLA	15 11 2016	28 12 2019	146	RBMC	Pontes e Lacerda, Brasil	Não
MTLE	11 03 2017	28 12 2019	147	RBMC	Primavera do Leste, Brasil	Não
MTNM	10 08 2017	28 12 2019	125	RBMC	Nova Mutum, Brasil	Não
MTNX	16 02 2016	24 12 2019	197	RBMC	Nova Xavantina, Brasil	Não
MTSC	09 10 2017	28 12 2019	112	RBMC	Barão de Melgaço, Brasil	Não
MTSF	03 04 2008	26 10 2018	524	RBMC	São Felix do Araguaia, Brasil	Não
MTSR	31 01 2011	28 12 2019	447	RBMC	Sorriso, Brasil	Não
MTVB	22 02 2011	11 01 2016	200	RBMC	Vila Bela da Santíssima Trindade, Brasil	Não
NAUS	01 01 2006	28 12 2019	702	RBMC	Manaus, Brasil	Não
NEIA	21 01 2002	28 12 2019	721	RBMC	Cananeia, Brasil	Não
OH12	16 02 2002	28 12 2019	912	IGb14	O'Higgins, Antarctica	Não
OH13	07 03 2003	28 12 2019	845	IGb14	O'Higgins, Antarctica	Não
OHIG	02 01 2000	19 02 2002	84	IGb14	O'Higgins, Antarctica	Não
ONRJ	30 03 2007	28 12 2019	662	RBMC	Rio de Janeiro, Brasil	Não
OURI	19 06 2009	06 03 2017	388	RBMC	Ourinhos, Brasil	Não
PAAR	09 06 2017	28 12 2019	124	RBMC	Altamira, Brasil	Não
PAAT	07 03 2010	12 09 2017	383	RBMC	Altamira, Brasil	Não
PAIT	07 04 2010	28 12 2019	473	RBMC	Itaituba, Brasil	Não
PALM	02 01 2000	28 12 2019	1033	IGS	Palmer, Antarctica	Não
PARA	04 01 2000	22 07 2007	382	RBMC	Curitiba, Brasil	Não
PARC	02 01 2000	27 12 2019	1012	IGb14	Punta Arenas, Chile	Não
PASM	15 07 2015	28 12 2019	228	RBMC	Santarém, Brasil	Não
PAST	03 04 2012	23 03 2015	149	RBMC	Santarém, Brasil	Não
PBCG	03 04 2008	28 12 2019	609	RBMC	Campina Grande, Brasil	Não
PBJP	23 04 2013	28 12 2019	334	RBMC	Joao Pessoa, Brasil	Não
PBPT	09 10 2019	15 12 2019	11	RBMC	Patos, Brasil	Não
PDEL	17 04 2000	28 12 2019	1004	IGb14	Ponta Delgada, Portugal	Não
PEAF	03 09 2013	28 12 2019	311	RBMC	Afogados da Ingazeira, Brasil	Não
PEPE	01 01 2008	28 12 2019	621	RBMC	Petrolina, Brasil	Não

(continua)						
Estações	Início	Fim	Número de semanas	Rede	Local	Exclusão
PERC	15 08 2018	28 12 2019	71	RBMC	Recife, Brasil	Não
PICR	06 06 2014	28 12 2019	283	RBMC	Corrente, Brasil	Não
PIFL	12 05 2014	28 12 2019	277	RBMC	Floriano, Brasil	Não
PISR	10 04 2009	28 12 2019	532	RBMC	São Raimundo Nonato, Brasil	Não
PITN	02 01 2011	28 12 2019	466	RBMC	Teresina, Brasil	Não
PMB1	30 12 2005	20 12 2019	658		Paramaribo, Suriname	Não
POAL	02 01 2000	28 12 2019	1014	RBMC	Porto Alegre, Brasil	Não
POLI	15 01 2007	28 12 2019	661	RBMC	São Paulo, Brasil	Não
POVE	04 01 2006	28 12 2019	717	RBMC	Porto Velho, Brasil	Não
PPTTE	12 12 2005	28 12 2019	731	RBMC	Presidente Prudente, Brasil	Não
PRCV	21 08 2013	28 12 2019	308	RBMC	Cascavel, Brasil	Não
PRGU	10 04 2009	28 12 2019	551	RBMC	Guarapuava, Brasil	Não
PRMA	10 04 2009	28 12 2019	554	RBMC	Maringá, Brasil	Não
PRNA	02 07 2011	28 12 2019	392	RBMC	Paraná, Argentina	Não
PRUR	13 07 2018	28 12 2019	77	RBMC	Umuarama, Brasil	Sim
RECF	07 01 2000	21 02 2018	886	RBMC/ IGb14	Recife, Brasil	Não
RIO2	21 04 2007	28 12 2019	661	IGb14	Rio Grande, Argentina	Não
RIOB	01 05 2007	28 12 2019	637	RBMC	Rio Branco, Brasil	Não
RIOD	29 07 2001	12 06 2019	931	RBMC	Rio de Janeiro, Brasil	Não
RIOG	02 01 2000	01 03 2007	372	IGb14	Rio Grande, Argentina	Não
RIOP	04 01 2000	28 12 2019	700	IGS	Riobamba, Equador	Sim
RJCG	03 04 2008	28 12 2019	608	RBMC	Campos dos Goytacazes, Brasil	Não
RJNI	14 06 2019	28 12 2019	29	RBMC	Niterói, Brasil	Não
RJVA	12 12 2018	28 12 2019	52	RBMC	Vassouras, Brasil	Não
RNMO	01 01 2009	28 12 2019	567	RBMC	Mossoró, Brasil	Não
RNNA	01 01 2010	28 12 2019	519	RBMC	Natal, Brasil	Não
RNPF	16 05 2014	28 12 2019	293	RBMC	Pau dos Ferros, Brasil	Não
ROCD	09 04 2010	28 05 2019	478	RBMC	Colorado D'Oeste, Brasil	Não
ROGM	01 01 2008	28 12 2019	582	RBMC	Guajará-mirim, Brasil	Não
ROJI	03 04 2008	28 12 2019	600	RBMC	Ji-Paraná, Brasil	Não
ROSA	19 06 2009	28 12 2019	546	RBMC	Rosana, Brasil	Não
RSAL	04 07 2013	28 12 2019	336	RBMC	Alegrete, Brasil	Não
RSCL	29 06 2014	28 12 2019	286	RBMC	Cerro Largo, Brasil	Não
RSPE	03 07 2014	28 12 2019	286	RBMC	Pelotas, Brasil	Não
RSPF	09 12 2016	28 12 2019	156	RBMC	Passo Fundo, Brasil	Não
RSSL	15 08 2019	28 12 2019	20	RBMC	São Leopoldo, Brasil	Não
RWSN	22 01 2000	28 12 2019	856	RAMSAC	Rawson, Argentina	Sim
SAGA	16 09 2007	28 12 2019	636	RBMC	São Gabriel da Cachoeira, Brasil	Não
SALU	05 09 2007	28 12 2019	634	RBMC/ IGb14	São Luís, Brasil	Não
SALV	04 01 2000	10 08 2008	432	RBMC	Salvador, Brasil	Não
SANT	02 01 2000	28 12 2019	923	IGb14	Santiago de Chile, Chile	Sim

(continua)						
Estações	Início	Fim	Número de semanas	Rede	Local	Exclusão
SAVO	06 09 2007	28 12 2019	641	RBMC/ IGb14	Salvador, Brasil	Não
SCAQ	09 10 2013	28 12 2019	320	RBMC	Araquari, Brasil	Não
SCCA	10 08 2017	28 12 2019	125	RBMC	Caçador, Brasil	Não
SCCH	03 04 2008	28 12 2019	601	RBMC	Chapecó, Brasil	Não
SCFL	07 09 2013	28 12 2019	330	RBMC	Florianópolis, Brasil	Não
SCLA	03 04 2008	28 12 2019	610	RBMC	Lages, Brasil	Não
SCRZ	27 12 2009	28 12 2019	510	IGS	Santa Cruz de la Sierra, Bolívia	Não
SCUB	06 01 2000	15 09 2019	757	IGb14	Santiago de Cuba, Cuba	Não
SEAJ	16 04 2013	28 12 2019	331	RBMC	São Cristóvão, Brasil	Não
SJRP	19 06 2009	28 12 2019	529	RBMC	São Jose do Rio Preto, Brasil	Não
SJSP	29 04 2013	28 12 2019	345	RBMC	São Jose dos Campos, Brasil	Não
SMAR	06 02 2002	28 12 2019	918	RBMC	Santa Maria, Brasil	Não
SPAR	01 01 2010	28 12 2019	514	RBMC	Araçatuba, Brasil	Não
SPBO	15 01 2012	28 12 2019	378	RBMC	Botucatu, Brasil	Não
SPBP	01 01 2016	28 12 2019	187	RBMC	Bragança Paulista, Brasil	Não
SPC1	01 05 2015	28 12 2019	243	RBMC	Campinas, Brasil	Não
SPCA	09 04 2010	20 01 2015	231	RBMC	Campinas, Brasil	Não
SPDR	25 07 2014	28 12 2019	284	RBMC	Dracena, Brasil	Não
SPFE	23 02 2015	28 12 2019	224	RBMC	Fernandópolis, Brasil	Não
SPFR	07 12 2014	28 12 2019	254	RBMC	Franca, Brasil	Não
SPJA	15 01 2012	28 12 2019	385	RBMC	Jaboticabal, Brasil	Não
SPLI	25 07 2014	28 12 2019	283	RBMC	Lins-Unilins, Brasil	Não
SPOR	30 08 2017	28 12 2019	122	RBMC	Ourinhos, Brasil	Não
SPPI	08 08 2014	29 11 2018	215	RBMC	Piracicaba, Brasil	Não
SPS1	21 12 2015	28 12 2019	210	RBMC	Sorocaba, Brasil	Não
SPSO	25 07 2014	14 12 2015	74	RBMC	Sorocaba, Brasil	Não
SPTU	25 07 2014	28 12 2019	284	RBMC	Tupã, Brasil	Não
SRNW	09 01 2006	02 09 2015	467		Nieuw Nickerie, Suriname	Não
SRZN	03 02 2006	28 12 2019	627		Paramaribo, Suriname	Sim
SSA1	05 09 2007	28 12 2019	638	RBMC	Salvador Capitania, Brasil	Não
STHL	26 08 2011	28 12 2019	417	IGb14	Saint Helena, United Kingdom	Não
SUTH	02 01 2000	28 12 2019	991	IGb14	Sutherland, South África	Não
TOGU	03 04 2008	28 12 2019	590	RBMC	Gurupi, Brasil	Não
TOPL	01 01 2008	28 12 2019	613	RBMC	Palmas, Brasil	Não
TUCU	02 01 2000	27 12 2019	908	RAMSAC	Tucumán, Argentina	Não
UBA1	07 04 2010	28 12 2019	450	RBMC	Ubatuba, Brasil	Não
UBAT	22 08 2000	08 09 2009	193	RBMC	Ubatuba, Brasil	Não
UBE1	25 03 2014	28 12 2019	291	RBMC	Uberlândia, Brasil	Não
UBER	13 07 2004	20 10 2013	476	RBMC	Uberlândia, Brasil	Não
UEPP	02 01 2000	08 12 2005	309	RBMC	Presidente Prudente, Brasil	Não
UFPR	05 09 2007	28 12 2019	641	RBMC/ IGb14	Curitiba, Brasil	Não

(conclusão)						
Estações	Início	Fim	Número de semanas	Rede	Local	Exclusão
UNSA	02 01 2000	28 12 2019	1000	IGb14	Salta, Argentina	Não
VARG	01 07 2004	31 12 2009	260	RBMC	Varginha, Brasil	Não
VBCA	02 01 2000	28 12 2019	1008	RAMSAC	Bahia Blanca, Argentina	Sim
VICO	05 01 2000	28 12 2019	1026	RBMC	Viçosa, Brasil	Não

Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Geodésia.

