

RAIANE RINTIELLE VAZ MENEZES

**ANÁLISE DO GNSS PPP MULTI-CONSTELAÇÕES COM USO DOS SISTEMAS
GPS, GLONASS E GALILEO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2019

**Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da Universidade
Federal de Viçosa - Câmpus Viçosa**

T

M543a
2019 Menezes, Raiane Rintielle Vaz, 1990-
Análise do GNSS PPP multi-constelações com uso dos
sistemas GPS, GLONASS e GALILEO / Raiane Rintielle Vaz
Menezes. – Viçosa, MG, 2019.
xiv, 119 f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Inclui apêndices.

Orientador: William Rodrigo Dal Poz.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Referências bibliográficas: f. 65-71.

1. Sistema de Posicionamento Global. 2. Satélites artificiais
em navegação. I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento
de Engenharia Civil. Programa de Pós-Graduação em
Engenharia Civil. II. Título.

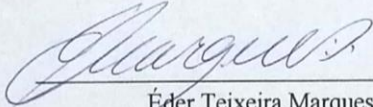
CDD 22. ed. 526.1

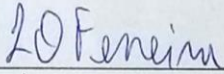
RAIANE RINTIELLE VAZ MENEZES

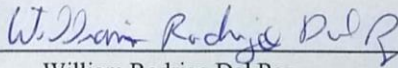
**ANÁLISE DO GNSS PPP MULTI-CONSTELAÇÕES COM USO DOS SISTEMAS
GPS, GLONASS E GALILEO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 28 de fevereiro de 2019.


Éder Teixeira Marques


Ítalo Oliveira Ferreira


William Rodrigo Dal Poz
(Orientador)

AGRADECIMENTOS

A Deus pela vida e por tornar este sonho possível!

Aos meus pais e minha família por todo apoio, em especial Sr. Antônio, Dona Terezinha e minha tia Mailza por me incentivarem na busca deste sonho! Ao Murillo por estar sempre me apoiando com carinho, companheirismo, motivação e muita paciência.

A todos os professores do Curso de Engenharia de Agrimensura e Cartográfica – UFV, em especial meu orientador professor Doutor William Rodrigo Dal Poz, pelo apoio, paciência e contribuição neste trabalho.

Aos funcionários do Departamento de Engenharia Civil, em especial à Cilene e Tiago, por me ajudarem em todas as vezes que precisei, e foram muitas!

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pelo apoio financeiro.

Aos velhos e novos amigos da Pós, Marília, Gabriel, Franciele, Sidmar, Lucas, Youlia, Jairo, Priscila, Matheus, Iann, Guilherme, Alessandra, Francisco, Layane e Marconi por toda a ajuda (sem vocês eu não conseguiria), pelos infinitos momentos de alegria, descontração, além daqueles momentos de tristeza e ansiedade! Vocês são demais!

A todos que, de forma direta ou indiretamente, contribuíram para a realização desta conquista.

EPÍGRAFE

“ Nenhum vento sopra a favor de quem não sabe para onde ir. ”

Lucius A. Seneca

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	vi
LISTA DE TABELAS.....	vii
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	viii
RESUMO.....	xi
ABSTRACT	xiii
1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS.....	6
2.1. Objetivo Geral	6
2.2. Objetivos Específicos.....	6
3. JUSTIFICATIVA E IMPORTÂNCIA	7
4. FUNDAMENTAÇÃO TEORICA	8
4.1. GNSS - <i>Global Navigation Sattelite System</i>	8
4.1.1. Similaridades e Diferenças entre GPS, GLONASS e Galileo.....	10
4.2. Posicionamento Por Ponto Preciso	14
4.3. Sistemas de Referência Modernos	17
4.3.1. ITRF2014	18
4.3.2. IGS14 e MGEX.....	19
4.3.3. SIRGAS.....	21
4.4. Transformação e atualização de coordenadas	22
5. MATERIAIS E MÉTODOS.....	26
5.1. Materiais	26
5.2. Metodologia.....	29
6. RESULTADOS E ANÁLISES	36
6.1. Resultante planimétrica	39
6.2. Componente altimétrica	51
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS, CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	63
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	65

APÊNDICES.....72

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Rede de estações utilizadas na realização do ITRF2014.	19
Figura 2 – Localização das estações selecionadas.....	26
Figura 3 – Satélites visíveis do Galileo para a estação PPTE.	27
Figura 4 – Satélites visíveis do Galileo para a estação SPAR.....	27
Figura 5 – Satélites visíveis do Galileo para a estação SPTU.	27
Figura 6 – Satélites visíveis do Galileo para a estação SPDR.....	28
Figura 7 – Satélites visíveis do Galileo para a estação MGBH.....	28
Figura 8 – Fluxograma da metodologia aplicada nesta pesquisa.	30
Figura 9 – Esquema de atualização e transformação das coordenadas de referência.....	32
Figura 10 – Gráficos da acurácia planimétrica da Estação PPTE.	39
Figura 11 – Histograma de ocorrências da acurácia planimétrica da Estação PPTE.	40
Figura 12 – Gráficos da acurácia planimétrica da Estação SPAR.....	42
Figura 13 – Histograma de ocorrências da acurácia planimétrica da Estação SPAR.....	43
Figura 14 – Gráficos da acurácia planimétrica da Estação SPTU.....	44
Figura 15 – Histograma de ocorrências da acurácia planimétrica da Estação SPTU.....	45
Figura 16 – Gráficos da acurácia planimétrica da Estação SPDR.....	46
Figura 17 – Histograma de ocorrências da acurácia planimétrica da Estação SPDR.....	47
Figura 18 – Gráficos da acurácia planimétrica da Estação MGBH.....	48
Figura 19 – Histograma das ocorrências da acurácia planimétrica da Estação MGBH.....	49
Figura 20 – Gráficos da acurácia altimétrica da Estação PPTE.	51
Figura 21 – Histograma das ocorrências da acurácia altimétrica da Estação PPTE.....	52
Figura 22 – Gráficos da acurácia altimétrica da Estação SPAR.....	53
Figura 23 – Histograma de ocorrência da acurácia altimétrica da Estação SPAR.....	54
Figura 24 – Gráficos da acurácia altimétrica da Estação SPTU.....	56
Figura 25 – Histograma de ocorrências da acurácia altimétrica da Estação SPTU.....	57
Figura 26 – Gráficos da acurácia altimétrica da Estação SPDR.....	58
Figura 27 – Histograma de ocorrências da acurácia altimétrica da Estação SPDR.	59
Figura 28 – Gráficos da acurácia altimétrica da Estação MGBH.....	60
Figura 29 – Histograma de ocorrências da acurácia altimétrica da Estação MGBH.	61

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Resumo das características do GPS, GLONASS e Galileo.....	13
Tabela 2 - Parâmetros de transformação de ITRF2008 para ITRF2005, época2005.0.....	24
Tabela 3 - Parâmetros de transformação de ITRF2005 para ITRF2000, época2000.0.....	24
Tabela 4 - Parâmetros de transformação de ITRF2014 para ITRF2008, época2010.0.....	24
Tabela 5 - Campanhas de processamento para cada dia e seus intervalos de rastreio.....	31
Tabela 6 – Fatores de ponderação para cada classe.....	37
Tabela 7 – Fator de Acurácia planimétrica da Estação PPTE.....	40
Tabela 8 – Fator de Acurácia planimétrica da Estação SPAR.....	43
Tabela 9 – Fator de Acurácia planimétrica da Estação SPTU.....	45
Tabela 10 – Fator de Acurácia planimétrica da Estação SPDR.....	47
Tabela 11 – Fator de Acurácia planimétrica da Estação MGBH.....	49
Tabela 12 – Resumo dos maiores Fatores de Acurácia planimétrica.....	50
Tabela 13 – Resumo dos menores Fatores de Acurácia planimétrica.....	50
Tabela 14 – Fator de Acurácia altimétrica da Estação PPTE.....	52
Tabela 15 – Fator de Acurácia altimétrica da Estação SPAR.....	54
Tabela 16 – Fator de Acurácia altimétrica da Estação SPTU.....	57
Tabela 17 – Fator de Acurácia altimétrica da Estação SPDR.....	59
Tabela 18 – Fator de Acurácia altimétrica da Estação MGBH.....	61
Tabela 19 – Resumo dos maiores Fatores de Acurácia altimétrica.....	62
Tabela 20 – Resumo dos menores Fatores de Acurácia altimétrica.....	62

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AIUB	<i>Astronomical Institute of the University of Bern</i>
BDS	<i>BeiDou Navigation Satellite System</i>
BPE	<i>Bernese Processing Engine</i>
BKG	<i>Bundesamt für Kartographie und Geodäsie</i>
CDDIS	<i>Crustal Dynamics Data Information System</i>
CDMA	<i>Code Division Multiple Access</i>
CNES	<i>Centre National d'Etudes Spatiales</i>
DCB	<i>Differential Code Biases</i>
DLR	<i>Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt</i>
CODE	<i>Center for Orbit Determination in Europe</i>
DoD	<i>Department of Defense</i>
DORIS	<i>Doppler Orbitography Radiopositioning Integrated by Satellite</i>
EGNOS	<i>Geostationary Navigation Overlay Service Europeia</i>
ENSG	<i>École Nationale des Sciences Géographiques</i>
ESA	<i>European Space Agency</i>
EUA	Estados Unidos da América
FDMA	<i>Frequency Division Multiple Access</i>
FTPF	<i>File Transfer Protocol</i>
GA	<i>Geoscience Australia</i>
GAGAN	<i>GPS Aided Geo Augmented Navigation</i>
GBAS	<i>Ground-Based Augmentation System</i>
GFZ	<i>Deutsches GeoForschungsZentrum</i>
GFZRNX	<i>RINEX GNSS Data Conversion and Manipulation Toolbox</i>
GLONASS	<i>Global'naya Navigatsionnaya Sputnikovaya Sistema</i>

GMF	<i>Global Mapping Function</i>
GNSS	<i>Global Navigation Satellite System</i>
GPS	<i>Global Positioning System</i>
GPT	<i>Global Pressure and Temperature</i>
GRS80	<i>Geodetic Reference System de 1980</i>
GST	<i>Galileo System Time</i>
GTRF	<i>Galileo Terrestrial Reference Frame)</i>
IAG	<i>International Association of Geodesy</i>
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICAO	<i>International Civil Aviation Organization</i>
IERS	<i>International Earth Rotation and Reference Systems Service</i>
IGN	<i>Institut National de l'Information Géographique et Forestière</i>
IGS	<i>International GNSS Service</i>
IRNSS	<i>Indian Regional Navigation Satellite System</i>
ITRF	<i>International Terrestrial Reference Frame</i>
ITRS	<i>International Terrestrial Reference System</i>
JAXA	<i>Japan Aerospace Exploration Agency</i>
MGEX	<i>Multi-GNSS Experiment</i>
NAVSTAR	<i>Navigation Satellite with Time and Ranging</i>
NRCan	<i>Natural Resources Canada</i>
PPP	Posicionamento por Ponto Preciso
PRN	<i>Pseudo Random Noise</i>
PZ-90	<i>Parametry Zemli 1990</i>
QZSS	<i>Quasi-Zenith Satellite System</i>
RBMC	Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo dos Sistemas GNSS
RINEX	<i>Receiver Independent EXchange Format</i>

SIRGAS	Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas
SBAS	<i>Space-Based Augmentation System</i>
SGB	Sistema Geodésico Brasileiro
SLR	Satellite Laser Range
TAI	<i>International Atomic Time</i>
UNB	<i>University of New Brunswick</i>
USNO	<i>United States Naval Observatory</i>
UTC	<i>Universal Time Coordinated</i>
VEMOS	Modelo de Velocidades para a América do Sul e Caribe
VLBI	<i>Very Long Baseline Interferometry</i>
WAAS	<i>Wide Area Augmentation System</i>
WGS84	<i>World Geodetic System 1984</i>

RESUMO

MENEZES, Raiane Rintielle Vaz, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2019.
Análise do GNSS PPP multi-constelações com uso dos sistemas GPS, GLONASS e Galileo.
Orientador: William Rodrigo Dal Poz.

O GNSS (*Global Navigation Satellite Systems*) é composto por vários sistemas de navegação por satélites artificiais. Dentre os sistemas; o GPS (*Global Positioning System*) e o GLONASS (*GLOBAL'naya NAVigatsionnaya Sputnikkovaya Sistema*) estão completamente operacionais e novos sistemas vêm sendo desenvolvidos, como o Galileo e o BeiDou. No presente momento, o Galileo encontra-se com 17 satélites operantes, o que viabiliza estudos e pesquisas relacionadas à combinação de multi-constelações no posicionamento geodésico e atividades da comunidade usuária. O Posicionamento por Ponto Preciso (PPP) tem se destacado dentre os métodos de posicionamento, o qual tem sido alvo de muitas investigações e melhoramentos nos últimos anos. Perante ao exposto, surge o interesse em analisar a contribuição do sistema Galileo, considerando combinações multi-constelações (GPS/GLONASS/Galileo) no Brasil. Para isso, realizou-se uma avaliação da acurácia planimétrica e altimétrica de cinco estações multi-GNSS, pertencentes a RBMC (Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo dos Sistemas GNSS), abrangendo os 30 dias referentes ao mês de abril de 2018. Os dados foram editados no *freeware* GFZRNx a fim de obter arquivos com diferentes intervalos de rastreamento (60, 90, 120 e 180 minutos), contendo apenas dados GPS, GPS e GLONASS, GPS e Galileo e a combinação dos três sistemas. O processamento dos dados foi realizado a partir do *software* científico BERNESE, versão 5.2 fazendo-se uso do método PPP. As coordenadas estimadas são referenciadas ao IGS14, na época de coleta dos dados, e foram comparadas com as coordenadas de referência obtidas dos descritivos das estações da RBMC, disponibilizadas no sítio do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Salienta-se, para fins de comparação que as coordenadas de referência, dadas em SIRGAS2000, época 2000,4, foram transformadas e atualizadas para a época de coleta dos dados (para o referencial IGS14). Para tanto, foram utilizados os parâmetros de transformação recomendados pelo IERS. As velocidades das estações da RBMC foram calculadas com o uso do VEMOS2009 (*VELOCITY MOdel of Sirgas*). De posse das tendências e precisões estimadas foi possível calcular a acurácia do posicionamento. Após análise dos resultados obtidos nesta pesquisa, pôde-se constatar que para a resultante planimétrica, 31,25% das soluções mais acuradas se apresentaram na combinação GPS/GLONASS/Galileo e na combinação GPS/Galileo. Para a componente altimétrica, os

resultados mais acurados foram identificados em 44,46% na combinação GPS/GLONASS/Galileo. Em relação as soluções menos acuradas, apresentaram-se em 57,90% para a planimetria no processamento GPS e para a altimetria, com 42,11% tanto no processamento GPS quanto na combinação GPS/Galileo. Além disso, verificou-se que o tempo de coleta não influenciou de forma significativa nos resultados da acurácia. De modo geral, diante dos resultados observados, conclui-se que a integração do sistema, em desenvolvimento, Galileo com os sistemas GPS e GLONASS, mostrou-se promissora no método de posicionamento PPP. É importante destacar que o processamento do Galileo em conjunto com os outros sistemas se encontra em estágio experimental no Bernese GNSS.

ABSTRACT

MENEZES, Raiane Rintielle Vaz, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, February, 2019.
Analysis of GNSS PPP multi-constellations using GPS, GLONASS and Galileo systems.
Advisor: William Rodrigo Dal Poz.

Global Navigation Satellite Systems (GNSS) is composed by several navigation systems based on artificial satellites. Amongst these systems, there are GPS (Global Positioning System) and GLONASS (GLObal'naya NAVigatsionnaya Sputnikkovaya Sistema) which are completely functional whilst other systems such as Galileo and BeiDou are still being developed. In the present moment, Galileo has 17 operational satellites that enables studies and researches related to multi-constellation combination in geodetic positioning and user community activities. Precise Point Positioning (PPP) has stood out comparing to others positioning methods and it has been the focus of a number of investigation and improvements over the past few years. Therefore, the concern in analysing the contribution from Galileo system arises in Brazil taking into consideration multi-constellation combinations (GPS/GLONASS/Galileo). In order to do so, an evaluation of planimetric and altimetric accuracies from five multi-GNSS stations have been performed. These stations belong to RBMC (Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo dos Sistemas GNSS – GNSS Systems Brazilian Network for Continuous Monitoring) and cover thirty days referred to the month of April 2018. The data has been edited on the freeware GFZRNX with the purpose of obtaining files with different tracking intervals (60, 90, 120 and 180 minutes); in addition, these files contain exclusively data from either GPS, GPS and GLONASS, GLONASS and Galileo as well as a combination of the three systems. The data processing has been carried out in the software BERNESE, version 5.2 using the PPP method. Besides, the estimated coordinates are referenced in IGS14, at the time of data collection, and were compared to reference coordinates obtained from the RBMC stations descriptive data available at IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – Brazilian Institute of Geography and Statistics) website. It must be pointed out that the reference coordinates, given in SIRGAS2000, epoch 2000.4, have been transformed and updated to the data acquisition epoch – to the reference IGS14. Hence, IERS recommended transformation parameters have been used. The velocities of the RBMC stations have been computed using VEMOS2009 (VELOCITY MOdel of Sirgas). From the estimated tendencies and precisions, it was possible to compute the positioning accuracy. After the results from this research, one noted to planimetric resultants, with 31,25% of the most accurate solutions were in the GPS/GLONASS/Galileo and

in the GPS/Galileo combination. For an altimetric component, the most accurate results were identified in 44.46% in the GPS/GLONASS/Galileo combination. When it comes to these less accurate solutions, they were 57,90% for GPS processing in planimetry, and 42,11% in GPS processing as well as GPS/Galileo combination in altimetry. Besides, it was perceived that the tracking time did not influence significantly in the accuracy results. In general, from the observed results, it was concluded that integrating the developing system Galileo with GPS and GLONASS systems has shown to be promising using the PPP method. One also must highlight that processing Galileo alongside with other systems is still on its experimental stage in BERNESE.

1. INTRODUÇÃO

O Sistema Global de Navegação por Satélite, ou GNSS (*Global Navigation Satellite System*), é hoje, uma das tecnologias espaciais mais avançadas. É composto por vários sistemas de navegação por satélites artificiais globais, regionais e de aumento, que fornecem posicionamento geodésico tridimensional sob quaisquer condições climáticas em nível local, regional e global. Este sistema engloba o GPS (*Global Positioning System*), GLONASS (*GLOBAL'naya NAVigatsionnaya Sputnikkovaya Sistema*), Galileo, BeiDou, dentre outros. (HOFMANN-WELLENHOF et al., 2008; MONICO, 2008).

Em 1985 o GPS foi declarado totalmente operacional, com 24 satélites, pelo Departamento de Defesa dos Estados Unidos da América (DoD – *Department of Defense*). Foi o sistema pioneiro de rádio navegação composto por uma constelação de satélites dedicada a transmitir dados posicionais sobre a superfície terrestre e após três décadas é, sem dúvidas o sistema mais difundido e utilizado na atualidade (LI et al., 2015; SETTI JÚNIOR et al., 2016).

O GLONASS passou por um período de degradação pela falta de investimentos e manutenções. Desse modo, o sistema chegou a contar com uma constelação de sete satélites disponíveis em 2002 (OLEYNIK, 2012). Já em 2012 o sistema restabeleceu sua constelação nominal, completando 24 satélites operacionais e alcançando novamente cobertura global.

Atualmente, além de dois sistemas totalmente operacionais, o GNSS conta com mais duas constelações emergentes, BeiDou e Galileo, ambos previstos para estarem operacionais até o ano de 2020 (BEIDOU, 2018; ESA, 2018a). Apesar do Sistema Galileo estar em desenvolvimento, conta com 17 satélites operacionais e disponíveis para usuários civis (GSC, 2018).

Quando os quatro sistemas estiverem totalmente implementados, cerca de 120 satélites de navegação estarão operacionais, contribuindo para uma melhor geometria entre os satélites e resultando em estimativas superiores de posicionamento. Sem dúvida, o mundo da navegação por satélite está passando por muitas mudanças com o rápido desenvolvimento do GNSS multi-constelações, potencializando aplicações e as tornando cada vez mais precisas e confiáveis (LI et al., 2015).

Neste cenário, o IGS (*International GNSS Service*), ampliou suas pesquisas e em meados de 2011, iniciou o projeto MGEX (*Multi-GNSS Experiment*). No qual foi criado para

coletar e analisar dados para determinar as órbitas precisas combinadas e outros dados, com o intuito de explorar e promover o uso dos novos dados multi-constelações em conjunto (MONTENBRUCK et al., 2017).

No Brasil a rede principal de referência ativa é a RBMC (Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo dos Sistemas GNSS), instituída pelo IBGE. É a primeira rede permanente da América Latina. As informações das estações, bem como coordenadas de referência, e dados GNSS são disponibilizadas gratuitamente, para todos usuários, no sítio do IBGE. Esta rede encontra-se em fase de ampliação e modernização, no qual visa expandir o fornecimento de dados GNSS, principalmente dados das constelações emergentes, Galileo e BeiDou. Atualmente a RBMC conta com 20 estações equipadas com receptores multi-GNSS, que passaram a fornecer dados RINEX 3.0 a partir do mês de agosto de 2018 (COSTA et al., 2018).

Neste sentido, a literatura científica apresenta alguns estudos sobre determinação de órbitas Galileo e multi-constelações com o uso de produtos MGEX e diferentes observações, podendo-se citar Hackel et al. (2015); Steigenberger et al. (2015); e Guo et al. (2016). Pesquisas sobre desempenho do sistema Galileo e a integração multi-constelações temos: Tiberius et al. (2002); Engel (2008); Ji et al. (2010) e Paziewski e Wielgosz (2013).

Através de estudos teóricos, Tiberius et al. (2002) analisou a resolução da ambiguidade em linhas de base curta, média e longa. Verificando que a combinação GPS/Galileo resulta em um posicionamento e resolução de ambiguidade superior em relação ao uso de dupla frequência GPS, mesmo em linha de base curta.

Engel (2008) analisou o desempenho, simulado, dos sistemas GPS e Galileo separados e combinados. Foi verificada a potencialidade da combinação entre esses sistemas, resultando em uma geometria melhor dos satélites, em relação ao usuário, conduzindo assim, a uma melhor estimativa do posicionamento.

Ji et al. (2010) avaliaram o posicionamento de multi-constelações, a partir de dados simulados, na área urbana de Hong Kong, considerando quatro opções: apenas GPS, GPS/GLONASS, GPS/Galileo e GPS/GLONASS/Galileo. Com base na simulação realizada, concluíram que usando GPS/GLONASS/Galileo há melhor desempenho em termos de disponibilidade, cobertura e continuidade em relação as demais, porém o desempenho ainda não é bom o suficiente para a maioria das aplicações de posicionamento em ambientes urbanos,

devido à alta propensão do multicaminhamento. O segundo melhor resultado, foi com a combinação GPS/Galileo.

A partir de dados simulados de quatro estações, Paziewski e Wielgosz (2013) testaram e analisaram a solução combinada do GPS/Galileo de dupla frequência, considerando a constelação completa do Galileo, ou seja, considerando os 30 satélites do Galileo e a modernização do GPS. Os resultados indicaram que o posicionamento combinado tem uma clara vantagem sobre as soluções de posicionamento único e utilização de observações multifrequências, no caso do sistema Galileo (E1, E5a, E5b, E6), tem vantagem sobre a solução de dupla frequência GPS (L1, L2).

Com o objetivo de analisar aspectos da interoperabilidade entre GPS e Galileo, além do efeito na resolução de ambiguidades, Odijk e Teunissen (2013) evidenciaram que a taxa de sucesso de resolução da ambiguidade, em dados combinados, se encontra entre 86% a 99%, sendo apenas o GPS, com uma taxa de 70 a 90%.

Em 2015, alguns trabalhos relacionados ao tema foram realizados com dados reais do sistema Galileo. Dentre eles pode-se citar Cai et al. (2015) e Li et al. (2015) que estudaram as combinações multi-constelações utilizando o PPP estático e cinemático. Já em 2016, Pan et al. (2016) comparou o desempenho do posicionamento absoluto a partir de dados multi-constelações.

Cai et al. (2015) averiguaram o desempenho das combinações multi-constelações, utilizando a técnica de posicionamento PPP no modo estático e cinemático. O estudo foi realizado com 5 estações em 16 dias de março de 2014, considerando estações multi-GNSS de dupla frequência. Devido a constelação Galileo apresentar poucos satélites na ocasião, verificou-se que tanto para o PPP estático quanto para o PPP cinemático, a melhora no desempenho considerando o Galileo não foi significativa. Já os resultados do PPP ao longo dos dezesseis dias indicam que as estimativas de diferença do sistema de tempo entre GPS/BeiDou, GPS/GLONASS e GPS/Galileo apresentam uma boa estabilidade. As estimativas das diferenças de tempo entre GPS/BeiDou e GPS/Galileo em todas as estações apresentaram próximas de 1 ns, sendo duas vezes maior que GPS/GLONASS.

Li et al. (2015) desenvolveram um modelo de posicionamento baseado nos quatro sistemas GNSS. Analisaram dados de 100 dias (1 setembro à 9 dezembro) do ano de 2013, considerando PPP estático e cinemático. Observaram que tanto no PPP estático quanto no cinemático a precisão e a confiabilidade do posicionamento, baseado somente no GPS,

diminuem drasticamente quando a máscara de elevação aumenta, principalmente no cinemático. No entanto, a precisão usando multi-constelações não é tão afetada pela alta elevação do corte e poucos centímetros são alcançados mesmo com uma máscara de elevação de 40°. Em alguns locais tanto o BeiDou quanto o Galileo não conseguem fornecer posicionamento preciso contínuo como um sistema autônomo, devido à pouca disponibilidade de satélites. A precisão em nível centimétrico no PPP para BeiDou ou para o Galileo, foi obtida após uma observação estática de mais de 16 horas. Porém, ressaltaram que a adição do BeiDou ou Galileo ao processamento somente do GPS, obviamente reduziu o tempo de convergência com uma melhora no posicionamento. Já a combinação GPS/BeiDou/GLONASS/Galileo apresenta uma convergência mais rápida, uma posição mais estável e melhor precisão em todas as três componentes.

Seguindo linhas similares aos de Cai et al. (2015), Pan et al. (2016) investigaram o desempenho do posicionamento absoluto a partir de dados multi-constelações de 47 estações distribuídas globalmente. Estas pertencentes a rede MGEX, sendo considerado dados apenas de uma frequência e efemérides transmitidas, disponibilizadas pelo IGS. Foram comparadas as combinações: apenas GPS, GPS/GLONASS, GPS/GLONASS/BeiDou e GPS/GLONASS/BeiDou/Galileo. Segundo os autores, a combinação GPS/GLONASS apresentou menores acurácias posicionais em relação ao GPS. Em sequência, ao adicionar observações do BeiDou à combinação GPS/GLONASS, observou-se uma melhora na acurácia do posicionamento. Contudo na integração com o Galileo, não houve significativa melhora na precisão do posicionamento. Relataram que durante os experimentos, haviam dados de efemérides transmitidas de apenas 3 satélites operacionais do sistema Galileo. Por fim, concluíram que a integração das quatro constelações, todas operacionais, é possível esperar por melhores precisões e disponibilidade de soluções do posicionamento, devido ao aumento do número de satélites visíveis e a sua melhor distribuição pelo céu.

Há ainda, outros estudos relacionados ao sistema Galileo considerando análises atmosféricas, contribuição regional etc. como Alkan et al. (2005); Steigenberger et al. (2011); Uhlemann et al. (2015); Nguyen et al. (2016); Benevides et al. (2017); Meneghini e Parente (2017); Cefalo et al. (2018) e Tarantino et al. (2018).

No Brasil tem-se poucos estudos relacionados, podendo-se citar Setti Júnior et al. (2016), que compararam a contribuição do Galileo integrado ao GPS, na acurácia resultante do posicionamento absoluto com a acurácia obtida no posicionamento convencional GPS, a partir de dados de 2014. Com os resultados obtidos, calcularam o Erro Médio Quadrático (EMQ)

horizontal e vertical, além do EMQ 3D. O maior valor de EMQ 3D foi para o dia 63 com 27,52 m para o GPS e 24,20 m para GPS/Galileo. O menor valor da combinação foi encontrado no dia 189 com EMQ de 13,03 m no processamento GPS/Galileo, e o menor valor do EMQ para o GPS foi identificado no dia 199 com 14,37 m. Verificaram-se assim, uma melhora no posicionamento ao considerar a combinação entre as constelações. Já Setti Junior e Alves (2017) avaliaram a geometria dos satélites e a acurácia do posicionamento com o uso de dados combinados GPS e Galileo, em comparação com o uso de dados apenas GPS, além da qualidade da geometria dos satélites visíveis (PDOP) a partir de observações de 2016. Encontraram valores de discrepância 3D de 8,12 m na combinação GPS/Galileo para o dia do ano 178 e para o dia 304 a discrepância 3D foi de 7,75 m. Constataram que houve uma melhora tanto na estimativa do posicionamento, ao utilizar dados das duas constelações, quanto na geometria dos satélites.

Conforme discutido, pôde-se observar que existe uma carência de estudos sobre a atual contribuição da constelação Galileo para o posicionamento multi-constelações no Brasil, fato que por si só justificaria qualquer pesquisa desta natureza. Além disso, a situação atual do GNSS é bem diferente em relação a época dos estudos descritos, haja visto que na maioria das pesquisas realizadas, apenas 2 ou 3 satélites eram visíveis, ou seja, apenas estes foram empregados nas análises. É importante destacar que há uma licença do *software* Bernese no Departamento de Engenharia Civil. Trata-se da versão 5.2, a mais recente, na qual tem capacidade de processar dados do sistema Galileo integrado com GPS e/ou GLONASS. O Bernese ainda não tem a capacidade de processar dados do sistema BeiDou. Porém, deve-se destacar que o processamento considerando o sistema Galileo se encontra em estágio experimental e disponível para utilização (DACH e FRIDEZ, 2017). Neste sentido, tem-se o interesse e a oportunidade em analisar a contribuição do sistema Galileo em combinação multi-constelações (GPS/GLONASS) no Brasil.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

Esta pesquisa tem por objetivo geral analisar a contribuição do sistema Galileo combinado aos sistemas GPS e GLONASS no PPP, por meio da análise de acurácia.

2.2. Objetivos Específicos

Tem-se como objetivos específicos desta pesquisa:

- Avaliar a utilização do *software* Bernese V5.2 no processamento de dados Galileo em conjunto com o GPS e o GLONASS;
- Analisar o desempenho da interoperabilidade na combinação dos sistemas GPS, GPS/GLONASS, GPS/Galileo e GPS/GLONASS/Galileo em diferentes intervalos de rastreamento;
- Determinar qual a melhor combinação de sistemas de posicionamento, considerando a constelação atual do Galileo em conjunto com GPS;
- Analisar a acurácia posicional planimétrica e altimétrica, de acordo com cada campanha de processamento.

3. JUSTIFICATIVA E IMPORTÂNCIA

Tradicionalmente, o GPS é a constelação mais conhecida e empregada dentre o GNSS (SETTI JÚNIOR et al., 2016). Contudo, com a recuperação do GLONASS, em 2012, bem como as emergentes constelações (Galileo e BeiDou), o campo da navegação por satélites está passando por mudanças consideráveis e seu potencial para aplicações e serviços GNSS serão mais precisos e confiáveis (LI et al., 2015).

Dentre a comunidade científica muito já se estudou sobre a integração entre GPS e GLONASS, tais como Farah (2014); Jerez et al. (2015), Silva (2015); Ventrone e Dal Poz (2016); Alcay e Yigit (2016); Geng e Shi (2017) e Gowda et al. (2017).

Apesar de não estar totalmente operacional, nos dias de hoje o sistema Galileo dispõe de 17 satélites operantes (GSC, 2018), desta forma, é um momento oportuno para pesquisas relacionadas a integração dos sistemas GNSS. Visto que, na literatura científica do Brasil não foi encontrado nenhum estudo que avaliasse a acurácia na integração entre Galileo, GLONASS e GPS em mais de uma estação multi-GNSS.

Destarte, a RBMC encontra-se em fase de ampliação e atualização, disponibilizando assim, observações Galileo proveniente de estações multi-GNSS. Fato que evidencia a modernização do posicionamento GNSS e também propicia este estudo em território brasileiro (COSTA et al., 2018).

Alguns trabalhos nacionais como Setti Júnior et al. (2016) e Setti Junior e Alves (2017), apresentaram resultados obtidos pelo posicionamento absoluto, quando haviam, respectivamente quatro e oito satélites da constelação Galileo lançados, e utilizaram apenas dados da portadora L1 e E1.

Diante do exposto, motiva-se a pensar: será que atualmente com os 17 satélites operacionais, o Galileo contribui ou não para resultados mais acurados na integração com GLONASS e GPS, aplicado ao PPP? Portanto, pretende-se com essa pesquisa contribuir tanto para a comunidade científica quanto para a comunidade usuária do GNSS.

Nesta perspectiva, há uma ausência de *softwares* comerciais, que já incluam em seus processamentos os novos sistemas que compõem o GNSS como o Galileo (SETTI JÚNIOR et al., 2016). O *software* científico BERNESE GNSS (BSW), que é conhecido pela comunidade acadêmica, por fornecer um alto padrão de qualidade para aplicações geodésicas, dispõe, de um

pacote capaz de processar dados Galileo. Deste modo, tornando-se viável este trabalho. Contudo, como já mencionado, o processamento de observações Galileo no Bernese se encontra em estágio experimental (DACH e FRIDEZ, 2017).

4. FUNDAMENTAÇÃO TEORICA

Serão descritos a seguir os conceitos empregados para realização do presente estudo, buscando esclarecer as definições utilizadas que serviram de base para os procedimentos metodológicos aplicados.

4.1. GNSS - *Global Navigation Sattelite System*

Segundo Seeber (2003), o termo GNSS foi criado pela ICAO (*International Civil Aviation Organization*) durante a X Conferência de Navegação Aérea em 1991, onde reconheceu que a tendência seria que a navegação por satélites artificiais se tornasse cada vez mais baseada em uma composição de sistema de navegação global.

Na contemporaneidade, o GNSS é uma composição de sistemas operacionais e em fase de implementação, podendo-se citar: GPS, GLONASS, Galileo e o BeiDou, como sistemas globais. Existem também, sistemas que são usados para melhorar o desempenho dos sistemas globais de navegação por satélite, como os Sistemas de Aumento Baseados em Satélites (SBAS) e os Sistemas de Aumento Baseados no Solo (GBAS). Exemplos de SBAS são: WAAS (*Wide Area Augmentation System – EUA*), EGNOS (*Geostationary Navigation Overlay Service Europeia*), GAGAN (*GPS Aided Geo Augmented Navigation – Índia*), dentre outros.

O GPS, foi desenvolvido pelo Departamento de Defesa dos Estados Unidos da América (DoD) no início da década de 1960, sob o nome de projeto NAVSTAR- GPS (*Navigation Satellite with Time and Ranging*), visando ser o principal sistema de navegação das forças armadas americanas. Os objetivos originais do GPS eram a determinação instantânea da posição, velocidade (navegação) e a coordenação precisa do tempo (transferência de tempo), a princípio, apenas para uso militar. Porém, o Congresso dos EUA, dada solicitação do

presidente, orientou o DoD a promover seu uso civil. O segmento de usuários fornece dois níveis de serviço: o Serviço de Posicionamento Padrão (SPS) para usuários civis; e o Serviço de Posicionamento Preciso (PPS) para usuários autorizados (MONICO, 2008; HOFMANN-WELLENHOF et al., 2008).

O sistema GLONASS, foi inicialmente desenvolvido pela extinta União Soviética (USSR) e hoje é de responsabilidade da República da Rússia, sendo controlado e desenvolvido pela *Russian Federation Space Forces*. Similar ao GPS, foi desenvolvido inicialmente para fins militares, porém em maio de 1988, em um Comitês Especial do ICAO, foi disponibilizado a comunidade mundial o uso gratuito dos sinais de navegação do GLONASS. Foi declarado operacional em 1995 com 24 satélites, mas por falta de manutenção, em 2002 se encontrava com apenas 7 satélites operacionais. Atualmente encontra-se com 24 satélites em funcionamento (SEEBER, 2003; GLONASS, 2018).

A Comissão Europeia, juntamente com a ESA (*European Space Agency*) e Indústria europeia, desenvolvem um Sistema de Navegação por Satélite Europeu, o sistema Galileo. O sistema recebe este nome em homenagem ao cientista e astrônomo italiano Galileu Galilei (1564-1642) (HOFMANN-WELLENHOF et al., 2008). O sistema Galileo pretende oferecer cinco níveis de serviço, com assinaturas necessárias para alguns dos mesmos, sendo os cinco serviços: serviço aberto (OS); serviço comercial (CS); serviço de salvaguarda da vida humana (SOL); serviço público regulado (PR); e serviço de busca e salvamento (SAR) (GHILANI e WOLF, 2012).

O sistema será controlado pelas autoridades civis e terá interoperabilidade com GPS e GLONASS (SEEBER, 2003). A constelação completa é esperada para 2020, e atualmente, o sistema consta com 17 satélites em órbita e funcionais, assim, já proporciona a utilização do sistema pelos usuários.

BeiDou é o sistema global de navegação por satélite da China, que está sendo desenvolvido de forma independente, iniciado como um serviço regional que expandiu-se para um serviço global. A estrutura do BeiDou é semelhante aos outros sistemas globais. De acordo com Hofmann-Wellenhof et al. (2008), a constelação de satélites BeiDou será composta por 27 satélites MEO (*Medium Earth Orbit*), 5 satélites em Órbita Geoestacionária (GEO) e mais 3 satélites em Órbita Geossíncrona Inclinada (IGSO). O sistema global terá quatro níveis de serviços: Serviço Aberto (OS), para usuários civis; Serviço Comercial (CS), serviço complementar ao OS com características diferentes afim de atender o cliente; Serviço de

Regulação Pública (PRS), serviço restrito ao governo; e Serviço de Busca e Resgate (SAR), contribuição para buscas e resgates em desastres (CSNO, 2018).