2 Estações IGB14 presentes na solução multianual RBMC14 e as selecionadas como referências (em destaque)

(continua)							
Estações	Número da solução	Início	Fim	Estações	Número da solução	Início	Fim
ABMF	2	16 10 2009	24 01 2012	EISL	1	26 01 1994	27 01 2003
ABMF	3	25 01 2012	12 04 2020	EISL	2	08 02 2003	14 02 2004
ASC1	1	21 04 1996	04 09 2007	EISL	3	15 02 2004	30 01 2005
ASCG	1	03 12 2015	11 04 2020	FALK	1	22 07 2008	28 02 2010
BRAZ	3	05 09 1998	12 03 2007	FALK	2	28 02 2010	17 11 2013
BRAZ	4	17 03 2007	18 09 2012	FALK	3	18 11 2013	12 04 2020
BRAZ	5	19 09 2012	27 11 2012	FORT	1	02 01 1994	20 03 2000
BRAZ	6	28 11 2012	25 04 2013	FORT	2	21 03 2000	28 02 2006
BRAZ	7	26 04 2013	04 12 2014	FORT	3	28 02 2006	09 04 2006
BRAZ	8	03 12 2014	15 04 2015	GLPS	1	06 01 2003	26 02 2008
BRAZ	9	16 04 2015	27 09 2016	GLPS	2	08 10 2008	15 03 2011
BRAZ	10	03 10 2016	12 04 2020	GLPS	3	14 11 2012	07 12 2012
BRFT	1	16 09 2005	09 05 2006	GLPS	4	07 12 2012	12 04 2020
BRFT	2	09 05 2006	26 06 2007	GUAT	1	28 07 2000	14 06 2007
BRFT	3	26 06 2007	05 01 2011	GUAT	2	13 06 2007	28 11 2011
BRFT	4	05 01 2011	16 04 2011	GUAT	3	28 11 2011	28 06 2012
BRFT	5	15 04 2011	05 01 2015	GUAT	4	27 06 2012	08 11 2012
BRFT	6	04 01 2015	24 12 2017	GUAT	5	07 11 2012	12 04 2020
BRFT	7	23 12 2017	12 04 2020	ISPA	1	14 02 2004	05 10 2012
BRMU	1	02 01 1994	12 02 2003	ISPA	2	05 10 2012	24 07 2017
BRMU	2	13 03 2003	28 09 2011	KOUR	3	07 03 2000	16 01 2002
BRMU	3	29 09 2011	12 04 2020	KOUR	4	01 02 2002	02 07 2006
CFAG	1	10 11 1995	27 02 2010	KOUR	5	03 07 2006	20 06 2007
CFAG	2	28 02 2010	13 12 2010	KOUR	6	22 06 2007	05 01 2008
CHPI	1	08 05 2003	28 02 2010	KOUR	7	16 01 2008	15 04 2012
CHPI	2	28 02 2010	30 07 2013	KOUR	8	04 12 2012	31 08 2019
CHPI	3	31 07 2013	12 04 2020	KOUR	9	12 10 2019	12 04 2020
CRO1	3	01 10 1999	14 04 2000	LMMF	1	04 07 2008	12 10 2009
CRO1	4	14 04 2000	13 11 2000	LMMF	2	14 10 2009	24 06 2013
CRO1	5	14 11 2000	11 05 2001	LMMF	3	25 06 2013	11 04 2020
CRO1	6	26 05 2001	20 01 2005	MAS1	3	15 08 1999	21 11 2000
CRO1	7	04 08 2005	22 02 2006	MAS1	4	20 12 2000	07 07 2008
CRO1	8	24 02 2006	23 05 2010	MAS1	5	08 07 2008	18 06 2012
CRO1	9	08 07 2010	25 08 2015	MAS1	6	19 06 2012	12 04 2020
CRO1	10	01 11 2015	01 03 2018	MDO1	1	02 01 1994	02 12 2004
CRO1	11	25 03 2018	12 04 2020	MDO1	2	07 12 2004	12 09 2009

(conclusão)							
Estações	Número da solução	Início	Fim	Estações	Número da solução	Início	Fim
MDO1	5	06 03 2017	11 09 2019	RECF	7	12 10 2017	22 02 2018
OHI2	1	15 02 2002	23 02 2003	RIO2	1	15 03 2007	08 10 2012
OHI2	2	23 02 2003	30 01 2009	RIO2	2	10 10 2012	19 02 2020
OHI2	3	31 01 2009	07 02 2013	RIOG	3	04 12 1999	02 02 2007
OHI2	4	08 02 2013	18 11 2013	RIOG	4	05 02 2007	01 03 2007
OHI2	5	17 11 2013	02 03 2014	SALU	1	01 07 2008	11 06 2013
OHI2	6	03 03 2014	20 02 2017	SALU	2	17 06 2013	08 11 2014
OHI2	7	27 02 2017	12 04 2020	SALU	3	08 11 2014	08 06 2016
OHI3	1	07 02 2003	21 01 2010	SALU	4	08 06 2016	09 04 2018
OHI3	2	23 01 2010	27 01 2011	SALU	5	11 04 2018	12 04 2020
OHI3	3	04 02 2011	07 02 2013	SAVO	1	06 09 2007	19 04 2018
OHI3	4	08 02 2013	16 09 2013	SAVO	2	09 05 2018	12 04 2020
OHI3	5	30 09 2013	17 11 2013	SCUB	3	01 04 1998	30 11 2000
OHI3	6	17 11 2013	11 04 2020	SCUB	4	11 12 2000	18 06 2013
OHIG	1	14 02 1995	20 02 2002	SCUB	5	08 01 2015	26 03 2020
PARC	1	01 01 1999	04 10 2001	STHL	1	04 03 2010	12 04 2020
PARC	2	12 12 2001	21 06 2009	SUTH	1	13 12 1997	26 02 2002
PARC	3	01 11 2009	25 08 2011	SUTH	2	27 02 2002	10 05 2004
PARC	4	25 08 2011	09 04 2020	SUTH	3	01 06 2004	12 04 2020
PDEL	1	16 04 2000	14 12 2006	UFPR	1	05 09 2007	28 02 2010
PDEL	2	13 12 2006	05 04 2008	UFPR	2	28 02 2010	04 04 2018
PDEL	3	06 04 2008	17 10 2012	UFPR	3	05 04 2018	12 04 2020
PDEL	4	17 10 2012	12 04 2020	UNSA	3	27 03 1999	04 01 2001
RECF	1	29 10 1999	04 09 2004	UNSA	4	12 07 2001	23 07 2008
RECF	2	04 09 2004	02 05 2007	UNSA	5	24 07 2008	28 02 2010
RECF	3	28 05 2007	24 11 2011	UNSA	6	28 02 2010	29 04 2015
RECF	4	29 08 2012	23 11 2012	UNSA	7	10 05 2015	17 09 2015
RECF	5	23 11 2012	21 03 2015	UNSA	8	17 09 2015	17 02 2020
RECF	6	20 03 2015	09 09 2017				

Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Geodésia.

3 Número de soluções das estações IGb14 removidas após análises residuais das coordenadas

Estações	Número de soluções	Descrição	Estações	Número de soluções	Descrição
ABMF_97103C001	6	Outliers 1 N e 5 U	KOUR_97301D210	2	Outliers 1 N e 1 U
ASC1_30602M001	2	Pós vazio	KOUR_97301G210	5	3 antes descontinuidade, Outliers 1 E e 1 U
ASCG_30602M004	1	Outliers 1 E	KOUR_97301H210	2	Outliers 1 E e 1 U
BRAZ_41606C001	2	Outliers 1 N e 1 U	LMMF_97205B001	3	Outliers 2 N e 1 U
BRAZ_41606F001	1	Outliers 1 NE	MAS1_31303D002	2	Outliers 1 U e 1 N
BRAZ_41606G001	1	Outliers 1 E	MDO1_40442E012	2	Outliers 1 E e 1 U
BRAZ_41606I001	1	Outliers 1 E	OHI2_66008B005	43	Outliers 6 N, 13 E e 24 U
BRFT_41602C002	3	Outliers 3 U	OHI2_66008C005	4	Outliers 1 N, 1 E e 2 U
BRFT_41602D002	2	Outliers 1 NE e 1 E	OHI2_66008D005	1	Outliers 1 N
BRFT_41602F002	4	Outliers 2 E e 2 U	OHI2_66008F005	5	Outliers 1 E e 4 U
BRMU_42501A004	1	Outliers 1 E	OHI2_66008G005	3	Outliers 2 N e 1 U
BRMU_42501C004	1	Outliers 1 N	PARC_41716B001	1	Outliers 1 U
CFAG_41517A001	4	Outliers 1 E e 3 entre vazios	PDEL_31906A004	1	Outliers 1 U
CHPI_41609A003	2	Outliers 2 U	PDEL_31906D004	2	Outliers 2 N
CHPI_41609C003	3	Outliers 3 E	RECF_41617A001	2	Outliers 1 E e 1 U
CRO1_43201F001	2	Outliers 1 NU e 1 U	RECF_41617B001	2	Outliers 2 N
CRO1_43201H001	2	Outliers 2 N	RECF_41617G001	1	Outliers 1 U
CRO1_43201I001	1	Outliers 1 N	RIOG_41507C004	1	Outliers 1 U
CRO1_43201J001	20	Pós descontinuidade desconhecida	SALU_41640C001	1	Outliers 1 NEU
EISL_41703A003	4	Outliers 2 E e 2 U	SALU_41640D001	1	Outliers 1 U
EISL_41703B003	1	Outliers 1 E	SAVO_41643A001	1	Outliers 1 U
EISL_41703C003	2	Outliers 1 N e 1 U	SCUB_40701C001	1	Outliers 1 EU
FALK_80602A001	1	Outliers 1 U	SCUB_40701D001	4	3 antes vazio, Outliers 1 U
FORT_41602B001	10	Outliers 10 U	SUTH_30314A002	1	Outliers 1 N
GLPS_42005A002	2	Outliers 2 U	SUTH_30314B002	1	Outliers 1 U
GLPS_42005D002	1	Outliers 1 U	SUTH_30314C002	8	Outliers 8 NE
GUAT_40901A001	2	Outliers 1 N e 1 U	UFPR_41610B002	1	Outliers 1 E
GUAT_40901B001	1	Outliers 1 E	UNSA_41514D001	17	Variação residual 16, Outliers 1 U
KOUR_97301B210	1	Outliers 1 U	UNSA_41514F001	1	Outliers 1 U
KOUR_97301C210	1	Pós vazio			

Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Geodésia.

Nota: *Outliers* são resíduos que excederam os valores pré-estabelecidos.

4 Estações da RBMC e da Rede SIRGAS-CON desmembradas devido a descontinuidades identificadas e respectivos motivos

(continua)				
Antiga	Nova	Início	Fim	Motivos
AMTE 48091M001	AMTE 48091A001	21 10 2013	01 08 2018	-
	AMTE 48091B001	01 08 2018	31 12 2099	STA-DISC FODITS
BABJ 41612M002	BABJ 41612A002	05 02 2016	30 09 2019	-
	BABJ 41612B002	30 09 2019	31 12 2099	Troca de antena
BABR 41684M001	BABR 41684A001	02 08 2008	18 08 2018	-
	BABR 41684B001	19 08 2018	31 12 2099	Desconhecido
BAIL 48098M001	BAIL 48098A001	28 06 2013	16 10 2014	-
	BAIL 48098B001	16 10 2014	18 03 2017	Troca de antena
	BAIL 48098C001	19 03 2017	31 12 2099	Desconhecido
BAIR 41665M001	BAIR 41665A001	28 07 2008	12 06 2014	-
	BAIR 41665B001	15 10 2014	05 05 2020	Troca de antena
BATF 41666M001	BATF 41666A001	28 05 2008	18 03 2017	-
	BATF 41666B001	19 03 2017	31 12 2099	Desconhecido
BAVC 41669M001	BAVC 41669A001	29 05 2008	13 06 2015	-
	BAVC 41669B001	14 06 2015	31 12 2099	Desconhecido
BELE 41622M001	BELE 41622A001	19 11 2003	25 11 2015	-
	BELE 41622B001	25 11 2015	02 05 2018	NEW-DISC FODITS
BOAV 41636M001	BOAV 41636A001	31 05 2007	25 07 2018	-
	BOAV 41636B001	25 07 2018	31 12 2099	Troca de antena
BOMJ 41612M001	BOMJ 41612A001	18 02 1997	31 07 2007	-
	BOMJ 41612B001	01 08 2007	02 02 2016	Troca de antena
CATA 41534M001	CATA 41534A001	22 09 2008	10 03 2010	-
	CATA 41534B001	10 03 2010	12 09 2015	STA-DISC FODITS
	CATA 41534C001	13 09 2015	31 12 2099	Terremoto
CEEU 41602M003	CEEU 41602A003	03 03 2008	29 10 2014	-
	CEEU 41602B003	29 10 2014	31 12 2099	Troca de antena
CEFE 41637M001	CEFE 41637A001	14 07 2007	26 03 2018	-
	CEFE 41637B001	26 03 2018	31 12 2099	Troca de antena
CEFT 41682M001	CEFT 41682A001	13 08 2008	18 09 2012	-
	CEFT 41682B001	18 09 2012	14 06 2013	Troca de antena
	CEFT 41682C001	15 06 2013	17 09 2013	Troca de antena
	CEFT 41682D001	17 09 2013	30 10 2014	Troca de antena
	CEFT 41682E001	30 10 2014	21 03 2018	Troca de antena
	CEFT 41682F001	21 03 2018	31 12 2099	Troca de antena

(continua)				
Antiga	Nova	Início	Fim	Motivos
CESB 48090M001	CESB 48090A001	25 10 2013	04 11 2014	-
	CESB 48090B001	04 11 2014	31 12 2099	Troca de antena
COAM_48073M001	COAM_48073A001	15 10 2014	15 10 2015	-
	COAM_48073B001	15 10 2015	12 12 2017	Descontinuidade identificada
CORU 48087M002	CORU 48087A002	27 09 2016	31 10 2019	-
	CORU 48087B002	31 10 2019	31 12 2099	Troca de antena
CRAT 41619M001	CRAT 41619A001	09 05 2000	11 05 2007	-
	CRAT 41619B001	11 05 2007	06 03 2008	Troca de antena
	CRAT 41619C001	06 03 2008	31 12 2099	Troca de antena
CUIB 41603M001	CUIB 41603A001	18 07 1997	19 08 2009	NEW-DISC FODITS
	CUIB 41603B001	19 08 2009	22 11 2012	NEW-DISC FODITS
	CUIB 41603C001	22 11 2012	14 11 2014	Troca de antena
	CUIB 41603D001	14 11 2014	31 12 2099	Troca de antena
GOJA 41654M001	GOJA 41654A001	07 11 2007	05 09 2018	-
	GOJA 41654B001	05 09 2018	31 12 2099	Troca de antena
GVAL 41623M001	GVAL 41623A001	18 04 2001	20 12 2006	-
	GVAL 41623B001	20 12 2006	10 04 2014	NEW-DISC FODITS
ILHA 41634M001	ILHA 41634A001	30 06 2006	20 09 2010	-
	ILHA 41634B001	20 09 2010	31 12 2099	Troca de antena
IMBT 41638M001	IMBT 41638A001	10 05 2007	09 10 2013	-
	IMBT 41638B001	09 10 2013	01 03 2014	NEW-DISC FODITS
	IMBT_41638C001	02 03 2014	31 12 2099	Descontinuidade identificada
ITAI 48058M001	ITAI 48058A001	11 04 2014	25 07 2018	-
	ITAI 48058B001	25 07 2018	19 10 2018	Troca de antena
	ITAI 48058C001	19 10 2018	31 12 2099	Troca de antena
MABA 41642M001	MABA 41642A001	19 04 2007	17 09 2011	-
	MABA 41642B001	23 09 2012	17 10 2019	Desconhecido
	MABA 41642C001	17 10 2019	31 12 2099	Troca de antena
MABB 48089M001	MABB 48089A001	05 11 2013	11 04 2018	-
	MABB 48089B001	11 04 2018	31 12 2099	Troca de antena
MGBH 41667M001	MGBH 41667A001	17 09 2008	20 03 2018	-
	MGBH 41667B001	20 03 2018	31 12 2099	Troca de antena
MGRP 41680M001	MGRP 41680A001	14 12 2009	01 04 2014	-
	MGRP 41680B001	01 04 2014	31 12 2099	Troca de antena
MGUE 41558M001	MGUE 41558A001	21 06 2012	23 12 2015	-
	MGUE 41558B001	23 12 2015	31 12 2099	NEW-VELO FODITS
MSAQ 48062M001	MSAQ 48062A001	03 05 2016	11 02 2017	-
	MSAQ 48062B001	11 02 2017	31 12 2099	Troca de antena
MSCG 41649M001	MSCG 41649A001	29 10 2007	24 04 2018	-
	MSCG 41649B001	24 04 2018	31 12 2099	Troca de antena
MSDR 48096M001	MSDR 48096A001	10 07 2013	04 11 2019	-
	MSDR 48096B001	04 11 2019	31 12 2099	Troca de antena

(continua)				
Antiga	Nova	Início	Fim	Motivos
MTCO 41670M001	MTCO 41670A001	29 11 2007	18 11 2015	-
	MTCO 41670B001	18 11 2015	19 08 2019	NEW-DISC FODITS
MTGA 41663M002	MTGA 41663A002	16 11 2016	26 11 2019	-
	MTGA 41663B002	26 11 2019	31 12 2099	Troca de antena
NAUS 41614M002	NAUS 41614A002	25 10 2005	09 04 2013	-
	NAUS 41614B002	09 04 2013	23 05 2014	Troca de antena
	NAUS 41614C002	24 05 2014	28 08 2014	Troca de antena
	NAUS 41614D002	28 08 2014	18 11 2016	Troca de antena
	NAUS 41614E002	25 11 2016	31 12 2099	Troca de antena
NEIA 41620M002	NEIA 41620A002	11 01 2002	10 09 2009	-
	NEIA 41620B002	11 09 2009	16 11 2009	Troca de antena
	NEIA 41620C002	17 11 2009	29 08 2012	Troca de antena
	NEIA 41620D002	29 08 2012	19 10 2016	Troca de antena
	NEIA 41620E002	19 10 2016	31 12 2099	Troca de antena
ONRJ 41635M001	ONRJ 41635A001	31 03 2007	13 10 2009	-
	ONRJ 41635B001	13 10 2009	04 07 2013	Troca de antena
	ONRJ 41635C001	04 07 2013	31 12 2099	Troca de antena
PAIT 41685M001	PAIT 41685A001	19 11 2009	05 06 2014	-
	PAIT 41685B001	05 06 2014	30 10 2014	Troca de antena
	PAIT 41685C001	30 10 2014	31 12 2099	Troca de antena
PAST_41695M001	PAST_41695A001	04 04 2008	04 06 2014	-
	PAST_41695B001	04 06 2014	28 05 2015	Descontinuidade identificada
PBJP 41698M001	PBJP 41698A001	23 04 2013	24 04 2014	-
	PBJP 41698B001	24 04 2014	23 05 2018	Troca de antena
	PBJP 41698C001	23 05 2018	31 12 2099	Troca de antena
PEAF 48093M001	PEAF 48093A001	03 09 2013	06 08 2014	-
	PEAF 48093B001	06 08 2014	02 05 2018	Troca de antena
	PEAF 48093C001	02 05 2018	31 12 2099	Troca de antena
PEPE 41650M001	PEPE 41650A001	05 10 2007	26 03 2014	-
	PEPE 41650B001	26 03 2014	11 06 2014	Troca de antena
	PEPE 41650C001	11 06 2014	14 10 2014	Troca de antena
	PEPE 41650D001	14 10 2014	31 12 2099	Troca de antena
PERC 41617M002	PERC 41617A002	13 06 2018	25 11 2019	-
	PERC 41617B002	25 11 2019	31 12 2099	Troca de antena
PITN 41691M001	PITN 41691A001	06 07 2010	13 07 2016	-
	PITN 41691B001	13 07 2016	31 12 2099	NEW-VELO FODITS
PMB1 43702S001	PMB1 43702A001	16 08 2005	26 11 2007	-
	PMB1 43702B001	26 11 2007	10 01 2011	Troca de antena
	PMB1 43702C001	10 01 2011	31 12 2099	Troca de antena

(continua)				
Antiga	Nova	Início	Fim	Motivos
POAL 41616M001	POAL 41616A001	28 10 1998	24 04 2007	-
	POAL 41616B001	25 04 2007	11 09 2007	Troca de antena
	POAL 41616C001	11 09 2007	27 02 2010	Troca de antena
	POAL 41616D001	28 02 2010	05 05 2014	Terremoto
	POAL 41616E001	05 05 2014	23 10 2014	Troca de antena
	POAL 41616F001	23 10 2014	14 05 2018	Troca de antena
	POAL 41616G001	15 05 2018	31 12 2099	Troca de antena
POLI 41630M001	POLI 41630A001	12 12 2006	22 10 2014	-
	POLI 41630B001	22 10 2014	31 12 2099	Troca de antena
POVE 41628M001	POVE 41628A001	14 10 2005	22 07 2015	-
	POVE 41628B001	22 07 2015	31 12 2099	STA-DISC FODITS
PRGU 41671M001	PRGU 41671A001	10 12 2008	08 04 2014	-
	PRGU 41671B001	08 04 2014	31 12 2099	Troca de antena
PRMA 41674M001	PRMA 41674A001	08 12 2008	14 04 2014	-
	PRMA 41674B001	14 04 2014	25 03 2015	Troca de antena
	PRMA 41674C001	25 03 2015	31 12 2099	Troca de antena
RIOB 41645M001	RIOB 41645A001	21 03 2007	04 04 2013	-
	RIOB 41645B001	04 04 2013	12 05 2015	Troca de antena
	RIOB 41645C001	12 05 2015	14 11 2019	Troca de antena
	RIOB 41645D001	14 11 2019	31 12 2099	Troca de antena
RIOD 41608M001	RIOD 41608A001	21 07 2001	18 03 2007	-
	RIOD 41608B001	19 03 2007	08 08 2013	Troca de antena
	RIOD 41608C001	08 08 2013	12 06 2019	Troca de antena
RNMO 41664M001	RNMO 41664A001	01 08 2008	28 03 2017	-
	RNMO 41664B001	28 03 2017	31 12 2099	Troca de antena
RNNA 41668M001	RNNA 41668A001	28 07 2008	15 04 2013	-
	RNNA 41668B001	15 04 2013	27 10 2014	Troca de antena
	RNNA 41668C001	27 10 2014	31 12 2099	Troca de antena
RNPF 48079M001	RNPF 48079A001	15 05 2014	09 05 2019	-
	RNPF 48079B001	09 05 2019	31 12 2099	Troca de antena
ROGM 41651M001	ROGM 41651A001	19 10 2007	02 12 2015	-
	ROGM 41651B001	02 12 2015	31 12 2099	NEW-DISC FODITS
ROJI 41658M001	ROJI 41658A001	30 11 2007	23 09 2015	-
	ROJI 41658B001	23 09 2015	31 12 2099	NEW-DISC FODITS
ROSA 41632M001	ROSA 41632A001	10 12 2006	21 04 2016	-
	ROSA 41632B001	21 04 2016	31 12 2099	NEW-VELO FODITS
RSAL 41699M001	RSAL 41699A001	04 07 2013	01 11 2013	-
	RSAL 41699B001	01 11 2013	31 12 2099	Troca de antena
RSCL_48080M001	RSCL_48080A001	02 06 2014	22 10 2019	-
	RSCL_48080B001	22 10 2019	31 12 2099	Descontinuidade identificada
RSPE 48099M001	RSPE 48099A001	03 07 2014	21 10 2014	-
	RSPE 48099B001	21 10 2014	31 12 2099	Troca de antena