4.1.1. Similaridades e Diferenças entre GPS, GLONASS e Galileo

O sistema Galileo teve sua proposta de utilização por civis, diferente do GPS e GLONASS, que inicialmente foram propostos para fins militares. Apesar desses sistemas fazerem parte do GNSS, cada constelação apresenta, também, diferenças técnicas. Desta forma, serão apresentadas as principais diferenças e similaridades entre os sistemas considerados nesta pesquisa, na qual consistem basicamente no segmento espacial, nos sistemas de referência, nos sistemas de tempo e nas características dos sinais.

Atualmente a constelação do GPS é composta por 31 satélites operacionais, sendo 24 principais e 7 extras. Estão distribuídos em seis planos orbitais, igualmente espaçados ao redor da Terra, com inclinação de 55° em relação ao equador. Cada plano contém 4 satélites em órbita quase circular, a uma altura de aproximadamente 20.200 km, e tem um período orbital de aproximadamente 12 horas siderais (GPS, 2018). A constelação do GLONASS contém 24 satélites operacionais, dispostos em três planos orbitais. Cada plano comporta 8 satélites em órbita quase circular, com altura de aproximadamente 19.100 km. Cada satélite do sistema tem um período de revolução de aproximadamente 11 horas e 15 minutos siderais, e inclinação de $64,8^\circ$ em relação ao equador (GLONASS, 2018). No presente momento a constelação Galileo possui 17 satélites operantes, quando completo a constelação terá 30 satélites distribuídos em 3 planos orbitais e inclinados a 56° em relação ao equador. Cada plano contará com 8 satélites a uma altura de 23.222 km e com um período orbital de aproximadamente 14 horas siderais (GSC, 2018).

As diferenças nas características espaciais dos três sistemas, se referem à quantidade de planos orbitais (6 para o GPS, 3 para o GLONASS e Galileo) e inclinação das órbitas (55° para o GPS, $64,8^\circ$ para o GLONASS e 56° para o Galileo), que proporcionam diferenças na disponibilidade de satélites em função da latitude. Desta forma o GLONASS oferece melhor cobertura para altas latitudes, que não são atendidas pelos sistemas GPS e Galileo (SEEBER, 2003).

Cada constelação apresenta seu próprio sistema de referência para definir as órbitas de seus satélites. Para o GPS, o sistema de referência utilizado é o WGS-84 (*World Geodetic System*) que se encontra na realização (G1762), o GLONASS faz uso do PZ-90 (*Parametry Zemli 1990*) estando nos dias atuais na sua quinta realização (PZ-90.11), enquanto o Galileo utiliza o GTRF (*Galileo Terrestrial Reference Frame*) atualmente na sua realização GTRF 16v01. Ambos sistemas são geocêntricos bem similares e consistentes com o ITRF, porém existem pequenas diferenças centimétricas em suas definições (LAGO et al., 2002; HOFMANN-WELLENHOF et al., 2008). Essas diferenças devem ser consideradas na integração dos sistemas, pois os distintos sistemas de coordenadas influenciam nas coordenadas do satélite. Por conseguinte, as coordenadas dos satélites devem ser transformadas para um sistema em comum, antes de se aplicar o ajustamento. Os parâmetros de transformação entre os diferentes sistemas de coordenadas são dados de acordo com a transformação de Helmert. Maiores detalhes podem ser encontrados, por exemplo, em Hofmann-Wellenhof et al. (2008).

Contudo, a partir do desenvolvimento do projeto MGEX, as coordenadas dos satélites GNSS (GPS/GLONASS/Galileo/BeiDou) passaram a ser disponibilizadas no mesmo sistema de referência, possibilitando a aplicação do PPP multi-constelação. As órbitas finais dos satélites GNSS estimadas pelo MGEX são referenciadas, atualmente, ao IGS14 (IGS, 2016). Assim, as coordenadas estimadas pelo PPP também serão estimadas e referenciadas ao IGS14.

Com relação ao sistema de tempo, cada constelação utiliza o seu próprio, porém todos relacionam-se ao Tempo Universal Coordenado (UTC). Quando se utiliza a combinação de constelações, deve-se levar em consideração a transformação entre os sistemas de tempo, pois eles afetam significativamente a solução do posicionamento (PAN et al., 2016). Maiores detalhes podem ser encontrados em (HOFMANN-WELLENHOF et al., 2008).

O sistema de tempo GPS está relacionado ao TAI (*International Atomic Time*) e é referenciado ao UTC mantido pelo *United States Naval Observatory* (UTC [USNO]). O tempo GPS não é incrementado pelos saltos de segundos inteiros (*leap seconds*) e a diferença com o TAI é de 19 segundos (SEEBER, 2003). O GLONASS tem seu sistema de tempo baseado em relógios de hidrogênio, considera os saltos de segundos e possui um deslocamento constante de três horas, devido à diferença de fusos entre Moscou (+3h) e Greenwich (HOFMANN-WELLENHOF et al., 2008). O Sistema de Tempo Galileo (GST) é mantido pelos GCCs (*Galileo Control Centers*), localizados na Itália e Alemanha, onde são geradas as correções em relação ao UTC com precisão de 28 bilionésimos de segundos (ESA, 2018b). É importante destacar que os erros dos relógios dos satélites GNSS estimados pelo MGEX são referenciados

ao sistema de tempo GPS (AFIFI e EL-RABBANY, 2015). Assim, na integração do PPP com os produtos MGEX os erros dos relógios dos satélites GNSS deixam de ser incógnitas.

Em relação a estrutura dos sinais, os satélites dos sistemas de posicionamento global geram seus sinais a partir da frequência fundamental (f_0) de 10,23 MHz, que a partir de multiplicações por números inteiros permitem formar a frequência de cada uma das três portadoras denominadas L1, L2 e L5. Essas portadoras são moduladas por códigos PRN (*Pseudo Random Noise*) e mensagens de navegação contendo os parâmetros dos relógios, efemérides e informações do sistema. O código PRN nada mais é do que sequências de valores binários (0 e 1) que permitem ao receptor determinar o tempo de viagem do sinal de rádio de cada satélite para o receptor. Os códigos que formam o PRN são: o código C/A (*Coarse/Acquisition*) e o código P (*Precise code*) (SEEBER, 2003; HOFMANN-WELLENHOF et al., 2008).

No GPS, o sistema de transmissão utiliza a técnica CDMA (*Code Division Multiple Access*), em que todos os satélites transmitem as mesmas frequências e a identificação desses é dada pelo PRN atribuído a cada satélite (MONICO, 2008).

A concepção original de transmissão de sinais no GLONASS, se dá pela técnica denominada FDMA (*Frequency Division Multiple Access*), onde cada satélite transmite na sua própria frequência e, dessa forma, a identificação dos satélites se dá pela frequência do sinal. Assim, permite que dois satélites GLONASS, em posição antipodal dentro do mesmo plano orbital, possam transmitir sinais de navegação na mesma frequência. Para diferenciar os canais de frequência de cada satélite é utilizado um número inteiro k . Inicialmente os satélites GLONASS usavam 24 valores de k , porém, desde 2005 usam apenas 14 valores, no qual o k varia de -7 até 6. (GLONASS, 2008).

Com a modernização dos novos satélites GLONASS, em 2011, o sistema passou a utilizar, também, a técnica CDMA. Desta forma, facilitando a compatibilidade e a interoperabilidade com os demais sistemas. Os códigos são modulados sobre duas portadoras chamadas originalmente de G1 e G2, mas comumente denominada na literatura em geral como L1 e L2 (mesma denominação usada para as portadoras GPS) (HOFMANN-WELLENHOF et al., 2008).

A identificação dos satélites do sistema Galileo, assim como o GPS, se dá pela técnica CDMA. Os sinais Galileo são transmitidos em três bandas de frequência (E1, E5 e E6), usando quatro portadoras (E1, E5a, E5b e E6) (NURMI et al., 2014). Este processo de identificação dos satélites é também empregado no BeiDou (ESA, 2019).

As frequências das portadoras E5a e E1 do Galileo, coincidem com as frequências das portadoras L5 e L1 do sistema GPS. Devido à esta proximidade entre as bandas utilizadas, podem ocorrer interferências entre estes sinais. Desta forma, para reduzir os efeitos de interferências, a União Europeia em conjunto com os Estados Unidos, decidiram utilizar a técnica de modulação MBOC (*Multiplexed Binary Offset Carrier*), garantindo assim a compatibilidade e interoperabilidade entre os sistemas GPS e Galileo (NURMI et al., 2014).

Vale lembrar que a interoperabilidade é um conceito importante no GNSS, que pode ser definida como a capacidade de usar dois ou mais serviços em conjunto para conseguir melhor performance ao nível do usuário (VENTORIM e DAL POZ, 2016). Desta forma, apesar das diferenças técnicas entre estes dois sistemas, a similaridade das frequências centrais que eles usam, cria o potencial para garantir a interoperabilidade de um receptor GNSS.

Um resumo da comparação entre o GPS, GLONASS e Galileo é apresentado na Tabela 1. Ressaltando que foi considerado os sinais CDMA e FDMA, este último referente aos satélites GLONASS.

Tabela 1 – Resumo das características do GPS, GLONASS e Galileo.

Características	GPS	GLONASS		Galileo
Número de satélites	24 ¹	24		30 ²
Panos orbitais	6	3		3
Inclinação da órbita	55°	64,8°		56°
Altitude	20.200 km	19.100 km		23.222 km
Período orbital	11h 58min	11h 15min		~14h
Sistema de Referência	WGS-84	PZ-90.11		GTRF
Sistema de Tempo	UTC (USNO)	UTC (SU)		GST
Tipo de Sinal	CDMA	FDMA	CDMA	CDMA
Frequências (MHz)	L1: 1.575,42	G1: 1.602,00 + k*0,5625	G1: 1.600,00	E1: 1.575,42
	L2: 1.227,60	G2: 1.246,00 + k*0,4375	G2: 1.248,00	E6: 1.278,75
	L5: 1.176,45		G3: 1.202,00	E5: 1.191,79

¹ 24 principais e 7 extras.

² 17 operacionais.

4.2. Posicionamento Por Ponto Preciso

De acordo com Monico (2008), o posicionamento por ponto, ou posicionamento absoluto, é um método de posicionamento que apresenta como vantagem o emprego de apenas um receptor. As observáveis utilizadas são as pseudodistâncias e, quando disponível, a fase de batimento da onda portadora para mais de um instante de observação.

Quando utilizada as efemérides transmitidas, as coordenadas do ponto estarão associadas diretamente ao referencial do sistema de posicionamento por satélite utilizado. A precisão das órbitas transmitidas pelo GPS é da ordem de 1 metro (MONICO, 2008) e as precisões das órbitas transmitidas pelos outros sistemas são similares. Desta forma, as órbitas transmitidas pelos sistemas GNSS não podem ser aplicadas no PPP.

Diante do exposto, há a possibilidade de realizar o pós processamento das observações utilizando as efemérides precisas, juntamente com as correções dos relógios dos satélites, para efetuar os cálculos das coordenadas. Nesse caso, a órbita (posição) e o erro do relógio (tempo) dos satélites são aferidos com alta precisão e são vinculadas a um referencial geodésico, atualmente o IGS14 (REBISCHUNG, 2016).

Ao fazer-se uso das efemérides precisas o posicionamento absoluto é denominado de posicionamento por ponto preciso, ou seja, PPP. Essa técnica permite usar dados coletados por receptores de simples ou dupla frequência.

Sempre que for demandado maior precisão, é aconselhável utilizar receptores de dupla frequência. Pois, desta forma é possível eliminar os efeitos de primeira ordem da ionosfera, a partir da combinação linear das observáveis GNSS, denominada “livre dos efeitos de primeira ordem da ionosfera” (*ionospheric free signal* ou simplesmente *ion-free*). Além disso, com o uso de efemérides precisas os efeitos de orbita e dos relógios dos satélites GPS são conhecidos. Desta forma, as expressões matemáticas para o PPP com uso de observações GPS considerando observações da fase e pseudodistâncias, coletadas por receptores de duas frequências, são dadas pelas Equações 1 e 2 (Cai, 2009):

$$P_{IF}^G = \rho_G + cdt^G + d_{trop}^G + \varepsilon_{P_{IF}}^G \quad (1)$$

$$\varphi_{IF}^G = \rho_G + cdt^G + d_{trop}^G + N_{IF}^G + \varepsilon_{\varphi_{IF}}^G \quad (2)$$

Onde

P_{IF}^G : código obtido da combinação linear *ion free*;

φ_{IF}^G : fase obtida da combinação linear *ion free*;

G: representa o sistema GPS;

ρ_G : distância geométrica entre o centro de fase da antena do satélite, no instante de transmissão, e do receptor, no instante de recepção do sinal;

c: velocidade da luz no vácuo;

dt^G : erro do relógio do receptor em relação ao tempo GPS;

d_{top}^G : representa, de forma geral, o atraso troposférico;

N_{IF} : ambiguidade da observável *ion free*;

$\varepsilon_{P_{IF}}^G$ e $\varepsilon_{\varphi_{IF}}^G$: representam os efeitos aleatórios, efeitos sistemáticos não modelados e o ruído da combinação linear livre dos efeitos da ionosfera, para o código e fase, respectivamente.

Vale salientar que o erro da ionosfera não comparece no lado esquerdo das expressões em função da aplicação da combinação linear livre dos efeitos de primeira ordem da ionosfera. Contudo, efeitos residuais, denominados de efeitos de segunda e terceira ordem (*Higher Order Ionosphere*), também podem ser modeladas (DACH et al., 2015). Os erros dos relógios e das órbitas dos satélites, não constam do lado direito das expressões por serem conhecidos a partir dos produtos MGEX.

É importante destacar que o PPP foi originalmente desenvolvido para uso de receptores de duas frequências. Contudo, o PPP é altamente genérico e pode ser aplicado para uma variedade de sinais e constelações. Após o desenvolvimento do PPP com observações GPS, o GLONASS passou a ser considerado na integração do PPP. Considerando observações GLONASS, as expressões para o PPP se apresentam conforme Equações 3 e 4 Cai (2009):

$$P_{IF}^R = \rho_R + cdt^R + d_{trop}^R + \varepsilon_{P_{IF}}^R \quad (3)$$

$$\varphi_{IF}^R = \rho_R + cdt^R + d_{trop}^R + N_{IF}^R + \varepsilon_{\varphi_{IF}}^R \quad (4)$$

Onde

P_{IF}^R : código obtido da combinação linear *ion free*;

φ_{IF}^R : fase obtida da combinação linear *ion free*;

ρ_R : distância geométrica entre o centro de fase da antena do satélite, no instante de transmissão, e do receptor, no instante de recepção do sinal;

c: velocidade da luz no vácuo;

dt^R : erro do relógio do receptor em relação ao tempo GLONASS;

d_{top}^R : representa, de forma geral, o atraso troposférico;

N_{IF} : ambiguidade da observável ion free;

$\varepsilon_{P_{IF}}^R$ e $\varepsilon_{\varphi_{IF}}^R$: representam os efeitos aleatórios, efeitos sistemáticos não modelados e o ruído da combinação linear livre dos efeitos da ionosfera, para o código e fase, respectivamente.

Sendo, R a representação do sistema GLONASS, como consta nos arquivos RINEX e produtos IGS e MGEX. Os termos referentes as tendências ou atrasos instrumentais do receptor e satélites não foram apresentadas nas expressões. Contudo, essas tendências, referentes aos satélites GNSS também são produzidas, pelo MGEX e IGS, e são utilizadas no processamento com o Bernese. Os atrasos referentes ao receptor normalmente são agrupados no erro do relógio do receptor (AFIFI e EL-RABBANY, 2015).

De acordo com as Equações 1 a 4, há dois erros dos relógios do receptor, sendo um referente ao sistema de tempo GLONASS e outro ao sistema de tempo GPS. Porém, o erro do relógio do receptor GLONASS pode ser expresso pela soma do erro do relógio do receptor com relação ao tempo GPS e a uma diferença entre os sistemas de tempo GPS e GLONASS (cdt_{sis}^{GR}), dado por Cai (2009) pela Equação 5:

$$dt^R = dt^G + cdt_{sis}^{GR} \quad (5)$$

Desta forma, reescrevendo as Equações 1 a 4, tem-se que:

$$P_{IF}^G = \rho_G + cdt^G + d_{trop}^G + \varepsilon_{P_{IF}}^G \quad (6)$$

$$\varphi_{IF}^G = \rho_G + cdt^G + d_{trop}^G + N_{IF}^G + \varepsilon_{\varphi_{IF}}^G \quad (7)$$

$$P_{IF}^R = \rho_R + cdt^G + cdt_{sis}^{GR} + d_{trop}^R + \varepsilon_{P_{IF}}^R \quad (8)$$

$$\varphi_{IF}^R = \rho_R + cdt^G + cdt_{sis}^{GR} + d_{trop}^R + N_{IF}^R + \varepsilon_{\varphi_{IF}}^R \quad (9)$$

As Equações 6, 7, 8 e 9 representam o modelo de observação tradicional para a integração entre o GPS e o GLONASS no PPP. De acordo com as expressões apresentadas, tem-se como incógnita adicional o termo cdt_{sis}^{GR} , que representa a diferença entre os sistemas de tempo GPS e GLONASS.

Procedimento similar pode ser realizado considerando o Galileo e o BeiDou. Neste caso, mais duas incógnitas seriam adicionadas ao modelo funcional: as diferenças entre os sistemas de tempo GPS e Galileo, e GPS e BeiDou. É importante notar que todas as diferenças dos sistemas de tempo têm como referência o sistema de tempo GPS. Inclusive, os produtos MGEX também consideram como referência o sistema de tempo GPS (AFIFI e EL-RABBANY, 2015).

Diante do exposto, considerando a integração entre os sistemas GPS, GLONASS e Galileo, teríamos duas incógnitas adicionais, simbolizadas por: cdt_{sis}^{GR} e cdt_{sis}^{GE} , respectivamente. Essa é a forma tradicional do modelo funcional do PPP multi-constelações. Há variações na forma de apresentação do modelo funcional. Por exemplo, considerando apenas a integração entre o GPS e o Galileo, Afifi e El-Rabbani (2015) apresentam várias formas do modelo, como por exemplo o modelo *Decoupled Clock* GPS/Galileo e o modelo *Semi-Decoupled Clock* GPS/Galileo. O manual do Bernese (versão 5.2) não apresenta qual o modelo funcional é considerado no processamento PPP de observações Galileo (DACH e FRIDEZ, 2017).

Somente os produtos MGEX não garantem a alta precisão que pode ser alcançada pelo PPP. Outras fontes de erros também devem ser consideradas no processamento dos dados. Deve-se considerar as fontes de erros, tais como: os efeitos da troposfera, carga oceânica, marés terrestres, carga da atmosfera, movimento do polo, refração ionosférica, perdas de ciclo, multicaminho, relatividade, erros relacionados com centro de fase das antenas dos satélites e do receptor, dentre outros (LEICK, 2004; HOFMANN-WELLENHOF et al., 2008).

Com o uso de receptores de duas frequências os erros de primeira ordem da ionosfera são eliminados, e assim, o erro da troposfera passa a possuir conceitualmente um maior grau de importância comparativamente ao erro da ionosfera. Há várias possibilidades de modelagem deste erro no Bernese (DACH e FRIDEZ, 2017). Assim, um dos fatores mais limitantes da acurácia do PPP consiste na modelagem adequada do efeito da troposfera, bem como a estimativa de seu efeito residual. Mais informações sobre essa modelagem podem ser encontradas, por exemplo, em Braga (2018).

Porém, utilizando receptores de simples frequência, não é possível realizar a combinação linear *ion-free*. Desta forma, uma alternativa para reduzir os efeitos da ionosfera é utilizar modelos de ionosferas disponíveis, como, por exemplo, Modelo Global da Ionosfera do IGS e o Modelo de Klobuchar (LEICK, 2004).

4.3. Sistemas de Referência Modernos

O sistema de referência é necessário para as diversas aplicações que requerem a posição como elemento central, tais como trabalhos de engenharia, mapeamento, serviços topográficos

e a própria vida cotidiana, na qual a localização de lugares e objetos se torna cada vez mais imprescindível. Os sistemas de referência modernos, sobretudo, após o advento da geodesia espacial, passaram a ser globais e geocêntricos. Aspira-se que estes sistemas sejam bem definidos e materializados, permitindo que levantamentos possam ser referenciados a eles (CHAVES e MONICO, 2017).

4.3.1. ITRF2014

O ITRS (*International Terrestrial Reference System*) é adotado como sistema de referência terrestre internacional, além de ser considerado o referencial geodésico mais preciso, é realizado por meio do ITRF (*International Terrestrial Reference Frame*). Atualmente são 13 realizações do ITRS, nomeadas de acordo com o padrão ITRFxxxx, em que xxxx se refere ao ano mais recente do conjunto de dados utilizados, sendo as realizações: ITRF89, ITRF90, ITRF91, ITRF92, ITRF93, ITRF94, ITRF95, ITRF96, ITRF97, ITRF2000, ITRF2005, o ITRF2008, e o mais recentemente ITRF2014 (ALTAMIMI, et al., 2011; BLICK et al., 2014; ITRF, 2018a).

O ITRF2014, pela primeira vez na história, foi originado a partir de uma modelagem aprimorada na qual considera os movimentos não lineares que ocorrem na estação, incluindo movimentos sazonais (anuais e semestrais) e deformação pós-sísmica (PSD) causadas por grandes terremotos, em particular no Chile em 2010 e no Japão em 2011. Utilizou-se também o histórico completo das posições das estações e os parâmetros de orientação da Terra (EOPs), que foram fornecidos pelos Centros Técnicos do IERS (*International Earth Rotation and Reference Systems Service*), com base nas soluções de quatro técnicas geodésicas espaciais, sendo elas: VLBI (*Very Long Baseline Interferometry*); SLR (*Satellite Laser Ranging*); DORIS (*Doppler Orbitography Radiopositioning Integrated by Satellite*) e GNSS (ALTAMIMI et al., 2016). A Figura 1 ilustra a rede de estações utilizadas para a realização do ITRF2014¹.

¹ Todos os resultados referentes ao ITRF2014 estão disponíveis no seguinte endereço eletrônico: <http://itrf.ensg.ign.fr/ITRF_solutions/2014/>.

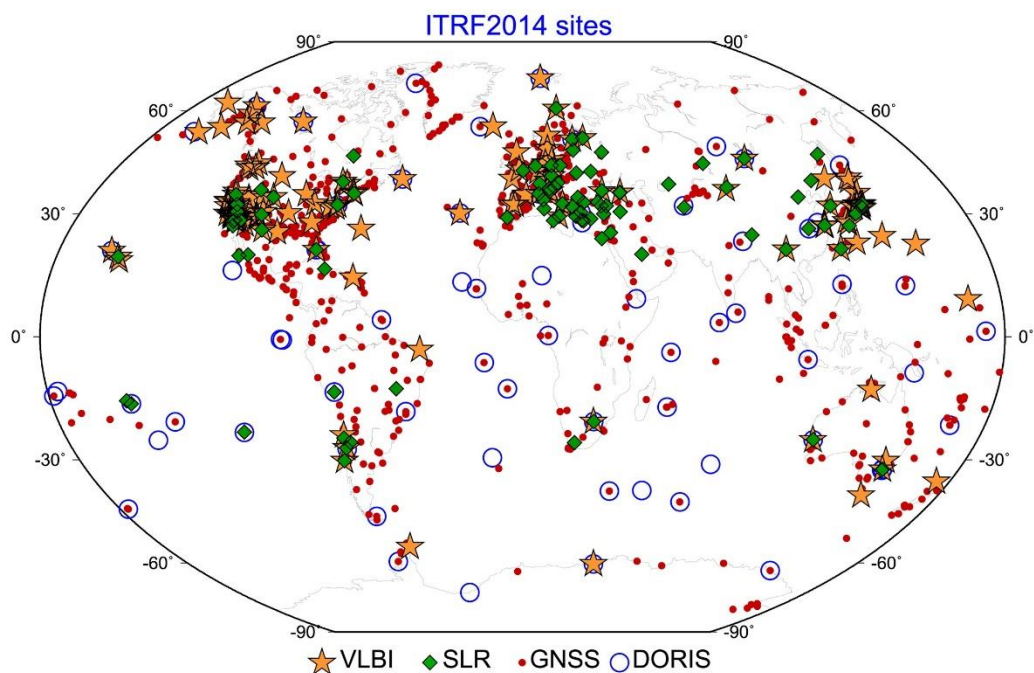


Figura 1 - Rede de estações utilizadas na realização do ITRF2014.
 Fonte: (ALTAMIMI et al., 2016)

4.3.2. IGS14 e MGEX

Baseado no ITRF2014, o IGS (*International GNSS Service*) disponibilizou, no final de janeiro de 2017 (semana GPS 1934), o IGS14 (REBISCHUNG et al., 2017). O ITRF2014 e o IGS14 são equivalentes ao nível global, no sentido de que eles compartilham a mesma origem, escala e orientação (REBISCHUNG e SCHMID, 2016). O IGS14 é um subconjunto de informações obtidas pelas 252 estações IGS estáveis e com bom desempenho. Comparado ao IGS08, IGS14 contém 65 novas estações principalmente em áreas anteriormente pouco cobertas (REBISCHUNG, 2016).

O IGS como um componente do Sistema Global de Observação Geodésica (GGOS), opera uma rede global de estações terrestres GNSS, centros de informações e de análises, nos quais fornecem dados e produtos derivados que são essenciais para pesquisas. Pode-se citar, como produtos do IGS, as efemérides precisas, os erros dos relógios dos satélites, dentre outros. As efemérides precisas, nada mais são do que um conjunto de dados que descrevem as órbitas dos satélites, permitindo aos usuários determinar as coordenadas dos satélites nos instantes em que estes emitem os sinais que eventualmente serão recebidos pelos receptores. Os arquivos produzidos contêm as coordenadas X, Y e Z dos satélites (em km) e as correções dos seus

relógios, que atualmente encontram-se associadas ao referencial geodésico IGS14 (REBISCHUNG, 2016). A seguir, são descritas as qualidades das efemérides precisas, além dos erros dos relógios dos satélites, dos produtos IGS (IGS, 2018):

- **IGS Final (IGS):** Os produtos IGS Final são disponibilizados semanalmente, toda quinta-feira, com um período de elaboração de 12 a 18 dias. A Estimativa Final da Troposfera do IGS, é produzida de 1 a 7 dias, aproximadamente, após o cálculo das órbitas finais, dos relógios e dos parâmetros de rotação da Terra do IGS. Os produtos finais são base para o referencial IGS e destinados a aplicações que exigem alta consistência e qualidade.
- **IGS Rápido (IGR):** Os produtos IGS rápido têm uma qualidade quase comparável à dos produtos finais. Diariamente é disponibilizado uma atualização, com um período de elaboração de 17 horas após o final do dia de observação anterior, ou seja, os produtos IGS Rápido são liberados por volta das 17:00 UTC. Para a maioria das aplicações, o usuário de produtos IGS não notará diferenças significativas entre os resultados obtidos usando os produtos IGS Final e IGS Rápido
- **IGS Ultrarrápido (IGU):** Os produtos Ultrarrápido estão disponíveis, desde novembro de 2000, para uso em tempo real e quase em tempo real. São disponibilizados quatro vezes por dia, às 03:00, 09:00, 15:00 e às 21:00 UTC. Ao contrário de todos os outros produtos orbitais IGS, os arquivos de órbita ultrarrápida contêm 48 horas de efemérides orbitais tabulados, e as épocas de início/fim mudam continuamente por 6 horas a cada atualização. Todos os outros produtos orbitais contêm estritamente as 24 horas das 00:00 às 23:45.

Com o advento dos sinais GPS modernizados e a ascensão de novos sistemas GNSS como; BeiDou, Galileo, QZSS, IRNSS e sistemas de aumento (SBAS e GBAS), o IGS expandiu seus produtos e, em meados de 2011, iniciou o projeto Experimental MGEX (*Multi-GNSS Experiment*). Atualmente o projeto experimental passou a se chamar Projeto Piloto Multi-GNSS, porém manteve a sigla MGEX (MONTENBRUCK et al., 2017).

O projeto, conta com contribuições de várias agências nacionais, universidades e outras instituições voluntárias como, por exemplo: CNES (*Centre National d'Etudes Spatiales*), CODE (*Center for Orbit Determination in Europe*), IGN (*Institut National de l'Information Géographique et Forestière*), GA (*Geoscience Australia*), GFZ (*Deutsches*

GeoForschungsZentrum), JAXA (*Japan Aerospace Exploration Agency*), DLR (*Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt*), BKG (*Bundesamt für Kartographie und Geodäsie*), e ESA (*European Space Agency*) (MONTENBRUCK et al., 2017).

A partir das observações da rede MGEX, são gerados a combinação e validação de produtos de órbitas e relógios Multi-GNSS (GPS, GLONASS, BeiDou, Galileo QZSS e Navic), a caracterização do segmento espacial GNSS (modelagem de parâmetros de orientação da Terra (EOPs), calibração de antenas, etc.), além da geração de produtos Multi-GNSS em tempo real. Estes produtos são publicamente disponibilizados aos usuários através de um FTP (*File Transfer Protocol*) do centro CDDIS (*Crustal Dynamics Data Information System*), bem como em sites espelho, hospedados pela IGS, CODE e ENSG (*École Nationale des Sciences Géographiques*).

Os produtos encontram-se na versão 3 do RINEX (IGS, 2012), pois de acordo com Montenbruck et al. (2017), esta versão foi especificamente projetada para suportar novas constelações com sinais diversos, permitindo distinguir diferentes tipos de observações dos novos sistemas. Essa distinção possibilita a total consideração das propriedades específicas dos sinais coletados e é, portanto, considerado como um pré-requisito importante para o processamento de dados Multi-GNSS de alta precisão.

Como já destacado neste estudo, as órbitas dos satélites GNSS fornecidas pelo MGEX estão referenciadas no mesmo sistema de referência, o IGS14, desconsiderando a necessidade de transformação de referencial dos satélites de constelações diferentes. Além disso, os erros dos relógios de cada constelação são estimados com relação ao sistema de tempo GPS.

4.3.3. SIRGAS

O SIRGAS é o Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas. Como sistema de referência, tem sua definição idêntica ao ITRS, ou seja, é um sistema geocêntrico, e sua realização é uma densificação regional do ITRF para a América Latina e Caribe. Possui como elipsoide de referência o GRS80 (*Geodetic Reference System de 1980*), recomendado pela IAG (*International Association of Geodesy*), além de ser considerado geometricamente idêntico ao sistema WGS84 em questões de ordem prática, como é o caso do mapeamento. As constantes dos dois elipsoides são idênticas, com exceção de uma pequena variação no achatamento

terrestre ($f_{WGS84} = 1/298.257223563$, $f_{GRS80} = 1/298.257222101$) (SEEBER, 2003; HOFMANN-WELLENHOF et al., 2008).

Após sua primeira realização, em 1993, foram efetuadas mais três realizações, a saber: SIRGAS95, SIRGAS2000 e SIRGAS-CON. Da mesma forma que o ITRF, as realizações SIRGAS fornecem em suas soluções, coordenadas e suas respectivas velocidades, seja considerando uma série temporal de coordenadas ou considerando um modelo de velocidade de natureza contínua, como o VEMOS (Modelo de Velocidades para a América do Sul e Caribe) (SIRGAS, 2018a).

SIRGAS-CON, é uma rede de monitoramento contínua, com cerca de 400 estações distribuídas na América Latina e Caribe. Os principais produtos da rede são: uma de natureza semanal, onde fornecem soluções semanais de coordenadas; e a solução multianual, de coordenadas e velocidades, visando aplicações que requeiram variações temporais (transformação entre épocas) (SIRGAS, 2018b). No presente momento o Brasil colabora com 139 estações da RBMC, as quais estão incluídas na rede SIRGAS-CON (SIRGAS, 2018c).

No Brasil, através da Resolução N°1/2005 de 25/02/2005 do IBGE, o SIRGAS foi oficialmente decretado como o Sistema Geodésico Brasileiro (SGB). Adotou-se a realização do ano de 2000, isto é, o SIRGAS2000, em que suas coordenadas estão referenciadas a época 2000,4. Na atualidade, o IBGE também adota o Modelo de Velocidades para a América do Sul e Caribe (VEMOS2009) nas soluções da rede (DREWES e HEIDBACH, 2012). Uma prática dos usuários do SGB é a utilização do VEMOS2009 via aplicativo disponibilizado pelo SIRGAS, identificado por VMS2009, no qual fornece as componentes da velocidade para a estação desejada. De posse das componentes da velocidade da estação é possível atualizar as coordenadas obtidas na época de rastreamento para a época de referência do SIRGAS2000 e assim referenciar os levantamentos geodésicos ao SGB. O IBGE, por exemplo, utiliza o VEMOS2009 no serviço *online* de Posicionamento por Ponto Preciso (PPP).

4.4. Transformação e atualização de coordenadas

A atualização de coordenadas é um processo de extrema relevância em aplicações geodinâmicas ou geodésicas em que se exige alta acurácia. Se deve, basicamente à contínua deformação da crosta terrestre, que faz com que as coordenadas que foram estimadas em uma determinada época, alterem com o tempo. Este é um dos motivos das várias realizações do

ITRF. O processo de atualização de coordenadas pode ou não envolver referenciais distintos. Quando é envolvido a mesma realização de um referencial, porém em épocas distintas, o processo se resume em apenas atualizar as coordenadas em função das deformações da crosta terrestre, que implicam no deslocamento da estação no intervalo de tempo dado entre a época de determinação das coordenadas e a época de interesse. Para isso utilizam-se modelos de velocidade das placas litosféricas da região de interesse, a fim de estimar as componentes da velocidade da estação (MONICO, 2008). O Modelo de Velocidade para a América do Sul e Caribe (VEMOS2009), o qual deve ser utilizado na área de abrangência do SIRGAS, foi calculado em função das coordenadas SIRGAS95 e SIRGAS2000, das velocidades das estações SIRGAS-CON, determinadas pelo IGSRNAAC-SIR (*IGS Regional Network Associate Analysis Centre for SIRGAS*), e por diferentes projetos geodinâmicos desenvolvidos na região (SÁNCHEZ et al., 2013). Destaca-se que este modelo de velocidade está vinculado ao ITRF2005 (DREWES e HEIDBACH, 2012).

Quando são considerados diferentes referenciais ou diferentes realizações de um referencial, em épocas distintas, vários passos devem ser realizados. As etapas de transformação das coordenadas de referência se inicia com a atualização dos parâmetros da época inicial t_0 para a época t , utilizando-se a Equação 10 (MONICO, 2008; ITRF, 2018):

$$P(t) = P_{t_0} + \dot{P}_{(t-t_0)} \rightarrow \begin{pmatrix} T_X \\ T_Y \\ T_Z \\ S \\ e_X \\ e_Y \\ e_Z \end{pmatrix}_t = \begin{pmatrix} T_X \\ T_Y \\ T_Z \\ S \\ \varepsilon_X \\ \varepsilon_Y \\ \varepsilon_Z \end{pmatrix}_{t_0} + \begin{pmatrix} \dot{T}_X \\ \dot{T}_Y \\ \dot{T}_Z \\ \dot{S} \\ \dot{e}_X \\ \dot{e}_Y \\ \dot{e}_Z \end{pmatrix} (t - t_0) \quad (10)$$

Onde:

\dot{P} : é a taxa de variação dos parâmetros;

\vec{T} : é o vetor das translações em X, Y e Z entre os dois referenciais, dadas em metros;

S: é o fator de escala entre os dois referenciais, adimensional, dado em PPM;

ε : é a matriz das rotações diferenciais em torno dos eixos X, Y e Z, dadas em radianos;

\dot{T} , \dot{S} , \dot{e} : são as taxas de variações em translação, fator de escala e rotação no ITRF com relação ao tempo.

Em sequência, é realizado a transformação entre diferentes realizações, com base na transformação de Helmert (ou similaridade), através de três translações, três rotações e um fator de escala. O modelo matemático utilizado para transformar as coordenadas no sistema

referencial de origem (0) para o sistema de referência destino (d), estando estes dois sistemas na mesma época, pode ser dado por meio da Equação 11 (ITRF, 2018b):

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}_d = \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}_0 + \begin{bmatrix} T_x \\ T_y \\ T_z \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} S & -\varepsilon_z & \varepsilon_y \\ \varepsilon_z & S & -\varepsilon_x \\ -\varepsilon_y & -\varepsilon_x & S \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}_0 \quad (11)$$

A Tabela 2 mostra os 14 parâmetros de transformação, na época 2005.0, de ITRF2008 para ITRF2005. A Tabela 3 mostra os 14 parâmetros de transformação, na época 2000.0, de ITRF2005 para ITRF2000. Já a Tabela 4 mostra os 14 parâmetros de transformação, na época 2010.0, de ITRF2014 para ITRF2008.

Tabela 2 - Parâmetros de transformação de ITRF2008 para ITRF2005, época2005.0.

Fonte: Adaptado de (ALTAMIMI et al., 2012).

T_x	T_y	T_z	S	ε_x	ε_y	ε_z
<i>mm</i>	<i>mm</i>	<i>mm</i>	<i>ppb</i>	<i>mas</i>	<i>mas</i>	<i>mas</i>
\dot{T}_x	\dot{T}_y	\dot{T}_z	\dot{S}	$\dot{\varepsilon}_x$	$\dot{\varepsilon}_y$	$\dot{\varepsilon}_z$
<i>mm/ano</i>	<i>mm/ano</i>	<i>mm/ano</i>	<i>ppb/ano</i>	<i>mas/ano</i>	<i>mas/ano</i>	<i>mas/ano</i>
-0,50	-0,90	-4,70	0,94	0,00	0,00	0,00
± 0,20	0,20	0,20	0,03	0,08	0,08	0,08
0,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
± 0,20	0,20	0,20	0,03	0,08	0,08	0,08

Tabela 3 - Parâmetros de transformação de ITRF2005 para ITRF2000, época2000.0.