(continua)				
Antiga	Nova	Início	Fim	Motivos
RSPF 48054M001	RSPF 48054A001	05 12 2016	23 10 2019	-
	RSPF 48054B001	23 10 2019	31 12 2099	Troca de antena
SAGA 41639M001	SAGA 41639A001	03 05 2007	16 09 2015	-
	SAGA 41639B001	16 09 2015	31 12 2099	NEW-DISC FODITS
SCCH 41659M001	SCCH 41659A001	14 08 2007	11 12 2019	-
	SCCH 41659B001	11 12 2019	31 12 2099	Troca de antena
SCRZ 41801M001	SCRZ 41801A001	13 04 2009	16 11 2012	-
	SCRZ 41801B001	17 11 2012	10 06 2014	Troca de antena
	SCRZ 41801C001	10 06 2014	31 12 2099	NEW-DISC FODITS
SEAJ 41697M001	SEAJ 41697A001	16 04 2013	13 10 2014	-
	SEAJ 41697B001	13 10 2014	31 12 2099	Troca de antena
SJSP 41601M002	SJSP 41601A002	29 04 2013	17 10 2014	-
	SJSP 41601B002	17 10 2014	31 12 2099	Troca de antena
SMAR 41621M001	SMAR 41621A001	09 10 2001	17 05 2007	-
	SMAR 41621B001	17 05 2007	27 02 2010	Troca de antena
	SMAR 41621C001	07 03 2010	15 05 2013	Terremoto
	SMAR 41621D001	15 05 2013	31 12 2099	Troca de antena
SPBO_41692M001	SPBO_41692A001	21 05 2011	11 12 2019	-
	SPBO_41692B001	11 12 2019	31 12 2099	Descontinuidade identificada
SPC1 41678M002	SPC1 41678A002	30 04 2015	19 06 2018	-
	SPC1 41678B002	19 06 2018	31 12 2099	Troca de antena
SPFE 48082M001	SPFE 48082A001	23 02 2015	20 09 2016	-
	SPFE 48082B001	20 09 2016	31 12 2099	Troca de antena
SPFR 41693M001	SPFR 41693A001	18 07 2014	22 12 2015	-
	SPFR 41693B001	22 12 2015	31 12 2099	Troca de antena
SRNW 43703M001	SRNW 43703A001	14 09 2005	12 01 2015	-
	SRNW 43703B001	12 01 2015	02 09 2015	Troca de antena
SSA1 41644M001	SSA1 41644A001	04 05 2007	11 10 2012	-
	SSA1 41644B001	11 10 2012	02 06 2015	Troca de antena
	SSA1 41644C001	02 06 2015	31 12 2099	Troca de antena
TOPL 41648M001	TOPL 41648A001	15 10 2007	25 09 2013	-
	TOPL 41648B001	25 09 2013	26 09 2014	Troca de antena
	TOPL 41648C001	26 09 2014	13 11 2014	Troca de antena
	TOPL 41648D001	13 11 2014	25 05 2018	Troca de antena
	TOPL 41648E001	25 05 2018	31 12 2099	Troca de antena
TUCU 41520S001	TUCU 41520A001	01 01 1999	23 01 2006	-
	TUCU 41520B001	31 08 2006	19 09 2015	Descontinuidade identificada
	TUCU 41520C001	23 09 2015	31 12 2099	NEW-DISC FODITS
UBA1 41627M002	UBA1 41627A002	10 09 2009	13 02 2012	-
	UBA1 41627B002	14 02 2012	09 08 2012	Troca de antena
	UBA1 41627C002	09 08 2012	27 11 2014	Troca de antena
	UBA1 41627D002	27 11 2014	31 12 2099	Troca de antena

(conclusão)				
Antiga	Nova	Início	Fim	Motivos
UBAT 41627M001	UBAT 41627A001	21 08 1999	12 04 2008	-
	UBAT 41627B001	13 04 2008	09 09 2009	Troca de antena
UBER 41625M001	UBER 41625A001	18 04 2001	25 10 2006	-
	UBER 41625B001	25 10 2006	25 03 2014	NEW-DISC FODITS
VICO 41613M001	VICO 41613A001	22 05 1997	04 04 2007	-
	VICO 41613B001	04 04 2007	20 09 2011	Troca de antena
	VICO 41613C001	20 09 2011	04 04 2012	Troca de antena
	VICO 41613D001	04 04 2012	31 12 2099	Troca de antena

Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Geodésia.

5 Número de soluções removidas após análises residuais das estações da RBMC e da Rede SIRGAS-CON

(continua)					
Estações	Número de soluções	Descrição	Estações	Número de soluções	Descrição
AMCO_41696M001	1	Outliers 1 N	GOGY_48095M001	1	Outliers 1 U
AMHA_41646M002	9	Outliers 3 N e 6 entre vazios	GOJA_41654A001	1	Outliers 1 NEU
AMHU_41646M001	2	Outliers 1 NEU e 1 entre vazios	IFSC_48064M001	1	Outliers 1 E
AMMU_48067M001	8	8 antes vazio E	IMBT_41638M001	1	Outliers 1 U
AMPR_48071M001	9	9 pós vazios	IQUI_42204M001	7	7 pós vazio
AMTG_48068M002	1	Outliers 1 E	JAMG_48074M001	1	Outliers 1 U
APLJ_48076M001	3	Outliers 3 E	MABA_41642A001	1	Outliers 1 E
APMA_41629M002	3	Outliers 3 E	MABS_41681M001	3	Outliers 1 U, 1 NEU e 1 N
APS1_41675M002	1	Outliers 1 E	MAPA_41629M001	24	Outliers 4 U, 17 E e 3 N
APSA_41675M001	8	8 antes vazios	MCL1_41624M001	2	2 pós vazio
AUTF_41515S001	1	Outliers 1 E	MCLA_41624M001	3	Outliers 3 U
BABJ_41612A002	1	Outliers 1 E	MSAQ_48062B001	1	Outliers 1 EU
BAIL_48098A001	1	Outliers 1 U	MSBL_48036M001	2	Outliers 2 E
BAIR_41665A001	7	Descontinuidade_7 E	MSCB_48056M001	6	3 antes vazio, outliers 1 N e 4 pós vazio
BAIR_41665B001	4	Outliers 4 N	MSPP_48055M001	5	Outliers 5 NEU
BATF_41666B001	1	Outliers 1 E	MTCN_41687M001	27	Outliers 27 NE
BAVC_41669B001	1	Outliers 1 U	MTCO_41670M001	4	Outliers 2 N e 2 U
BELE_41622M001	4	Outliers 1 E e 3 U	MTLE_48050M001	1	Outliers 1 U
BEPA_48072M001	20	Outliers 3 U, 3 N e 14 NE	MTNM_48045M001	14	Outliers 16 NE
BOAV_41636A001	1	Outliers 1 N	MTSF_41655M001	1	Outliers 1 U
BOAV_41636B001	2	Outliers 2 E	NAUS_41614A002	1	Outliers 1 N e 1 NE
BOMJ_41612A001	1	Outliers 1 U	NAUS_41614E002	1	Outliers 1 E
CALL_42205M001	4	Outliers 4 U	NEIA_41620A002	7	7 antes vazio
CATA_41534A001	1	Outliers 1 U	NEIA_41620C002	1	Outliers 1 U
CATA_41534B001	1	Outliers 1 E	NEIA_41620E002	1	Outliers 1 U
CEFT_41682A001	1	Outliers 1 U	OH13_66008A006	12	Outliers 4 N, 2 E, 5 U e 1 NE
COAM_48073M001	1	Outliers 1 E	OH13_66008B006	2	Outliers 1 NE e 1 U
CORU_48087A002	1	Outliers 1 N	OH13_66008C006	2	Outliers 2 U
CRAT_41619C001	2	Outliers 2 E	OH13_66008D006	2	Outliers 1 N e 1 U
CRUZ_41641M001	5	5 entre vazios	OH13_66008F006	8	Outliers 8 NEU
CUIB_41603A001	4	Outliers 3 U e 1 E	ONRJ_41635B001	1	Outliers 1 U
CUIB_41603C001	3	Outliers 2 E e 1 N	OURI_41631M001	1	Outliers 1 U
ESNV_48039M001	3	Outliers 2 U	PAAR_41683M002	9	7 antes vazio, 2 E

(conclusão)					
Estações	Número de soluções	Descrição	Estações	Número de soluções	Descrição
PARA_41610M001	3	Outliers 3 desconhecido	SEAJ_41697B001	1	Outliers 1 N
PERC_41617A002	1	Outliers 1 U	SMAR_41621A001	2	Outliers 2 U
PICR_48092M001	3	Outliers 2 U e 1 N	SMAR_41621B001	1	Outliers 1 U
PIFL_48078M001	28	Outliers 28 EU	SMAR_41621D001	3	Outliers 1 N, 1 E e 1 U
PMB1_43702B001	3	Outliers 3 U	SPBP_48060M001	22	22 antes vazio
POAL_41616A001	2	Outliers 2 U	SPFR_41693A001	1	Outliers 1 U
POLI_41630B001	25	Outliers 22 N e 3 U	SRNW_43703A001	2	Outliers 2 N
POVE_41628M001	15	Outliers 1 U e 14 E	TOPL_41648B001	1	Outliers 1 NE
PRMA_41674B001	1	Outliers 1 U	UBA1_41627A002	1	Outliers 1 U
RIOB_41645A001	5	5 antes vazio	UBAT_41627A001	10	10 antes vazio
RIOD_41608B001	1	Outliers 1 E	UEPP_41611M001	1	Outliers 1 E
ROCD_41679M001	1	Outliers 1 U	VARG_41626M001	29	14 antes vazio, outliers 15 NE
SALV_41618M001	1	Outliers 1 U	VICO_41613B001	14	Outliers 14 N
SCLA_41660M001	1	Outliers 1 U	VICO_41613D001	116	Outliers 116 EU

Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Geodésia.

Nota: *Outliers* são resíduos que excederam os valores pré-estabelecidos.

6 Estações com associação de velocidades

(continua)				
Estações associadas	Estações de referência		Estações associadas	Estações de referência
ABMF 97103B001	ABMF 97103C001		CRO1 43201K001	CRO1 43201I001
AMHU 41646M001	AMHA 41646M002		CUIB 41603B001	CUIB 41603C001
AMPT 48071M002	AMPR 48071M001		EISL 41703B003	EISL 41703A003
AMTE 48091B001	AMTE 48091A001		EISL 41703C003	EISL 41703A003
BABJ 41612B002	BABJ 41612A002		FALK 80602A001	FALK 80602B001
BABR 41684B001	BABR 41684A001		FORT 41602A001	FORT 41602B001
BAIL 48098A001	BAIL 48098C001		FORT 41602C001	FORT 41602B001
BAIL 48098B001	BAIL 48098C001		GLPS 42005C002	GLPS 42005D002
BATF 41666B001	BATF 41666A001		GOJA 41654B001	GOJA 41654A001
BOAV 41636B001	BOAV 41636A001		GUAT 40901C001	GUAT 40901B001
BRAZ 41606E001	BRAZ 41606D001		GUAT 40901D001	GUAT 40901B001
BRAZ 41606F001	BRAZ 41606D001		ILHA 41634A001	ILHA 41634B001
BRAZ 41606G001	BRAZ 41606D001		ITAI 48058B001	ITAI 48058A001
BRAZ 41606H001	BRAZ 41606D001		ITAI 48058C001	ITAI 48058A001
BRAZ 41606I001	BRAZ 41606D001		KOUR 97301B210	KOUR 97301D210
BRFT 41602A002	BRFT 41602C002		KOUR 97301C210	KOUR 97301D210
BRFT 41602B002	BRFT 41602C002		KOUR 97301E210	KOUR 97301G210
BRFT 41602D002	BRFT 41602C002		KOUR 97301F210	KOUR 97301G210
BRFT 41602F002	BRFT 41602E002		KOUR 97301I210	KOUR 97301H210
BRFT 41602G002	BRFT 41602E002		MABA 41642C001	MABA 41642B001
BRMU 42501A004	BRMU 42501B004		MABB 48089B001	MABB 48089A001
CATA 41534A001	CATA 41534B001		MANU 41614M001	NAUS 41614A002
CEFE 41637B001	CEFE 41637A001		MAS1 31303C002	MAS1 31303D002
CEFT 41682B001	CEFT 41682A001		MGBH 41667B001	MGBH 41667A001
CEFT 41682C001	CEFT 41682A001		MSAQ 48062A001	MSAQ 48062B001
CEFT 41682D001	CEFT 41682A001		MSCG 41649B001	MSCG 41649A001
CEFT 41682F001	CEFT 41682E001		MSDR 48096B001	MSDR 48096A001
CESB 48090A001	CESB 48090B001		MTGA 41663B002	MTGA 41663A002
CFAG 41517B001	CFAG 41517A001		NAUS 41614B002	NAUS 41614A002
COAM 48073A001	AMCR 48073M002		NAUS 41614C002	NAUS 41614A002
COAM 48073B001	AMCR 48073M002		NEIA 41620B002	NEIA 41620A002
CORU 48087B002	CORU 48087A002		OHI2 66008A005	OHI2 66008B005
CRAT 41619B001	CRAT 41619C001		OHI2 66008D005	OHI2 66008B005
CRO1 43201C001	CRO1 43201H001		OHI2 66008E005	OHI2 66008B005
CRO1 43201D001	CRO1 43201H001		OHI2 66008F005	OHI2 66008B005
CRO1 43201E001	CRO1 43201H001		OHI2 66008G005	OHI2 66008F005
CRO1 43201F001	CRO1 43201H001		PAIT 41685B001	PAIT 41685A001
CRO1 43201G001	CRO1 43201H001		PARC 41716A001	PARC 41716B001
CRO1 43201J001	CRO1 43201I001		PARC 41716C001	PARC 41716B001