Fonte: Adaptado de (ALTAMIMI et al., 2007).

T_x	T_y	T_z	S	ε_x	ε_y	ε_z
<i>mm</i>	<i>mm</i>	<i>mm</i>	<i>ppb</i>	<i>mas</i>	<i>mas</i>	<i>mas</i>
\dot{T}_x	\dot{T}_y	\dot{T}_z	\dot{S}	$\dot{\varepsilon}_x$	$\dot{\varepsilon}_y$	$\dot{\varepsilon}_z$
<i>mm/ano</i>	<i>mm/ano</i>	<i>mm/ano</i>	<i>ppb/ano</i>	<i>mas/ano</i>	<i>mas/ano</i>	<i>mas/ano</i>
0,10	-0,80	-5,80	0,40	0,00	0,00	0,00
± 0,30	0,30	0,30	0,05	0,01	0,01	0,01
-0,20	0,10	-1,80	0,08	0,00	0,00	0,00
± 0,30	0,30	0,30	0,05	0,01	0,01	0,01

Tabela 4 - Parâmetros de transformação de ITRF2014 para ITRF2008, época2010.0.

Fonte: (ALTAMIMI et al., 2016).

T_x	T_y	T_z	S	ε_x	ε_y	ε_z
<i>mm</i>	<i>mm</i>	<i>mm</i>	<i>ppb</i>	<i>mas</i>	<i>mas</i>	<i>mas</i>
\dot{T}_x	\dot{T}_y	\dot{T}_z	\dot{S}	$\dot{\varepsilon}_x$	$\dot{\varepsilon}_y$	$\dot{\varepsilon}_z$
<i>mm/ano</i>	<i>mm/ano</i>	<i>mm/ano</i>	<i>ppb/ano</i>	<i>mas/ano</i>	<i>mas/ano</i>	<i>mas/ano</i>
1,60	1,90	2,40	-0,02	0,00	0,00	0,00
± 0,20	0,10	0,10	0,02	0,06	0,06	0,06
0,00	0,00	-0,10	0,03	0,00	0,00	0,00
± 0,20	0,10	0,10	0,02	0,06	0,06	0,06

Ao considerar a variação espaço-temporal de coordenadas vinculadas a diferentes referenciais, torna-se necessário efetivar a mudança de referencial da velocidade da estação. Assim é necessário conhecer os parâmetros que os relacionam e as velocidades das estações posicionadas na placa tectônica (WESTON e SOLER 2012; SIRGAS, 2014). Vale ressaltar que o modelo de velocidade VEMOS2009 está vinculado ao ITRF2005 (DREWES e HEIDBACH, 2012), desta forma pode ser necessário realizar a mudança de referencial de velocidade do ITRF2005 para o ITRF utilizado, através do emprego da Equação 12 (ALTAMIMI et al. 2012):

$$\begin{bmatrix} V_X \\ V_Y \\ V_Z \end{bmatrix}_d = \begin{bmatrix} V_X \\ V_Y \\ V_Z \end{bmatrix}_{t_0} + \begin{bmatrix} \dot{T}_X \\ \dot{T}_Y \\ \dot{T}_Z \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \dot{S} & -\dot{\epsilon}_Z & \dot{\epsilon}_y \\ \epsilon_Z & \dot{S} & -\dot{\epsilon}_x \\ -\dot{\epsilon}_y & -\dot{\epsilon}_x & \dot{S} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}_{t_0} \quad (12)$$

Por fim, a atualização das coordenadas das estações da época (t_0) para a época de interesse (t) pode ser realizada de acordo com as Equações 13 a 15 (SIRGAS, 2016):

$$X_{(t)} = X_{(t_0)} + V_{X(t-t_0)} \quad (13)$$

$$Y_{(t)} = Y_{(t_0)} + V_{Y(t-t_0)} \quad (14)$$

$$Z_{(t)} = Z_{(t_0)} + V_{Z(t-t_0)} \quad (15)$$

Em que:

t : época de interesse para a determinação das coordenadas;

t_0 : época de origem das coordenadas cartesianas geocêntricas;

$X_{(t)}$, $Y_{(t)}$, $Z_{(t)}$: coordenadas cartesianas geocêntricas de uma estação na época de destino;

$X_{(t_0)}$, $Y_{(t_0)}$, $Z_{(t_0)}$: coordenadas cartesianas geocêntricas de uma estação na época de origem;

V_X , V_Y e V_Z : Vetor velocidade do ponto $X_{(t_0)}$, $Y_{(t_0)}$, $Z_{(t_0)}$, na época de origem.

5. MATERIAIS E MÉTODOS

5.1. Materiais

Nesta pesquisa foram utilizados dados GNSS de 5 estações da RMBC, equipadas com receptores multi-GNSS, as quais foram pré-selecionadas de acordo com o maior número de satélites do sistema Galileo rastreados na região Sudeste do Brasil (Figura 2). A fim de possibilitar uma análise temporal dos dados, foram obtidos dados de 30 dias, referentes ao mês de abril de 2018.

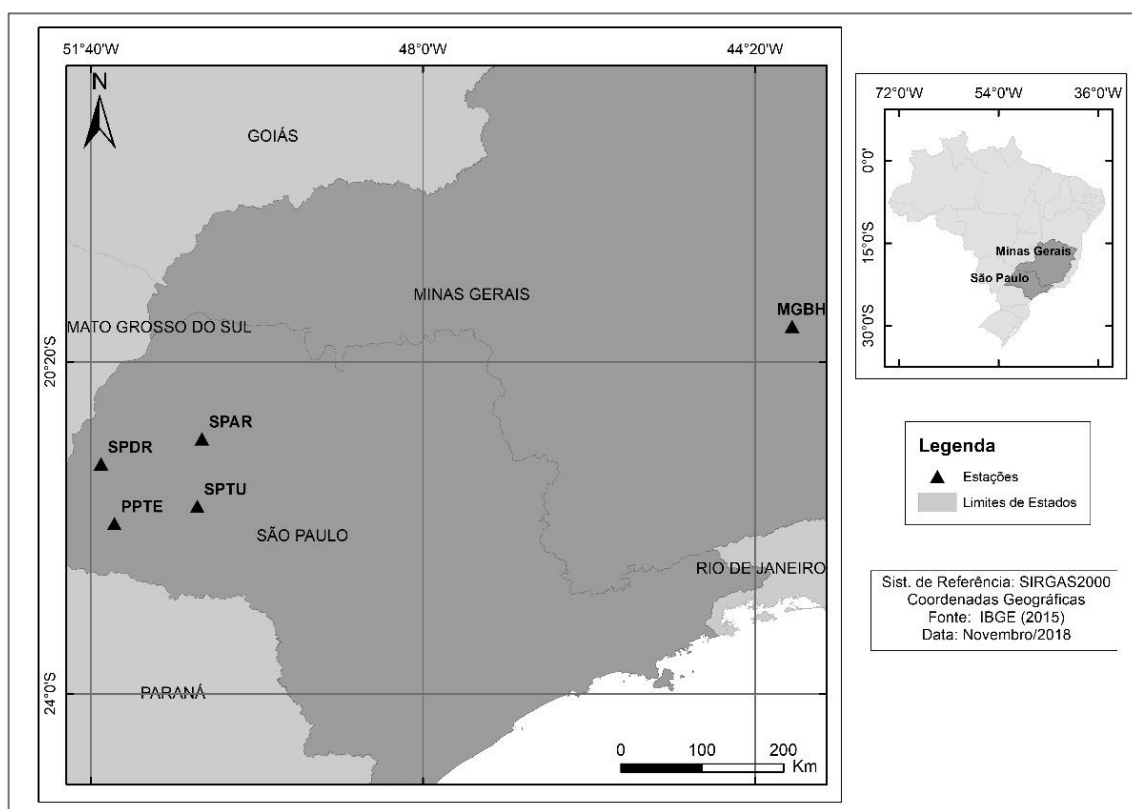


Figura 2 – Localização das estações selecionadas.

As Figuras 3 a 7 apresentam os satélites visíveis, do sistema Galileo, a partir de 12h UTC até as 15h UTC (que corresponde ao maior intervalo de rastreamento considerado nesta pesquisa, e equivalente a 180 minutos), para as 5 estações analisadas. As linhas representam o tempo de visibilidade e as cores o tipo de frequência, sendo a linha vermelha a frequência L5, e a linha amarela a frequência L1. Para a confecção dos gráficos das Figura 3 a 7, utilizou-se o RTKPlot, um dos módulos do *software* livre RTKLib V. 2.4.2.

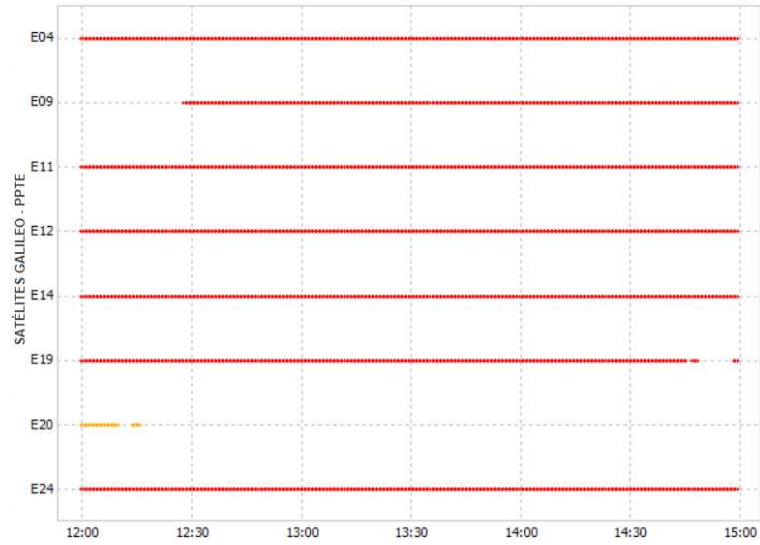


Figura 3 – Satélites visíveis do Galileo para a estação PPTE.

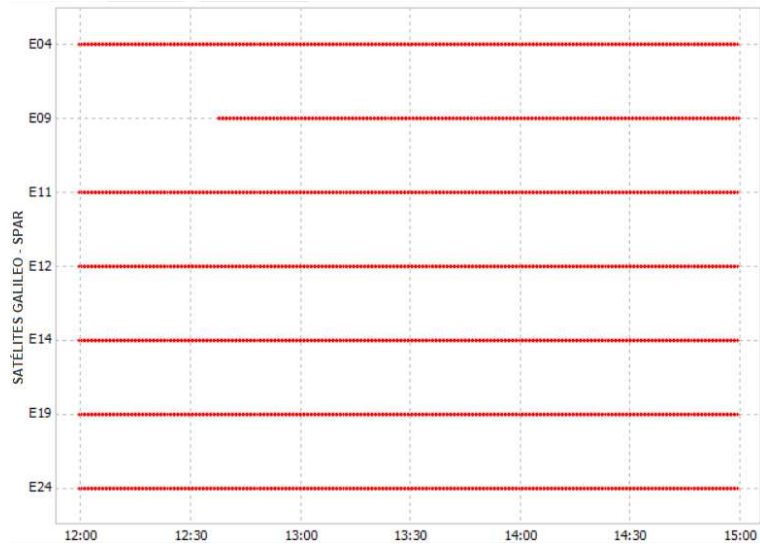


Figura 4 – Satélites visíveis do Galileo para a estação SPAR.

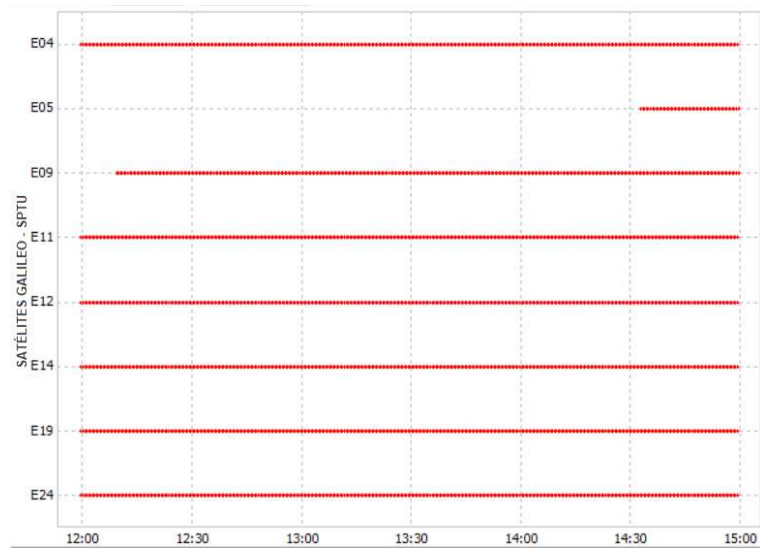


Figura 5 – Satélites visíveis do Galileo para a estação SPTU.

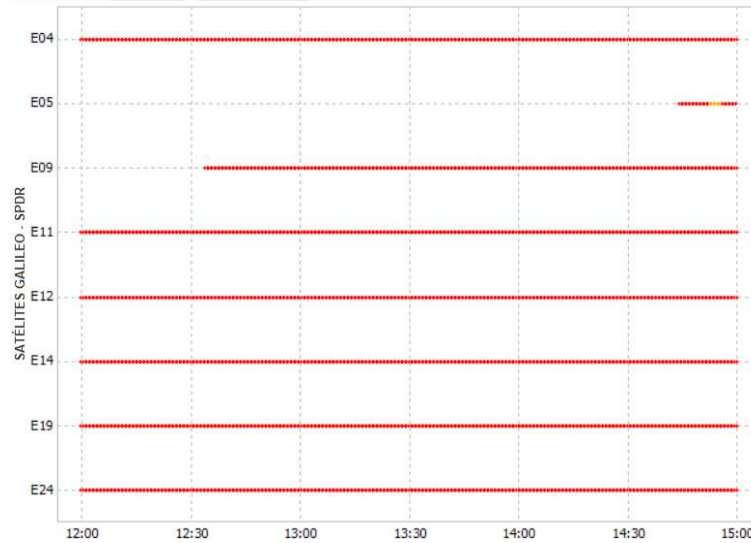


Figura 6 – Satélites visíveis do Galileo para a estação SPDR.

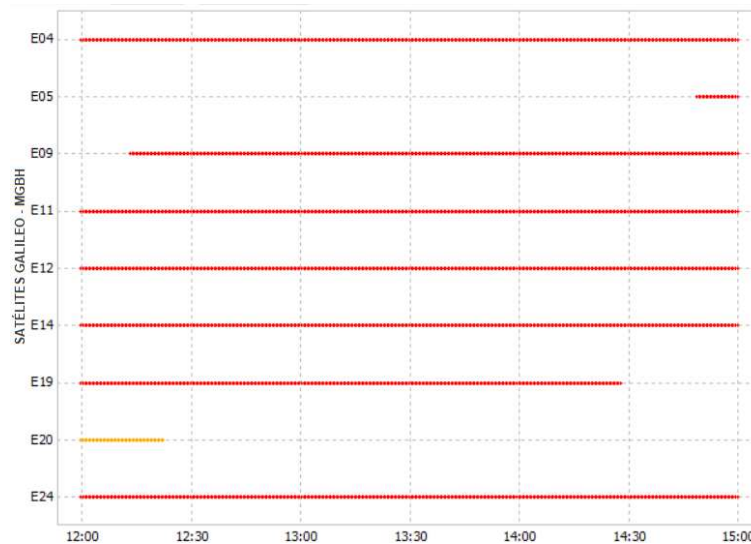


Figura 7 – Satélites visíveis do Galileo para a estação MGBH.

As observáveis GNSS são disponibilizadas no formato RINEX (*Receiver Independent Exchange Format*) com 24h de observações, para cada dia e para cada estação selecionada. Os arquivos RINEX utilizados foram editados no *freeware* GFZRNX (*RINEX GNSS Data Conversion and Manipulation Toolbox*) desenvolvido pela GFZ Data Services (NISCHAN, 2016).

O processamento das observáveis GNSS foi realizado no BERNESE GNSS *software* v5.2. O BSW foi desenvolvido pelo Instituto Astronômico da Universidade de Berna (AIUB), Suíça, sendo um pacote de *softwares* capazes de realizar processamentos de alta acurácia e tem sido utilizado em todo o mundo para atividades especialmente de cunho científico (DACH et al., 2015).

Para realizar o processamento dos dados no BSW, é necessário obter as soluções finais de órbitas, correções de relógio dos satélites e parâmetros de orientação da Terra. Como neste estudo foi considerado vários sistemas de posicionamento, estes produtos mencionados foram obtidos através do projeto *Multi-GNSS Extension* (MGEX) do IGS, que estão disponíveis através do ftp://ftp.aiub.unibe.ch/CODE_MGEX/CODE. Foram utilizados também, os arquivos DCBs (*Differential Code Biases*) e os mapas ionosféricos do CODE (*Center for Orbit Determination in Europe*). Os parâmetros do modelo de cargas oceânicas foram obtidos a partir do endereço: <http://holt.oso.chalmers.se/loading>, e o arquivo de carga de pressão atmosférica foi gerado empregando o próprio BSW, usando modelo de Ray e Ponte (2003). O modelo troposférico, bem como as correções de Marés Terrestres, foram obtidas diretamente do sistema do BSW, sendo utilizado, respectivamente o GPT/GMF e IERS (2010).

O *software* Matlab versão R2012b, foi empregado para realizar a extração dos resultados obtidos pelo BSW, a transformação entre realizações do referencial e temporal de coordenadas, cálculo das discrepâncias e precisões planimétrica e altimétrica, bem como o cálculo das acurácias planimétrica e altimétrica. As licenças, de todos os *softwares* aqui descritos, foram concedidas pelo Departamento de Engenharia Civil (DEC), da Universidade Federal de Viçosa (UFV). Para a geração dos gráficos que compõem os resultados, utilizou-se o *freeware* Calc, do pacote LibreOffice.

5.2. Metodologia

O fluxograma representado pela Figura 8 apresenta, em resumo, os principais passos da metodologia empregada nesta pesquisa.

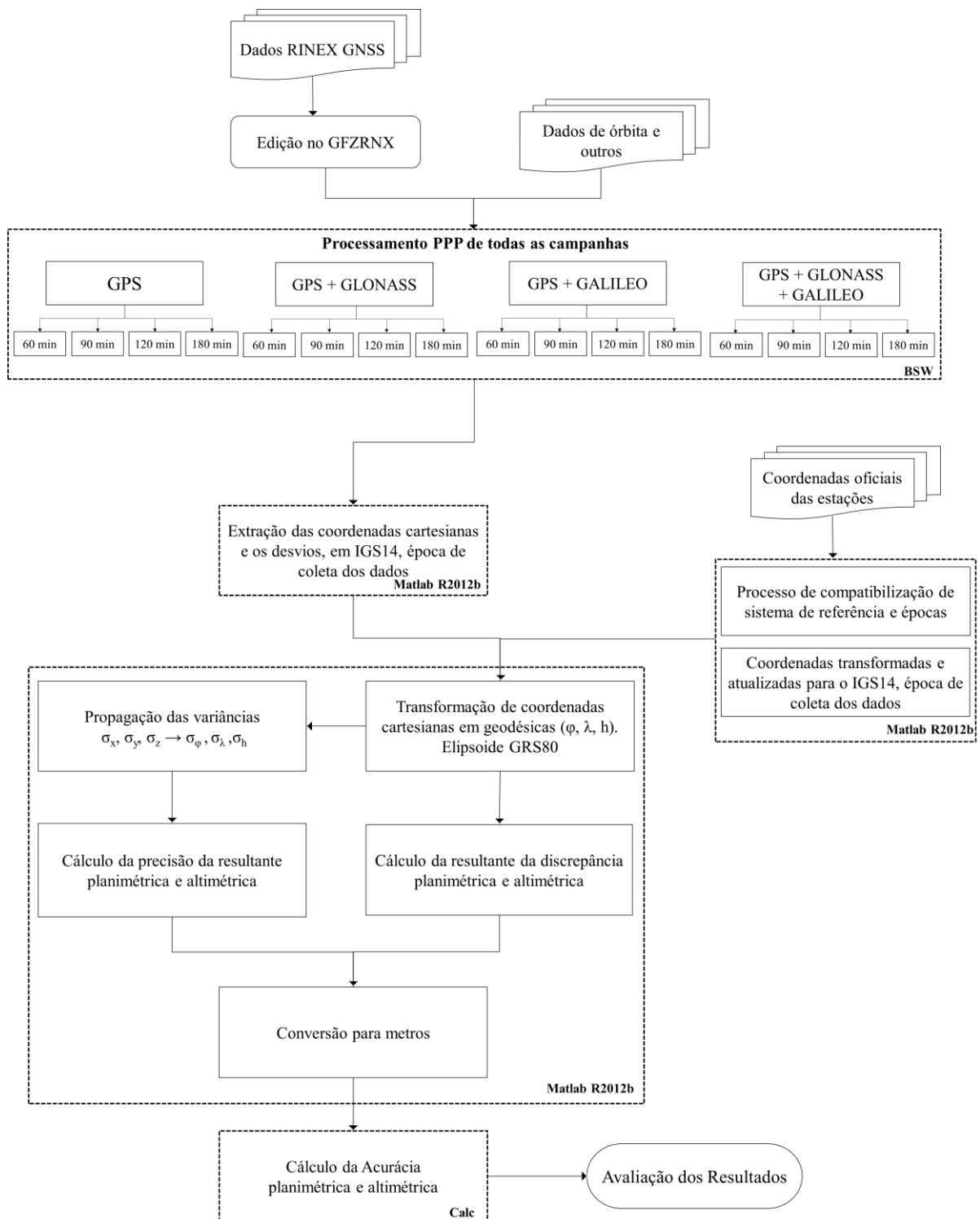


Figura 8 – Fluxograma da metodologia aplicada nesta pesquisa.

Após a obtenção das observáveis GNSS pelo sítio da RBMC, primeiramente realizou-se a transformação dos arquivos RINEX da versão 2.11 para a versão 3.01 fazendo-se uso do *freeware* GFZRNX. De acordo com Dach e Fridez (2017), as observáveis do sistema Galileo são reconhecidas pelo BSW somente na versão 3 do RINEX, justificando-se assim, a transformação de versões dos arquivos RINEX. Ressaltando que os dados, da RBMC,

referentes ao mês de abril eram fornecidos, apenas, em formato RINEX 2.11, sendo necessária desta forma, a transformação de versões do RINEX.

Na sequência os arquivos foram editados admitindo apenas dados GPS, apenas dados GPS e GLONASS, apenas dados GPS e Galileo e os dados dos três sistemas em conjunto: GPS, GLONASS e Galileo. Em todos os casos, foram empregados diferentes intervalos de rastreamento (60, 90, 120 e 180 min). Vale salientar, que o menor intervalo utilizado, correspondente a 60 minutos, foi utilizado em função do BSW não processar dados Galileo com intervalo inferior a 60 minutos. Todos os arquivos foram editados a partir das 12h UTC, com utilização do *freeware* GFZRNX. Desta forma, foram definidas 16 campanhas para cada dia do mês de abril, conforme apresenta a Tabela 5.

Tabela 5 - Campanhas de processamento para cada dia e seus intervalos de rastreamento.

Campanha	Sistema	Tempo (min)
1	GPS	60
2		90
3		120
4		180
5	GPS/GLONASS	60
6		90
7		120
8		180
9	GPS/Galileo	60
10		90
11		120
12		180
13	GPS/GLONASS/Galileo	60
14		90
15		120
16		180

Em seguida, a partir de oitenta campanhas no BSW (16 campanhas x 5 estações), foi realizado o processamento dos dados empregando a técnica PPP. Ressaltando que, para todos os processamentos foi utilizado intervalo das observações de 15 segundos, máscara de elevação 10° e a realização mais atual do ITRS, ou seja, o ITRF2014 (IGS14).

Como resultado, o *software* gera diversos arquivos, contendo várias informações sobre o processamento bem como as coordenadas cartesianas (X, Y, Z) e seus respectivos desvios padrão (σ_x , σ_y , σ_z) no sistema de referência ITRF2014 (IGS14) na época da coleta dos dados. Devido ao grande volume de dados gerados pelos processamentos no BSW, empregou-se uma rotina em Matlab a fim de automatizar e evitar equívocos na extração das coordenadas e seus

respectivos desvios, sendo obtidos diretamente dos arquivos gerados de cada estratégia de processamento.

As coordenadas de referência contidas no descritivo das estações da RBMC se encontram no sistema de referência oficial do Brasil, que é o SIRGAS2000, época 2000,4, no qual é uma densificação regional do ITRF2000 na época 2000,4 (SIRGAS, 2016d). Por isso, é necessário realizar a transformação do referencial do SIRGAS2000 (ITRF2000) para ITRF2014 (IGS14), bem como a atualização de coordenadas para compatibilizar a época de referência (2000,4) para época do levantamento dos dados (2018,28). Desta forma, as coordenadas a serem comparadas estarão referenciadas na mesma época e ao mesmo sistema de referência. Ressaltando que a época 2018,28 refere-se à época média do mês de abril, ou seja, o dia 15. A Figura 9, ilustra o esquema de transformação de referencial e atualização das coordenadas de referência. Este procedimento teve como referência, o trabalho desenvolvido por Braga e Dal Poz (2017).

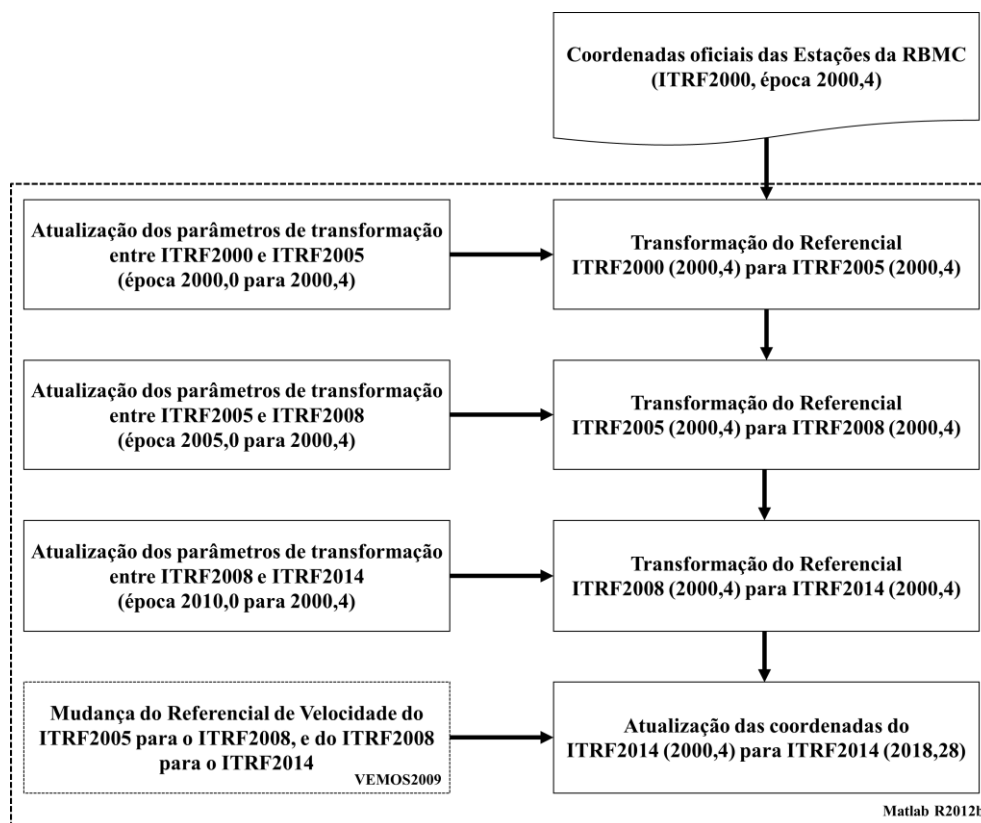


Figura 9 – Esquema de atualização e transformação das coordenadas de referência.

Fonte: (Braga e Dal Poz, 2017)

O modelo matemático, utilizado para atualizar e transformar as coordenadas de referência, foi o recomendado pelo IERS². Já os parâmetros de transformação empregados foram os apresentados nas Tabelas 2, 3 e 4. Esses parâmetros permitem transformar o

² Disponibilizado pelo ITRF pelo endereço: http://itrf.ensg.ign.fr/trans_para.php

referencial e atualizar as coordenadas entre as várias materializações do ITRF. Ressaltando que nesta pesquisa foi considerada a compatibilidade entre SIRGAS2000 e ITRF2000 (WESTON e SOLER, 2012), e entre o ITRF2014 e o IGS14 (REBISCHUNG, 2016).

Como previamente citado, na atualização de coordenadas é necessário considerar as componentes de velocidade para cada estação envolvida. Desta forma, as componentes do vetor velocidade das estações (V_x , V_y , V_z), foram obtidas através do VEMOS2009. Este modelo fornece as velocidades referenciadas ao ITRF2005 (DREWES e HEIDBACH, 2012), sendo assim, necessário modificar o referencial das velocidades do ITRF2005 para o ITRF2008 e posteriormente do ITRF2008 para o ITRF2014 (BRAGA e DAL POZ, 2017).

A análise dos resultados foi realizada em coordenadas geodésicas curvilíneas. Todavia, tanto as coordenadas estimadas quanto as de referência, já convertidas e transformadas para época de coleta dos dados, são coordenadas cartesianas (X , Y , Z). Desta forma, as coordenadas cartesianas foram convertidas para coordenadas geodésicas (φ , λ , h), através do método direto, proposto por Bowring (1976). Para a transformação foi utilizado os parâmetros do elipsoide GRS80, com semi-eixo maior (a) = 6378137 metros e achatamento (f) = 1/298,257222101 (PETIT e LUZUM, 2010), conforme recomenda a nota técnica nº 36 do IERS *Conventions* 2010. Como discutido, os cálculos incluindo a transformação, foram realizados com recurso à algoritmos implementados em Matlab.

De posse das coordenadas estimadas e de referência, ambas geodésicas, realizou-se o cálculo das discrepâncias, as quais são obtidas a partir das coordenadas estimadas no BSW e as coordenadas de referência, disponibilizadas pelo IBGE em seus respectivos descritivos, transformadas e atualizadas. Para o cálculo das discrepâncias da resultante planimétrica (D_p), foram utilizadas as seguintes equações:

$$\begin{vmatrix} \Delta\varphi(\text{graus}) \\ \Delta\lambda(\text{graus}) \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} \varphi(\text{estimada}) - \varphi(\text{referência}) \\ \lambda(\text{estimada}) - \lambda(\text{referência}) \end{vmatrix} \quad (16)$$

Na Equação 16, obtém-se as discrepâncias em radianos, fazendo-se necessária a conversão de graus para radianos, e em sequência a conversão de radianos para metros, conforme a Equação 17 (TORGE, 2001):

$$\begin{vmatrix} \Delta\varphi(\text{metros}) \\ \Delta\lambda(\text{metros}) \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} M \times \Delta\varphi(\text{rad}) \\ N \times \cos\varphi \times \Delta\lambda(\text{rad}) \end{vmatrix} \quad (17)$$

Sendo M o raio de curvatura da seção meridiana e N o raio de curvatura da seção primeiro vertical.

$$M = \frac{a(1-e^2)^{\frac{3}{2}}}{(1-e^2 \sin^2 \varphi)^{\frac{3}{2}}} \quad (18)$$

$$N = \frac{a}{(1-e^2 \sin^2 \varphi)^{\frac{1}{2}}} \quad (19)$$

$$e^2 = \frac{a^2 - b^2}{a^2} \quad (20)$$

Onde:

e^2 : segunda excentricidade;

φ : latitude média das coordenadas estimadas e de referência;

a: 6.378.137,000 m (semi-eixo maior do GRS80);

b: 6.356.752,314 m (semi-eixo menor do GRS80).

Logo, a discrepância planimétrica (D_P), ou tendência, em metros é dada pela Equação 21:

$$D_P = \sqrt{\Delta_{\varphi(\text{metros})}^2 + \Delta_{\lambda(\text{metros})}^2} \quad (21)$$

Em relação a altimetria, não é necessário a transformação de coordenadas, pois essa não sofre influência significativa (RAMOS et al., 2016), logo a discrepância altimétrica (Δ_h), em metros, é calculada conforme a Equação 22:

$$\Delta_{h(\text{metros})} = h_{(\text{estimado})} - h_{(\text{referência})} \quad (22)$$

Para o cálculo das precisões é indispensável ter os desvios padrão em coordenadas geodésicas, porém o BSW fornece no arquivo SINEX (*Solution INdependent EXchange format*) apenas os desvios padrão para as coordenadas cartesianas (X, Y, Z). Desta forma, é necessário propagar a variância e a covariância das coordenadas cartesianas para que obtenhamos os desvios padrão para coordenadas geodésicas (φ, λ, h), com o uso das seguintes equações:

$$C_{\varphi\lambda h} = J \times C_{XYZ(\text{metros})} \times J^t \quad (23)$$

Em que $C_{\varphi\lambda h}$ é a matriz variância covariância das coordenadas geodésicas, $C_{XYZ(\text{metros})}$ é a matriz variância covariância das coordenadas cartesianas, e J se refere a matriz jacobiana, dada por:

$$J = \begin{bmatrix} \frac{-\sin \varphi \times \cos \lambda}{(M+h)} & \frac{-\sin \varphi \times \sin \lambda}{(M+h)} & \frac{-\cos \varphi}{(M+h)} \\ \frac{-\sin \lambda}{(M+h)} & \frac{-\cos \lambda}{(M+h)} & 0 \\ \cos \varphi \times \cos \lambda & \cos \varphi \times \sin \lambda & \sin \varphi \end{bmatrix} \quad (24)$$

A MVC $C_{\varphi\lambda h}$ fornece os desvios padrão da latitude (σ_{φ}) e da longitude (σ_{λ}) em radianos, tornando-se necessário converter de radianos para metros, para isso, utiliza-se as Equações 25 e 26.

$$\sigma_{\varphi(\text{metros})} = \sigma_{\varphi(\text{rad})} \times (M + h) \quad (25)$$

$$\sigma_{\lambda(\text{metros})} = \sigma_{\lambda(\text{rad})} \times (N + h) \times \cos \varphi \quad (26)$$

Salientando que a precisão altimétrica é o próprio σ_h , fornecido pelo BSW. As precisões planimétricas (σ_p), foram calculadas conforme Equação 27:

$$\sigma_P = \sqrt{\sigma_{\varphi(\text{metros})}^2 + \sigma_{\lambda(\text{metros})}^2} \quad (27)$$

Esta pesquisa foi analisada em duas formas; uma planimétrica e uma altimétrica. Para isso, utilizou-se a observação da acurácia, em que seu conceito se refere ao grau de proximidade de uma estimativa em relação ao seu valor verdadeiro, estando relacionada com os efeitos aleatórios e sistemáticos (MIKHAIL e ACKERMAN, 1976; MONICO et al., 2009). As Equações 28 e 29 demonstram como foram obtidas as acurácias planimétricas e altimétricas em unidades métricas, respectivamente.

$$A_P = \sqrt{D_{P(\text{metros})}^2 + \sigma_{P(\text{metros})}^2} \quad (28)$$

$$A_h = \sqrt{\Delta_{h(\text{metros})}^2 + \sigma_{h(\text{metros})}^2} \quad (29)$$

6. RESULTADOS E ANÁLISES

Os resultados baseiam-se nas análises das acurácias, calculadas em função da discrepância e precisão, obtidas entre as coordenadas de referência, transformadas e atualizadas, e as coordenadas estimadas de acordo com a proposta deste trabalho. Para a apresentação dos resultados foram gerados dois tipos de gráficos, todos referentes aos 30 dias do mês de abril do ano de 2018, considerando cada estação e cada intervalo de rastreamento, todos iniciados às 12h UTC.

O gráfico do tipo radar, mostra a variação temporal da acurácia durante todo o mês. Foram construídos com escala em unidade métrica, no valor de 0,09 metros (valor máximo de acurácia ocorrida). Os dias foram identificados de 1 a 30 e para cada estação foram gerados 4 gráficos, referentes a cada intervalo de rastreamento considerado (60, 90, 120 e 180 minutos). Em cada gráfico são representadas as acurácias referentes aos quatro tipos de soluções (GPS, GPS/GLONASS, GPS/Galileo e GPS/GLONASS/Galileo).

De modo a observar a variação da distribuição dos resultados, utilizou-se o histograma. Os intervalos das classes foram escolhidos a fim de facilitar a visualização do número de ocorrências, ou seja, dos valores da acurácia em cada classe. Com a finalidade de facilitar a identificação dos resultados, adotou-se uma padronização da nomenclatura dos processamentos. Considerou-se as iniciais referentes a cada sistema original, conforme a convenção adotada nos arquivos RINEX e MGEX (GPS-G; GLONASS-R e Galileo-E). Desta forma, para os processamentos dos sistemas GPS/GLONASS atribuiu-se as letras GR; para GPS/Galileo as letras GE; e por fim, para GPS/Galileo/GLONASS as letras GER.

Os histogramas foram elaborados com nove classes de intervalos regulares, da seguinte forma: 0,00-0,01 m, 0,01-0,02 m, ..., 0,08-0,09 m. Os histogramas apresentam os resultados em ordem crescente da esquerda para a direita. Assim, pode-se inferir que os resultados mais acurados se referem aos valores mais concentrados à esquerda dos histogramas. Em contrapartida, os resultados menos acurados se referem aos valores mais concentrados à direita dos histogramas. Contudo, visualmente, pode ser difícil analisar qual solução é mais acurada. Diante do exposto, realizou-se uma ponderação considerando o número de classes dos histogramas, que foi padronizado em 9 classes. Para isso, a primeira classe (0,00-0,01 m) recebe um valor maior de ponderação, que vai diminuindo, proporcionalmente, até o valor da última

classe, no caso a nona classe (0,08-0,09 m). Desta forma, a seguinte proposta de ponderação é apresentada na Tabela 6.

Tabela 6 – Fatores de ponderação para cada classe.

Intervalo de Acurácias (m)	Fator de Ponderação
$0,00 < x \leq 0,01$	1
$0,01 < x \leq 0,02$	1/2
$0,02 < x \leq 0,03$	1/3
$0,03 < x \leq 0,04$	1/4
$0,04 < x \leq 0,05$	1/5
$0,05 < x \leq 0,06$	1/6
$0,06 < x \leq 0,07$	1/7
$0,07 < x \leq 0,08$	1/8
$0,08 < x \leq 0,09$	1/9

De acordo com a Tabela 6, o limite superior da última classe é igual a 0,09 m, enquanto o superior da primeira classe é igual a 0,01 m. Assim, pode-se dizer que a última classe é nove vezes menos acurada em relação à primeira. Da mesma forma, pode-se dizer que a oitava classe é oito vezes menos acurada em relação a primeira classe, e assim por diante. Assim, a critério de ponderação seguiu-se a mesma lógica de definição das classes dos histogramas. De acordo com a proposta de ponderação apresentada na Tabela 6, pode-se verificar que o fator de ponderação referente a nona classe é nove vezes menor (1/9) do que o fator de ponderação atribuído à primeira classe (1). Da maneira semelhante, o fator de ponderação atribuída a oitava classe é oito vezes menor (1/8) do que o fator de ponderação atribuído à primeira classe, e desta forma em diante.

Assim, foi adotada a média ponderada para analisar as acurácias estimadas. Esta média, foi nomeada como Fator de Acurácia (FA) e é apresentada pela Equação 30, em que C_n corresponde ao valor de ocorrência de acurácia na classe n .

$$FA = \frac{(C_1 * 1) + (C_2 * \frac{1}{2}) + (C_3 * \frac{1}{3}) + (C_4 * \frac{1}{4}) + (C_5 * \frac{1}{5}) + (C_6 * \frac{1}{6}) + (C_7 * \frac{1}{7}) + (C_8 * \frac{1}{8}) + (C_9 * \frac{1}{9})}{(1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{4} + \frac{1}{5} + \frac{1}{6} + \frac{1}{7} + \frac{1}{8} + \frac{1}{9})} \quad (30)$$

Diante do exposto, verifica-se que a acurácia de cada solução, será diretamente proporcional ao FA. Portanto, quanto maior o valor do FA, maior será a acurácia. Optou-se por este tipo de avaliação devido a facilidade para realizar várias análises em conjunto. Por exemplo, como as escalas estão padronizadas, podem ser realizadas análises comparativas, em termos de frequência de ocorrência das acurácias, proporcionando, consequentemente,

informações importantes em relação à dispersão dos resultados, dentre outras características. Como julgamento da melhor solução, será avaliado o valor de FA.

Destaca-se que a estação SPTU conta com 28 dias de observações. Desta forma, será usado um fator de padronização da escala. Para isto, bastou usar os FAs calculados para as classes da estação SPTU multiplicado pela fração 30/28. Ressalta-se que todas as outras estações contavam com 30 dias de observações. Desta forma, o FA, terá 10,60 como o valor máximo (considerando o resultado ideal, com todos os valores de acurácias, ou seja 30, concentrados na primeira classe) e o pior valor como 1,18 (com todos valores de acurácia concentradas na última classe).

Além dos resultados apresentados, foram calculados outros parâmetros estatísticos, tais como: média aritmética, amplitude, desvio padrão e RMS (*Root Mean Square*). Esses valores se encontram nos Apêndices 3 e 4.

Nos Apêndices 1 e 2, encontram-se as tabelas referentes aos valores de discrepância, precisão e acurácia para todas as estações em todos os intervalos de rastreamento, considerando as componentes planimétrica e altimétrica. Na sequência, as acurácias referentes a essas componentes foram avaliadas separadamente, considerando os gráficos de radar e os histogramas, bem como os FA estimados.

6.1. Resultante planimétrica

Os resultados referentes às resultantes planimétricas da estação PPTE foram ilustrados através das Figuras 10, 11 e a Tabela 7.

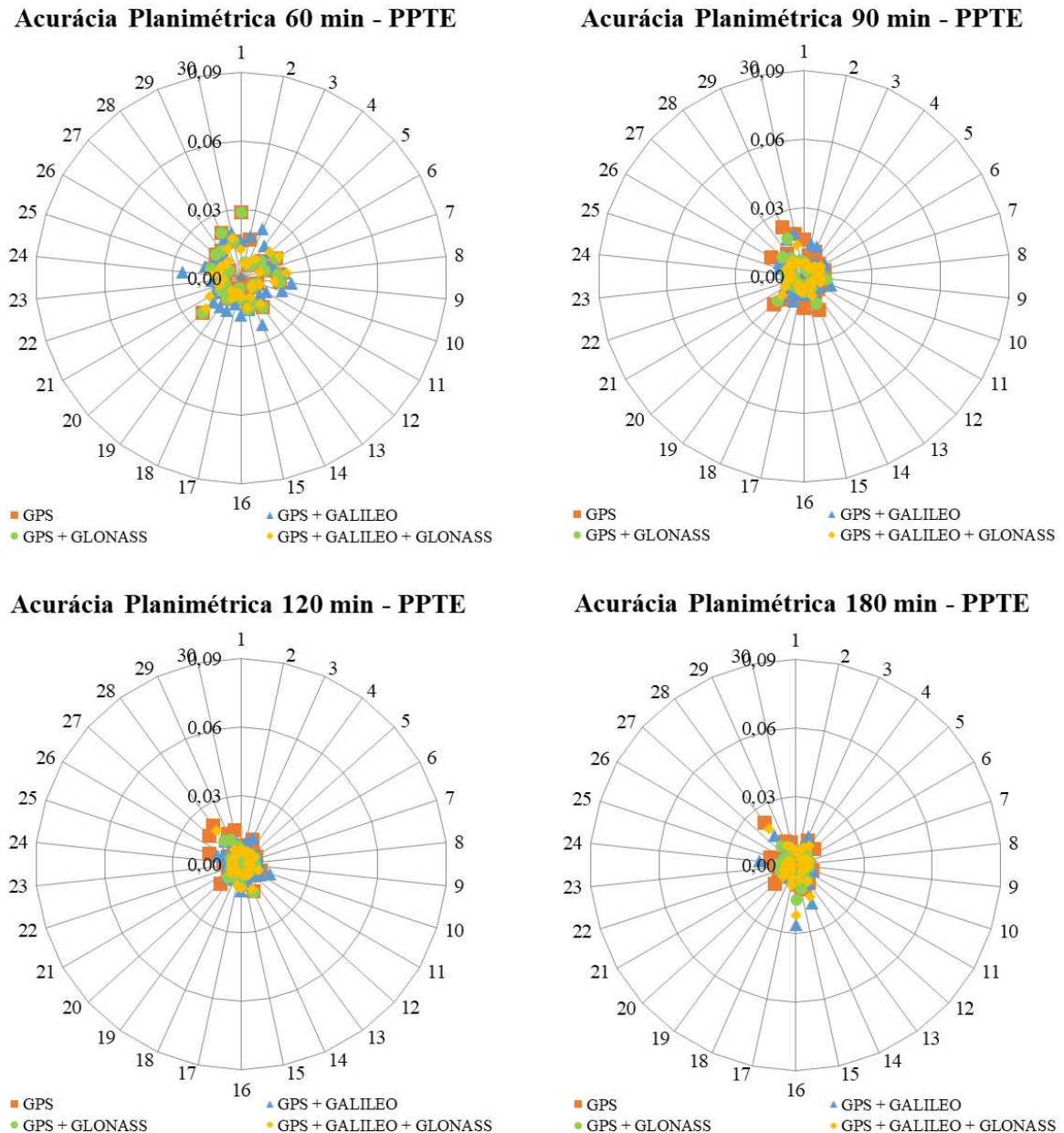


Figura 10 – Gráficos da acurácia planimétrica da Estação PPTE.

De acordo com os resultados apresentados na Figura 10 e Tabela 7, pode-se observar, considerando os tempos de rastreamento de 60 e 90 minutos, a influência do tempo de rastreamento nos valores de acurácia. De 90 a 120 minutos identifica-se uma melhora da acurácia, porém, de forma pouca significativa. Isso pode ser verificado de acordo com os valores do FA mostrados na Tabela 7 (com exceção da integração GER). Considerando os tempos de rastreamento de 120 e

180 minutos, verifica-se que os resultados são similares, visto que os valores de FA também são semelhantes. Inclusive em dois casos (G e GR) o FA não sofreu alteração. Assim, não se pode afirmar que o tempo de rastreio foi determinante para o aumento da acurácia.

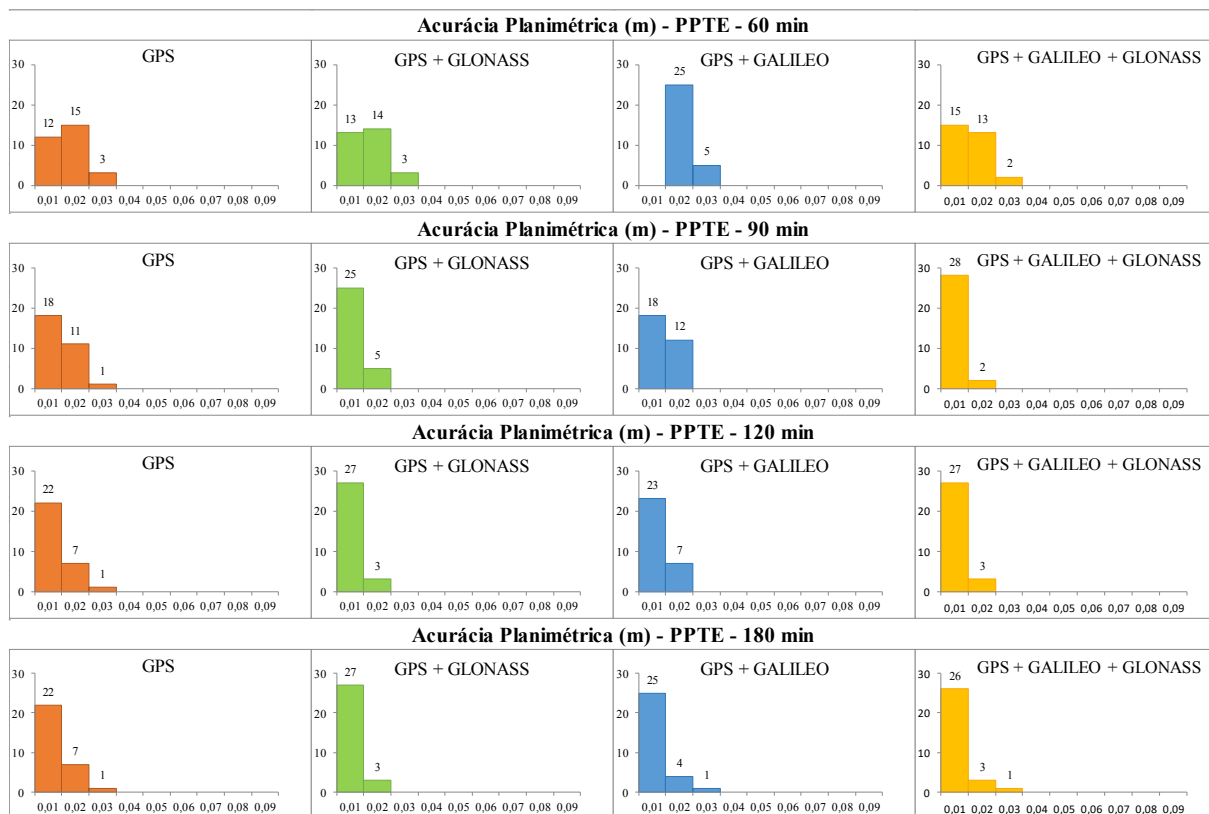


Figura 11 – Histograma de ocorrências da acurácia planimétrica da Estação PPTe.

Tabela 7 – Fator de Acurácia planimétrica da Estação PPTe.

Intervalo	GPS	GPS + GLONASS	GPS + Galileo	GPS + Galileo + GLONASS
60 min	7,25	7,42	5,01	7,84
90 min	8,42	9,72	8,48	10,25
120 min	9,13	10,07	9,37	10,07
180 min	9,13	10,07	9,66	9,84

Diante dos resultados expostos na Tabela 7, verifica-se que a solução com GPS, com exceção do intervalo de 60 minutos, foi a que proporcionou os resultados menos acurados. Destaca-se, dentre todos os resultados, o menos acurado, foi proporcionado pela integração GE (intervalo de 60 minutos - 5,01). Este foi o caso em que o RMS atingiu o maior valor, igual a 0,023 m. O resultado mais acurado foi obtido com a integração GRE (intervalo de 90 minutos - 10,25). Neste caso, 28 valores de acurácia pertencem a primeira classe (acurácia milimétrica). Além disso, também neste caso, identificou-se desvio padrão, média e RMS na ordem do milímetro. No intervalo de 60 minutos novamente a combinação GER proporcionou o melhor

resultado, porém, não de forma significativa. Nos intervalos de 120 e 180 minutos, os melhores resultados foram identificados pelas integrações GR e GRE (empatados – 10,07) e GR, respectivamente. Diante do exposto, verifica-se que a integração GRE proporcionou, de forma geral, os melhores resultados. Contudo, identifica-se que a combinação GE e a tradicional integração GR proporcionaram resultados significativos.

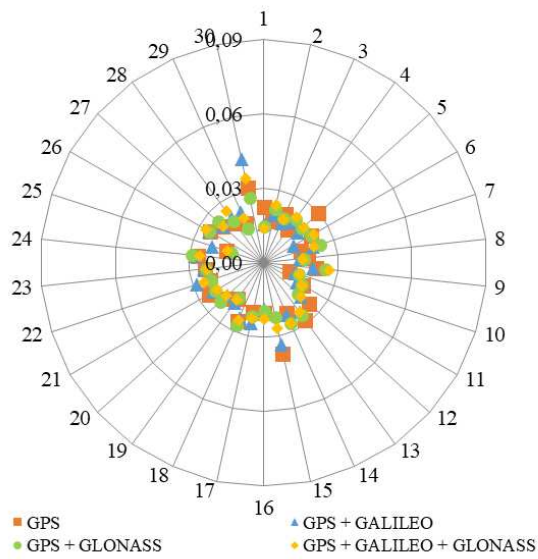
É importante destacar o ótimo desempenho do PPP multi-constelação com o Bernese. De acordo com os histogramas nenhum valor ultrapassou 0,03 m, sendo a maioria dos resultados encontram-se na primeira classe (acurácia milimétrica). De forma geral, os valores médios de acurácia ficaram em torno de 0,01 m.

As Figuras 12 e 13 e a Tabela 8 ilustram a variação temporal, os histogramas e o fator de acurácia planimétrica da estação SPAR, respectivamente.

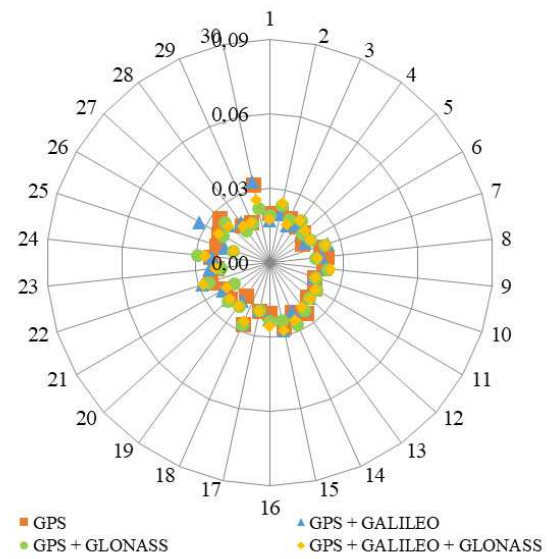
De acordo com resultados apresentados na Figura 12 e nos histogramas da Figura 13, verifica-se que os resultados estão menos acurados em relação à estação PPTE. Isso pode ser comprovado observando os valores de FA apresentados na Tabela 8. O valor máximo de FA obtido com a estação SPAR foi igual a 4,62, referente a integração GE (180 minutos), enquanto que no caso da estação PPTE, o valor máximo foi igual a 10,25.

Além disso, pode-se verificar que os resultados da estação SPAR foram similares para todos os intervalos de rastreamento e para as quatro estratégias de processamento (valores de FA em torno de 4). Isto também pode ser verificado pelos valores das médias de acurácia, bem como os RMS, sendo que para todos os casos foram iguais a 0,02 m, comprovando que os resultados foram similares. Destaca-se que em nenhum processamento houve ocorrência na primeira classe (0,00 a 0,01 m).

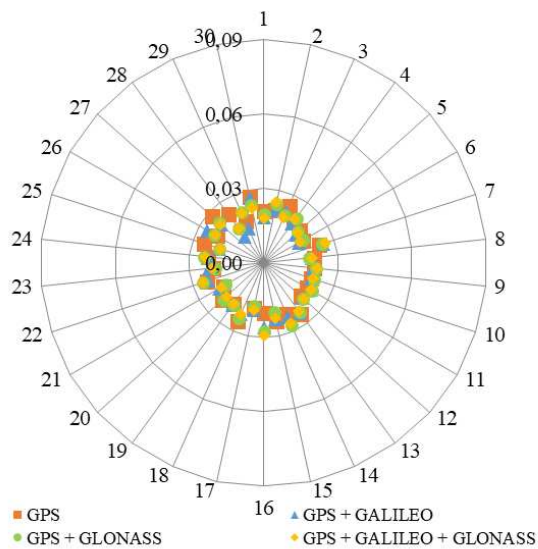
Acurácia Planimétrica 60 min - SPAR



Acurácia Planimétrica 90 min - SPAR



Acurácia Planimétrica 120 min - SPAR



Acurácia Planimétrica 180 min - SPAR

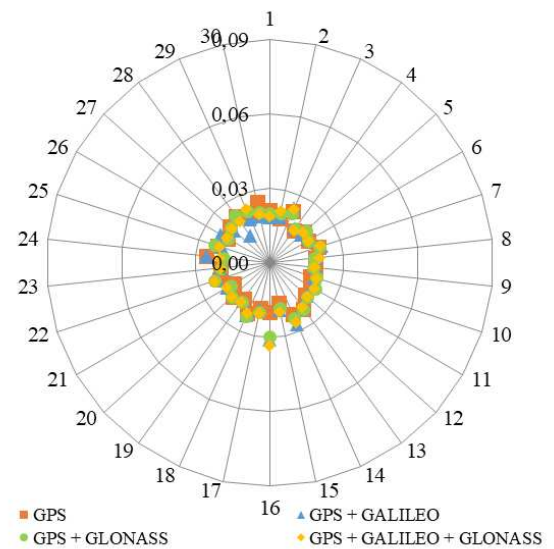


Figura 12 – Gráficos da acurácia planimétrica da Estação SPAR.

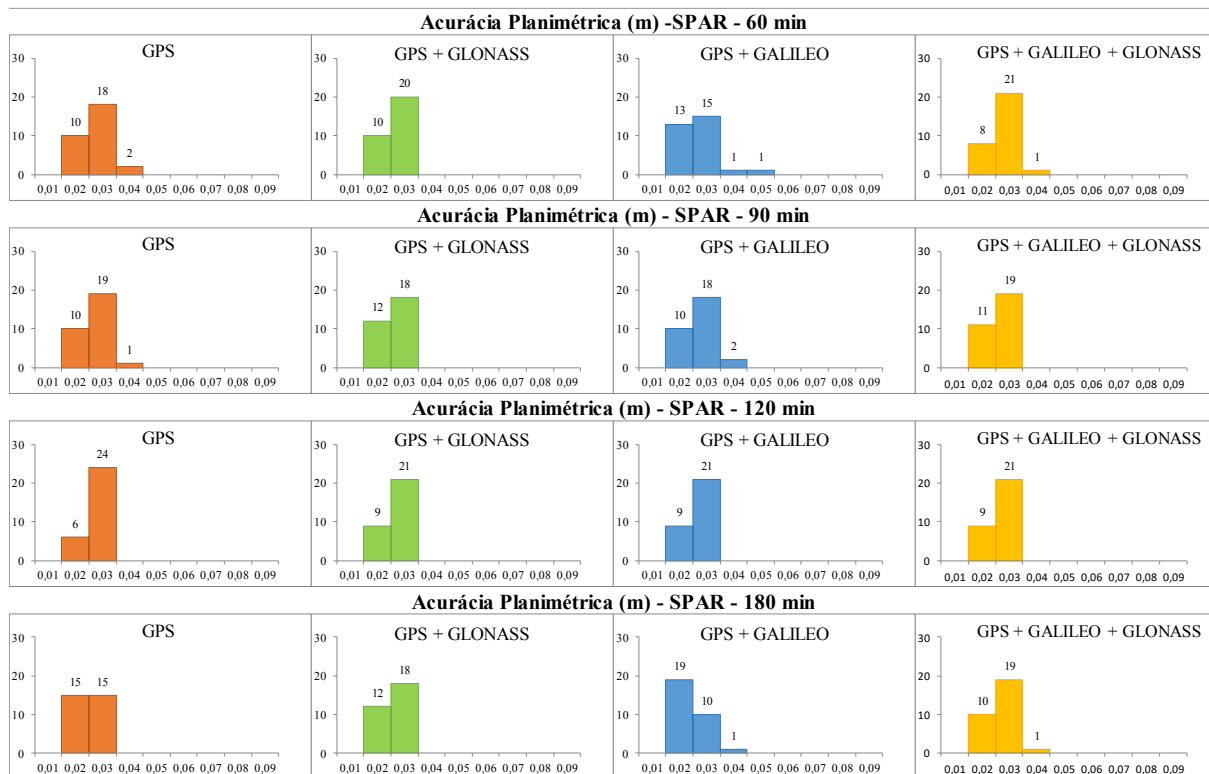


Figura 13 – Histograma de ocorrências da acurácia planimétrica da Estação SPAR.

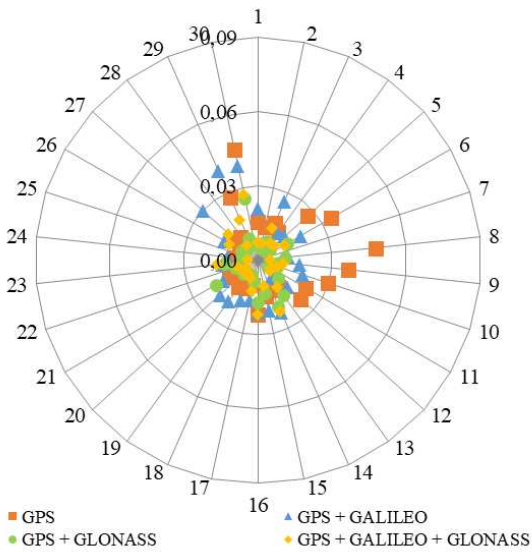
Tabela 8 – Fator de Acurácia planimétrica da Estação SPAR.

Intervalo	GPS	GPS + GLONASS	GPS + Galileo	GPS + Galileo + GLONASS
60 min	4,07	4,12	4,22	3,98
90 min	4,09	4,24	4,07	4,18
120 min	3,89	4,07	4,07	4,07
180 min	4,42	4,24	4,62	4,09

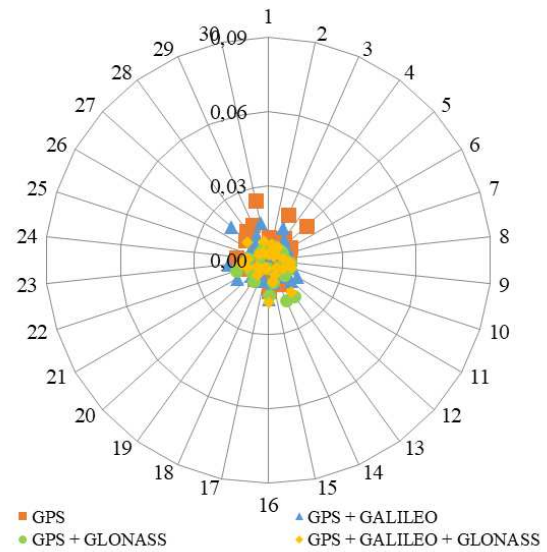
Nota-se na Tabela 8, que no intervalo de 120 minutos, o GE apresentou o mesmo resultado que a combinação GR e GER e nos intervalos de 60 e 180 minutos, obteve o melhor FA que os outros processamentos. Já em 90 minutos, GR apresentou o maior valor de FA.

As Figuras 14 e 15 e a Tabela 9 mostram os resultados da estação SPTU. Conforme foi verificado no relatório diário de rastreamento, fornecido pelo IBGE, esta estação não coletou dados nos dias 07 e 25 de abril, por este motivo os valores referentes a estes dias estão ausentes nos gráficos, sendo então considerados apenas 28 dias de rastreamento. Porém, como já destacado, a escala para estimativa do FA foi padronizada.

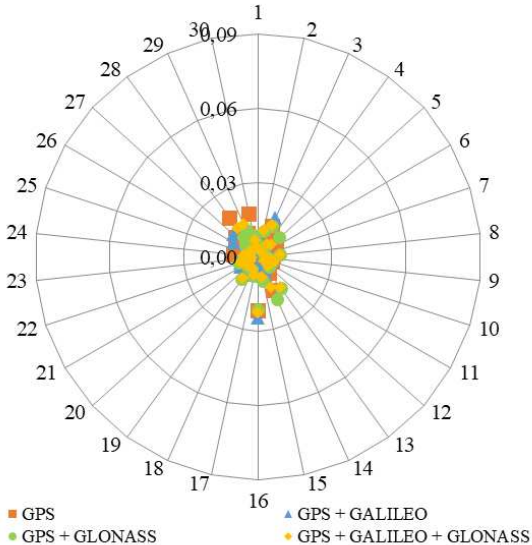
Acurácia Planimétrica 60 min - SPTU



Acurácia Planimétrica 90 min - SPTU



Acurácia Planimétrica 120 min - SPTU



Acurácia Planimétrica 180 min - SPTU

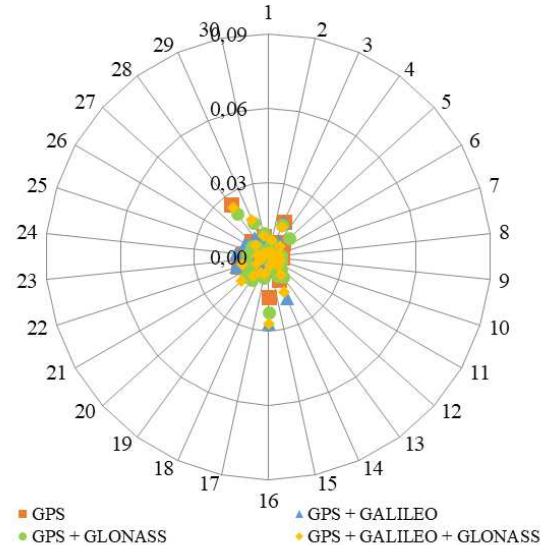


Figura 14 – Gráficos da acurácia planimétrica da Estação SPTU.

Neste caso observa-se um comportamento similar ao da estação PPTE. Do intervalo de 60 para 90 minutos percebe-se uma melhora na acurácia, como mostra a Figura 14. Porém, com relação aos intervalos restantes não foi identificado uma melhora significativa. Inclusive, em várias ocasiões a acurácia diminui com o aumento do intervalo de coleta. Isto pode ser verificado na Tabela 9.

De acordo com a Figura 15 e a Tabela 9, averigua-se que a combinação GE apresentou, no intervalo de 120 minutos, melhores resultados do que as outras estratégias e em 180 minutos o mesmo resultado que o processamento GPS. As acurácias da combinação dos três sistemas (GER), considerando todos os intervalos, foram inferiores a 3 cm.

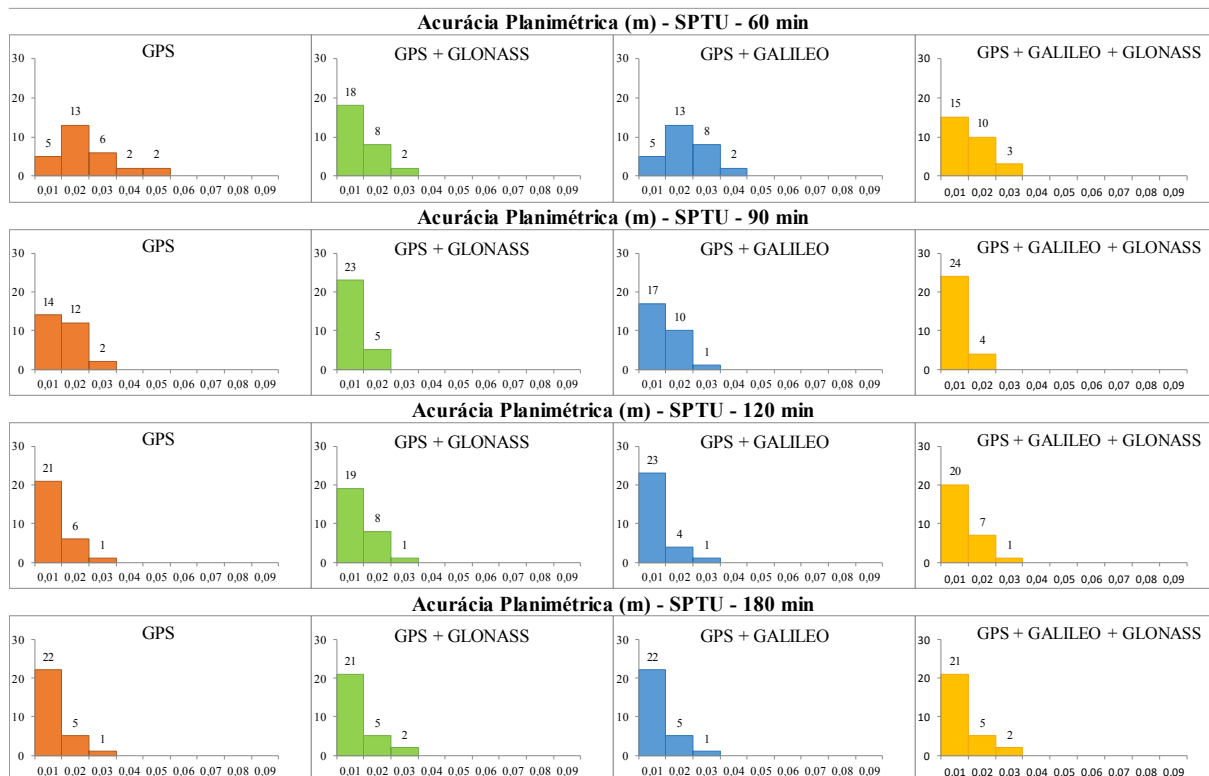


Figura 15 – Histograma de ocorrências da acurácia planimétrica da Estação SPTU.

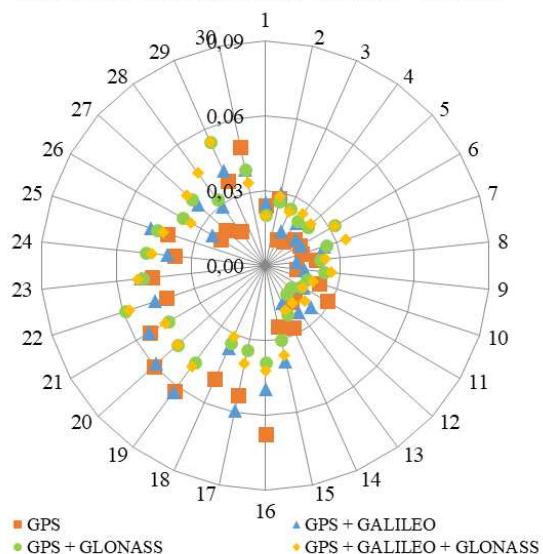
Tabela 9 – Fator de Acurácia planimétrica da Estação SPTU.

Intervalo	GPS	GPS + GLONASS	GPS + Galileo	GPS + Galileo + GLONASS
60 min	5,45	8,58	5,55	7,95
90 min	7,83	9,66	8,46	9,85
120 min	9,22	8,84	9,59	9,03
180 min	9,41	9,15	9,41	9,15

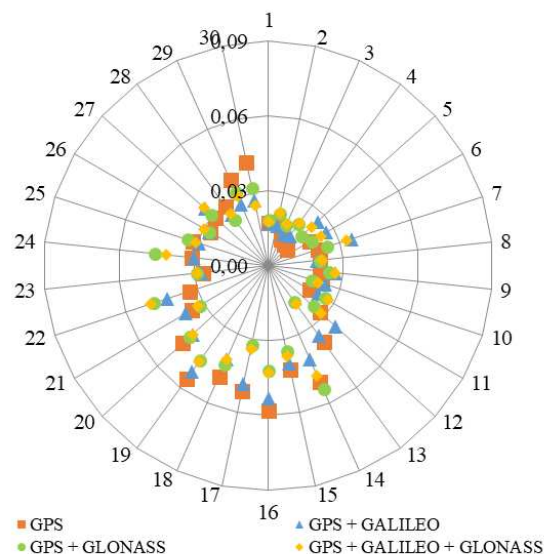
De acordo com os FAs ilustrados na Tabela 9, observa-se que o resultado menos acurado foi proporcionado pelo GPS (5,45 – 60 minutos) seguido muito próximo da integração GE (5,55 – 60 minutos). Os resultados de RMS e valor médio de acurácia também foram muito próximos (média e RMS em torno de 2 cm). O melhor resultado foi proporcionado pela integração GRE (9,85 – 90 minutos). Neste caso ocorreu o maior valor de eventos na primeira classe, em um total de 24 ocorrências. Essa integração proporcionou também os melhores valores de média, desvio padrão, RMS e amplitude. Com exceção de amplitude, todos esses valores foram na ordem do milímetro.

As Figuras 16 e 17 ilustram, respectivamente, a variação temporal e os histogramas, já a Tabela 10 apresenta o fator de acurácia planimétrica da estação SPDR.

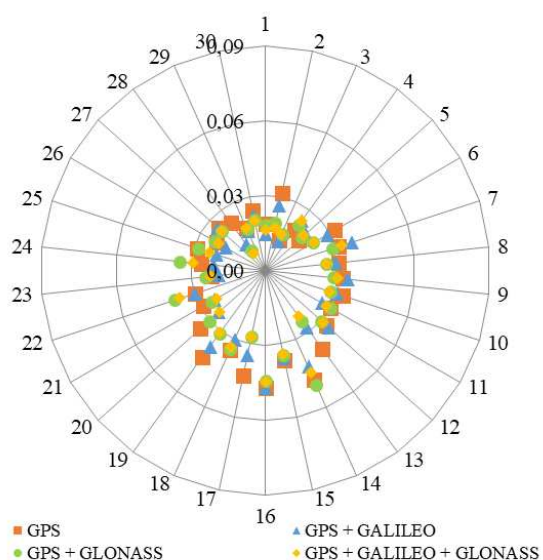
Acurácia Planimétrica 60 min - SPDR



Acurácia Planimétrica 90 min - SPDR



Acurácia Planimétrica 120 min - SPDR



Acurácia Planimétrica 180 min - SPDR

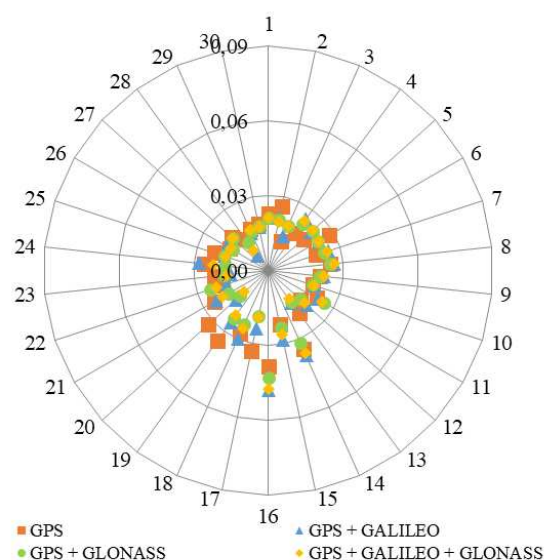


Figura 16 – Gráficos da acurácia planimétrica da Estação SPDR.

De acordo com os gráficos de radar ilustrados na Figura 16, verifica-se que esta estação apresentou os resultados menos acurados. Isto também pode ser comprovado pelos histogramas apresentados na Figura 17, principalmente nos três primeiros intervalos de coleta, nos quais as barras se encontram mais espalhadas. Os valores de FA, indicados na Tabela 10, mostram que os três primeiros intervalos de rastreo ficaram em torno do valor 3. Porém, em relação ao quarto intervalo de rastreo, verifica-se sensível melhora do valor de FA e dos resultados do histograma (mais agrupados para a esquerda) indicando, neste caso, leve melhora com o tempo de coleta, para o intervalo de 180 minutos. Neste caso foram estimados os menores valores de média, desvio padrão, RMS e amplitude.