(conclusão)				
Estações associadas	Estações de referência		Estações associadas	Estações de referência
PAST 41695B001	PAST 41695A001		SALU 41640B001	SALU 41640A001
PBJP 41698A001	PBJP 41698B001		SALU 41640C001	SALU 41640A001
PBJP 41698C001	PBJP 41698B001		SALU 41640D001	SALU 41640A001
PDEL 31906B004	PDEL 31906A004		SALU 41640E001	SALU 41640A001
PEAF 48093A001	PEAF 48093B001		SAVO 41643B001	SAVO 41643A001
PEAF 48093C001	PEAF 48093B001		SCCH 41659B001	SCCH 41659A001
PEPE 41650B001	PEPE 41650A001		SCRZ 41801B001	SCRZ 41801C001
PEPE 41650C001	PEPE 41650A001		SCUB 40701C001	SCUB 40701D001
PERC 41617B002	PERC 41617A002		SEAJ 41697A001	SEAJ 41697B001
PMB1 43702A001	PMB1 43702B001		SJSP 41601A002	SJSP 41601B002
POAL 41616B001	POAL 41616A001		SPBO 41692B001	SPBO 41692A001
POAL 41616E001	POAL 41616D001		SPC1 41678B002	SPC1 41678A002
POAL 41616G001	POAL 41616F001		SPFE 48082A001	SPFE 48082B001
PRMA 41674B001	PRMA 41674A001		SPFR 41693A001	SPFR 41693B001
RECF 41617B001	RECF 41617A001		SRNW 43703B001	SRNW 43703A001
RECF 41617D001	RECF 41617C001		SUTH 30314A002	SUTH 30314C002
RECF 41617E001	RECF 41617C001		SUTH 30314B002	SUTH 30314C002
RECF 41617F001	RECF 41617C001		TOPL 41648B001	TOPL 41648A001
RECF 41617G001	RECF 41617C001		TOPL 41648C001	TOPL 41648A001
RIOB 41645D001	RIOB 41645C001		TOPL 41648E001	TOPL 41648D001
RIOG 41507D004	RIOG 41507C004		UBA1 41627A002	UBA1 41627D002
RJNI 48104M001	RIOD 41608C001		UBA1 41627B002	UBA1 41627D002
RNNA 41668B001	RNNA 41668A001		UBAT 41627B001	UBAT 41627A001
RNPF 48079B001	RNPF 48079A001		UFPR 41610A002	UFPR 41610B002
RSAL 41699A001	RSAL 41699B001		UFPR 41610C002	UFPR 41610B002
RSCL 48080B001	RSCL 48080A001		UNSA 41514C001	UNSA 41514D001
RSPE 48099A001	RSPE 48099B001		UNSA 41514G001	UNSA 41514F001
RSPF 48054B001	RSPF 48054A001		VICO 41613C001	VICO 41613B001

Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Geodésia.

7 Solução multianual estimada

(continua)				
Estações	Solução	Início	Fim	Número de semanas
ABMF	ABMF 97103B001	25 12 2009	21 01 2012	109
ABMF	ABMF 97103C001	29 01 2012	28 12 2019	335
AGGO	AGGO 41596M001	31 01 2017	28 12 2019	152
ALAR	ALAR 41653M001	03 04 2008	28 12 2019	569
ALMA	ALMA 48052M001	24 02 2017	28 12 2019	149
AMBC	AMBC 48061M001	18 02 2016	01 04 2019	158
AMCO	AMCO 41696M001	12 09 2012	28 12 2019	380
AMCR	AMCR 48073M002	12 06 2018	28 12 2019	81
AMHA	AMHA 41646M002	18 01 2015	28 12 2019	205
AMHU	AMHU 41646M001	16 01 2008	26 04 2011	55
AMMU	AMMU 48067M001	30 07 2015	09 02 2018	101
AMPR	AMPR 48071M001	01 01 2015	05 06 2018	175
AMPT	AMPT 48071M002	26 11 2018	28 12 2019	48
AMTA	AMTA 48068M001	02 02 2016	28 11 2017	77
AMTE	AMTE 48091A001	22 10 2013	21 07 2018	248
AMTE	AMTE 48091B001	29 07 2018	28 12 2019	71
AMTG	AMTG 48068M002	26 10 2018	07 09 2019	45
AMUA	AMUA 48070M001	20 02 2015	28 12 2019	252
APLJ	APLJ 48076M001	31 10 2014	28 12 2019	255
APMA	APMA 41629M002	25 06 2017	21 12 2019	126
APS1	APS1 41675M002	27 01 2016	28 12 2019	204
APSA	APSA 41675M001	02 12 2010	05 01 2016	245
ASC1	ASC1 30602M001	02 01 2000	24 02 2006	211
ASCG	ASCG 30602M004	18 09 2015	28 12 2019	223
AUTF	AUTF 41515S001	02 01 2000	28 12 2019	865
BABJ	BABJ 41612A002	23 10 2016	19 09 2019	151
BABJ	BABJ 41612B002	06 10 2019	28 12 2019	12
BABR	BABR 41684A001	18 02 2010	18 08 2018	412
BABR	BABR 41684B001	19 08 2018	28 12 2019	52
BAIL	BAIL 48098A001	29 06 2013	11 10 2014	62
BAIL	BAIL 48098B001	19 10 2014	18 03 2017	126
BAIL	BAIL 48098C001	19 03 2017	28 12 2019	145
BAIR	BAIR 41665A001	01 01 2009	22 03 2014	260
BAIR	BAIR 41665B001	19 10 2014	28 12 2019	264
BAIT	BAIT 48066M001	27 07 2015	28 12 2019	230
BAPA	BAPA 48040M001	09 06 2018	28 12 2019	82
BATF	BATF 41666A001	01 01 2009	18 03 2017	422
BATF	BATF 41666B001	27 03 2017	28 12 2019	142
BAVC	BAVC 41669A001	12 04 2009	13 06 2015	302
BAVC	BAVC 41669B001	14 06 2015	20 12 2019	234
BELE	BELE 41622A001	01 01 2004	21 11 2015	606
BELE	BELE 41622B001	22 11 2015	28 12 2019	214
BEPA	BEPA 48072M001	19 07 2014	28 12 2019	251
BOAV	BOAV 41636A001	05 09 2007	28 07 2018	557
BOAV	BOAV 41636B001	29 07 2018	28 12 2019	70
BOMJ	BOMJ 41612A001	12 01 2000	25 04 2007	270
BOMJ	BOMJ 41612B001	01 08 2007	31 01 2016	444
BRAZ	BRAZ 41606C001	02 01 2000	10 03 2007	370
BRAZ	BRAZ 41606D001	18 03 2007	15 09 2012	287
BRAZ	BRAZ 41606E001	16 09 2012	24 11 2012	10
BRAZ	BRAZ 41606F001	02 12 2012	27 04 2013	21
BRAZ	BRAZ 41606G001	28 04 2013	29 11 2014	83
BRAZ	BRAZ 41606H001	07 12 2014	11 04 2015	14
BRAZ	BRAZ 41606I001	19 04 2015	24 09 2016	74
BRAZ	BRAZ 41606J001	02 10 2016	28 12 2019	169

(continua)				
Estações	Solução	Início	Fim	Número de semanas
BRFT	BRFT 41602A002	09 04 2006	06 05 2006	4
BRFT	BRFT 41602B002	07 05 2006	23 06 2007	59
BRFT	BRFT 41602C002	24 06 2007	01 01 2011	168
BRFT	BRFT 41602D002	09 01 2011	16 04 2011	13
BRFT	BRFT 41602E002	17 04 2011	03 01 2015	189
BRFT	BRFT 41602F002	04 01 2015	23 12 2017	96
BRFT	BRFT 41602G002	24 12 2017	27 12 2019	51
BRMU	BRMU 42501A004	02 01 2000	15 01 2003	158
BRMU	BRMU 42501B004	13 03 2003	24 09 2011	432
BRMU	BRMU 42501C004	02 10 2011	28 12 2019	407
CALL	CALL 42205M001	04 07 2009	15 06 2018	426
CATA	CATA 41534A001	24 09 2008	27 02 2010	75
CATA	CATA 41534B001	07 03 2010	12 09 2015	285
CATA	CATA 41534C001	20 09 2015	28 12 2019	223
CEEU	CEEU 41602A003	14 04 2008	25 10 2014	305
CEEU	CEEU 41602B003	02 11 2014	28 12 2019	269
CEFE	CEFE 41637A001	25 07 2007	24 03 2018	556
CEFE	CEFE 41637B001	01 04 2018	28 12 2019	91
CEFT	CEFT 41682A001	21 10 2009	18 08 2012	142
CEFT	CEFT 41682B001	19 09 2012	11 05 2013	34
CEFT	CEFT 41682C001	15 06 2013	14 09 2013	14
CEFT	CEFT 41682D001	22 09 2013	29 10 2014	58
CEFT	CEFT 41682E001	05 11 2014	20 03 2018	176
CEFT	CEFT 41682F001	27 03 2018	28 12 2019	92
CESB	CESB 48090A001	25 10 2013	01 11 2014	54
CESB	CESB 48090B001	09 11 2014	28 12 2019	263
CFAG	CFAG 41517A001	02 01 2000	26 02 2010	491
CFAG	CFAG 41517B001	28 02 2010	13 12 2010	42
CHPI	CHPI 41609A003	09 05 2003	27 02 2010	331
CHPI	CHPI 41609B003	28 02 2010	08 03 2013	158
CHPI	CHPI 41609C003	31 07 2013	28 12 2019	311
COAM	COAM 48073A001	19 10 2014	08 09 2015	38
COAM	COAM 48073B001	16 10 2015	15 01 2017	67
CORU	CORU 48087A002	27 09 2016	26 10 2019	160
CORU	CORU 48087B002	03 11 2019	28 12 2019	8
CPVG	CPVG 39601M001	24 10 2013	28 12 2019	260
CRAT	CRAT 41619A001	01 01 2001	08 05 2007	256
CRAT	CRAT 41619B001	20 05 2007	26 01 2008	35
CRAT	CRAT 41619C001	16 03 2008	28 12 2019	558
CRO1	CRO1 43201C001	02 01 2000	15 04 2000	15
CRO1	CRO1 43201D001	16 04 2000	11 11 2000	30
CRO1	CRO1 43201E001	12 11 2000	10 05 2001	25
CRO1	CRO1 43201F001	26 05 2001	19 01 2005	190
CRO1	CRO1 43201G001	04 08 2005	25 02 2006	30
CRO1	CRO1 43201H001	26 02 2006	22 05 2010	219
CRO1	CRO1 43201I001	09 07 2010	25 08 2015	266
CRO1	CRO1 43201J001	01 11 2015	07 09 2017	97
CRO1	CRO1 43201K001	25 03 2018	28 12 2019	92
CRUZ	CRUZ 41641M001	05 09 2007	14 11 2019	408
CUIB	CUIB 41603A001	05 01 2000	24 11 2012	664
CUIB	CUIB 41603B001	25 11 2012	15 11 2014	103
CUIB	CUIB 41603C001	16 11 2014	28 12 2019	264
EACH	EACH 48041M001	28 11 2017	28 12 2019	109
EESC	EESC 41694M001	17 02 2012	28 12 2019	405
EISL	EISL 41703A003	02 01 2000	17 01 2003	140
EISL	EISL 41703B003	10 02 2003	01 11 2003	37
EISL	EISL 41703C003	15 02 2004	29 01 2005	34

(continua)				
Estações	Solução	Início	Fim	Número de semanas
ESNV	ESNV 48039M001	05 06 2018	28 12 2019	80
FALK	FALK 80602A001	27 07 2008	27 02 2010	83
FALK	FALK 80602B001	28 02 2010	16 11 2013	188
FALK	FALK 80602C001	17 11 2013	28 12 2019	318
FORT	FORT 41602A001	02 01 2000	18 03 2000	11
FORT	FORT 41602B001	26 03 2000	24 02 2006	296
FORT	FORT 41602C001	26 02 2006	08 04 2006	6
GALA	GALA 42005M001	04 02 2000	09 11 2002	142
GLPS	GLPS 42005A002	07 01 2003	19 02 2008	260
GLPS	GLPS 42005B002	08 10 2008	15 03 2011	128
GLPS	GLPS 42005C002	14 11 2012	01 12 2012	3
GLPS	GLPS 42005D002	09 12 2012	28 12 2019	341
GODN	GODN 40451M127	06 03 2012	28 12 2019	408
GOGY	GOGY 48095M001	09 06 2013	28 12 2019	340
GOJA	GOJA 41654A001	09 06 2008	29 08 2018	522
GOJA	GOJA 41654B001	06 09 2018	28 12 2019	68
GOUR	GOUR 48065M001	02 07 2015	28 12 2019	235
GUAT	GUAT 40901A001	30 07 2000	16 06 2007	343
GUAT	GUAT 40901B001	17 06 2007	26 11 2011	221
GUAT	GUAT 40901C001	29 11 2011	30 06 2012	24
GUAT	GUAT 40901D001	01 07 2012	10 11 2012	19
GUAT	GUAT 40901E001	11 11 2012	28 12 2019	360
GVA1	GVA1 41623M001	10 04 2014	28 12 2019	282
GVAL	GVAL 41623A001	01 07 2004	16 12 2006	106
GVAL	GVAL 41623B001	17 12 2006	08 04 2014	379
IFSC	IFSC 48064M001	11 10 2015	28 12 2019	216
ILHA	ILHA 41634A001	19 06 2009	28 05 2010	49
ILHA	ILHA 41634B001	21 09 2010	28 12 2019	464
IMBT	IMBT 41638A001	05 09 2007	27 02 2010	128
IMBT	IMBT 41638B001	28 02 2010	01 03 2014	201
IMBT	IMBT 41638C001	02 03 2014	28 12 2019	299
IMPZ	IMPZ 41615M001	13 01 2000	13 12 2019	980
IQUI	IQUI 42204M001	02 07 2009	20 04 2017	356
ISPA	ISPA 41703A007	30 01 2005	10 06 2012	376
ISPA	ISPA 41703B007	05 10 2012	22 07 2017	231
ITAI	ITAI 48058A001	19 02 2017	18 07 2018	72
ITAI	ITAI 48058B001	26 07 2018	13 10 2018	12
ITAI	ITAI 48058C001	21 10 2018	28 12 2019	62
ITAM	ITAM 48069M001	01 01 2015	31 08 2018	172
JAMG	JAMG 48074M001	22 11 2014	28 12 2019	208
KOUR	KOUR 97301C210	07 03 2000	06 11 2001	86
KOUR	KOUR 97301D210	05 02 2002	01 07 2006	226
KOUR	KOUR 97301E210	02 07 2006	13 06 2007	48
KOUR	KOUR 97301F210	28 06 2007	05 01 2008	28
KOUR	KOUR 97301G210	03 02 2008	15 04 2012	213
KOUR	KOUR 97301H210	05 12 2012	30 08 2019	350
KOUR	KOUR 97301I210	13 10 2019	28 12 2019	11
LMMF	LMMF 97205B001	25 12 2009	22 06 2013	180
LMMF	LMMF 97205C001	30 06 2013	28 12 2019	339
MABA	MABA 41642A001	05 09 2007	10 09 2011	206
MABA	MABA 41642B001	29 09 2012	16 10 2019	367
MABA	MABA 41642C001	21 10 2019	28 12 2019	10
MABB	MABB 48089A001	06 11 2013	07 04 2018	231
MABB	MABB 48089B001	15 04 2018	28 12 2019	89
MABS	MABS 41681M001	07 03 2010	28 12 2019	416
MANU	MANU 41614M001	14 04 2000	01 10 2003	87
MAPA	MAPA 41629M001	13 01 2006	21 01 2017	534
MAS1	MAS1 31303C002	02 01 2000	20 11 2000	47

(continua)				
Estações	Solução	Início	Fim	Número de semanas
MAS1	MAS1 31303D002	20 12 2000	05 07 2008	392
MAS1	MAS1 31303E002	13 07 2008	16 06 2012	205
MAS1	MAS1 31303F002	24 06 2012	28 12 2019	390
MCL1	MCL1 41624M001	08 04 2014	11 12 2017	175
MCLA	MCLA 41624M001	01 07 2004	06 04 2014	475
MDO1	MDO1 40442A012	02 01 2000	01 12 2004	255
MDO1	MDO1 40442B012	07 12 2004	12 09 2009	249
MDO1	MDO1 40442E012	05 03 2017	11 09 2019	130
MGBH	MGBH 41667A001	02 01 2009	17 03 2018	480
MGBH	MGBH 41667B001	25 03 2018	28 12 2019	92
MGIN	MGIN 41647M001	13 02 2008	28 12 2019	612
MGJF	MGJF 48038M001	06 07 2018	28 12 2019	78
MGJP	MGJP 48102M001	11 06 2019	28 12 2019	29
MGLA	MGLA 48103M001	21 06 2019	28 12 2019	28
MGMC	MGMC 41624M002	05 04 2008	28 12 2019	600
MGMT	MGMT 48057M001	06 12 2016	28 12 2019	160
MGRP	MGRP 41680A001	07 03 2010	29 03 2014	210
MGRP	MGRP 41680B001	06 04 2014	28 12 2019	296
MGTO	MGTO 48037M001	09 06 2018	28 12 2019	82
MGUB	MGUB 41652M001	09 01 2008	28 12 2019	621
MGUE	MGUE 41558A001	08 08 2012	19 12 2015	176
MGUE	MGUE 41558B001	20 12 2015	28 12 2019	210
MGV1	MGV1 41626M002	27 03 2014	28 12 2019	297
MGVA	MGVA 41626M002	05 04 2010	23 10 2013	186
MSAQ	MSAQ 48062A001	23 10 2016	13 12 2016	8
MSAQ	MSAQ 48062B001	13 02 2017	28 12 2019	131
MSBL	MSBL 48036M001	26 05 2018	28 12 2019	82
MSCB	MSCB 48056M001	01 01 2017	14 09 2018	78
MSCG	MSCG 41649A001	01 01 2008	21 04 2018	501
MSCG	MSCG 41649B001	29 04 2018	28 12 2019	81
MSCO	MSCO 48087M001	26 11 2013	22 09 2016	148
MSDO	MSDO 41672M001	06 05 2009	04 07 2011	86
MSDR	MSDR 48096A001	11 07 2013	02 11 2019	325
MSDR	MSDR 48096B001	10 11 2019	18 12 2019	6
MSJR	MSJR 48035M001	15 06 2018	28 12 2019	81
MSMJ	MSMJ 48042M001	10 08 2017	28 12 2019	124
MSMN	MSMN 48034M001	30 06 2018	28 12 2019	79
MSNV	MSNV 48049M001	01 01 2017	28 12 2019	146
MSPM	MSPM 48033M001	05 06 2018	28 12 2019	76
MSPP	MSPP 48055M001	15 01 2017	23 12 2019	149
MTBA	MTBA 41663M001	29 08 2008	14 11 2016	403
MTCA	MTCA 48043M001	27 06 2017	28 12 2019	130
MTCN	MTCN 41687M001	25 03 2011	15 06 2019	404
MTCO	MTCO 41670A001	12 05 2009	14 11 2015	329
MTCO	MTCO 41670B001	15 11 2015	20 07 2019	192
MTGA	MTGA 41663A002	27 11 2016	23 11 2019	147
MTGA	MTGA 41663B002	01 12 2019	28 12 2019	4
MTIT	MTIT 48044M001	17 06 2017	28 12 2019	133
MTJI	MTJI 48075M001	26 09 2014	28 12 2019	272
MTLA	MTLA 48051M001	15 11 2016	28 12 2019	146
MTLE	MTLE 48050M001	11 03 2017	28 12 2019	146
MTNM	MTNM 48045M001	10 08 2017	28 12 2019	111
MTNX	MTNX 48059M001	16 02 2016	24 12 2019	197
MTSC	MTSC 48046M001	09 10 2017	28 12 2019	112
MTSF	MTSF 41655M001	03 04 2008	26 10 2018	523
MTSR	MTSR 41689M001	31 01 2011	28 12 2019	447
MTVB	MTVB 41690M001	22 02 2011	11 01 2016	200
NAUS	NAUS 41614A002	01 01 2006	06 04 2013	367

(continua)				
Estações	Solução	Início	Fim	Número de semanas
NAUS	NAUS 41614B002	14 04 2013	04 05 2014	56
NAUS	NAUS 41614C002	24 05 2014	30 08 2014	15
NAUS	NAUS 41614D002	31 08 2014	18 11 2016	114
NAUS	NAUS 41614E002	25 11 2016	28 12 2019	147
NEIA	NEIA 41620A002	02 01 2006	05 09 2009	188
NEIA	NEIA 41620B002	13 09 2009	14 11 2009	9
NEIA	NEIA 41620C002	15 11 2009	21 07 2012	138
NEIA	NEIA 41620D002	30 08 2012	15 10 2016	212
NEIA	NEIA 41620E002	23 10 2016	28 12 2019	165
OHI2	OHI2 66008A005	24 02 2002	22 02 2003	52
OHI2	OHI2 66008B005	23 02 2003	24 01 2009	249
OHI2	OHI2 66008C005	01 02 2009	02 02 2013	205
OHI2	OHI2 66008D005	10 02 2013	16 11 2013	39
OHI2	OHI2 66008E005	17 11 2013	01 03 2014	15
OHI2	OHI2 66008F005	03 03 2014	19 02 2017	150
OHI2	OHI2 66008G005	28 02 2017	28 12 2019	145
OHI3	OHI3 66008A006	07 03 2003	16 01 2010	318
OHI3	OHI3 66008B006	24 01 2010	27 01 2011	51
OHI3	OHI3 66008C006	04 02 2011	09 02 2013	104
OHI3	OHI3 66008D006	10 02 2013	16 09 2013	30
OHI3	OHI3 66008E006	30 09 2013	16 11 2013	7
OHI3	OHI3 66008F006	17 11 2013	28 12 2019	309
OHIG	OHIG 66008M001	02 01 2000	19 02 2002	84
ONRJ	ONRJ 41635A001	30 03 2007	10 10 2009	133
ONRJ	ONRJ 41635B001	18 10 2009	29 06 2013	191
ONRJ	ONRJ 41635C001	07 07 2013	28 12 2019	337
OURI	OURI 41631M001	19 06 2009	06 03 2017	387
PAAR	PAAR 41683M002	17 09 2017	28 12 2019	115
PAAT	PAAT 41683M001	07 03 2010	12 09 2017	383
PAIT	PAIT 41685A001	07 04 2010	17 04 2014	195
PAIT	PAIT 41685B001	25 07 2014	25 10 2014	14
PAIT	PAIT 41685C001	02 11 2014	28 12 2019	264
PALM	PALM 66005M002	02 01 2000	28 12 2019	1033
PARA	PARA 41610M001	04 01 2000	07 05 2007	379
PARC	PARC 41716A001	02 01 2000	03 10 2001	92
PARC	PARC 41716B001	12 12 2001	20 06 2009	374
PARC	PARC 41716C001	02 11 2009	27 08 2011	91
PARC	PARC 41716D001	28 08 2011	27 12 2019	435
PASM	PASM 48063M001	15 07 2015	28 12 2019	228
PAST	PAST 41695A001	03 04 2012	12 04 2014	102
PAST	PAST 41695B001	05 06 2014	23 03 2015	43
PBCG	PBCG 41656M001	03 04 2008	28 12 2019	609
PBJP	PBJP 41698A001	23 04 2013	22 03 2014	48
PBJP	PBJP 41698B001	07 05 2014	19 05 2018	211
PBJP	PBJP 41698C001	27 05 2018	28 12 2019	75
PBPT	PBPT 48106M001	09 10 2019	15 12 2019	11
PDEL	PDEL 31906A004	17 04 2000	16 12 2006	334
PDEL	PDEL 31906B004	17 12 2006	04 04 2008	67
PDEL	PDEL 31906C004	06 04 2008	20 08 2012	229
PDEL	PDEL 31906D004	17 10 2012	28 12 2019	370
PEAF	PEAF 48093A001	03 09 2013	11 07 2014	30
PEAF	PEAF 48093B001	07 08 2014	28 04 2018	195
PEAF	PEAF 48093C001	06 05 2018	28 12 2019	86
PEPE	PEPE 41650A001	01 01 2008	22 03 2014	324
PEPE	PEPE 41650B001	30 03 2014	20 05 2014	8
PEPE	PEPE 41650C001	12 06 2014	11 10 2014	18
PEPE	PEPE 41650D001	19 10 2014	28 12 2019	271
PERC	PERC 41617A002	15 08 2018	23 11 2019	66