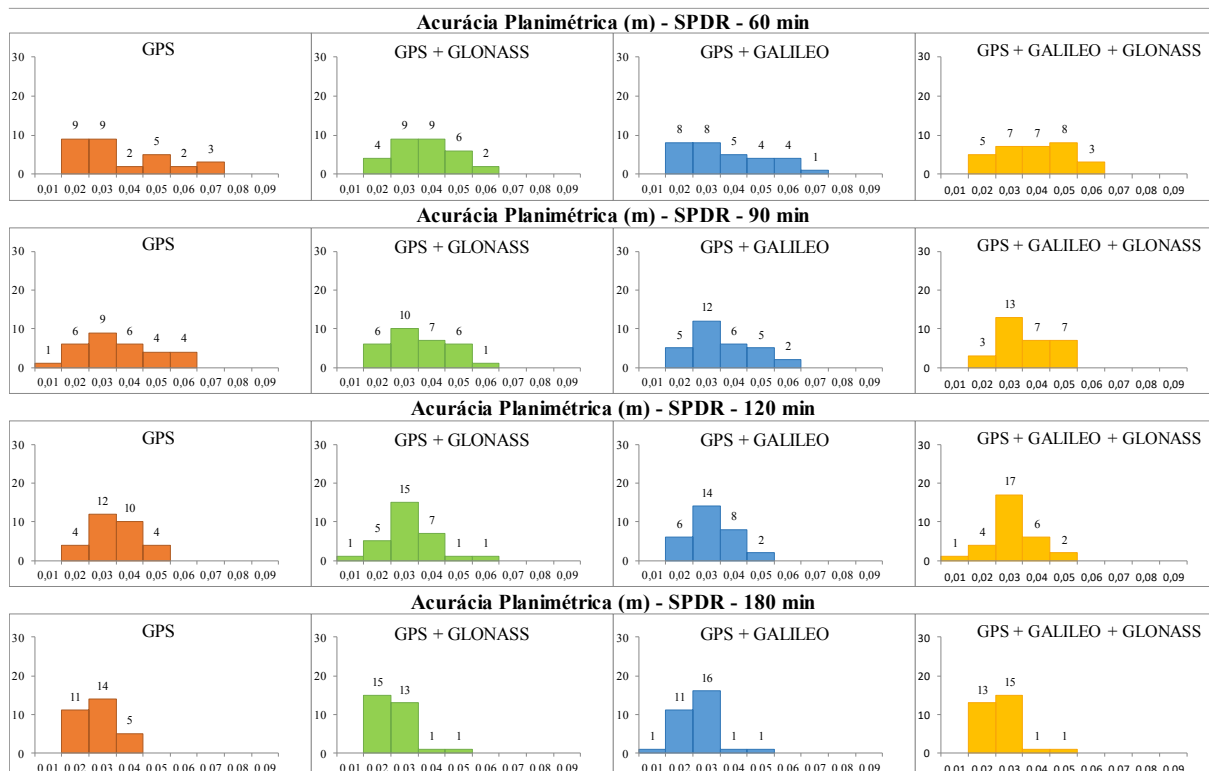


Figura 17 – Histograma de ocorrências da acurácia planimétrica da Estação SPDR.

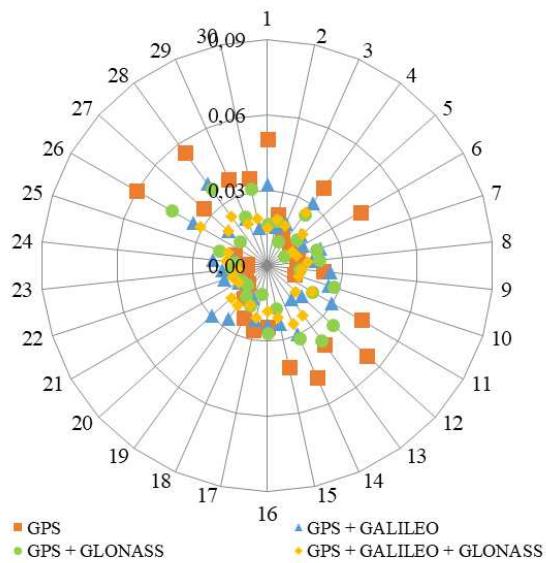
Tabela 10 – Fator de Acurácia planimétrica da Estação SPDR.

Intervalo	GPS	GPS + GLONASS	GPS + Galileo	GPS + Galileo + GLONASS
60 min	3,45	3,10	3,37	3,07
90 min	3,52	3,34	3,30	3,18
120 min	3,29	3,75	3,56	3,74
180 min	4,04	4,34	4,34	4,22

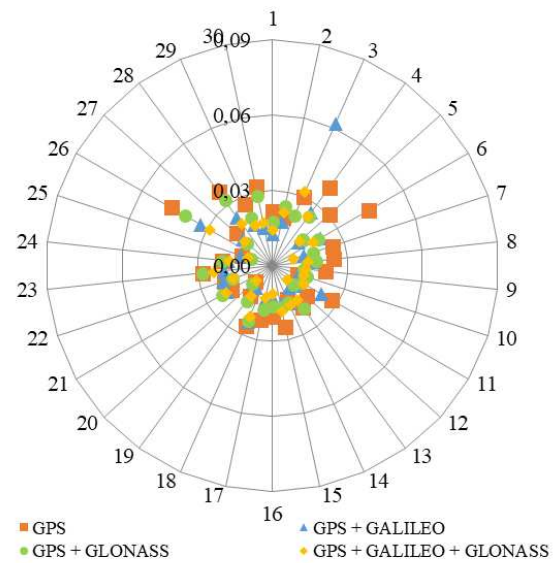
O GPS proporcionou os melhores resultados de FA, nos intervalos de 60 e 90 minutos. No intervalo de 120 minutos a integrações GR proporcionou o melhor resultado, enquanto que em 180 minutos as integrações GR e GE proporcionaram os melhores resultados, com o mesmo valor de FA. Dentre todos os resultados, o GER apresentou o resultado menos acurado (3,07), similar à integração GR (3,10), ambos referentes ao intervalo de coleta de 60 minutos.

As Figuras 18 e 19 e a Tabela 11 ilustram, respectivamente, a variação temporal, os histogramas e os fatores de acurácia planimétrica da estação MGBH.

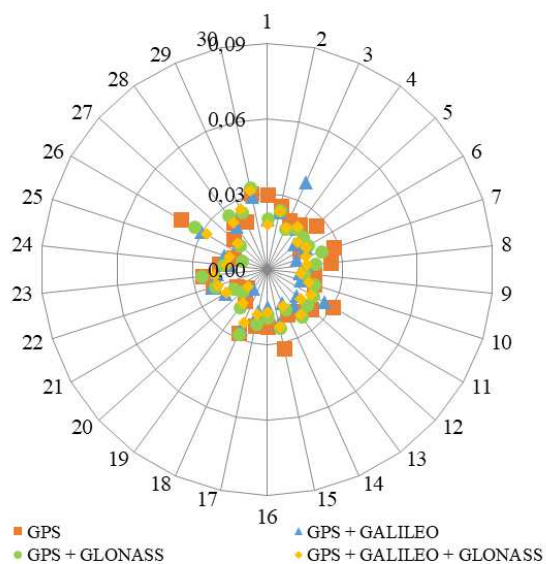
Acurácia Planimétrica 60 min - MGBH



Acurácia Planimétrica 90 min - MGBH



Acurácia Planimétrica 120 min - MGBH



Acurácia Planimétrica 180 min - MGBH

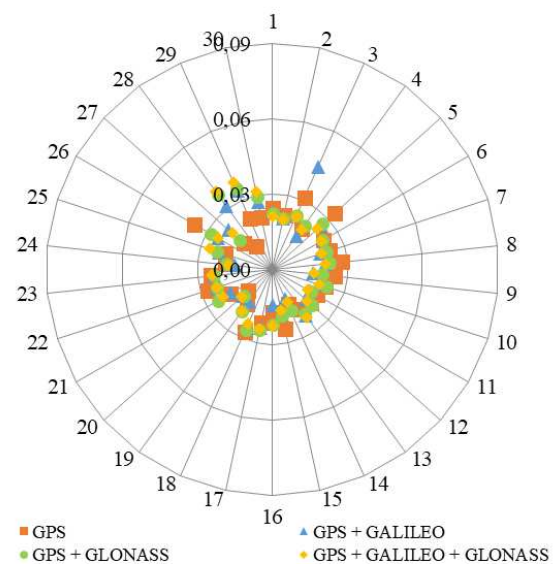


Figura 18 – Gráficos da acurácia planimétrica da Estação MGBH.

De acordo com a Figura 18, verifica-se para o intervalo de 60 minutos uma maior dispersão das acurácias. Em sequência, no intervalo de 90 minutos, verifica-se melhora da acurácia em função do tempo de coleta. Porém, o mesmo não ocorre para os dois próximos tempos de coleta. Podendo-se comprovar, também, pela Tabela 11.

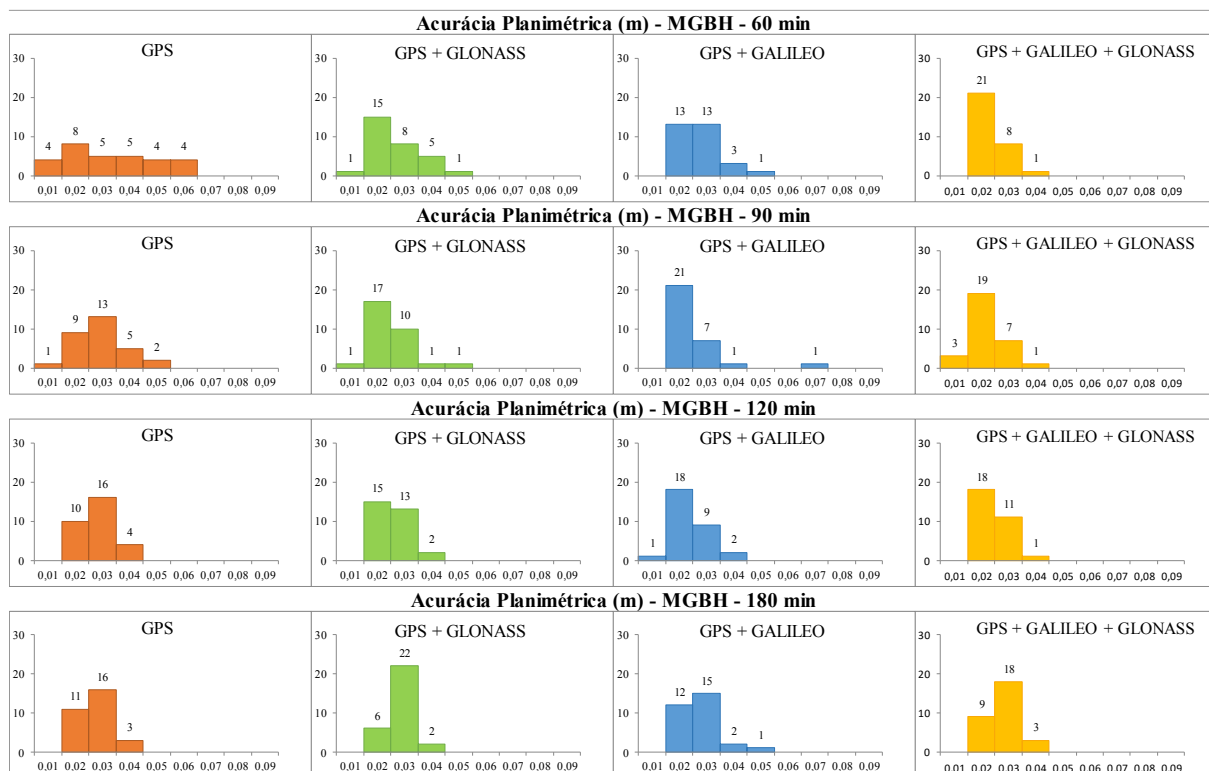


Figura 19 – Histograma das ocorrências da acurácia planimétrica da Estação MGBH.

Tabela 11 – Fator de Acurácia planimétrica da Estação MGBH.

Intervalo	GPS	GPS + GLONASS	GPS + Galileo	GPS + Galileo + GLONASS
60 min	4,38	4,46	4,17	4,74
90 min	4,06	4,70	4,68	5,33
120 min	4,01	4,36	4,77	4,57
180 min	4,09	3,83	4,14	3,98

Avaliando a Tabela 11, nota-se que a combinação GER apresentou maiores valores de FA nos intervalos de 60 e 90 minutos. Em sequência, GE apresentou os maiores valores de FA em 120 e 180 minutos. Dentre todos os resultados, a integração GER, referente ao intervalo de coleta de 90 minutos, apresentou o maior valor de FA e o menor valor de RMS. Isso comprova novamente a não influência do intervalo de coleta dos dados em resultados mais acurados. Inclusive, os resultados menos acurados ocorreram no intervalo de 180 minutos, referente às integrações GR (3,83) e GER (3,98).

Tabela 12 – Resumo dos maiores Fatores de Acurácia planimétrica.

Intervalo	PPTE	SPAR	SPTU	SPDR	MGBH
60 min	GER - 7,84	GE - 4,22	GR - 8,58	GPS - 3,45	GER - 4,74
90 min	GER - 10,25	GR - 4,24	GER - 9,85	GPS - 3,52	GER - 5,33
120 min	GE/GER - 10,07	GE/GR/GER - 4,07	GE - 9,59	GR - 3,75	GE - 4,77
180 min	GR - 10,07	GE - 4,62	GPS/GE - 9,41	GR/GE - 4,34	GE - 4,14

Tabela 13 – Resumo dos menores Fatores de Acurácia planimétrica.

Intervalo	PPTE	SPAR	SPTU	SPDR	MGBH
60 min	GE - 5,01	GER - 3,98	GPS - 5,45	GER - 3,07	GPS - 4,17
90 min	GPS - 8,42	GE - 4,07	GPS - 7,83	GER - 3,18	GPS - 4,06
120 min	GPS - 9,13	GPS - 3,89	GR - 8,84	GPS - 3,29	GPS - 4,01
180 min	GPS - 9,13	GER - 4,09	GR/GER - 9,15	GPS - 4,04	GR - 3,83

Diante dos resultados apresentados referentes a resultante planimétrica, verifica-se que o tempo de coleta não influencia de forma significativa os resultados. Além disso, como visto nas Tabelas 12 e 13, não se pode apontar, categoricamente, uma solução que propiciou os melhores resultados. Em algumas estações a integração GR proporcionou os melhores resultados e em outras não, o mesmo ocorre nas integrações GE, GER e no GPS. Porém, de uma forma geral, e de acordo com os valores de FA estimados, os melhores resultados foram proporcionados pela integração GER. Já os resultados menos acurados foram identificados, de forma geral, no processamento GPS.

6.2. Componente altimétrica

Os resultados referentes às resultantes altimétricas da estação PPTE foram ilustrados através das Figuras 20 e 21 e pela Tabela 14.

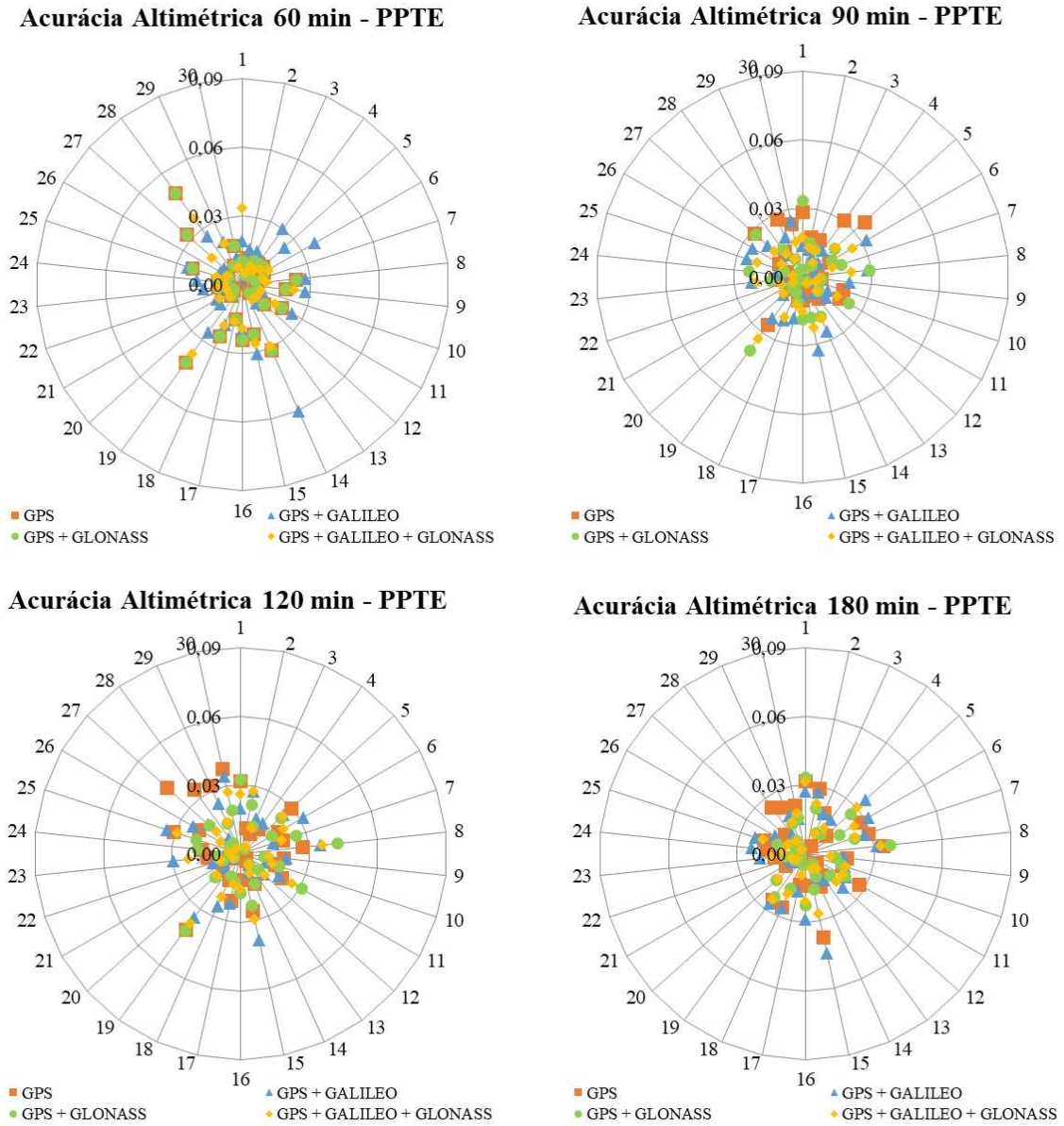


Figura 20 – Gráficos da acurácia altimétrica da Estação PPTE.

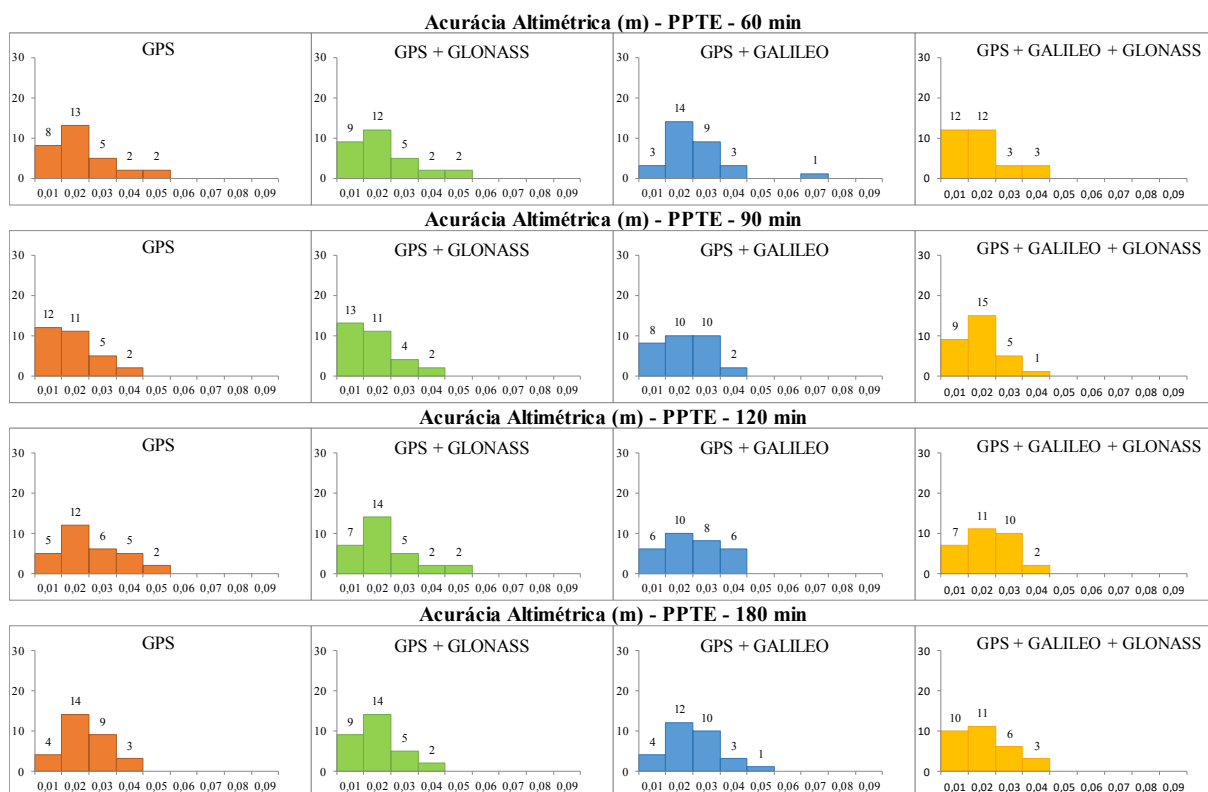


Figura 21 – Histograma das ocorrências da acurácia altimétrica da Estação PPTE.

Tabela 14 – Fator de Acurácia altimétrica da Estação PPTE.

Intervalo	GPS	GPS + GLONASS	GPS + Galileo	GPS + Galileo + GLONASS
60 min	6,03	6,21	4,91	6,98
90 min	6,95	7,19	5,95	6,51
120 min	5,18	5,86	5,36	5,77
180 min	5,21	6,42	5,05	6,45

O intervalo de 60 minutos apresentou acurácias mais concentradas que os demais intervalos. Situação que pode ser verificado na Figura 20 e na Tabela 13. Comprovando, mais uma vez, que o intervalo de coleta dos dados não influenciou na acurácia dos processamentos.

Vale ressaltar, que os melhores resultados de FA foram identificados no intervalo de 90 minutos para os processamentos GPS, GR e GR, com exceção da combinação GER. Fato que é evidenciado tanto pela Figura 21, na qual averigua-se a maior concentração de acurácias no lado direito dos histogramas referente a 90 minutos, quanto pelos menores valores de RMS (1 cm) identificados neste intervalo.

Os resultados apresentados na Tabela 14, mostra que a combinação GE, com exceção do intervalo de 120 minutos, foi a que apresentou os resultados menos acurados, ou seja, os menores valores de FA. Podendo-se verificar pelos altos valores de RMS, em relação aos

demais processamentos. O melhor resultado foi verificado pela combinação GR (7,19 – 90 minutos), onde exibiu um total de 13 ocorrências na primeira classe.

Em suma, os resultados desta estação, indicam que o processamento GER apresentou os melhores valores de FA nos intervalos de 60 (6,98) e 180 minutos (6,45), já para 90 (7,19) e 120 (5,86) os melhores valores foram encontrados para GR.

As Figuras 22 e 23 ilustram, respectivamente, a variação temporal e os histogramas, a Tabela 15 apresentam os valores do fator da acurácia altimétrica da estação SPAR.

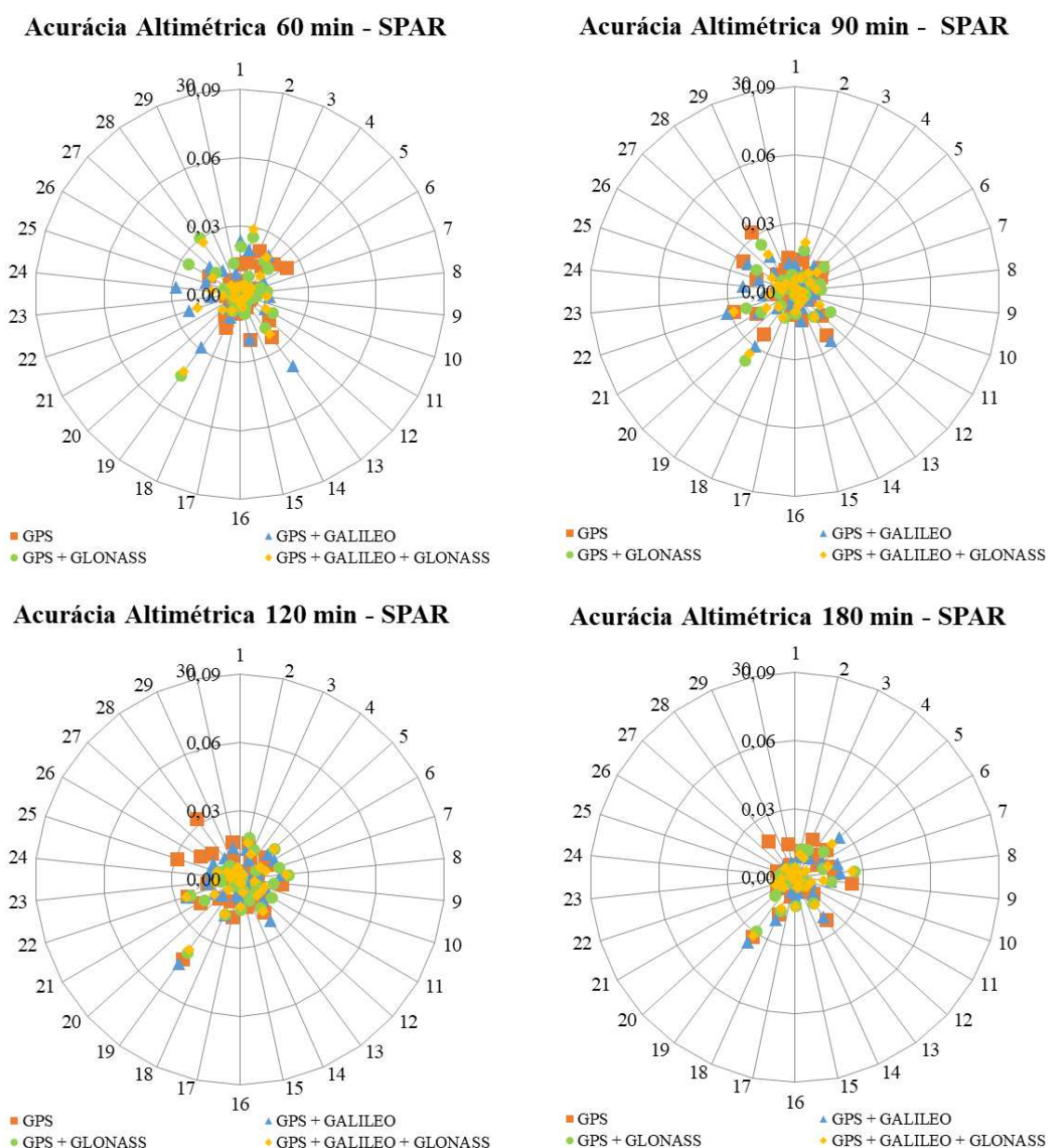


Figura 22 – Gráficos da acurácia altimétrica da Estação SPAR.

De acordo com resultados apresentados na Figura 22 e nos histogramas da Figura 21, verifica-se que os resultados se apresentam mais acurados em relação à estação PPTE. Isso também pode ser comprovado de acordo com os valores de FA apresentados na Tabela 15. O

valor máximo de FA obtido com a estação SPAR foi igual a 8,81, referente a integração GER (180 minutos), enquanto que no caso da estação PPTTE o valor máximo foi igual a 7,19, para a combinação GR.

Com base na Figura 18, pode-se observar de modo geral, com o aumento do intervalo de rastreo os resultados apresentaram um leve agrupamento dos valores de acurácia. Porém averigua-se na Tabela 15, que o intervalo de 120 minutos proporcionou os resultados menos acurados, apresentando os menores valores de FA e maiores valores de RMS, exceto para a combinação GE.

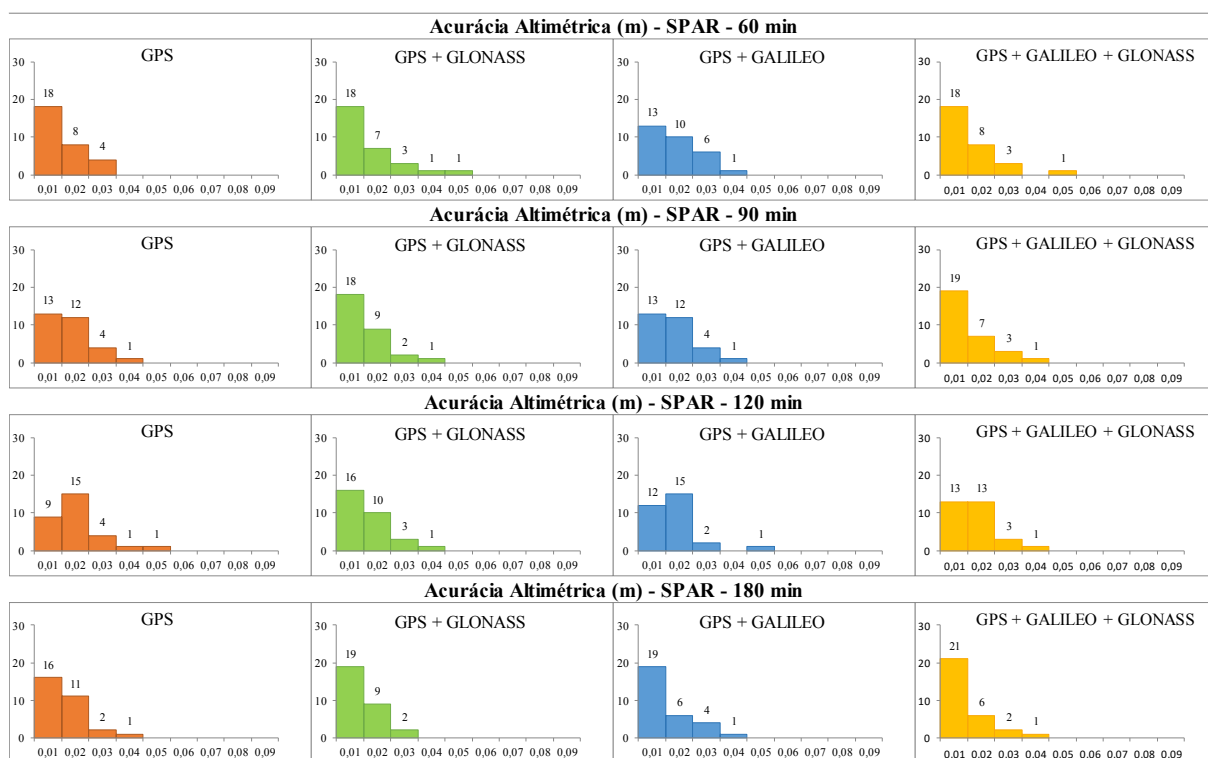


Figura 23 – Histograma de ocorrência da acurácia altimétrica da Estação SPAR.

Tabela 15 – Fator de Acurácia altimétrica da Estação SPAR.

Intervalo	GPS	GPS + GLONASS	GPS + Galileo	GPS + Galileo + GLONASS
60 min	8,25	8,11	7,16	8,20
90 min	7,28	8,28	7,28	8,40
120 min	6,46	7,87	7,20	7,33
180 min	7,92	8,54	8,34	8,81

Analisando a Tabela 15, observa-se que o processamento GR apresentou melhor FA apenas no intervalo de 120 minutos. Para o intervalo de 60 minutos o melhor valor de FA foi encontrado para o processamento GPS. A combinação GER apresentou melhores resultados de

FA, nos intervalos de 90 e 180 minutos. Vale ressaltar que para o intervalo de 90 minutos a combinação GE proporcionou o mesmo valor de FA que o processamento GPS.

Dentre todos os resultados, o menos acurado, foi identificado pelo processamento GPS, no intervalo de 120 minutos com 6,46 o valor de FA. Processamento em que o RMS atingiu o maior valor, igual a 0,017 m. O resultado mais acurado foi obtido no intervalo de 180 minutos para a combinação GRE, no qual o valor de FA alcançou 8,81, proporcionando os menores valores de média e RMS, além de apresentar 21 ocorrências de acurácias menores que 1 cm.

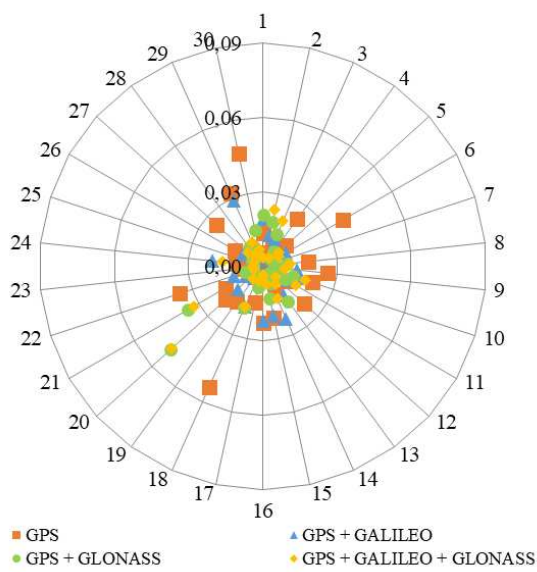
As Figuras 24 e 25 ilustram, respectivamente, a variação temporal e os histogramas, e a Tabela 16 os fatores de acurácia altimétrica da estação SPTU. Vale salientar, conforme dito anteriormente, esta estação tem-se apenas 28 dias rastreados.

Verifica-se, neste caso, um comportamento similar ao da estação anterior, SPAR, onde o aumento do intervalo de rastreamento não influenciou de forma significativa a melhora nos valores de acurácia. Inclusive, em vários processamentos a acurácia diminuiu com o aumento do intervalo de coleta.

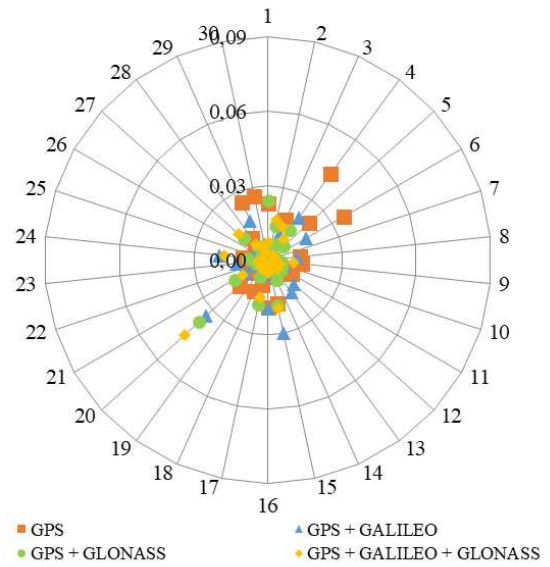
Analisando a Figura 24 e a Tabela 16 nota-se, claramente, que a maior ocorrência (total de 20) de acurácias compreendidas na primeira classe ($<0,01\text{m}$) é identificada na combinação GR no intervalo de 90 minutos. Este caso foi o que correspondeu ao resultado mais acurado, proporcionando um valor de FA de 8,34, e menor RMS em 0,012 m. Em contrapartida, o resultado menos acurado foi identificado no processamento GPS no intervalo de 60 minutos. Resultando em 4,93, o menor valor de FA, e o maior valor de RMS com 0,023 m.

Em síntese da Tabela 16, os melhores valores de FA foram identificados: nos intervalos de 60 e 180 minutos para a combinação GER, ressaltando que para 180 minutos foi o mesmo valor encontrado para GR (8,16), e para 90 e 120 minutos foram encontrados na combinação GR.

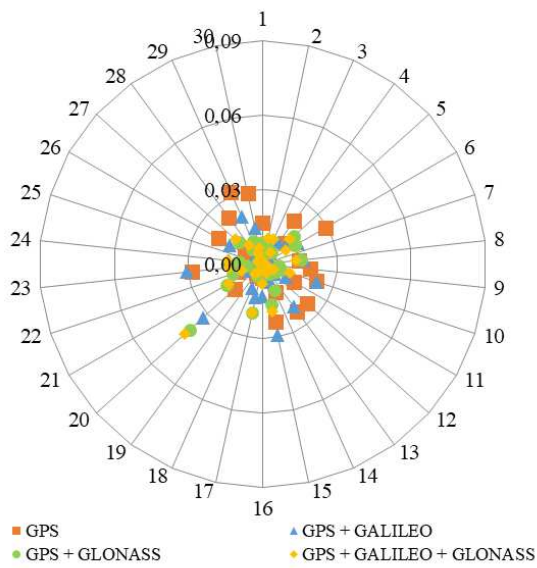
Acurácia Altimétrica 60 min - SPTU



Acurácia Altimétrica 90 min - SPTU



Acurácia Altimétrica 120 min - SPTU



Acurácia Altimétrica 180 min - SPTU

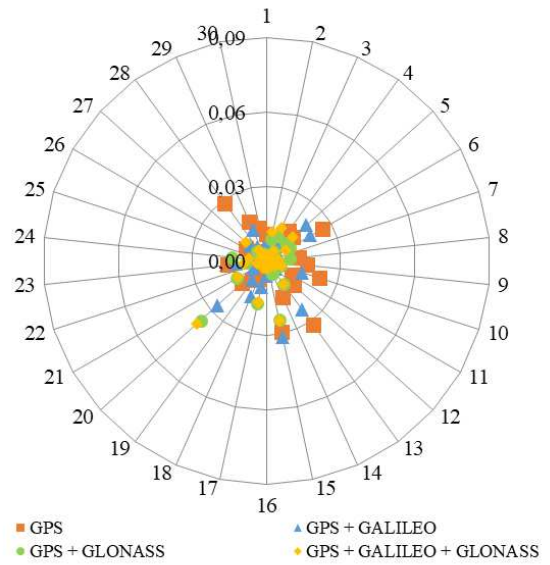


Figura 24 – Gráficos da acurácia altimétrica da Estação SPTU.

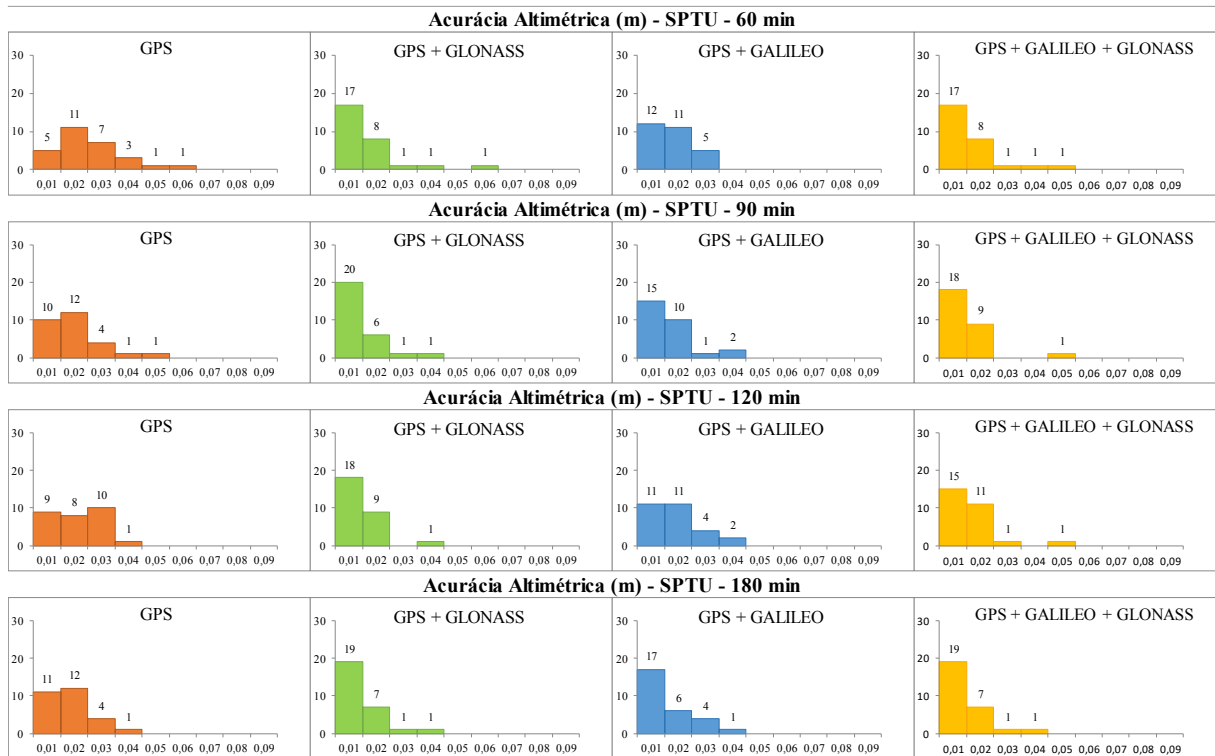


Figura 25 – Histograma de ocorrências da acurácia altimétrica da Estação SPTU.

Tabela 16 – Fator de Acurácia altimétrica da Estação SPTU.

Intervalo	GPS	GPS + GLONASS	GPS + Galileo	GPS + Galileo + GLONASS
60 min	5,28	8,24	7,26	8,25
90 min	6,74	8,93	7,89	8,60
120 min	6,28	8,62	6,94	7,97
180 min	7,04	8,74	8,17	8,74

Os resultados referentes às resultantes altimétricas da estação SPDR estão ilustrados através das Figuras 26 e 27 e na Tabela 17.

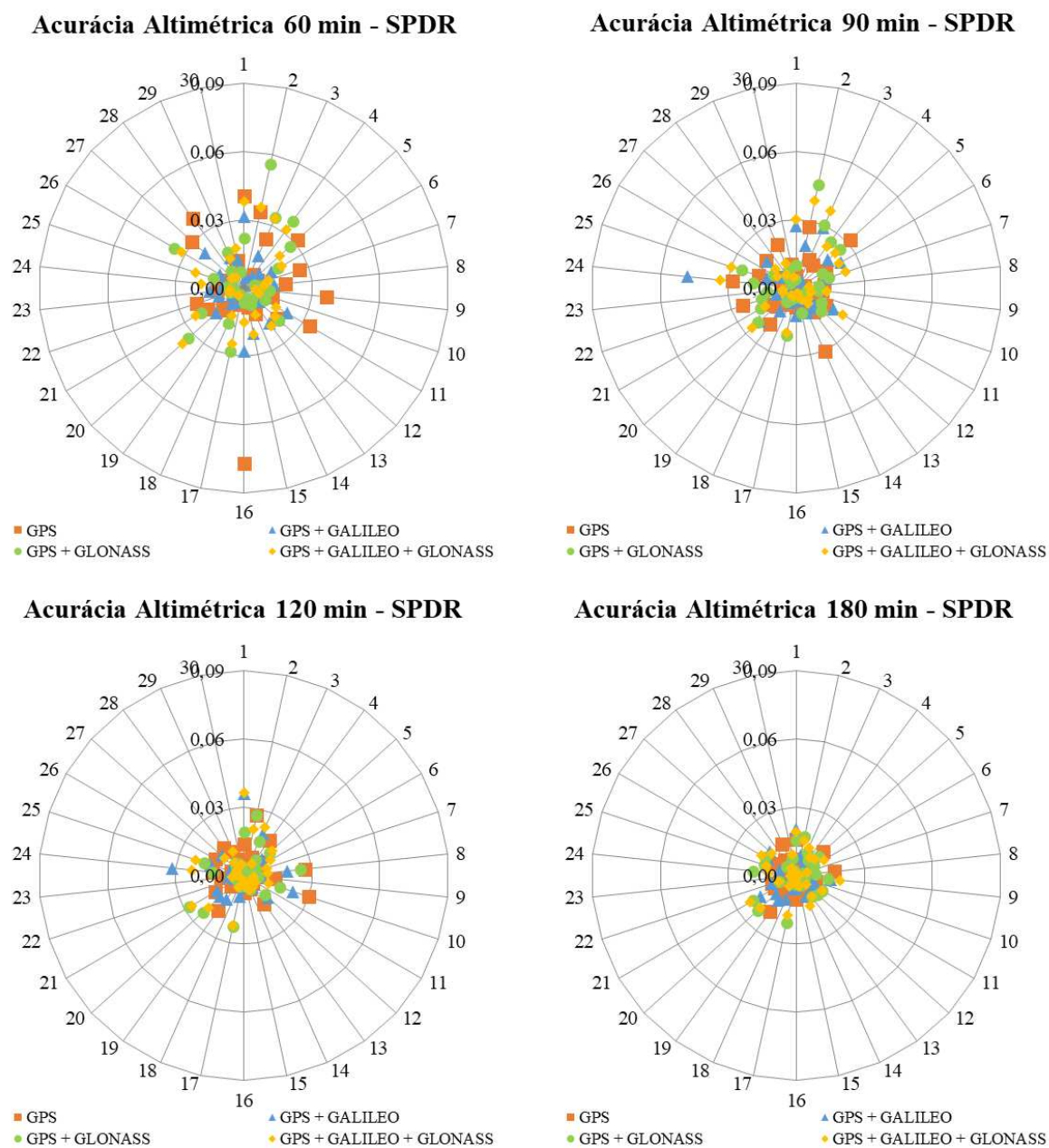


Figura 26 – Gráficos da acurácia altimétrica da Estação SPDR.

Na estação SPDR, ao considerar todos os intervalos de rastreo, observa-se uma sutil influência nos valores de acurácia. Pode ser averiguado, principalmente, do intervalo de 90 para o intervalo de 120 minutos, onde ocorrem as maiores diferenças entre as acurácias.

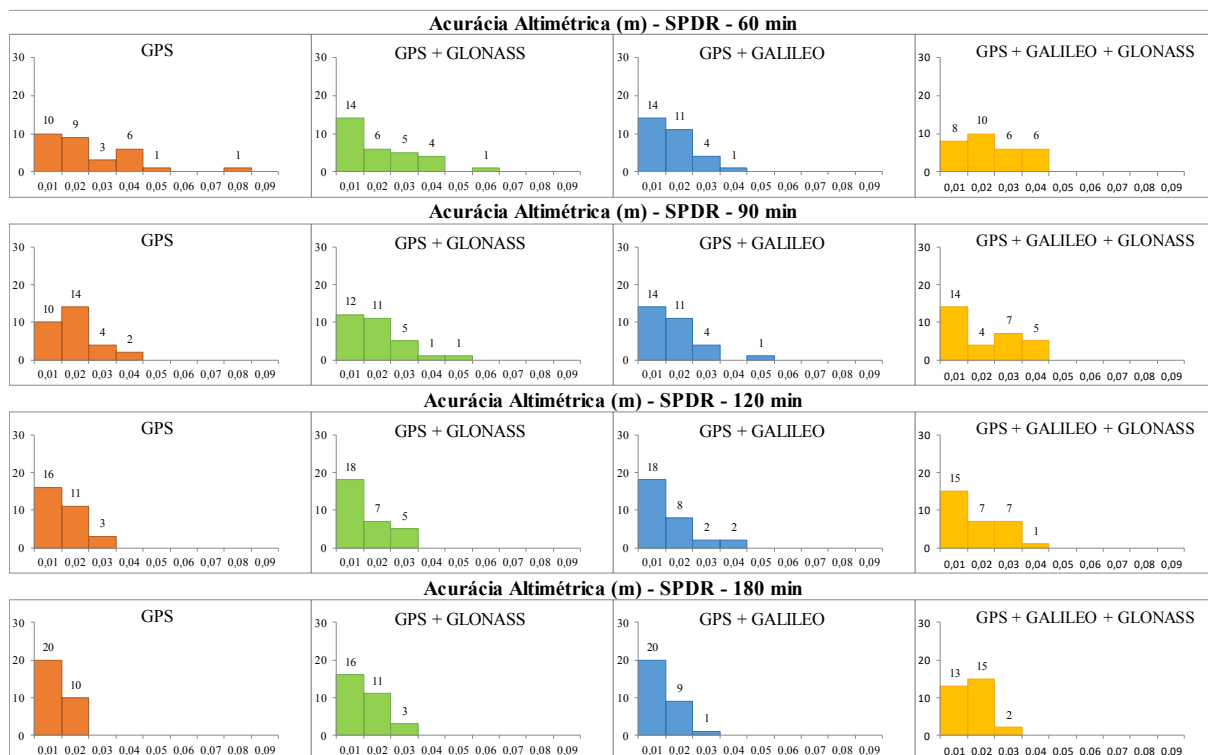


Figura 27 – Histograma de ocorrências da acurácia altimétrica da Estação SPDR.

Tabela 17 – Fator de Acurácia altimétrica da Estação SPDR.

Intervalo	GPS	GPS + GLONASS	GPS + Galileo	GPS + Galileo + GLONASS
60 min	6,12	7,01	7,45	5,83
90 min	6,66	6,93	7,43	6,92
120 min	7,95	8,19	8,19	7,45
180 min	8,84	7,95	8,78	7,48

Nota-se pela Figura 27 e pela Tabela 17, que a combinação GE resultou em valores mais acurados nos intervalos de 60 e 90 minutos. Destacando que em 120 minutos as combinações GE e GR apresentaram o mesmo valor de FA, sendo ele o mais acurado do intervalo. Inclusive, verificar-se que obtiveram o mesmo valor (18) de ocorrência das acurácias na primeira classe (<0,01), fato que pode ter influenciado no resultado do FA.

O processamento GPS exibiu o resultado mais acurado em relação a todos os outros processamentos, no intervalo de 180 minutos. Apresentando 20 ocorrências de acurácias na primeira classe, o que resultou em um valor de FA em 8,84. Identificando-se, também, o menor valor de RMS, em relação aos demais processamentos e intervalos, sendo 0,09 m. Em seqüência, o segundo melhor resultado é observado para a combinação GE, também no intervalo de 180 minutos. Onde averigua-se inclusive, o mesmo valor de ocorrência de acurácias na primeira classe que o processamento GPS. Situação que implica, que a combinação

GE foi menos acurada que o processamento GPS. O mesmo é verificado nas combinações GR e GER, onde foram menos acuradas que o processamento GPS. Destaca-se, que dentre todos os demais processamentos (GPS, GE e GR), a combinação GER foi a que apresentou os menores valores de FA, relativo aos intervalos de 60, 120 e 180 minutos. Sendo no intervalo de 60 minutos, identificado o menor valor de FA em relação a todos os outros processamentos, com 5,83. Fato que também pode-se verificar na Figura 27, na qual o histograma evidencia a maior dispersão da combinação GER em relação aos demais.

Os resultados referentes às resultantes altimétricas da estação MGBH foram ilustrados através das Figuras 28 e 29 e Tabela 18.

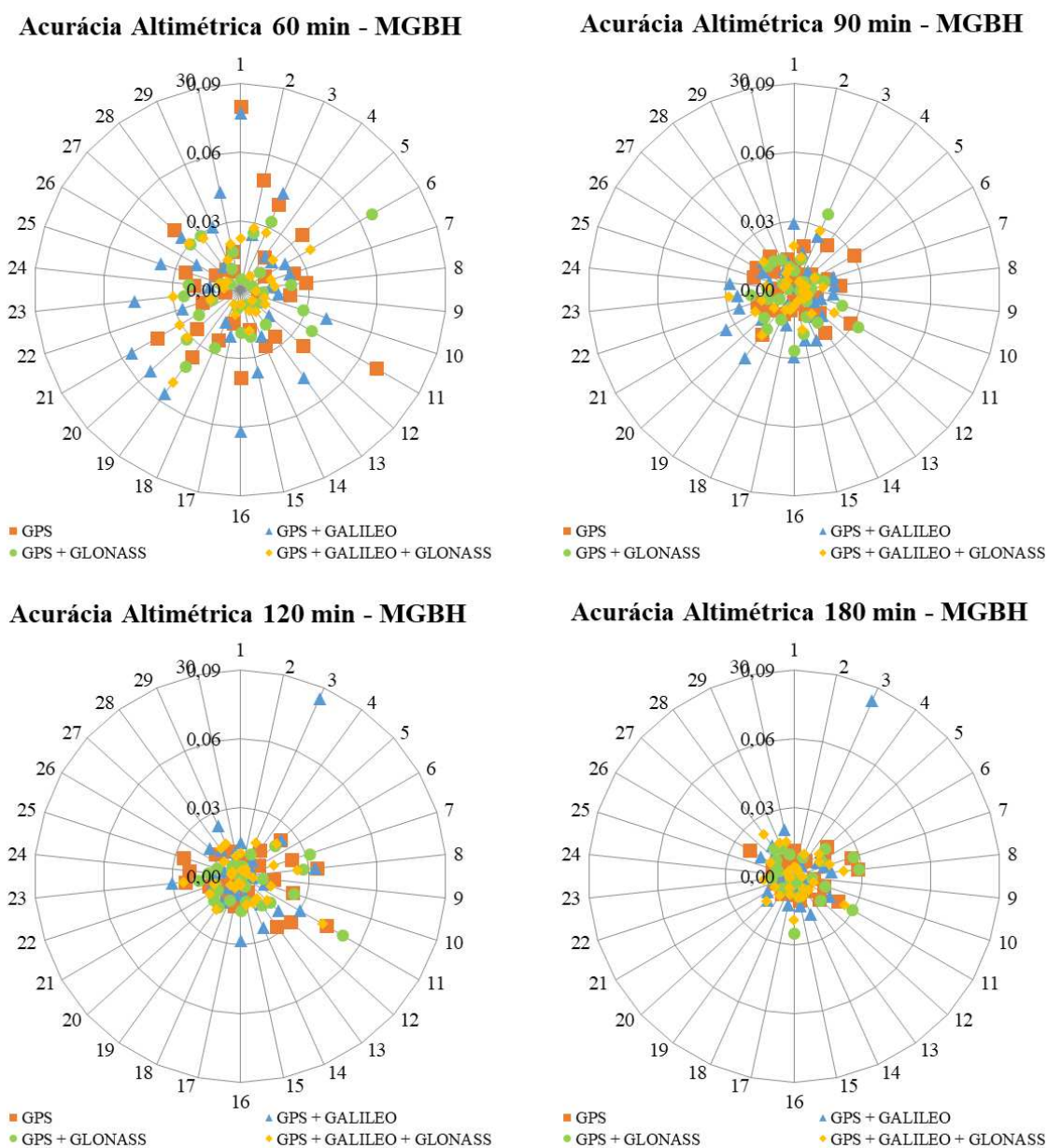


Figura 28 – Gráficos da acurácia altimétrica da Estação MGBH.

Na estação MGBH, é possível identificar, claramente, a melhora nas acurácias de acordo com o aumento do intervalo de rastreo, para todas as combinações. Fato que pode ser verificado no gráfico de radar da Figura 28, nos histogramas da Figura 29 e nos fatores de FA apresentados na Tabela 18.

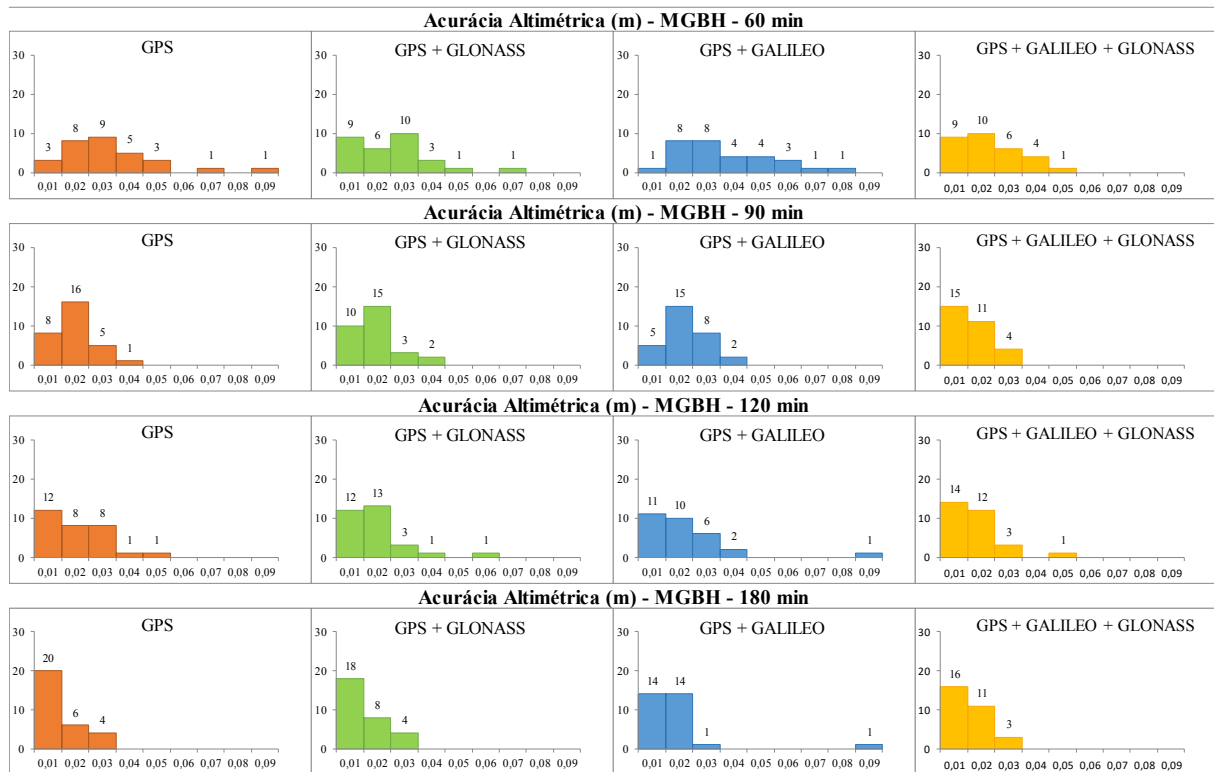


Figura 29 – Histograma de ocorrências da acurácia altimétrica da Estação MGBH.

Tabela 18 – Fator de Acurácia altimétrica da Estação MGBH.

Intervalo	GPS	GPS + GLONASS	GPS + Galileo	GPS + Galileo + GLONASS
60 min	4,28	5,81	3,62	6,08
90 min	6,33	6,72	5,54	7,72
120 min	6,76	7,04	6,58	7,49
180 min	8,60	8,25	7,58	7,95

Dos histogramas expostos na Figura 29, e em conformidade com os FAs ilustrados na Tabela 18, observa-se que a combinação GER apresentou os resultados mais acurados nos intervalos de 60, 90 e 120 minutos. Apresentando os menores valores de média e RMS, em relação aos demais processamentos, nos mesmos intervalos descritos anteriormente.

Nota-se, que a combinação GE apresentou em todos os intervalos os resultados menos acurados do que as demais estratégias analisadas, ou seja, menores valores de FAs. Proporcionando o menor valor geral, no intervalo de 60 minutos, do valor de FA de 3,62, o histograma de ocorrências mais dispersos que os demais e os maiores valores de média e RMS,

respectivamente, 3,2 cm e 3,7 cm. Ressalva-se também, que em todos os casos analisados, o GE apresentou piores valores de FA do que o processamento GPS, evidenciando que o sistema Galileo não contribuiu, para esta estação, ao se combinar com o GPS.

Dentre todos os resultados dos demais processamentos, o GPS apresentou o resultado mais acurado, no intervalo de 120 minutos. Onde pode-se identificar: o maior valor geral de FA com 8,60; a maior ocorrência de acurácias na primeira classe (um total de 20); além dos menores valores de média e RMS, 1,1 m e 1,3 m respectivamente.

Tabela 19 – Resumo dos maiores Fatores de Acurácia altimétrica.

Intervalo	PPTE	SPAR	SPTU	SPDR	MGBH
60 min	GER - 6,98	GPS - 8,25	GER - 8,25	GE - 7,45	GER - 6,08
90 min	GR - 7,19	GER - 8,40	GR - 8,93	GE - 7,43	GER - 7,72
120 min	GR - 5,86	GR - 7,87	GR - 8,62	GR/GE - 8,19	GER - 7,49
180 min	GER - 6,45	GER - 8,81	GR/GER - 8,74	GPS - 8,84	GPS - 8,60

Tabela 20 – Resumo dos menores Fatores de Acurácia altimétrica.

Intervalo	PPTE	SPAR	SPTU	SPDR	MGBH
60 min	GE - 4,91	GE - 7,16	GPS - 5,28	GER - 5,83	GE - 3,62
90 min	GE - 5,95	GPS/GE - 7,28	GPS - 6,74	GPS - 6,66	GE - 5,54
120 min	GPS - 5,18	GPS - 7,92	GPS - 6,28	GER - 7,45	GE - 6,58
180 min	GE - 5,05	GPS - 6,47	GPS - 7,04	GER - 7,48	GE - 7,58

Conforme os resultados observados para a altimetria e o resumo apresentado pelas Tabelas 19 e 20, verifica-se um comportamento similar a planimetria em relação ao tempo de coleta, este não influenciou de forma significativa nas acurácias. Ademais, de forma geral, e de acordo com os valores de FA estimados, grande parte dos melhores resultados se apresentaram nos processamentos da integração GER e pela tradicional combinação GR. Os resultados menos acurados se apresentaram no processamento GPS e na combinação GE.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS, CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O principal objetivo desta pesquisa consistiu em analisar a contribuição do sistema Galileo, aliado aos sistemas GLONASS e GPS, no posicionamento PPP, através de um estudo que permitiu verificar as acurácias das coordenadas estimadas para diferentes campanhas de processamento, com o uso do Bernese, versão 5.2. Destaca-se que nesta versão, a mais recente, o processamento considerando a constelação Galileo se encontra em estágio experimental. Além disso, ressalta-se que a constelação Galileo está com 17 satélites totalmente operacionais e disponíveis para uso civil.

Buscou-se elaborar uma revisão bibliográfica dos principais sistemas de navegação atualmente operacionais. Somando-se a isto, apresentou-se uma descrição dos sistemas de referência geodésicos modernos, a importância da transformação e atualização das coordenadas de referência, bem como a compatibilização de épocas e sistemas de referência das coordenadas relacionadas.

Foram realizadas 16 campanhas de processamento para cada dia do mês de abril (Tabela 5) e para cada estação, nas quais as acurácias desses processamentos foram analisadas pela resultante planimétrica e a componente altimétrica, separadamente. Ressaltando que, para a obtenção dos valores de porcentagens, apresentadas a seguir, desconsiderou-se as situações em que os valores de FAs foram iguais em diferentes processamentos.

Para a resultante planimétrica, de acordo com os valores de FA e os histogramas apresentados, considerando cada estação e os intervalos de rastreamento, de uma forma geral, a combinação GER e GE proporcionaram, ambas com 31,25%, os resultados mais acurados. Além disso, os resultados menos acurados foram encontrados em 57,90% pelo processamento GPS. Ao considerar o melhor resultado para cada estação, verifica-se um empate entre GER e GE, em que cada combinação proporcionou o melhor valor de FA em duas estações. Os resultados menos acurados foram identificados em três estações para o processamento GPS, em uma para GER e uma para GE. Logo, o maior valor de todos os FAs, foi identificado na combinação GER (90 minutos - 10,25) para a estação PPTE, e o pior valor também para GER (60 minutos - 3,07), na estação SPDR.

Já para a componente altimétrica, considerando cada estação e os intervalos de rastreamento, constatou-se de um modo geral que a combinação GER proporcionou os melhores resultados em 44,46%. Além do mais, um empate foi identificado entre o processamento GPS e a

combinação GE que proporcionou em 42,11% os resultados menos acurados. Para o melhor resultado em cada estação, identifica-se um empate entre GPS e a combinação GR, no qual cada processamento apresentou o melhor valor de FA em duas estações. O mesmo ocorre para o GPS e a combinação GE, que apresentaram os piores valores de FA em duas estações cada, e o GER em apenas 1 estação. O maior valor de todos os FAs, foi identificado no processamento GPS (180 minutos – 8,84) para a estação SPDR e o menor valor na estação MGBH, para a combinação GE (60 minutos – 3,62).

Em relação ao intervalo de rastreio, constata-se que o tempo de coleta não influenciou de forma significativa os resultados da acurácia, tanto na planimetria quanto na altimetria.

Apesar do processamento GPS ter apresentado o maior valor (geral) de FA na estação SPDR para a altimetria, este apresenta-se, na maioria das estações, valores mais degradados de acurácias em relação aos demais processamentos. No mesmo raciocínio, pôde-se inferir que a combinação dos três sistemas foi o processamento que resultou, em grande parte, nos melhores resultados de acurácia, apesar que, em várias situações a integração GER proporcionou os resultados menos acurados.

De modo geral, diante dos resultados observados, a integração do sistema em desenvolvimento Galileo com os sistemas GPS e GLONASS, mostrou-se promissora no método de posicionamento PPP, principalmente considerando a disponibilidade e cobertura dos dados. Porém, a utilização de dados da constelação Galileo aliado ao GPS, muitas vezes, ainda não contribui para um melhor posicionamento do que a combinação GR. Não podendo-se abster de que a interoperabilidade entre Galileo e GPS poderá se sobressair, pois estas constelações utilizam como sistema de transmissão, desde o projeto, a técnica CDMA. Ressaltando que os novos satélites GLONASS, também, utilizam o CDMA como sistema de transmissão, porém os satélites antigos ainda operam em FDMA. Verificando assim, um cenário promissor para a interoperabilidade de todos os sistemas de posicionamento.

Em breve, mais satélites, do sistema Galileo, devem disponibilizar dados de navegação. Desta forma, recomenda-se para trabalhos futuros investigar o desempenho desse sistema nos vários métodos de posicionamento, além de experimentos relacionados com a integração dos sistemas GPS, GLONASS e Galileo no posicionamento relativo.

Outra possibilidade seria analisar a qualidade do posicionamento pelos sistemas (GPS, GLONASS e Galileo) em diferentes latitudes, bem como uma análise sazonal da influência da integração destes sistemas operacionais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AFIFI, A.; EL-RABBANY, A. **Performance Analysis of Several GPS/Galileo Precise Point Positioning Models**. *Sensors* 15(6), p 14701-14726, doi: 10.3390/s150614701. 2015
- ALCAY, S.; YIGIT, C. O. **Network based performance of GPS-only and combined GPS/GLONASS positioning under different sky view conditions**. *Acta Geodaetica et Geophysica*, V 52, p 345–356, doi:10.1007/s40328-016-0173-5. 2016.
- ALKAN, R. M.; KARAMAN, H.; SAHIN, M. **GPS, Galileo and GLONASS satellite navigation systems e amp; GPS modernization**. *Proceedings of 2nd International Conference on Recent Advances in Space Technologies*, doi:10.1109/rast.2005.1512598. 2005.
- ALMEIDA, M. S. **Posicionamento por ponto preciso e posicionamento relativo com GNSS: qual é o método mais acurado atualmente**. 127f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil / Informações Espaciais) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2015.
- ALTAMIMI, Z.; COLLILIEUX, X.; LEGRAND, J. GARAYT, B.; BOUCHER, C. **ITRF2005: A new release of the International Terrestrial Reference Frame based on time series of station positions and Earth Orientation Parameters**. *J. Geophys. Res.*, 112, B09401, doi:10.1029/2007JB004949. 2007.
- ALTAMIMI, Z.; COLLILIEUX, X.; MÉTIVIER, L. **ITRF2008: an improved solution of the international terrestrial reference frame**. *J Geod* (2011) 85.457-473. DOI 10.1007/s0011-0444-4. 2011.
- ALTAMIMI, Z.; COLLILIEUX, X.; MÉTIVIER, L. **Analysis and results of ITRF2008. (IERS Technical Note; 37)** Frankfurt am Main: *Verlag des Bundesamts für Kartographie und Geodäsie*, 54 pp., ISBN 978-3-86482-046-5 (print version), 2012.
- ALTAMIMI, Z.; REBISCHUNG, P.; MÉTIVIER, L.; COLLILIEUX, X. **ITRF2014: A new release of the International Terrestrial Reference Frame modeling nonlinear station motions**. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, DOI: 10.1002/2016JB013098. 2016.
- ALVES, D. B. M.; ABREU, P. A. G., SOUZA, J. S. **GNSS: status, modelagem atmosférica e métodos de posicionamento**. *Revista Brasileira de Geomática*, v. 1, n. 1, 8-13, 2013.
- BEIDOU (2018). **BeiDou Navigation Satellite System. Systems** Disponível em: <<http://en.BeiDou.gov.cn/SYSTEMS/System/>>. Acesso em setembro de 2018.
- BENEVIDES, P.; NICO, G.; CATALAO, J.; MIRANDA, P. M. A. **Analysis of Galileo and GPS Integration for GNSS Tomography**. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, V 55, pp 1936–1943. doi:10.1109/tgrs.2016.2631449. 2017.
- BLICK, G.; CROOK, C.; DONNELLY, N.; FRASER, R.; LILJE, M.; MARTIN, D.; RIZOS, C.; ROMAN, D. R.; SARIB, R.; SOLER, T.; STANAWAY, R.; WESTON, N. D. **Reference Frames in Practice Manual**. International Federation of Surveyors (FIG), Copenhagen - DENMARK, 2014.

BOEHM, J.; HEINKELMANN, R.; SCHUH, H. **Short note: A global model of pressure and temperature for geodetic applications.** J Geod, 81(10):679-683. 2007.

BRAGA, F. L. S.; DAL POZ, W. R. **Mudança de referencial e atualização de coordenadas entre o IGS14 (ITRF2014) e o SIRGAS2000 (ITRF2000).** IV Simpósio Brasileiro de Geomática (SBG2017) II Jornadas Lusófonas - Ciências e Tecnologias de Informação Geográfica (CTIG2017). Presidente Prudente – SP. P. 543 – 550. 2017.

BRAGA, F. L. S. **Efeitos da refração troposférica no posicionamento Por Ponto Preciso no Brasil.** 134f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil / Informações Espaciais) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2018.

CAI, C. **Precise point positioning using dual-frequency GPS and GLONASS measurements.** Thesis (Master Science) Department of Geomatics Engineering, University of Calgary, 2009.

CAI, C.; GAO, Y.; PAN, L.; ZHU, J. **Precise point positioning with quad-constellations: GPS, BeiDou, GLONASS and Galileo.** Advances in Space Research, V 56, pp133-143. doi.org/10.1016/j.asr.2015.04.001. 2015.

CEFALO, R.; NOVELLI, A.; SLUGA, T.; SNIDER, P.; TARANTINO, E.; TOMMASI, A. **Static and Kinematic Surveys Using GNSS Multi-constellation Receivers and GPS, GLONASS and Galileo Data.** Lecture Notes in Computer Science, pp 349–363. doi:10.1007/978-3-319-95174-4_28. 2018.

CHAVES, W. O. MONICO, J. F. G. **Análise da consistência entre o ITRF2014 e o SIR15P01.** Anais do XXVII Congresso Brasileiro de Cartografia e XXVI Expositocarta. Rio de Janeiro - RJ, p. 149-153. 2017.

CHILANI, C. D.; WOLF, P. R. **Elementary surveying: an introduction to geomatics.** Pearson. 13 Ed. 983 p. 2012.

COSTA, S. M. A.; MANTOVANI, G.; SCOFANO, F.; LIMA, M. A. A.; SILVA, A. L.; MOURA JÚNIOR, N. J. **Ampliação e modernização da RBMC.** VII Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, Recife – PE, pp 440-450. 2018.

CSNO - China Satellite Navigation Office. **Development of the BeiDou Navigation Satellite System.** V. 3.0. P. 32. 2018.

DACH, R.; FRIDEZ, P. **Tutorial – Bernese GNSS Software 5.2.** Astronomical Institute University of Bern (AIUB), 170p, September 2017.

DREWES, H.; O. HEIDBACH. **The 2009 Horizontal Velocity Field for South America and the Caribbean.** Geodesy for Planet Earth, IAG Symposia, 136: 657-664. 2012.

ECONOMIST. **Rocket Galore: China's Space Programme.** (January 7, 2012). Disponível em <<http://www.economist.com/node/21542379>>. Acesso em setembro de 2018.

ENGEL, U. **Improving position accuracy by combined processing of Galileo and GPS satellite signals**. 11th International Conference on Information Fusion Cologne, Germany, 2008.

ESA (2018a). European Space Agency. **Galileo**. Disponível em: <http://www.esa.int/Our_Activities/Navigation/Galileo/What_is_Galileo>. Acesso em setembro de 2018.

ESA (2018b). European Space Agency. **Galileo on the ground**. Disponível em: <http://www.esa.int/Our_Activities/Navigation/Galileo/Galileo_on_the_ground>. Acesso em julho de 2018.

ESA (2019). European Space Agency. **FDMA vs. CDMA**. Disponível em: <https://gssc.esa.int/navipedia/index.php/FDMA_vs._CDMA>. Acesso em janeiro de 2019.

FARAH, A. **Assessment study of static-PPP convergence behaviour using GPS, GLONASS and mixed GPS/GLONASS observations**. Artificial Satellites, v. 49, n. 1. 2014.

FEAIRHELLER, S.; CLARK, R. **Other Satellite Navigation Systems**. In: KAPLAN, E. D.; HEGARTY, C. J. (Eds). Understanding GPS: Principles and Applications, 2 ed. Artech House, Norwood, cap 11, p. 595-634. 2006.

GENG, J.; SHI, C. **Rapid initialization of real-time PPP by resolving undifferenced GPS and GLONASS ambiguities simultaneously**. Journal of Geodesy, V 91, pp 361–374. doi:10.1007/s00190-016-0969-7. 2016. Ou 2017.

GLONASS. **Interface Control Document**. Version 5.1, Moscow 2008.

GLONASS (2018). **Information and analysis center for positioning, navigation and timing**. Disponível em: <<https://www.glonass-iac.ru/en/guide/>>. Acesso em julho de 2018.

GOWDA, M.; MANWEILER, J.; DHEKNE, A.; CHOUDHURY, R. R.; WEISZ, J. D. **Integrating GLONASS with GPS for Drone Orientation Tracking**. Communication Systems and Networks, pp 77–92. doi:10.1007/978-3-319-67235-9_7 . 2017.

GPS (2018). **Official U.S. government information about the Global Positioning System (GPS) and related topics**. Disponível em: <<https://www.gps.gov/systems/gps/space/#generations>>. Acesso em outubro de 2018.

GSA (2018). European Global Navigation Satellite Systems Agency. **Galileo Services**. Disponível em: <<https://www.gsa.europa.eu/Galileo/services>>. Acesso em agosto de 2018.

GSC (2018). **European GNSS Service Centre**. Disponível em: <<https://www.gsc-europa.eu/system-status/Constellation-Information>>. Acesso em outubro de 2018.

GUO, F.; LI, X.; ZHANG, X.; WANG, J. **Assessment of precise orbit and clock products for Galileo, BeiDou, and QZSS from IGS Multi-GNSS Experiment (MGEX)**. GPS Solutions, V 21, pp 279–290. doi:10.1007/s10291-016-0523-3. 2016.

HACKEL, S.; STEIGENBERGER, P.; HUGENTOBLER, U.; UHLEMANN, M.; MONTENBRUCK, O. **Galileo orbit determination using combined GNSS and SLR**

observations. GPS Solutions, Vol 19, ed 1, pp15-25, doi.org/10.1007/s10291-013-0361-5. 2015.

HOFMANN-WELLENHOF, B.; LICHTENEGGER, H.; COLLINS, J. **GNSS – Global Navigation Satellite Systems GPS, GLONASS, Galileo, and more.** New York: Springer-Verlag, 516p, 2008.

IGS (2012). **IGS RTCM-SC104 RINEX Working Group Report.** Disponível em <<http://www.igs.org/assets/pdf/Poland%202012%20-%20P05%20Romero%20PR30.pdf>>. Acesso em setembro de 2018.

IGS (2016). **[IGSMail-7399] Upcoming switch to IGS14/igs14.atx.** Disponível em: <<https://lists.igs.org/pipermail/igsmail/2016/001233.html>>. Acesso em outubro de 2018.

IGS (2018). International GNSS Service. **Products.** Disponível em: <<http://www.igs.org/products>>. Acesso em setembro de 2018. Acesso em setembro de 2018.

ITRF (2018a). International Terrestrial Reference System. **ITRF solutions.** Disponível em: <http://itrf.ensg.ign.fr/ITRF_solutions/index.php>. Acesso em agosto de 2018.