(continua)				
Estações	Solução	Início	Fim	Número de semanas
PERC	PERC 41617B002	01 12 2019	28 12 2019	4
PICR	PICR 48092M001	06 06 2014	28 12 2019	280
PIFL	PIFL 48078M001	12 05 2014	15 06 2019	249
PISR	PISR 41673M001	10 04 2009	28 12 2019	532
PITN	PITN 41691A001	02 01 2011	09 07 2016	288
PITN	PITN 41691B001	10 07 2016	28 12 2019	178
PMB1	PMB1 43702A001	30 12 2005	21 10 2007	93
PMB1	PMB1 43702B001	19 12 2007	18 12 2010	156
PMB1	PMB1 43702C001	11 01 2011	20 12 2019	406
POAL	POAL 41616A001	02 01 2000	30 03 2007	370
POAL	POAL 41616B001	08 05 2007	08 09 2007	18
POAL	POAL 41616C001	16 09 2007	27 02 2010	111
POAL	POAL 41616D001	28 02 2010	29 04 2014	218
POAL	POAL 41616E001	06 05 2014	25 10 2014	25
POAL	POAL 41616F001	26 10 2014	12 05 2018	185
POAL	POAL 41616G001	13 05 2018	28 12 2019	85
POLI	POLI 41630A001	15 01 2007	18 10 2014	397
POLI	POLI 41630B001	26 10 2014	28 12 2019	239
POVE	POVE 41628A001	04 01 2006	18 07 2015	481
POVE	POVE 41628B001	19 07 2015	28 12 2019	221
PPTE	PPTE 41611M002	12 12 2005	28 12 2019	731
PRCV	PRCV 48097M001	21 08 2013	28 12 2019	308
PRGU	PRGU 41671A001	10 04 2009	05 04 2014	254
PRGU	PRGU 41671B001	13 04 2014	28 12 2019	297
PRMA	PRMA 41674A001	10 04 2009	12 04 2014	259
PRMA	PRMA 41674B001	20 04 2014	21 03 2015	46
PRMA	PRMA 41674C001	29 03 2015	28 12 2019	248
PRUR	PRUR 48032M001	13 07 2018	28 12 2019	77
RECF	RECF 41617A001	09 01 2000	28 08 2004	235
RECF	RECF 41617B001	05 09 2004	01 05 2007	134
RECF	RECF 41617C001	28 05 2007	23 11 2011	234
RECF	RECF 41617D001	29 08 2012	24 11 2012	13
RECF	RECF 41617E001	25 11 2012	14 03 2015	120
RECF	RECF 41617F001	22 03 2015	08 09 2017	126
RECF	RECF 41617G001	12 10 2017	17 02 2018	19
RIO2	RIO2 41507A006	21 04 2007	06 10 2012	286
RIO2	RIO2 41507B006	14 10 2012	28 12 2019	375
RIOB	RIOB 41645A001	05 09 2007	03 04 2013	288
RIOB	RIOB 41645B001	10 04 2013	09 05 2015	109
RIOB	RIOB 41645C001	17 05 2015	09 11 2019	229
RIOB	RIOB 41645D001	17 11 2019	28 12 2019	6
RIOD	RIOD 41608A001	29 07 2001	17 03 2007	294
RIOD	RIOD 41608B001	20 03 2007	03 08 2013	331
RIOD	RIOD 41608C001	11 08 2013	12 06 2019	305
RIOG	RIOG 41507C004	02 01 2000	01 02 2007	367
RIOG	RIOG 41507D004	05 02 2007	01 03 2007	4
RJCG	RJCG 41657M001	03 04 2008	28 12 2019	608
RJNI	RJNI 48104M001	14 06 2019	28 12 2019	29
RJVA	RJVA 48101M001	12 12 2018	28 12 2019	52
RNMO	RNMO 41664A001	01 01 2009	23 02 2017	423
RNMO	RNMO 41664B001	30 03 2017	28 12 2019	144
RNNA	RNNA 41668A001	01 01 2010	11 04 2013	170
RNNA	RNNA 41668B001	16 04 2013	25 10 2014	80
RNNA	RNNA 41668C001	02 11 2014	28 12 2019	269
RNPF	RNPF 48079A001	16 05 2014	04 05 2019	260
RNPF	RNPF 48079B001	12 05 2019	28 12 2019	33
ROCD	ROCD 41679M001	09 04 2010	28 05 2019	477
ROGM	ROGM 41651A001	01 01 2008	28 11 2015	380

(continua)				
Estações	Solução	Início	Fim	Número de semanas
ROGM	ROGM 41651B001	29 11 2015	28 12 2019	202
ROJI	ROJI 41658A001	03 04 2008	19 09 2015	387
ROJI	ROJI 41658B001	20 09 2015	28 12 2019	213
ROSA	ROSA 41632A001	19 06 2009	14 04 2016	354
ROSA	ROSA 41632B001	19 04 2016	28 12 2019	192
RSAL	RSAL 41699A001	04 07 2013	26 10 2013	16
RSAL	RSAL 41699B001	03 11 2013	28 12 2019	320
RSCL	RSCL 48080A001	29 06 2014	19 10 2019	277
RSCL	RSCL 48080B001	27 10 2019	28 12 2019	9
RSPE	RSPE 48099A001	03 07 2014	18 10 2014	16
RSPE	RSPE 48099B001	26 10 2014	28 12 2019	270
RSPF	RSPF 48054A001	09 12 2016	19 10 2019	147
RSPF	RSPF 48054B001	27 10 2019	28 12 2019	9
RSSL	RSSL 48105M001	15 08 2019	28 12 2019	20
SAGA	SAGA 41639A001	16 09 2007	12 09 2015	416
SAGA	SAGA 41639B001	13 09 2015	28 12 2019	220
SALU	SALU 41640A001	30 06 2008	11 06 2013	255
SALU	SALU 41640B001	17 06 2013	08 11 2014	73
SALU	SALU 41640C001	09 11 2014	24 04 2016	77
SALU	SALU 41640D001	09 06 2016	07 04 2018	95
SALU	SALU 41640E001	08 04 2018	28 12 2019	89
SALV	SALV 41618M001	04 01 2000	10 08 2008	431
SAVO	SAVO 41643A001	06 09 2007	21 04 2018	552
SAVO	SAVO 41643B001	09 05 2018	28 12 2019	86
SCAQ	SCAQ 48088M001	09 10 2013	28 12 2019	320
SCCA	SCCA 48047M001	10 08 2017	28 12 2019	125
SCCH	SCCH 41659A001	03 04 2008	07 12 2019	599
SCCH	SCCH 41659B001	15 12 2019	28 12 2019	2
SCFL	SCFL 48094M001	07 09 2013	28 12 2019	330
SCLA	SCLA 41660M001	03 04 2008	28 12 2019	609
SCRZ	SCRZ 41801A001	27 12 2009	15 11 2012	150
SCRZ	SCRZ 41801B001	19 11 2012	07 06 2014	77
SCRZ	SCRZ 41801C001	08 06 2014	28 12 2019	283
SCUB	SCUB 40701C001	09 01 2000	29 11 2000	45
SCUB	SCUB 40701D001	01 01 2002	18 06 2013	543
SCUB	SCUB 40701E001	11 01 2015	15 09 2019	159
SEAJ	SEAJ 41697A001	16 04 2013	22 09 2014	76
SEAJ	SEAJ 41697B001	14 10 2014	28 12 2019	254
SJRP	SJRP 41633M001	19 06 2009	28 12 2019	529
SJSP	SJSP 41601A002	29 04 2013	11 10 2014	75
SJSP	SJSP 41601B002	19 10 2014	28 12 2019	270
SMAR	SMAR 41621A001	06 02 2002	12 05 2007	263
SMAR	SMAR 41621B001	20 05 2007	27 02 2010	144
SMAR	SMAR 41621C001	07 03 2010	11 05 2013	166
SMAR	SMAR 41621D001	19 05 2013	28 12 2019	339
SPAR	SPAR 41676M001	01 01 2010	28 12 2019	514
SPBO	SPBO 41692A001	15 01 2012	07 12 2019	376
SPBO	SPBO 41692B001	15 12 2019	28 12 2019	2
SPBP	SPBP 48060M001	04 11 2016	28 12 2019	165
SPC1	SPC1 41678A002	01 05 2015	16 06 2018	164
SPC1	SPC1 41678B002	24 06 2018	28 12 2019	79
SPCA	SPCA 41678M001	09 04 2010	20 01 2015	231
SPDR	SPDR 48086M001	25 07 2014	28 12 2019	284
SPFE	SPFE 48082A001	23 02 2015	24 03 2016	57
SPFE	SPFE 48082B001	21 09 2016	28 12 2019	167
SPFR	SPFR 41693A001	07 12 2014	07 11 2015	43
SPFR	SPFR 41693B001	23 12 2015	28 12 2019	210
SPJA	SPJA 41686M001	15 01 2012	28 12 2019	385

(conclusão)				
Estações	Solução	Início	Fim	Número de semanas
SPLI	SPLI 41677M002	25 07 2014	28 12 2019	283
SPOR	SPOR 48048M001	30 08 2017	28 12 2019	122
SPPI	SPPI 48084M001	08 08 2014	29 11 2018	215
SPS1	SPS1 48083M002	21 12 2015	28 12 2019	210
SPSO	SPSO 48083M001	25 07 2014	14 12 2015	74
SPTU	SPTU 48085M001	25 07 2014	28 12 2019	284
SRNW	SRNW 43703A001	09 01 2006	06 01 2015	459
SRNW	SRNW 43703B001	13 01 2015	02 09 2015	6
SSA1	SSA1 41644A001	05 09 2007	02 10 2012	263
SSA1	SSA1 41644B001	14 10 2012	30 05 2015	137
SSA1	SSA1 41644C001	07 06 2015	28 12 2019	238
STHL	STHL 30606M003	26 08 2011	28 12 2019	417
SUTH	SUTH 30314A002	02 01 2000	23 02 2002	99
SUTH	SUTH 30314B002	03 03 2002	09 05 2004	114
SUTH	SUTH 30314C002	02 06 2004	28 12 2019	768
TOGU	TOGU 41661M001	03 04 2008	28 12 2019	590
TOPL	TOPL 41648A001	01 01 2008	21 09 2013	297
TOPL	TOPL 41648B001	29 09 2013	18 09 2014	51
TOPL	TOPL 41648C001	28 09 2014	12 11 2014	7
TOPL	TOPL 41648D001	28 01 2015	24 05 2018	174
TOPL	TOPL 41648E001	31 05 2018	28 12 2019	83
TUCU	TUCU 41520A001	02 01 2000	23 01 2006	274
TUCU	TUCU 41520B001	31 08 2006	19 09 2015	446
TUCU	TUCU 41520C001	20 09 2015	27 12 2019	188
UBA1	UBA1 41627A002	07 04 2010	30 04 2011	56
UBA1	UBA1 41627B002	15 02 2012	19 04 2012	9
UBA1	UBA1 41627C002	16 08 2012	22 11 2014	119
UBA1	UBA1 41627D002	30 11 2014	28 12 2019	265
UBAT	UBAT 41627A001	01 01 2006	11 04 2008	111
UBAT	UBAT 41627B001	13 04 2008	08 09 2009	72
UBE1	UBE1 41625M001	25 03 2014	28 12 2019	291
UBER	UBER 41625A001	13 07 2004	21 10 2006	115
UBER	UBER 41625B001	22 10 2006	20 10 2013	361
UEPP	UEPP 41611M001	02 01 2000	08 12 2005	308
UFPR	UFPR 41610A002	05 09 2007	27 02 2010	130
UFPR	UFPR 41610B002	07 03 2010	31 03 2018	420
UFPR	UFPR 41610C002	08 04 2018	28 12 2019	90
UNSA	UNSA 41514C001	02 01 2000	04 01 2001	53
UNSA	UNSA 41514D001	12 07 2001	19 07 2008	344
UNSA	UNSA 41514E001	27 07 2008	27 02 2010	83
UNSA	UNSA 41514F001	28 02 2010	22 04 2015	260
UNSA	UNSA 41514G001	10 05 2015	19 09 2015	19
UNSA	UNSA 41514H001	20 09 2015	28 12 2019	221
VARG	VARG 41626M001	11 04 2005	31 12 2009	231
VICO	VICO 41613A001	05 01 2000	02 04 2007	375
VICO	VICO 41613B001	10 04 2007	21 05 2011	208
VICO	VICO 41613C001	21 09 2011	26 03 2012	25
VICO	VICO 41613D001	05 04 2012	07 10 2017	288

Fonte: IBGE, Diretoria de Geociências, Coordenação de Geodésia.