ITRF (2018b). International Terrestrial Reference Frame. **Transformation parameters from ITRF2008 to past ITRFs.** Disponível em: <http://itrf.ensg.ign.fr/doc_ITRF/Transfo-ITRF2008_ITRFs.txt>. Acesso em agosto de 2018.

JEREZ, G. O.; ALVES, D. B. M.; SOUZA, S. S. **Análise do uso combinado GPS/GLONASS no posicionamento sob efeito de cintilação ionosférica.** Revista Brasileira de Cartografia, N° 67/1, p. 201-214. 2015.

JI, S.; CHEN, W.; DING, X.; CHEN, Y.; ZHAO, C.; HU, C. **Potential Benefits of GPS/GLONASS/GALILEO Integration in an Urban Canyon – Hong Kong.** The Journal of Navigation, V 63, pp 681–693. doi:10.1017/s0373463310000081. 2010.

LAGO, I. F. DO; FERREIRA, L. D. D.; KRUEGER, C. P. **GPS e GLONASS: aspectos teóricos e aplicações práticas.** Boletim de Ciências Geodésicas, v. 8, n. 2, p. 37–53, 2002.

LI, X.; ZHANG, X.; REN, X.; FRITSCHÉ, M.; WICKERT, J.; SCHUH, H. **Precise positioning with current multi-constellation Global Navigation Satellite Systems: GPS, GLONASS, Galileo and BeiDou.** Nature, Scientific Reports, 8328. doi.org/10.1038/srep08328. 2015.

NISCHAN, T. **GFZRNX - RINEX GNSS Data Conversion and Manipulation Toolbox (Version 1.05).** GFZ Data Services. doi.org/10.5880/GFZ.1.1.2016.002. 2016.

NGUYEN, T.; BELFORTE, G.; TA, T. H. **Positioning precision of GPS/Galileo integration in Vietnam.** Intervento presentato al convegno Workshop on Maritime Communication and Navigation (COMNAVI 2016). pp. 1- 6. 2016.

NURMI, J.; LOHAN, E. S.; SAND, S.; HURKSKAINEN, H. **Galileo Positioning Technology.** New York: Springer, 2014. 327p.

MENEGHINI, C.; PARENTE, C. **Advantages of Multi GNSS Constellation: GDOP Analysis for GPS, GLONASS and Galileo Combinations**. International Journal of Engineering and Technology Innovation, vol. 7, no. 1, pp. 01 – 10. 2017.

MIKHAIL, E.; ACKERMAN, F. **Observations and Least Squares**. University Press of America, 1976. 497 p.

MONICO, J.F.G. **Posicionamento pelo GNSS: Descrição, fundamentos e aplicações**. 2.ed. São Paulo: Editora UNESP, 476 p, 2008.

MONICO, J.F.M.; DAL POZ, A.P.; GALO, M.; SANTOS, M.C; OLIVEIRA, L.C. **Acurácia e Precisão: Revendo os Conceitos de forma Acurada**. Boletim de Ciências Geodésicas, séc. Comunicações, Curitiba, vol.15, nº3, p.469-483, jul-set,2009.

MONTENBRUCK, O.; STEIGENBERGER, P.; PRANGE, L.; DENG, Z.; ZHAO, Q.; PEROSANZ, F.; ROMERO, I.; NOLL, C.; STURZE, A.; WEBER, G.; SCHMID, R.; MACLEOD, K.; SCHAERL, S. **The Multi-GNSS Experiment (MGEX) of the International GNSS Service (IGS) – Achievements, prospects and challenges**. Advances in Space Research. Volume 59, Issue 7, p. 1671-1697, 2017.

OLEYNIK, E. **GLONASS Status and Modernization**. United Nations/ Latvia Workshop on the Applications of Global Navigation Satellite Systems. Riga, Latvia. 2012.

ODIJK, D.; TEUNISSEN, P. J. G. **Characterization of between-receiver GPS-Galileo inter-system biases and their effect on mixed ambiguity resolution**. GPS Solutions, V 17, pp 521–533, 2013.

PAN, L.; CAI, C.; SANTERRE, R.; ZHANG, X. **Performance evaluation of single-frequency point positioning with GPS, GLONASS, BeiDou and Galileo**. Survey Review, 49(354), pp 197–205. doi:10.1080/00396265.2016.1151628. 2016.

PAZIEWSKI, J.; WIELGOSZ, P. **Assessment of GPS/Galileo and Multi-Frequency Galileo Single-Epoch Precise Positioning with Network Corrections**. GPS Solutions, V 18, pp 571-579, 2013.

RAY, R. D.; PONTE, R. M. **Barometric tides from ECMWF operational analyses**. Annales Geophysicae, V 21, pp 1897–1910. doi: 10.5194/angeo-21- 1897-2003. 2003.

RAMOS, M. P.; DAL POZ, W. R.; CARVALHO, A. S. **Análise das possibilidades de transformação de referencial e atualização de coordenadas estimadas pelo PPP**. Boletim de Ciências Geodésicas. Curitiba - PR, V. 22, nº 3, pp 389-404. 2016.

REBISCHUNG, P. (2016). **[IGSMail-7399] Upcoming switch to IGS14/igs14.atx**. Disponível em: <<https://lists.igs.org/pipermail/igsmail/2016/001233.html>>. Acesso em setembro de 2018.

REBISCHUNG, P.; SCHMID, R.; CRADDOCK, A. **IGS14 Reference Frame Transition**. Disponível em: <<http://www.igs.org/article/igs14-reference-frame-transition/>>. Acesso em agosto de 2018.

REBISCHUNG, P.; SCHMID, R. **Preparations for the IGS realization of ITRF2014**. 2016. Disponível em: <<http://meetingorganizer.copernicus.org/EGU2016/EGU2016-7171.pdf>>. Acesso em agosto 2018.

SEEBER, G. **Satellite Geodesy: foundations, methods and applications**. 2.ed., Berlin, New York: Walter de Gruyter, 589p, 2003.

SETTI JÚNIOR, P. T.; ALVES, D. B. M.; GOUVEIA, T. A. F. **Uso integrado dos sistemas Galileo e Gps: uma análise da acurácia no posicionamento por ponto com correções atmosféricas**. Revista Brasileira de Cartografia, N° 68/3, p 595-607. 2016.

SETTI JÚNIOR, P. T.; ALVES, D. B. M. **Posicionamento por ponto combinado GPS e Galileo: melhorias na geometria dos satélites e na estimativa da posição**. IV Simpósio Brasileiro de Geomática (SBG2017) e II Jornadas Lusófonas - Ciências e Tecnologias de Informação Geográfica (CTIG2017). Presidente Prudente – SP, p 558 – 562. 2017.

SILVA, E. G. S. **Avaliação da qualidade do posicionamento por satélites com integração GPS/GLONASS**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, 2015.

SIRGAS (2018a). Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas. **VEMOS: Modelo de velocidade para o SIRGAS**. Disponível em: <<http://www.sirgas.org/pt/velocity-model/>>. Acesso em junho de 2018.

SIRGAS (2018b). Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas. **Rede SIRGAS de monitoramento contínuo**. Disponível em: <<http://www.sirgas.org/pt/sirgas-con-network/>>. Acesso em junho de 2018.

SIRGAS (2018c). Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas. **Densificações nacionais do SIRGAS**. Disponível em: <<http://www.sirgas.org/pt/national-densifications/>>. Acesso em junho de 2018.

SIRGAS (2018d). Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas. **Definição do SIRGAS**. Disponível em: <<http://www.sirgas.org/pt/sirgas-definition/>>. Acesso em junho de 2018.

SLATER, J.; NOLL, C.; GOWEY, K. **International GLONASS Experiment IGEX-98**. Proceed. IGEX-98 Workshop, IGS Central Bureau. 1999:

STEIGENBERGER, P.; HUGENTOBLER, U.; MONTENBRUCK, O.; HAUSCHILD, A. **Precise orbit determination of GIOVE-B based on the CONGO network**. Journal of Geodesy, V 85, pp 357–365. doi:10.1007/s00190-011-0443-5. 2011.

STEIGENBERGER, P.; HUGENTOBLER, U.; LOYER, S.; PEROSANZ, F.; PRANGE, L.; DACH, R.; MONTENBRUCK, O. **Galileo orbit and clock quality of the IGS Multi-GNSS Experiment**. Advances in Space Research, V 55, pp 269–281. doi:10.1016/j.asr.2014.06.030. 2015.

TARANTINO, E.; NOVELLI, A.; CEFALO, R.; SLUGA, T.; TOMMASI, A. **Single-Frequency Kinematic Performance Comparison between Galileo, GPS, and GLONASS Satellite Positioning Systems Using an MMS-Generated Trajectory as a Reference: Preliminary Results**. ISPRS International Journal of Geo-Information 122. doi.org/10.3390/ijgi7030122_2018.

TIBERIUS, C.; PANY, T.; EISSFELLER, B.; JOOSTEN, P.; VERHAGEN, S. **0.99999999 confidence ambiguity resolution with GPS and Galileo**. GPS Solutions, V 6, pp 96–99. 2002.

TORGE, W. **Geodesy**. 3. ed. New York: de Gruyter, 2001

UHLEMANN, M.; GENDT, G.; RAMATSCHI, M.; DENG, Z. **GFZ Global Multi-GNSS Network and Data Processing Results**. IAG 150 Years, pp 673–679. doi:10.1007/1345_2015_120. 2015.

VENTORIM, B. G.; DAL POZ, W. R. **Avaliação do desempenho dos sistemas GPS e GLONASS no posicionamento por ponto preciso online, combinados e individualmente**. Boletim de Ciências Geodésicas. Curitiba, v. 22, no2, p.264-281, 2016.

WESTON, N. D.; SOLER, T. **Rigorous Geodetic Positioning in the Americas**. 8th. FIG Regional Conference 2012. Montevideo, Uruguay, p 26-29. (2012). Disponível em <<http://www.ngs.noaa.gov/CORS/Articles/Weston-SolerFIG-2012-Montevideo.pdf>>. Acesso em agosto de 2018.

APÊNDICES

APÊNDICE 01: tabelas para cada estação, contendo os valores das discrepâncias, precisões e acurácias da resultante planimétrica.

PPTE - 60 minutos

GPS			GPS + GLONASS			GPS + GALILEO			GPS + GALILEO + GLONASS			
DOY	Discrepância	Precisão	Acurácia	Discrepância	Precisão	Acurácia	Discrepância	Precisão	Acurácia	Discrepância	Precisão	Acurácia
91	0,026	0,012	0,029	0,026	0,012	0,029	0,011	0,012	0,016	0,010	0,007	0,010
92	0,012	0,013	0,017	0,005	0,006	0,007	0,016	0,009	0,018	0,002	0,006	0,002
93	0,004	0,005	0,006	0,004	0,005	0,006	0,021	0,011	0,023	0,000	0,007	0,000
94	0,004	0,006	0,007	0,004	0,006	0,007	0,004	0,017	0,017	0,005	0,008	0,005
95	0,010	0,005	0,011	0,010	0,005	0,011	0,003	0,016	0,017	0,015	0,007	0,015
96	0,016	0,005	0,017	0,016	0,005	0,017	0,006	0,011	0,013	0,018	0,007	0,018
97	0,009	0,006	0,010	0,009	0,006	0,010	0,007	0,013	0,015	0,004	0,008	0,004
98	0,014	0,007	0,016	0,014	0,007	0,016	0,016	0,011	0,019	0,019	0,007	0,019
99	0,016	0,005	0,017	0,016	0,005	0,017	0,019	0,011	0,022	0,013	0,007	0,013
100	0,005	0,005	0,007	0,005	0,005	0,007	0,015	0,011	0,019	0,005	0,007	0,005
101	0,002	0,005	0,005	0,002	0,005	0,005	0,008	0,010	0,013	0,002	0,006	0,002
102	0,005	0,005	0,006	0,005	0,005	0,006	0,004	0,010	0,011	0,002	0,006	0,002
103	0,015	0,005	0,016	0,015	0,005	0,016	0,007	0,012	0,014	0,012	0,007	0,012
104	0,010	0,007	0,012	0,010	0,007	0,012	0,016	0,016	0,023	0,003	0,009	0,003
105	0,013	0,006	0,014	0,013	0,006	0,014	0,009	0,011	0,014	0,011	0,008	0,011
106	0,008	0,004	0,009	0,008	0,004	0,009	0,011	0,013	0,017	0,005	0,006	0,005
107	0,003	0,004	0,005	0,003	0,004	0,005	0,004	0,011	0,012	0,003	0,006	0,003
108	0,006	0,006	0,008	0,006	0,006	0,008	0,010	0,012	0,016	0,006	0,008	0,006
109	0,010	0,004	0,011	0,010	0,004	0,011	0,009	0,013	0,016	0,004	0,006	0,004
110	0,022	0,005	0,023	0,022	0,005	0,023	0,013	0,010	0,016	0,019	0,007	0,019
111	0,009	0,005	0,011	0,009	0,005	0,011	0,009	0,009	0,013	0,015	0,007	0,015
112	0,005	0,006	0,007	0,005	0,006	0,007	0,005	0,009	0,011	0,008	0,007	0,008
113	0,007	0,006	0,009	0,007	0,006	0,009	0,006	0,012	0,013	0,003	0,007	0,003
114	0,006	0,005	0,008	0,006	0,005	0,008	0,023	0,012	0,026	0,009	0,008	0,009
115	0,012	0,006	0,014	0,012	0,006	0,014	0,013	0,010	0,017	0,008	0,007	0,008
116	0,003	0,006	0,007	0,003	0,006	0,007	0,002	0,014	0,014	0,004	0,009	0,004
117	0,014	0,007	0,015	0,014	0,007	0,015	0,006	0,010	0,012	0,004	0,008	0,004
118	0,013	0,007	0,015	0,013	0,007	0,015	0,006	0,011	0,012	0,006	0,007	0,006
119	0,020	0,008	0,022	0,020	0,008	0,022	0,014	0,012	0,019	0,011	0,009	0,011
120	0,013	0,010	0,016	0,013	0,010	0,016	0,018	0,010	0,020	0,016	0,008	0,016

PPTE - 90 minutos

GPS				GPS + GLONASS			GPS + GALILEO			GPS + GALILEO + GLONASS		
DOY	Discrepância	Precisão	Acurácia	Discrepância	Precisão	Acurácia	Discrepância	Precisão	Acurácia	Discrepância	Precisão	Acurácia
91	0,015	0,007	0,016	0,005	0,003	0,006	0,005	0,006	0,008	0,004	0,004	0,006
92	0,007	0,007	0,009	0,002	0,003	0,004	0,014	0,006	0,015	0,005	0,004	0,006
93	0,010	0,007	0,012	0,001	0,003	0,003	0,013	0,006	0,014	0,002	0,004	0,004
94	0,005	0,007	0,008	0,002	0,003	0,004	0,002	0,007	0,007	0,002	0,004	0,004
95	0,006	0,007	0,009	0,005	0,003	0,006	0,002	0,008	0,008	0,005	0,004	0,007
96	0,004	0,007	0,008	0,004	0,003	0,005	0,008	0,007	0,011	0,008	0,004	0,009
97	0,006	0,007	0,009	0,003	0,003	0,004	0,006	0,007	0,009	0,007	0,004	0,008
98	0,002	0,007	0,007	0,000	0,003	0,003	0,005	0,006	0,008	0,004	0,004	0,006
99	0,003	0,007	0,007	0,009	0,003	0,010	0,007	0,007	0,010	0,007	0,004	0,008
100	0,007	0,007	0,010	0,003	0,003	0,005	0,011	0,006	0,013	0,006	0,004	0,008
101	0,005	0,006	0,008	0,001	0,003	0,003	0,005	0,006	0,008	0,002	0,004	0,004
102	0,005	0,006	0,008	0,002	0,003	0,004	0,002	0,006	0,006	0,001	0,004	0,004
103	0,005	0,006	0,008	0,005	0,003	0,006	0,004	0,007	0,008	0,004	0,004	0,006
104	0,014	0,006	0,016	0,012	0,004	0,013	0,003	0,008	0,009	0,007	0,006	0,009
105	0,009	0,006	0,011	0,001	0,004	0,004	0,003	0,006	0,007	0,002	0,004	0,005
106	0,012	0,006	0,014	0,006	0,003	0,006	0,000	0,008	0,008	0,005	0,004	0,006
107	0,008	0,006	0,010	0,005	0,003	0,006	0,004	0,007	0,008	0,005	0,004	0,007
108	0,006	0,005	0,008	0,001	0,003	0,003	0,009	0,007	0,012	0,003	0,004	0,005
109	0,011	0,005	0,012	0,005	0,003	0,006	0,005	0,007	0,009	0,001	0,004	0,004
110	0,017	0,006	0,018	0,015	0,003	0,015	0,011	0,006	0,013	0,012	0,004	0,013
111	0,006	0,005	0,008	0,006	0,003	0,007	0,007	0,006	0,009	0,008	0,005	0,010
112	0,001	0,005	0,005	0,004	0,004	0,006	0,002	0,006	0,006	0,006	0,005	0,007
113	0,005	0,006	0,007	0,003	0,003	0,004	0,003	0,007	0,007	0,004	0,004	0,006
114	0,003	0,006	0,006	0,007	0,003	0,008	0,004	0,007	0,008	0,002	0,005	0,005
115	0,002	0,006	0,007	0,007	0,004	0,008	0,009	0,006	0,011	0,006	0,004	0,008
116	0,015	0,007	0,017	0,005	0,004	0,006	0,009	0,008	0,012	0,006	0,005	0,008
117	0,009	0,007	0,012	0,012	0,004	0,013	0,008	0,006	0,010	0,004	0,005	0,007
118	0,010	0,007	0,012	0,009	0,005	0,010	0,010	0,007	0,012	0,007	0,005	0,009
119	0,022	0,008	0,024	0,018	0,005	0,019	0,016	0,008	0,018	0,003	0,005	0,006
120	0,018	0,008	0,019	0,006	0,004	0,007	0,018	0,006	0,019	0,013	0,005	0,014

PPTE - 120 minutos

GPS			GPS + GLONASS			GPS + GALILEO			GPS + GALILEO + GLONASS			
DOY	Discrepância	Precisão	Acurácia	Discrepância	Precisão	Acurácia	Discrepância	Precisão	Acurácia	Discrepância	Precisão	Acurácia
91	0,007	0,004	0,009	0,006	0,002	0,006	0,004	0,004	0,006	0,006	0,003	0,006
92	0,004	0,004	0,006	0,002	0,002	0,003	0,010	0,004	0,010	0,005	0,003	0,006
93	0,011	0,004	0,012	0,005	0,002	0,005	0,012	0,005	0,012	0,006	0,003	0,006
94	0,006	0,005	0,008	0,005	0,002	0,006	0,003	0,005	0,006	0,005	0,003	0,006
95	0,006	0,004	0,007	0,003	0,002	0,004	0,003	0,005	0,006	0,003	0,003	0,004
96	0,006	0,004	0,007	0,006	0,002	0,006	0,007	0,005	0,008	0,006	0,003	0,007
97	0,004	0,004	0,005	0,002	0,002	0,003	0,005	0,005	0,007	0,003	0,003	0,004
98	0,003	0,004	0,005	0,005	0,002	0,006	0,007	0,005	0,008	0,000	0,003	0,003
99	0,003	0,004	0,005	0,005	0,002	0,006	0,007	0,005	0,008	0,003	0,003	0,004
100	0,008	0,004	0,009	0,005	0,002	0,006	0,013	0,004	0,013	0,007	0,003	0,008
101	0,004	0,004	0,005	0,001	0,002	0,003	0,008	0,005	0,010	0,003	0,003	0,004
102	0,006	0,004	0,007	0,004	0,002	0,004	0,004	0,004	0,006	0,003	0,003	0,004
103	0,004	0,004	0,006	0,003	0,002	0,003	0,003	0,005	0,006	0,005	0,003	0,006
104	0,012	0,004	0,013	0,013	0,003	0,013	0,007	0,005	0,009	0,011	0,004	0,012
105	0,008	0,004	0,009	0,004	0,002	0,005	0,005	0,005	0,007	0,003	0,003	0,005
106	0,006	0,004	0,008	0,009	0,002	0,009	0,010	0,006	0,012	0,010	0,003	0,010
107	0,002	0,004	0,004	0,006	0,002	0,006	0,004	0,005	0,006	0,009	0,003	0,009
108	0,005	0,003	0,006	0,002	0,002	0,003	0,005	0,005	0,007	0,002	0,003	0,004
109	0,002	0,004	0,005	0,004	0,002	0,004	0,005	0,005	0,007	0,003	0,003	0,004
110	0,012	0,004	0,012	0,008	0,003	0,008	0,007	0,004	0,008	0,005	0,003	0,006
111	0,004	0,004	0,006	0,004	0,003	0,005	0,004	0,004	0,006	0,004	0,003	0,005
112	0,004	0,004	0,006	0,004	0,003	0,005	0,004	0,005	0,006	0,001	0,004	0,004
113	0,003	0,004	0,005	0,002	0,002	0,003	0,002	0,005	0,005	0,002	0,003	0,004
114	0,007	0,004	0,008	0,003	0,002	0,004	0,004	0,005	0,006	0,002	0,003	0,004
115	0,014	0,005	0,015	0,002	0,003	0,003	0,010	0,005	0,011	0,003	0,003	0,004
116	0,005	0,005	0,007	0,005	0,003	0,006	0,007	0,005	0,009	0,002	0,003	0,004
117	0,019	0,004	0,019	0,003	0,003	0,004	0,004	0,004	0,006	0,002	0,003	0,004
118	0,021	0,004	0,021	0,012	0,003	0,013	0,011	0,005	0,012	0,018	0,004	0,018
119	0,014	0,004	0,015	0,012	0,003	0,012	0,008	0,005	0,010	0,006	0,004	0,007
120	0,015	0,005	0,015	0,008	0,003	0,008	0,009	0,004	0,010	0,004	0,003	0,005

PPTE - 180 minutos

GPS			GPS + GLONASS			GPS + GALILEO			GPS + GALILEO + GLONASS			
DOY	Discrepância	Precisão	Acurácia	Discrepância	Precisão	Acurácia	Discrepância	Precisão	Acurácia	Discrepância	Precisão	Acurácia
91	0,002	0,002	0,003	0,006	0,002	0,007	0,003	0,003	0,004	0,005	0,002	0,006
92	0,004	0,002	0,005	0,005	0,002	0,005	0,006	0,003	0,006	0,005	0,002	0,006
93	0,012	0,002	0,012	0,007	0,001	0,007	0,014	0,003	0,014	0,008	0,002	0,008
94	0,006	0,003	0,006	0,007	0,002	0,007	0,006	0,003	0,007	0,010	0,002	0,010
95	0,010	0,003	0,011	0,004	0,002	0,004	0,004	0,003	0,005	0,003	0,002	0,004
96	0,003	0,002	0,004	0,006	0,002	0,006	0,006	0,003	0,007	0,005	0,002	0,006
97	0,003	0,002	0,004	0,006	0,002	0,006	0,005	0,003	0,006	0,005	0,002	0,006
98	0,004	0,002	0,005	0,004	0,002	0,004	0,003	0,003	0,005	0,001	0,002	0,002
99	0,005	0,003	0,006	0,005	0,002	0,006	0,006	0,003	0,007	0,005	0,002	0,006
100	0,007	0,003	0,008	0,004	0,002	0,004	0,007	0,003	0,008	0,004	0,002	0,004
101	0,003	0,003	0,004	0,004	0,002	0,004	0,002	0,003	0,004	0,003	0,002	0,004
102	0,007	0,003	0,007	0,004	0,002	0,004	0,004	0,003	0,005	0,003	0,002	0,004
103	0,009	0,003	0,009	0,008	0,002	0,008	0,009	0,003	0,010	0,009	0,002	0,009
104	0,009	0,003	0,010	0,007	0,002	0,007	0,018	0,003	0,018	0,015	0,003	0,015
105	0,010	0,003	0,011	0,010	0,002	0,010	0,007	0,004	0,007	0,006	0,002	0,006
106	0,008	0,003	0,008	0,015	0,002	0,015	0,026	0,004	0,026	0,022	0,002	0,022
107	0,002	0,003	0,003	0,008	0,002	0,008	0,005	0,003	0,006	0,009	0,002	0,009
108	0,002	0,002	0,003	0,003	0,001	0,004	0,005	0,004	0,006	0,005	0,002	0,005
109	0,005	0,002	0,005	0,003	0,002	0,004	0,004	0,003	0,005	0,003	0,002	0,004
110	0,012	0,003	0,012	0,004	0,002	0,005	0,004	0,003	0,005	0,007	0,002	0,008
111	0,008	0,002	0,009	0,004	0,002	0,004	0,005	0,003	0,006	0,001	0,002	0,002
112	0,004	0,002	0,004	0,007	0,002	0,007	0,005	0,003	0,005	0,005	0,002	0,005
113	0,003	0,002	0,004	0,005	0,001	0,005	0,002	0,003	0,004	0,003	0,002	0,004
114	0,009	0,002	0,009	0,008	0,002	0,008	0,016	0,003	0,016	0,004	0,002	0,004
115	0,011	0,002	0,012	0,003	0,001	0,003	0,007	0,003	0,008	0,001	0,002	0,002
116	0,005	0,003	0,006	0,006	0,002	0,006	0,007	0,003	0,007	0,003	0,002	0,004
117	0,003	0,004	0,005	0,003	0,002	0,004	0,003	0,003	0,004	0,002	0,002	0,003
118	0,023	0,003	0,023	0,010	0,002	0,011	0,016	0,003	0,016	0,019	0,002	0,020
119	0,011	0,003	0,012	0,005	0,002	0,006	0,007	0,003	0,008	0,009	0,002	0,009
120	0,010	0,003	0,010	0,004	0,002	0,004	0,008	0,003	0,009	0,008	0,002	0,008

SPAR - 60 minutos

GPS				GPS + GLONASS			GPS + GALILEO			GPS + GALILEO + GLONASS		
DOY	Discrepância	Precisão	Acurácia	Discrepância	Precisão	Acurácia	Discrepância	Precisão	Acurácia	Discrepância	Precisão	Acurácia
91	0,022	0,004	0,022	0,014	0,003	0,015	0,015	0,004	0,015	0,014	0,003	0,014
92	0,017	0,004	0,017	0,022	0,003	0,022	0,019	0,004	0,020	0,024	0,003	0,024
93	0,021	0,004	0,021	0,019	0,003	0,020	0,017	0,003	0,018	0,019	0,002	0,019
94	0,016	0,004	0,017	0,022	0,003	0,022	0,020	0,004	0,020	0,022	0,003	0,023
95	0,029	0,004	0,030	0,021	0,003	0,021	0,018	0,004	0,018	0,021	0,003	0,022
96	0,021	0,004	0,022	0,022	0,003	0,022	0,014	0,004	0,014	0,023	0,003	0,023
97	0,015	0,004	0,016	0,024	0,003	0,024	0,020	0,004	0,021	0,021	0,003	0,021
98	0,018	0,004	0,018	0,016	0,003	0,016	0,014	0,004	0,015	0,015	0,003	0,016
99	0,021	0,004	0,021	0,025	0,003	0,025	0,020	0,004	0,020	0,027	0,003	0,027
100	0,010	0,005	0,011	0,014	0,003	0,015	0,013	0,004	0,013	0,015	0,003	0,015
101	0,018	0,005	0,018	0,017	0,003	0,018	0,015	0,003	0,015	0,018	0,003	0,018
102	0,024	0,006	0,025	0,018	0,003	0,018	0,020	0,004	0,020	0,020	0,003	0,020
103	0,028	0,005	0,028	0,026	0,003	0,026	0,024	0,004	0,025	0,024	0,003	0,025
104	0,022	0,005	0,022	0,026	0,004	0,027	0,023	0,004	0,023	0,026	0,003	0,026
105	0,037	0,005	0,037	0,022	0,004	0,022	0,033	0,004	0,034	0,027	0,004	0,027
106	0,020	0,004	0,020	0,019	0,003	0,019	0,018	0,004	0,019	0,023	0,003	0,023
107	0,020	0,005	0,020	0,022	0,003	0,022	0,025	0,003	0,025	0,023	0,002	0,023
108	0,025	0,004	0,026	0,027	0,003	0,027	0,024	0,004	0,024	0,025	0,003	0,025
109	0,017	0,004	0,018	0,017	0,003	0,017	0,019	0,004	0,020	0,018	0,002	0,018
110	0,021	0,004	0,022	0,023	0,003	0,023	0,019	0,003	0,020	0,020	0,003	0,020
111	0,025	0,004	0,025	0,022	0,003	0,023	0,023	0,003	0,024	0,022	0,003	0,022
112	0,022	0,004	0,023	0,022	0,003	0,022	0,028	0,003	0,028	0,025	0,003	0,025
113	0,023	0,004	0,024	0,023	0,003	0,023	0,024	0,004	0,024	0,023	0,003	0,023
114	0,026	0,005	0,027	0,029	0,003	0,029	0,028	0,004	0,028	0,025	0,003	0,026
115	0,015	0,005	0,016	0,013	0,003	0,013	0,021	0,003	0,022	0,015	0,003	0,015
116	0,025	0,005	0,025	0,025	0,003	0,025	0,025	0,004	0,025	0,026	0,003	0,027
117	0,022	0,005	0,022	0,025	0,003	0,025	0,022	0,004	0,022	0,022	0,003	0,022
118	0,019	0,005	0,019	0,020	0,004	0,021	0,022	0,004	0,022	0,026	0,003	0,026
119	0,016	0,006	0,017	0,015	0,004	0,015	0,022	0,004	0,022	0,020	0,003	0,020
120	0,030	0,006	0,031	0,026	0,005	0,027	0,043	0,004	0,043	0,035	0,003	0,035

SPAR - 90 minutos

GPS			GPS + GLONASS			GPS + GALILEO			GPS + GALILEO + GLONASS			
DOY	Discrepância	Precisão	Acurácia	Discrepância	Precisão	Acurácia	Discrepância	Precisão	Acurácia	Discrepância	Precisão	Acurácia
91	0,020	0,003	0,020	0,019	0,002	0,019	0,017	0,003	0,017	0,018	0,002	0,018
92	0,020	0,003	0,020	0,024	0,002	0,024	0,020	0,002	0,020	0,025	0,002	0,025
93	0,020	0,002	0,020	0,019	0,002	0,019	0,016	0,002	0,016	0,017	0,001	0,017
94	0,018	0,003	0,018	0,021	0,002	0,021	0,018	0,002	0,018	0,021	0,002	0,021
95	0,018	0,003	0,018	0,018	0,002	0,018	0,018	0,002	0,018	0,019	0,002	0,019
96	0,015	0,003	0,015	0,019	0,002	0,019	0,016	0,002	0,016	0,019	0,002	0,019
97	0,021	0,003	0,021	0,023	0,002	0,023	0,024	0,002	0,025	0,024	0,002	0,024
98	0,023	0,003	0,023	0,018	0,002	0,018	0,021	0,002	0,021	0,019	0,002	0,019
99	0,022	0,003	0,022	0,023	0,002	0,023	0,023	0,002	0,023	0,025	0,002	0,025
100	0,019	0,003	0,019	0,019	0,002	0,019	0,018	0,002	0,018	0,019	0,002	0,019
101	0,021	0,003	0,021	0,022	0,002	0,022	0,021	0,002	0,021	0,021	0,002	0,021
102	0,020	0,003	0,021	0,021	0,002	0,021	0,021	0,002	0,021	0,022	0,002	0,022
103	0,025	0,003	0,025	0,024	0,002	0,024	0,023	0,002	0,023	0,022	0,002	0,022
104	0,021	0,003	0,022	0,027	0,002	0,027	0,021	0,003	0,021	0,025	0,002	0,025
105	0,026	0,003	0,027	0,023	0,002	0,024	0,028	0,003	0,028	0,028	0,002	0,028
106	0,020	0,003	0,020	0,023	0,002	0,024	0,023	0,003	0,023	0,025	0,002	0,025
107	0,020	0,003	0,020	0,020	0,002	0,020	0,020	0,002	0,020	0,020	0,002	0,020
108	0,027	0,003	0,027	0,027	0,002	0,027	0,026	0,003	0,027	0,026	0,002	0,026
109	0,016	0,003	0,016	0,021	0,002	0,021	0,019	0,002	0,019	0,021	0,002	0,021
110	0,021	0,003	0,022	0,023	0,002	0,023	0,022	0,002	0,022	0,022	0,002	0,022
111	0,020	0,003	0,021	0,017	0,002	0,017	0,022	0,002	0,022	0,020	0,002	0,020
112	0,025	0,003	0,025	0,026	0,002	0,026	0,028	0,002	0,028	0,028	0,002	0,028
113	0,021	0,003	0,022	0,020	0,002	0,020	0,025	0,002	0,025	0,022	0,002	0,022
114	0,024	0,003	0,024	0,029	0,002	0,029	0,023	0,003	0,023	0,026	0,002	0,026
115	0,022	0,003	0,023	0,016	0,002	0,016	0,019	0,002	0,019	0,015	0,002	0,015
116	0,024	0,004	0,024	0,022	0,002	0,022	0,033	0,003	0,033	0,024	0,002	0,024
117	0,027	0,004	0,027	0,025	0,002	0,025	0,022	0,002	0,022	0,022	0,002	0,022
118	0,018	0,004	0,019	0,016	0,002	0,016	0,020	0,003	0,020	0,018	0,002	0,018
119	0,018	0,004	0,018	0,017	0,002	0,017	0,018	0,002	0,018	0,018	0,002	0,018
120	0,032	0,004	0,032	0,023	0,002	0,023	0,033	0,002	0,033	0,026	0,002	0,026

SPAR - 120 minutos

GPS			GPS + GLONASS			GPS + GALILEO			GPS + GALILEO + GLONASS			
DOY	Discrepância	Precisão	Acurácia	Discrepância	Precisão	Acurácia	Discrepância	Precisão	Acurácia	Discrepância	Precisão	Acurácia
91	0,021	0,002	0,021	0,020	0,001	0,020	0,018	0,002	0,019	0,018	0,001	0,018
92	0,022	0,002	0,022	0,024	0,001	0,024	0,022	0,002	0,022	0,025	0,001	0,025
93	0,025	0,002	0,025	0,021	0,001	0,021	0,022	0,001	0,022	0,020	0,001	0,020
94	0,021	0,002	0,021	0,022	0,001	0,022	0,019	0,002	0,020	0,021	0,001	0,021
95	0,019	0,002	0,019	0,019	0,001	0,019	0,017	0,002	0,017	0,018	0,001	0,018
96	0,018	0,002	0,018	0,018	0,002	0,018	0,016	0,002	0,017	0,017	0,001	0,017
97	0,023	0,002	0,023	0,025	0,002	0,025	0,025	0,002	0,025	0,026	0,001	0,026
98	0,020	0,002	0,021	0,018	0,001	0,018	0,019	0,002	0,020	0,019	0,001	0,020
99	0,020	0,002	0,021	0,021	0,001	0,021	0,020	0,002	0,020	0,022	0,001	0,022
100	0,020	0,002	0,020	0,022	0,001	0,022	0,020	0,002	0,020	0,021	0,001	0,021
101	0,020	0,002	0,020	0,022	0,001	0,022	0,022	0,002	0,022	0,022	0,001	0,022
102	0,020	0,002	0,020	0,021	0,002	0,022	0,021	0,002	0,021	0,022	0,001	0,022
103	0,025	0,002	0,025	0,025	0,001	0,025	0,025	0,002	0,025	0,024	0,001	0,024
104	0,023	0,002	0,023	0,028	0,002	0,028	0,024	0,002	0,024	0,027	0,002	0,027
105	0,024	0,002	0,024	0,020	0,002	0,020	0,023	0,002	0,023	0,023	0,002	0,023
106	0,020	0,002	0,020	0,027	0,002	0,027	0,026	0,002	0,026	0,029	0,002	0,029
107	0,018	0,002	0,018	0,018	0,001	0,018	0,019	0,002	0,019	0,019	0,001	0,019
108	0,025	0,002	0,026	0,024	0,001	0,024	0,023	0,002	0,023	0,023	0,001	0,023
109	0,020	0,002	0,020	0,021	0,001	0,021	0,021	0,002	0,021	0,020	0,001	0,021
110	0,022	0,002	0,022	0,022	0,002	0,022	0,020	0,002	0,020	0,020	0,001	0,020
111	0,019	0,002	0,019	0,018	0,002	0,018	0,020	0,002	0,021	0,020	0,001	0,020
112	0,024	0,002	0,024	0,026	0,002	0,026	0,023	0,002	0,023	0,026	0,001	0,026
113	0,020	0,002	0,021	0,020	0,001	0,020	0,022	0,002	0,022	0,021	0,001	0,021
114	0,022	0,002	0,023	0,024	0,001	0,024	0,022	0,002	0,022	0,024	0,001	0,024
115	0,025	0,002	0,025	0,019	0,001	0,019	0,019	0,002	0,019	0,018	0,001	0,018
116	0,022	0,002	0,022	0,023	0,001	0,023	0,026	0,002	0,026	0,023	0,001	0,023
117	0,028	0,002	0,028	0,024	0,002	0,024	0,023	0,002	0,023	0,023	0,001	0,023
118	0,024	0,003	0,024	0,017	0,002	0,017	0,013	0,002	0,013	0,017	0,002	0,017
119	0,018	0,002	0,018	0,022	0,002	0,022	0,015	0,002	0,015	0,022	0,001	0,022
120	0,027	0,002	0,027	0,024	0,002	0,024	0,027	0,002	0,027	0,023	0,001	0,023