Glossário

altitude Afastamento entre a superfície horizontal que passa por um dado ponto da superfície terrestre e a superfície de referência. No caso do Sistema Geodésico Brasileiro - SGB, as superfícies de referência são paralelas ao quase-geoide e passam pelo *Datum* de Imbituba (para grande parte do Território Nacional) e pelo *Datum* de Santana (no caso do Estado do Amapá), e as altitudes, desde 30 de julho de 2018, são normais, isto é, medidas ao longo das linhas verticais do campo da gravidade normal. As altitudes obtidas pelo rastreamento de satélites artificiais têm como referência um elipsoide, sendo, por isso, denominadas geométricas ou elipsoidais.

altura geoidal Afastamento entre o elipsoide de referência e o geoide, contado a partir do elipsoide ao longo da reta normal (ortogonal) ao mesmo. Se desprezadas a deflexão da vertical e a curvatura da linha de prumo, a altura geoidal pode ser expressa como a diferença entre as altitudes elipsoidal e ortométrica: positiva acima do elipsoide e negativa abaixo dele. As alturas geoidais são disponibilizadas sob a forma de modelos (mapas) geoidais, permitindo a conversão das altitudes geométricas obtidas nos levantamentos GNSS (GPS) em ortométricas. Para a conversão das altitudes geométricas em altitudes normais, compatíveis com as novas altitudes das referências de nível do Sistema Geodésico Brasileiro - SGB, devem ser utilizados modelos para conversão específicos que fornecem a separação entre as respectivas superfícies, como o hgeoHNOR.

anomalia de altitude Afastamento entre o elipsoide de referência e o quase-geoide, contado a partir do elipsoide ao longo da reta normal (ortogonal) ao mesmo. De modo similar às alturas geoidais, as anomalias de altitude são disponibilizadas sob a forma de modelos quase-geoidais, permitindo a conversão das altitudes geométricas, obtidas nos levantamentos GNSS (GPS), em altitudes físicas do tipo normal. Esse não é o caso das altitudes atualmente disponíveis no Banco de Dados Geodésicos - BDG do IBGE, resultantes do Reajustamento da Rede Altimétrica com Números Geopotenciais - REALT 2018, pois, apesar de elas serem do tipo normal, não se referem ao quase-geoide global, mas sim ao *Datum* Vertical do Sistema Geodésico Brasileiro - SGB em Imbituba e Santana.

datum Sistema ou superfície de referência oficial para os quais as coordenadas geodésicas, altitudes e aceleração da gravidade estão relacionadas. No caso da planialtimetria, o Sistema Geodésico Brasileiro - SGB adota o Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas - SIRGAS na sua realização SIRGAS2000, época 2000.4; para a altimetria, as altitudes referem-se ao *Datum* de Imbituba ou, no caso do Estado do Amapá, ao *Datum* de Santana; e, para a gravimetria, o *datum* gravimétrico nacional que é uma densificação do IGSN71 através da Rede Gravimétrica Fundamental Brasileira, estabelecida pelo Observatório Nacional.

EG Ver estação gravimétrica

elipsoide de referência Figura matemática mais adequada à representação da forma da Terra em função da simplificação dos cálculos e da boa aproximação relativa à sua forma real. *Ver também* geoide.

estação a satélite Estação geodésica tridimensional cujas coordenadas são determinadas por meio de técnicas de posicionamento que adotam o rastreamento de satélites artificiais. *Ver também* GNSS.

estação gravimétrica Estação geodésica que possui valor da gravidade resultante de medições gravimétricas.

geoide Figura definida como a superfície equipotencial do campo de gravidade da Terra que melhor se ajusta ao nível médio dos mares em âmbito global. Embora melhor descreva a forma física da

Terra, o geoide se caracteriza por grande complexidade em função da distribuição irregular de massas no interior da Terra e, conseqüentemente, por difícil representação matemática, o que leva à adoção do elipsoide como forma matemática da Terra, devido à simplificação decorrente de seu uso. O geoide é a superfície de referência nominal para as altitudes físicas do tipo ortométrico; no caso do Brasil, desde 30 de julho de 2018, as altitudes físicas são do tipo normal, que se referem não ao geoide, mas sim a uma superfície próxima a ele, denominada quase-geoide.

GNSS Global Navigation Satellite Systems (Sistema Global de Navegação por Satélite). Denominação dada ao conjunto de sistemas globais de navegação por satélites, dentre os quais destacam-se o Global Positioning System - GPS (sistema norte-americano), o GLONASS (sistema russo), o Galileo (sistema europeu) e o BeiDou (sistema chinês). Essa tecnologia é utilizada em conjunto, ou separadamente, na obtenção de coordenadas tridimensionais (latitude, longitude e altitude elipsoidal ou geométrica).

gravidade Força resultante da composição da atração gravitacional (gerada pelas massas heterogeneamente distribuídas no corpo planetário) e da força centrífuga (gerada pela rotação do corpo planetário), exercidas sobre um elemento de massa unitária. É expressa em unidades de aceleração (m/s^2), sendo tradicionalmente utilizado o miligal ($1 \text{ mGal} = 10^{-5} \text{ m/s}^2 = 10 \mu\text{m/s}^2$), e varia de acordo com a posição na superfície, devido à rotação, à topografia e às variações da densidade interna da Terra.

Gravimetria Conjunto de processos destinados à determinação da gravidade em uma estação geodésica qualquer.

Imbituba Datum vertical do Sistema Geodésico Brasileiro - SGB (exceto para o Estado do Amapá, cujas altitudes referem-se ao *Datum* de Santana), definido pelo nível médio do mar, entre 1949 e 1957, no Porto de Imbituba, em Santa Catarina.

levantamento geodésico Coleta de informações referentes a certas grandezas físicas em pontos especialmente escolhidos e materializados na superfície da Terra visando obter, com alta precisão, suas coordenadas geodésicas, ou altitudes, ou gravidade, de acordo com procedimentos metodológicos e operacionais específicos.

mapa geoidal Representação gráfica tradicional da separação entre elipsoide e geoide, da qual era extraída, por interpolação manual, a altura ou ondulação geoidal em um ponto qualquer da superfície terrestre. Atualmente, a separação entre geoide e elipsoide é disponibilizada por meio dos chamados modelos geoidais, sob a forma de arquivos digitais contendo grades regulares de valores daquela separação e rotinas computacionais para a respectiva interpolação numérica, como os modelos brasileiros da série MAPGEO, disponibilizados pelo IBGE. Os modelos geoidais são caracterizados como gravimétricos, pois são calculados a partir de observações gravimétricas e outras informações referentes ao campo da gravidade da Terra, de acordo com os conceitos e métodos da Geodésia Física. Os modelos obtidos a partir das diferenças entre altitudes elipsoidais e físicas em estações SAT-RN – caracterizados, portanto, como geométricos – não devem ser considerados modelos geoidais, mas sim modelos para conversão entre altitudes.

ondulação geoidal Ver altura geoidal

precisão Medida estatística da tendência de um conjunto de números aleatórios que se agrupam em torno de um número determinado pelo conjunto. A medida mais comum usada para a precisão é o desvio padrão em relação à média. Um caso particular é o desvio padrão das medições em relação à média, utilizado como medida de precisão de um valor.

referência de nível Estação geodésica altimétrica determinada por meio de nivelamento geométrico de alta precisão.

repetibilidade Variabilidade, ou variação dos valores, em um conjunto de medições realizadas repetidamente para um valor particular.

RN Ver referência de nível

Santana *Datum* vertical do Sistema Geodésico Brasileiro - SGB para o Estado do Amapá, onde não se adota o *Datum* de Imbituba em função da impossibilidade de transposição de altitudes com nivelamento geométrico de alta precisão na região do baixo curso do Rio Amazonas. Definido pelo nível médio do mar, entre 1957 e 1958, no Porto de Santana, no Amapá. Ver também Imbituba.

SAT Ver estação a satélite

Sistema Geodésico Brasileiro Conjunto de definições conceituais e valores numéricos atribuídos a alguns parâmetros geodésicos fundamentais e às coordenadas e altitudes associados às estações geodésicas implantadas na porção da superfície terrestre delimitada pelas fronteiras do País, determinados por procedimentos operacionais e metodológicos específicos, incluindo modelos geodésicos de precisão. Constitui o referencial de posicionamento em Território Nacional, conforme o estabelecido no Decreto-Lei n. 243, de 28.02.1967.

velocidade Taxa de mudança de posição com o tempo. A velocidade especifica a direção e a rapidez do movimento, sendo, portanto, um vetor.

Equipe técnica

Diretoria de Geociências

Coordenação de Geodésia

Marcelo Rodrigues de Albuquerque Maranhão

Coordenação do projeto

Sonia Maria Alves Costa

Gerência de Referência Planialtimétrica

Guiderlan Lemos Mantovani

Alberto Luis da Silva

Flavio Vieira Scofano

Newton José de Moura Júnior (*in memoriam*)

Planejamento e coordenação técnica geral do projeto

Alberto Luis da Silva

Sonia Maria Alves Costa

Suporte técnico

Marco Aurélio de Almeida Lima

Gerência de Disseminação e Informação - GDI

Vania de Oliveira Nagem

Centro de Documentação e Disseminação de Informações

Coordenação de Produção

Marisa Sigolo

Gerência de Documentação

Pesquisa e normalização documental

Aline Loureiro de Souza

Ana Raquel Gomes da Silva

Isabella Carolina do Nascimento Pinto

Lioara Mandoju

Nadia Bernuci dos Santos

Normalização textual e padronização de glossários

Ana Raquel Gomes da Silva

Elaboração de quarta-capa

Ana Raquel Gomes da Silva

Gerência de Gráfica

Impressão e acabamento

Ednalva Maia do Monte

Newton Malta de Souza Marques

Gerência de Serviços On-Line

Leandro Albertini Leite

Se o assunto é **Brasil**,
procure o **IBGE**.



/ibgecomunica



/ibgeoficial



/ibgeoficial



/ibgeoficial

www.ibge.gov.br 0800 721 8181

SOLUÇÃO MULTIANUAL DAS ESTAÇÕES DA REDE BRASILEIRA DE MONITORAMENTO CONTÍNUO DOS SISTEMAS GNSS NO PERÍODO DE 2000 A 2019

A Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo - RBMC é formada por um conjunto de estações geodésicas com receptores GNSS (Global Navigation Satellite Systems) de alto desempenho que proporcionam, uma vez por dia ou em tempo real, observações para a determinação de coordenadas de alta precisão. Para tal, a estrutura da Rede, fruto de iniciativa do IBGE, conta com o apoio de instituições governamentais, como o Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária - INCRA e o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, bem como de instituições de ensino das esferas estadual e federal, cujas parcerias disponibilizam alguma infraestrutura para a operação de tais estações.

Desde a adoção oficial do referencial geodésico SIRGAS2000 no Brasil, em 2005, a RBMC ocupou a posição de principal rede de referência, sendo a estrutura geodésica mais precisa do País e, por isso, utilizada em diversas atividades que demandam o posicionamento de precisão, dentre as quais se destacam obras de infraestrutura, como hidroelétricas e pontes, estudos climáticos nacionais e globais, georreferenciamento de imóveis rurais e urbanos, geração e transmissão de energia, agricultura de precisão, controle de frotas viária, aérea e marítima, entre outras aplicações de amplo benefício para a sociedade.

Este relatório metodológico, vastamente ilustrado, apresenta uma avaliação da posição das estações da RBMC ao longo do tempo, levando-se em consideração a dinâmica da crosta terrestre, as movimentações locais, os efeitos ocasionados por terremotos, bem como os deslocamentos ocorridos em função de trocas de equipamentos e de eventos não identificados, e descreve, a seguir, os procedimentos da combinação de soluções semanais homogêneas oriundas do reprocessamento dos dados GNSS da Rede SIRGAS-CON num período de 20 anos, realizado pelo Deutsches Geodätisches Forschungsinstitut der Technische Universität München - DGFI-TUM (German Geodetic Research Institute da Technical University of Munich), considerando-se um único referencial, o IGS14. Como resultado, uma solução multianual representada por um conjunto de coordenadas referidas à época 01.01.2010, um conjunto de velocidades, e as séries temporais referentes a cada estação foram calculados, em consonância com padrões e orientações adotados internacionalmente, e são avaliados, por fim.

O presente volume também está acessível no portal do IBGE na Internet, onde podem ser obtidas, além das coordenadas de alta precisão de interesse, informações sobre as estações integrantes da Rede e os equipamentos GNSS utilizados, entre outros dados relacionados.