SPAR - 180 minutos

GPS			GPS + GLONASS			GPS + GALILEO			GPS + GALILEO + GLONASS			
DOY	Discrepância	Precisão	Acurácia	Discrepância	Precisão	Acurácia	Discrepância	Precisão	Acurácia	Discrepância	Precisão	Acurácia
91	0,021	0,001	0,021	0,020	0,001	0,020	0,018	0,001	0,018	0,019	0,001	0,019
92	0,019	0,001	0,019	0,021	0,001	0,021	0,019	0,001	0,019	0,021	0,001	0,021
93	0,023	0,002	0,023	0,022	0,001	0,022	0,024	0,002	0,024	0,023	0,001	0,024
94	0,016	0,002	0,016	0,017	0,001	0,017	0,017	0,002	0,017	0,016	0,001	0,016
95	0,019	0,002	0,019	0,020	0,001	0,020	0,017	0,002	0,017	0,018	0,001	0,018
96	0,018	0,001	0,018	0,018	0,001	0,018	0,018	0,001	0,018	0,018	0,001	0,018
97	0,021	0,002	0,021	0,021	0,001	0,021	0,022	0,001	0,022	0,022	0,001	0,022
98	0,019	0,002	0,019	0,018	0,001	0,018	0,019	0,001	0,019	0,020	0,001	0,020
99	0,018	0,002	0,018	0,018	0,001	0,018	0,018	0,001	0,019	0,018	0,001	0,018
100	0,017	0,002	0,017	0,020	0,001	0,020	0,019	0,001	0,019	0,020	0,001	0,020
101	0,019	0,002	0,019	0,021	0,001	0,021	0,020	0,001	0,020	0,021	0,001	0,021
102	0,019	0,002	0,019	0,020	0,001	0,020	0,020	0,001	0,020	0,020	0,001	0,020
103	0,023	0,002	0,023	0,023	0,001	0,023	0,023	0,001	0,023	0,022	0,001	0,022
104	0,023	0,002	0,023	0,024	0,001	0,024	0,027	0,001	0,027	0,026	0,001	0,026
105	0,017	0,002	0,017	0,018	0,001	0,018	0,019	0,001	0,019	0,020	0,001	0,020
106	0,020	0,002	0,020	0,030	0,001	0,030	0,031	0,001	0,031	0,033	0,001	0,033
107	0,019	0,002	0,019	0,020	0,001	0,020	0,019	0,001	0,019	0,021	0,001	0,021
108	0,022	0,001	0,022	0,023	0,001	0,023	0,023	0,001	0,023	0,022	0,001	0,022
109	0,018	0,002	0,018	0,019	0,001	0,019	0,019	0,001	0,019	0,019	0,001	0,019
110	0,020	0,002	0,020	0,021	0,001	0,021	0,019	0,001	0,019	0,020	0,001	0,021
111	0,017	0,002	0,017	0,018	0,001	0,018	0,020	0,001	0,020	0,020	0,001	0,020
112	0,021	0,002	0,021	0,023	0,001	0,023	0,022	0,001	0,022	0,024	0,001	0,024
113	0,020	0,002	0,020	0,020	0,001	0,020	0,020	0,001	0,020	0,020	0,001	0,020
114	0,026	0,002	0,026	0,019	0,001	0,019	0,026	0,001	0,026	0,020	0,001	0,021
115	0,022	0,002	0,022	0,023	0,001	0,023	0,021	0,001	0,021	0,021	0,001	0,021
116	0,020	0,002	0,020	0,020	0,001	0,020	0,023	0,001	0,023	0,020	0,001	0,020
117	0,022	0,002	0,022	0,021	0,001	0,021	0,019	0,001	0,020	0,020	0,001	0,021
118	0,023	0,002	0,023	0,024	0,001	0,024	0,014	0,001	0,014	0,021	0,001	0,021
119	0,021	0,002	0,021	0,023	0,001	0,023	0,019	0,001	0,019	0,024	0,001	0,024
120	0,025	0,002	0,025	0,021	0,001	0,021	0,019	0,001	0,019	0,020	0,001	0,020

SPTU - 60 minutos

GPS			GPS + GLONASS			GPS + GALILEO			GPS + GALILEO + GLONASS			
DOY	Discrepância	Precisão	Acurácia	Discrepância	Precisão	Acurácia	Discrepância	Precisão	Acurácia	Discrepância	Precisão	Acurácia
91	0,014	0,006	0,015	0,006	0,004	0,007	0,020	0,006	0,021	0,006	0,004	0,007
92	0,013	0,006	0,014	0,003	0,004	0,005	0,005	0,005	0,007	0,006	0,004	0,007
93	0,016	0,006	0,017	0,007	0,004	0,009	0,025	0,005	0,026	0,014	0,004	0,014
94	0,013	0,006	0,014	0,002	0,004	0,005	0,012	0,005	0,014	0,007	0,004	0,008
95	0,026	0,006	0,027	0,005	0,005	0,007	0,014	0,005	0,015	0,008	0,004	0,009
96	0,034	0,006	0,034	0,013	0,005	0,014	0,019	0,005	0,020	0,011	0,004	0,012
97	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
98	0,047	0,006	0,048	0,010	0,005	0,011	0,011	0,005	0,012	0,002	0,004	0,005
99	0,036	0,007	0,037	0,007	0,005	0,008	0,016	0,005	0,017	0,009	0,004	0,010
100	0,029	0,007	0,030	0,007	0,004	0,008	0,018	0,006	0,019	0,007	0,004	0,008
101	0,021	0,008	0,022	0,001	0,005	0,005	0,006	0,005	0,008	0,005	0,004	0,006
102	0,022	0,008	0,023	0,010	0,005	0,011	0,015	0,007	0,016	0,004	0,005	0,006
103	0,011	0,007	0,013	0,016	0,005	0,017	0,007	0,005	0,009	0,013	0,004	0,013
104	0,011	0,007	0,013	0,020	0,005	0,020	0,022	0,006	0,023	0,022	0,005	0,022
105	0,013	0,007	0,015	0,012	0,005	0,013	0,020	0,006	0,021	0,009	0,005	0,011
106	0,021	0,007	0,022	0,016	0,004	0,017	0,020	0,006	0,021	0,022	0,004	0,022
107	0,007	0,007	0,010	0,008	0,004	0,009	0,016	0,005	0,016	0,012	0,004	0,012
108	0,008	0,009	0,012	0,005	0,004	0,006	0,016	0,006	0,017	0,007	0,004	0,008
109	0,012	0,007	0,013	0,005	0,004	0,007	0,020	0,005	0,021	0,006	0,004	0,007
110	0,007	0,007	0,010	0,007	0,004	0,008	0,020	0,006	0,021	0,006	0,004	0,007
111	0,011	0,007	0,013	0,019	0,005	0,020	0,015	0,005	0,016	0,003	0,004	0,005
112	0,009	0,007	0,012	0,008	0,005	0,010	0,004	0,005	0,007	0,008	0,004	0,009
113	0,006	0,007	0,010	0,013	0,005	0,014	0,013	0,006	0,015	0,016	0,004	0,016
114	0,006	0,008	0,010	0,005	0,005	0,007	0,011	0,006	0,012	0,001	0,004	0,004
115	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
116	0,003	0,008	0,009	0,006	0,005	0,008	0,014	0,007	0,016	0,012	0,005	0,013
117	0,009	0,008	0,012	0,004	0,005	0,006	0,029	0,006	0,030	0,015	0,005	0,016
118	0,008	0,009	0,012	0,004	0,006	0,007	0,005	0,007	0,009	0,006	0,005	0,008
119	0,026	0,010	0,028	0,008	0,006	0,010	0,039	0,007	0,039	0,017	0,005	0,018
120	0,044	0,011	0,046	0,025	0,007	0,026	0,039	0,006	0,039	0,027	0,005	0,027

SPTU - 90 minutos

GPS			GPS + GLONASS			GPS + GALILEO			GPS + GALILEO + GLONASS			
DOY	Discrepância	Precisão	Acurácia	Discrepância	Precisão	Acurácia	Discrepância	Precisão	Acurácia	Discrepância	Precisão	Acurácia
91	0,009	0,003	0,009	0,002	0,003	0,003	0,005	0,003	0,006	0,001	0,002	0,003
92	0,007	0,004	0,008	0,005	0,003	0,005	0,006	0,003	0,006	0,006	0,002	0,007
93	0,020	0,004	0,020	0,005	0,003	0,006	0,014	0,003	0,014	0,005	0,002	0,006
94	0,010	0,004	0,011	0,004	0,003	0,005	0,010	0,003	0,011	0,006	0,003	0,007
95	0,020	0,004	0,021	0,006	0,003	0,006	0,001	0,003	0,004	0,002	0,003	0,003
96	0,010	0,004	0,010	0,005	0,003	0,006	0,008	0,003	0,009	0,001	0,003	0,003
97	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
98	0,007	0,004	0,008	0,006	0,003	0,007	0,007	0,003	0,007	0,006	0,003	0,006
99	0,004	0,004	0,006	0,008	0,003	0,009	0,005	0,003	0,006	0,009	0,003	0,009
100	0,006	0,004	0,007	0,009	0,003	0,009	0,009	0,003	0,010	0,009	0,003	0,010
101	0,003	0,004	0,005	0,004	0,003	0,005	0,013	0,003	0,014	0,006	0,002	0,007
102	0,003	0,005	0,006	0,008	0,003	0,009	0,012	0,004	0,012	0,004	0,003	0,005
103	0,009	0,004	0,010	0,018	0,003	0,018	0,007	0,004	0,008	0,016	0,003	0,016
104	0,010	0,005	0,011	0,017	0,003	0,018	0,004	0,004	0,006	0,006	0,003	0,006
105	0,003	0,005	0,006	0,008	0,003	0,009	0,009	0,003	0,009	0,008	0,003	0,009
106	0,012	0,005	0,012	0,014	0,003	0,014	0,015	0,004	0,016	0,017	0,003	0,017
107	0,006	0,005	0,007	0,001	0,003	0,003	0,008	0,003	0,008	0,002	0,002	0,003
108	0,006	0,005	0,008	0,001	0,003	0,003	0,008	0,004	0,009	0,002	0,003	0,003
109	0,008	0,004	0,009	0,010	0,003	0,010	0,009	0,003	0,009	0,007	0,002	0,007
110	0,004	0,005	0,006	0,003	0,003	0,004	0,009	0,003	0,009	0,004	0,003	0,005
111	0,004	0,005	0,006	0,008	0,003	0,008	0,014	0,003	0,014	0,005	0,003	0,005
112	0,010	0,005	0,011	0,013	0,004	0,014	0,003	0,003	0,005	0,009	0,003	0,009
113	0,010	0,005	0,011	0,009	0,003	0,010	0,016	0,004	0,016	0,011	0,003	0,011
114	0,012	0,005	0,013	0,008	0,003	0,008	0,007	0,004	0,008	0,008	0,003	0,009
115	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
116	0,001	0,006	0,006	0,002	0,004	0,004	0,007	0,004	0,008	0,004	0,003	0,005
117	0,011	0,006	0,012	0,003	0,003	0,005	0,020	0,004	0,020	0,011	0,003	0,011
118	0,014	0,006	0,015	0,002	0,004	0,004	0,008	0,004	0,009	0,002	0,003	0,004
119	0,014	0,006	0,016	0,004	0,004	0,005	0,011	0,004	0,011	0,001	0,003	0,003
120	0,024	0,006	0,025	0,005	0,003	0,006	0,015	0,004	0,015	0,008	0,003	0,008

SPTU - 120 minutos

GPS			GPS + GLONASS			GPS + GALILEO			GPS + GALILEO + GLONASS			
DOY	Discrepância	Precisão	Acurácia	Discrepância	Precisão	Acurácia	Discrepância	Precisão	Acurácia	Discrepância	Precisão	Acurácia
91	0,005	0,003	0,006	0,005	0,002	0,005	0,003	0,002	0,004	0,003	0,002	0,004
92	0,006	0,003	0,007	0,010	0,002	0,010	0,006	0,002	0,006	0,011	0,002	0,011
93	0,013	0,003	0,013	0,013	0,002	0,013	0,017	0,002	0,017	0,014	0,002	0,014
94	0,005	0,003	0,005	0,003	0,002	0,004	0,005	0,002	0,005	0,006	0,002	0,006
95	0,009	0,003	0,010	0,012	0,002	0,012	0,002	0,002	0,003	0,007	0,002	0,007
96	0,003	0,003	0,004	0,002	0,002	0,003	0,001	0,002	0,003	0,002	0,002	0,002
97	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
98	0,005	0,003	0,006	0,009	0,002	0,009	0,005	0,003	0,005	0,009	0,002	0,009
99	0,003	0,003	0,004	0,005	0,002	0,005	0,003	0,002	0,004	0,005	0,002	0,005
100	0,005	0,003	0,006	0,005	0,002	0,006	0,005	0,002	0,006	0,006	0,002	0,007
101	0,001	0,003	0,003	0,004	0,002	0,005	0,004	0,002	0,004	0,002	0,002	0,003
102	0,003	0,003	0,004	0,006	0,002	0,006	0,002	0,003	0,003	0,005	0,002	0,005
103	0,007	0,003	0,008	0,016	0,002	0,016	0,005	0,003	0,006	0,015	0,002	0,015
104	0,014	0,003	0,015	0,019	0,003	0,019	0,010	0,003	0,010	0,013	0,002	0,013
105	0,006	0,003	0,007	0,010	0,002	0,010	0,007	0,002	0,008	0,008	0,002	0,008
106	0,021	0,003	0,022	0,021	0,002	0,021	0,025	0,003	0,025	0,022	0,002	0,023
107	0,003	0,004	0,005	0,007	0,002	0,008	0,003	0,002	0,004	0,007	0,002	0,008
108	0,007	0,004	0,008	0,006	0,002	0,006	0,005	0,003	0,006	0,005	0,002	0,005
109	0,004	0,003	0,005	0,011	0,002	0,011	0,003	0,003	0,004	0,011	0,002	0,011
110	0,004	0,004	0,006	0,005	0,002	0,006	0,003	0,003	0,004	0,005	0,002	0,006
111	0,005	0,003	0,006	0,005	0,002	0,006	0,008	0,002	0,008	0,003	0,002	0,003
112	0,006	0,003	0,007	0,008	0,002	0,008	0,007	0,002	0,008	0,007	0,002	0,007
113	0,003	0,004	0,005	0,004	0,002	0,005	0,006	0,002	0,006	0,001	0,002	0,002
114	0,009	0,004	0,010	0,005	0,002	0,005	0,006	0,003	0,007	0,005	0,002	0,006
115	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
116	0,007	0,004	0,008	0,003	0,002	0,004	0,011	0,003	0,012	0,003	0,002	0,003
117	0,011	0,004	0,012	0,006	0,002	0,007	0,013	0,003	0,013	0,003	0,002	0,004
118	0,019	0,004	0,019	0,010	0,003	0,010	0,004	0,003	0,005	0,014	0,002	0,014
119	0,010	0,004	0,010	0,012	0,002	0,012	0,001	0,003	0,003	0,014	0,002	0,014
120	0,017	0,004	0,018	0,009	0,002	0,009	0,008	0,003	0,008	0,007	0,002	0,007

SPTU - 180 minutos

GPS			GPS + GLONASS			GPS + GALILEO			GPS + GALILEO + GLONASS			
DOY	Discrepância	Precisão	Acurácia	Discrepância	Precisão	Acurácia	Discrepância	Precisão	Acurácia	Discrepância	Precisão	Acurácia
91	0,002	0,002	0,003	0,003	0,001	0,003	0,004	0,002	0,004	0,001	0,001	0,002
92	0,002	0,002	0,003	0,005	0,001	0,006	0,006	0,002	0,006	0,007	0,001	0,007
93	0,015	0,002	0,015	0,014	0,001	0,014	0,015	0,002	0,015	0,013	0,001	0,013
94	0,007	0,002	0,007	0,003	0,001	0,003	0,007	0,002	0,007	0,002	0,001	0,002
95	0,008	0,002	0,008	0,011	0,001	0,011	0,002	0,002	0,002	0,006	0,001	0,006
96	0,001	0,002	0,002	0,003	0,002	0,004	0,002	0,002	0,002	0,002	0,001	0,002
97	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
98	0,004	0,002	0,004	0,005	0,001	0,005	0,001	0,002	0,002	0,004	0,001	0,004
99	0,005	0,002	0,005	0,003	0,001	0,003	0,000	0,002	0,002	0,001	0,001	0,001
100	0,003	0,002	0,004	0,005	0,001	0,005	0,004	0,002	0,004	0,005	0,001	0,005
101	0,000	0,002	0,002	0,002	0,001	0,003	0,002	0,001	0,003	0,002	0,001	0,002
102	0,002	0,002	0,003	0,007	0,002	0,007	0,003	0,002	0,003	0,005	0,001	0,005
103	0,004	0,002	0,004	0,010	0,002	0,010	0,002	0,002	0,003	0,009	0,001	0,009
104	0,010	0,002	0,010	0,008	0,002	0,009	0,018	0,002	0,018	0,015	0,001	0,016
105	0,005	0,002	0,006	0,004	0,002	0,005	0,004	0,002	0,004	0,004	0,001	0,004
106	0,016	0,002	0,017	0,023	0,002	0,023	0,027	0,002	0,027	0,027	0,001	0,027
107	0,001	0,002	0,003	0,009	0,001	0,009	0,003	0,002	0,003	0,007	0,001	0,007
108	0,006	0,002	0,007	0,008	0,001	0,008	0,005	0,002	0,005	0,007	0,001	0,007
109	0,003	0,002	0,004	0,011	0,002	0,012	0,002	0,002	0,002	0,010	0,001	0,010
110	0,007	0,002	0,007	0,012	0,002	0,012	0,006	0,002	0,006	0,015	0,001	0,015
111	0,003	0,002	0,004	0,008	0,002	0,008	0,006	0,001	0,006	0,005	0,001	0,005
112	0,012	0,002	0,013	0,010	0,001	0,010	0,014	0,002	0,014	0,011	0,001	0,011
113	0,007	0,002	0,007	0,002	0,001	0,003	0,001	0,002	0,002	0,002	0,001	0,002
114	0,010	0,002	0,010	0,008	0,001	0,008	0,013	0,001	0,013	0,004	0,001	0,004
115	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
116	0,008	0,002	0,008	0,008	0,001	0,008	0,010	0,002	0,010	0,002	0,001	0,002
117	0,009	0,002	0,009	0,006	0,002	0,006	0,004	0,002	0,005	0,007	0,001	0,007
118	0,026	0,002	0,026	0,021	0,002	0,022	0,009	0,002	0,009	0,024	0,002	0,024
119	0,005	0,002	0,005	0,015	0,002	0,015	0,008	0,002	0,008	0,016	0,001	0,016
120	0,008	0,002	0,008	0,010	0,002	0,010	0,005	0,002	0,005	0,008	0,001	0,009

SPDR - 60 minutos

GPS			GPS + GLONASS			GPS + GALILEO			GPS + GALILEO + GLONASS			
DOY	Discrepância	Precisão	Acurácia	Discrepância	Precisão	Acurácia	Discrepância	Precisão	Acurácia	Discrepância	Precisão	Acurácia
91	0,023	0,008	0,024	0,020	0,004	0,020	0,024	0,006	0,025	0,019	0,004	0,020
92	0,026	0,008	0,027	0,026	0,005	0,026	0,029	0,006	0,030	0,028	0,005	0,028
93	0,009	0,007	0,012	0,025	0,005	0,025	0,014	0,006	0,015	0,023	0,004	0,023
94	0,009	0,007	0,012	0,022	0,005	0,022	0,020	0,006	0,021	0,025	0,005	0,026
95	0,014	0,008	0,016	0,022	0,005	0,023	0,015	0,006	0,016	0,024	0,005	0,025
96	0,014	0,008	0,016	0,032	0,005	0,032	0,015	0,006	0,016	0,032	0,005	0,032
97	0,013	0,008	0,015	0,025	0,006	0,026	0,024	0,006	0,025	0,033	0,005	0,034
98	0,019	0,009	0,021	0,021	0,006	0,022	0,011	0,006	0,013	0,024	0,005	0,024
99	0,009	0,009	0,013	0,023	0,005	0,024	0,014	0,007	0,016	0,026	0,005	0,026
100	0,020	0,010	0,023	0,017	0,005	0,018	0,016	0,006	0,017	0,020	0,004	0,020
101	0,026	0,011	0,028	0,016	0,005	0,016	0,017	0,005	0,018	0,017	0,004	0,017
102	0,012	0,010	0,016	0,012	0,005	0,013	0,024	0,007	0,025	0,021	0,005	0,021
103	0,016	0,008	0,018	0,013	0,005	0,014	0,022	0,005	0,023	0,018	0,004	0,019
104	0,026	0,008	0,027	0,021	0,005	0,021	0,015	0,007	0,016	0,019	0,005	0,020
105	0,024	0,007	0,025	0,030	0,005	0,030	0,039	0,006	0,039	0,037	0,005	0,037
106	0,067	0,010	0,067	0,039	0,004	0,039	0,049	0,006	0,050	0,042	0,004	0,042
107	0,053	0,006	0,053	0,034	0,004	0,035	0,059	0,005	0,059	0,040	0,004	0,040
108	0,049	0,007	0,050	0,033	0,004	0,034	0,036	0,005	0,036	0,031	0,004	0,031
109	0,062	0,007	0,062	0,048	0,004	0,048	0,062	0,006	0,062	0,050	0,004	0,050
110	0,060	0,007	0,060	0,047	0,004	0,047	0,059	0,005	0,059	0,047	0,004	0,047
111	0,053	0,007	0,053	0,044	0,005	0,045	0,054	0,005	0,054	0,046	0,005	0,047
112	0,041	0,007	0,042	0,059	0,006	0,059	0,046	0,005	0,046	0,057	0,004	0,057
113	0,045	0,007	0,046	0,049	0,005	0,049	0,050	0,006	0,050	0,051	0,004	0,051
114	0,036	0,008	0,037	0,048	0,005	0,048	0,039	0,007	0,040	0,045	0,005	0,046
115	0,040	0,008	0,041	0,045	0,006	0,046	0,048	0,005	0,048	0,043	0,004	0,043
116	0,019	0,008	0,021	0,038	0,006	0,038	0,024	0,007	0,025	0,034	0,005	0,034
117	0,019	0,009	0,021	0,039	0,006	0,040	0,036	0,006	0,036	0,042	0,005	0,042
118	0,014	0,010	0,017	0,032	0,006	0,033	0,028	0,007	0,029	0,046	0,005	0,046
119	0,035	0,011	0,037	0,053	0,008	0,054	0,041	0,008	0,041	0,054	0,006	0,054
120	0,047	0,013	0,049	0,039	0,008	0,039	0,039	0,006	0,039	0,033	0,005	0,034

SPDR - 90 minutos

GPS				GPS + GLONASS			GPS + GALILEO			GPS + GALILEO + GLONASS		
DOY	Discrepância	Precisão	Acurácia	Discrepância	Precisão	Acurácia	Discrepância	Precisão	Acurácia	Discrepância	Precisão	Acurácia
91	0,017	0,004	0,017	0,018	0,003	0,018	0,017	0,004	0,017	0,017	0,003	0,018
92	0,017	0,005	0,018	0,021	0,003	0,021	0,016	0,003	0,016	0,021	0,003	0,022
93	0,011	0,004	0,012	0,018	0,003	0,018	0,014	0,003	0,014	0,018	0,002	0,018
94	0,010	0,004	0,011	0,020	0,003	0,021	0,014	0,004	0,015	0,021	0,003	0,021
95	0,009	0,005	0,010	0,017	0,003	0,018	0,026	0,004	0,026	0,023	0,003	0,023
96	0,019	0,004	0,019	0,020	0,003	0,020	0,026	0,004	0,027	0,024	0,003	0,024
97	0,020	0,005	0,021	0,025	0,003	0,025	0,035	0,003	0,035	0,033	0,003	0,033
98	0,020	0,005	0,021	0,020	0,003	0,021	0,019	0,003	0,019	0,021	0,003	0,021
99	0,020	0,005	0,021	0,024	0,003	0,024	0,027	0,004	0,027	0,027	0,003	0,027
100	0,022	0,005	0,022	0,018	0,003	0,018	0,024	0,003	0,024	0,021	0,003	0,021
101	0,018	0,005	0,019	0,026	0,003	0,026	0,022	0,003	0,023	0,027	0,002	0,027
102	0,027	0,005	0,028	0,024	0,003	0,024	0,036	0,003	0,036	0,028	0,003	0,028
103	0,038	0,005	0,038	0,018	0,003	0,018	0,034	0,004	0,035	0,019	0,003	0,019
104	0,051	0,005	0,051	0,054	0,003	0,054	0,041	0,004	0,041	0,048	0,003	0,048
105	0,042	0,005	0,042	0,035	0,003	0,035	0,040	0,003	0,040	0,037	0,003	0,037
106	0,058	0,005	0,058	0,042	0,003	0,042	0,053	0,004	0,053	0,043	0,003	0,043
107	0,051	0,005	0,051	0,032	0,003	0,032	0,048	0,003	0,049	0,034	0,002	0,034
108	0,048	0,004	0,048	0,043	0,003	0,043	0,041	0,003	0,041	0,041	0,002	0,041
109	0,056	0,004	0,056	0,047	0,002	0,047	0,052	0,004	0,053	0,047	0,002	0,048
110	0,046	0,005	0,046	0,042	0,003	0,043	0,041	0,003	0,041	0,041	0,002	0,041
111	0,035	0,005	0,036	0,032	0,003	0,032	0,038	0,004	0,038	0,032	0,003	0,032
112	0,033	0,005	0,033	0,048	0,004	0,048	0,043	0,003	0,043	0,049	0,003	0,050
113	0,026	0,005	0,027	0,029	0,003	0,029	0,027	0,004	0,027	0,029	0,003	0,029
114	0,030	0,006	0,031	0,046	0,003	0,046	0,030	0,004	0,030	0,041	0,003	0,041
115	0,031	0,006	0,032	0,034	0,004	0,034	0,029	0,004	0,029	0,030	0,003	0,030
116	0,026	0,006	0,027	0,027	0,004	0,027	0,027	0,004	0,027	0,030	0,003	0,030
117	0,028	0,007	0,029	0,031	0,004	0,031	0,034	0,004	0,034	0,035	0,003	0,035
118	0,028	0,007	0,029	0,023	0,004	0,023	0,025	0,004	0,025	0,026	0,003	0,026
119	0,037	0,007	0,038	0,032	0,005	0,032	0,027	0,005	0,027	0,030	0,004	0,031
120	0,042	0,008	0,042	0,032	0,004	0,032	0,026	0,004	0,027	0,024	0,003	0,025

SPDR - 120 minutos

GPS				GPS + GLONASS			GPS + GALILEO			GPS + GALILEO + GLONASS		
DOY	Discrepância	Precisão	Acurácia	Discrepância	Precisão	Acurácia	Discrepância	Precisão	Acurácia	Discrepância	Precisão	Acurácia
91	0,018	0,003	0,019	0,018	0,002	0,018	0,014	0,003	0,015	0,016	0,002	0,016
92	0,032	0,003	0,032	0,019	0,002	0,019	0,027	0,003	0,027	0,017	0,002	0,018
93	0,013	0,003	0,013	0,016	0,002	0,016	0,012	0,002	0,013	0,016	0,002	0,016
94	0,020	0,003	0,020	0,022	0,002	0,022	0,025	0,003	0,025	0,025	0,002	0,025
95	0,017	0,003	0,018	0,019	0,002	0,020	0,022	0,002	0,022	0,021	0,002	0,021
96	0,032	0,003	0,032	0,022	0,002	0,022	0,028	0,003	0,029	0,022	0,002	0,022
97	0,031	0,003	0,031	0,028	0,002	0,028	0,036	0,002	0,036	0,032	0,002	0,032
98	0,029	0,003	0,030	0,024	0,002	0,024	0,028	0,003	0,028	0,025	0,002	0,025
99	0,031	0,003	0,031	0,027	0,002	0,028	0,033	0,003	0,033	0,029	0,002	0,029
100	0,032	0,003	0,032	0,027	0,002	0,027	0,030	0,002	0,030	0,027	0,002	0,027
101	0,030	0,003	0,030	0,030	0,002	0,030	0,026	0,002	0,026	0,028	0,002	0,028
102	0,033	0,003	0,033	0,030	0,002	0,030	0,034	0,003	0,034	0,031	0,002	0,031
103	0,039	0,003	0,039	0,025	0,002	0,025	0,028	0,003	0,028	0,023	0,002	0,023
104	0,048	0,003	0,048	0,050	0,003	0,050	0,042	0,003	0,042	0,045	0,002	0,045
105	0,037	0,003	0,037	0,035	0,002	0,035	0,036	0,003	0,036	0,034	0,002	0,034
106	0,047	0,004	0,047	0,044	0,002	0,044	0,047	0,003	0,047	0,045	0,002	0,045
107	0,043	0,004	0,043	0,027	0,002	0,027	0,035	0,002	0,035	0,027	0,002	0,027
108	0,035	0,003	0,035	0,035	0,002	0,035	0,030	0,003	0,030	0,034	0,002	0,034
109	0,043	0,004	0,043	0,031	0,002	0,031	0,038	0,003	0,038	0,031	0,002	0,031
110	0,035	0,004	0,035	0,030	0,002	0,030	0,025	0,002	0,025	0,025	0,002	0,025
111	0,028	0,004	0,029	0,025	0,003	0,025	0,023	0,003	0,024	0,022	0,002	0,023
112	0,029	0,004	0,030	0,038	0,003	0,038	0,029	0,002	0,030	0,036	0,002	0,036
113	0,022	0,004	0,022	0,024	0,002	0,024	0,019	0,003	0,019	0,022	0,002	0,022
114	0,026	0,004	0,026	0,034	0,002	0,035	0,021	0,003	0,021	0,029	0,002	0,029
115	0,029	0,004	0,029	0,028	0,002	0,028	0,021	0,003	0,021	0,024	0,002	0,024
116	0,022	0,004	0,023	0,023	0,003	0,023	0,018	0,003	0,018	0,021	0,002	0,021
117	0,025	0,004	0,025	0,023	0,002	0,024	0,026	0,003	0,026	0,024	0,002	0,024
118	0,023	0,004	0,023	0,009	0,003	0,010	0,013	0,003	0,013	0,008	0,002	0,008
119	0,018	0,005	0,019	0,018	0,003	0,018	0,017	0,003	0,017	0,019	0,003	0,019
120	0,024	0,005	0,025	0,020	0,003	0,021	0,022	0,003	0,023	0,020	0,002	0,020

SPDR - 180 minutos

GPS				GPS + GLONASS			GPS + GALILEO			GPS + GALILEO + GLONASS		
DOY	Discrepância	Precisão	Acurácia	Discrepância	Precisão	Acurácia	Discrepância	Precisão	Acurácia	Discrepância	Precisão	Acurácia
91	0,023	0,002	0,023	0,021	0,001	0,021	0,021	0,002	0,021	0,021	0,001	0,021
92	0,026	0,002	0,026	0,021	0,001	0,021	0,022	0,002	0,022	0,020	0,001	0,020
93	0,013	0,002	0,013	0,019	0,001	0,019	0,015	0,002	0,015	0,019	0,001	0,019
94	0,018	0,002	0,018	0,023	0,001	0,023	0,025	0,002	0,025	0,025	0,001	0,025
95	0,019	0,002	0,019	0,024	0,001	0,024	0,023	0,002	0,023	0,024	0,001	0,024
96	0,028	0,002	0,028	0,023	0,002	0,023	0,023	0,002	0,023	0,023	0,001	0,023
97	0,020	0,002	0,020	0,024	0,002	0,024	0,025	0,002	0,025	0,025	0,001	0,025
98	0,025	0,002	0,025	0,025	0,001	0,025	0,026	0,002	0,027	0,027	0,001	0,027
99	0,021	0,002	0,021	0,021	0,001	0,021	0,022	0,002	0,022	0,023	0,001	0,023
100	0,018	0,002	0,019	0,019	0,001	0,019	0,019	0,002	0,019	0,019	0,001	0,019
101	0,022	0,002	0,022	0,026	0,001	0,026	0,023	0,001	0,023	0,025	0,001	0,025
102	0,017	0,002	0,017	0,017	0,002	0,017	0,020	0,002	0,020	0,019	0,001	0,019
103	0,021	0,002	0,021	0,016	0,002	0,016	0,016	0,002	0,016	0,014	0,001	0,014
104	0,034	0,002	0,034	0,032	0,002	0,032	0,037	0,002	0,037	0,036	0,001	0,036
105	0,022	0,002	0,022	0,023	0,002	0,023	0,028	0,002	0,028	0,026	0,001	0,026
106	0,038	0,002	0,038	0,043	0,002	0,043	0,048	0,002	0,048	0,047	0,001	0,047
107	0,033	0,002	0,033	0,019	0,001	0,019	0,024	0,002	0,024	0,019	0,001	0,019
108	0,028	0,002	0,028	0,024	0,001	0,024	0,030	0,002	0,030	0,025	0,001	0,025
109	0,035	0,002	0,035	0,024	0,001	0,024	0,026	0,002	0,026	0,022	0,001	0,022
110	0,032	0,002	0,033	0,015	0,002	0,015	0,017	0,002	0,017	0,013	0,001	0,013
111	0,025	0,002	0,025	0,018	0,002	0,018	0,024	0,002	0,024	0,021	0,001	0,021
112	0,019	0,002	0,019	0,024	0,002	0,024	0,018	0,001	0,018	0,022	0,001	0,022
113	0,022	0,002	0,022	0,018	0,001	0,018	0,015	0,002	0,015	0,017	0,001	0,017
114	0,026	0,003	0,026	0,018	0,002	0,018	0,028	0,002	0,028	0,022	0,001	0,022
115	0,023	0,002	0,023	0,018	0,002	0,019	0,018	0,002	0,019	0,018	0,001	0,018
116	0,018	0,003	0,018	0,017	0,002	0,017	0,020	0,002	0,020	0,018	0,001	0,018
117	0,020	0,003	0,020	0,019	0,002	0,019	0,019	0,002	0,019	0,019	0,001	0,019
118	0,015	0,003	0,016	0,014	0,002	0,014	0,007	0,002	0,007	0,010	0,002	0,010
119	0,018	0,003	0,018	0,017	0,002	0,017	0,016	0,002	0,017	0,017	0,002	0,018
120	0,019	0,003	0,019	0,018	0,002	0,018	0,018	0,002	0,018	0,018	0,001	0,018

MGBH - 60 minutos

GPS				GPS + GLONASS			GPS + GALILEO			GPS + GALILEO + GLONASS		
DOY	Discrepância	Precisão	Acurácia	Discrepância	Precisão	Acurácia	Discrepância	Precisão	Acurácia	Discrepância	Precisão	Acurácia
91	0,049	0,014	0,050	0,016	0,006	0,017	0,029	0,015	0,032	0,013	0,008	0,015
92	0,016	0,013	0,021	0,018	0,005	0,018	0,009	0,013	0,016	0,017	0,007	0,019
93	0,006	0,013	0,014	0,009	0,006	0,011	0,005	0,018	0,018	0,015	0,010	0,017
94	0,036	0,013	0,038	0,025	0,006	0,025	0,027	0,014	0,031	0,025	0,009	0,026
95	0,004	0,011	0,012	0,015	0,006	0,016	0,014	0,011	0,018	0,017	0,008	0,019
96	0,041	0,012	0,043	0,006	0,005	0,008	0,008	0,014	0,016	0,007	0,009	0,012
97	0,007	0,011	0,013	0,020	0,006	0,021	0,017	0,014	0,022	0,007	0,010	0,012
98	0,006	0,010	0,012	0,020	0,006	0,021	0,010	0,015	0,018	0,014	0,009	0,016
99	0,021	0,009	0,023	0,012	0,005	0,013	0,022	0,013	0,025	0,011	0,008	0,014
100	0,007	0,010	0,012	0,027	0,005	0,028	0,022	0,013	0,026	0,010	0,009	0,013
101	0,042	0,010	0,043	0,020	0,006	0,021	0,027	0,012	0,030	0,019	0,008	0,021
102	0,052	0,010	0,053	0,035	0,005	0,035	0,014	0,012	0,018	0,013	0,008	0,015
103	0,037	0,011	0,039	0,036	0,006	0,037	0,009	0,014	0,016	0,023	0,008	0,024
104	0,048	0,011	0,049	0,031	0,007	0,032	0,025	0,017	0,030	0,023	0,011	0,025
105	0,041	0,009	0,041	0,016	0,006	0,017	0,020	0,013	0,024	0,019	0,009	0,021
106	0,022	0,009	0,024	0,026	0,004	0,027	0,019	0,015	0,024	0,017	0,007	0,018
107	0,025	0,008	0,026	0,011	0,004	0,011	0,018	0,013	0,022	0,020	0,007	0,021
108	0,021	0,008	0,023	0,016	0,005	0,017	0,007	0,012	0,014	0,015	0,008	0,017
109	0,014	0,008	0,016	0,014	0,005	0,015	0,023	0,013	0,026	0,018	0,007	0,020
110	0,007	0,008	0,011	0,010	0,005	0,011	0,026	0,014	0,030	0,017	0,009	0,019
111	0,006	0,008	0,010	0,011	0,005	0,012	0,005	0,012	0,013	0,010	0,008	0,013
112	0,006	0,008	0,010	0,012	0,006	0,013	0,013	0,012	0,018	0,012	0,009	0,015
113	0,006	0,007	0,009	0,014	0,005	0,014	0,010	0,015	0,018	0,008	0,009	0,012
114	0,003	0,008	0,008	0,012	0,005	0,013	0,015	0,016	0,022	0,014	0,009	0,016
115	0,009	0,010	0,014	0,019	0,005	0,020	0,008	0,013	0,015	0,014	0,008	0,016
116	0,059	0,008	0,060	0,043	0,005	0,044	0,031	0,013	0,034	0,030	0,008	0,031
117	0,033	0,009	0,034	0,013	0,006	0,015	0,017	0,012	0,021	0,019	0,009	0,021
118	0,055	0,009	0,056	0,037	0,006	0,038	0,038	0,013	0,040	0,023	0,009	0,024
119	0,036	0,009	0,038	0,020	0,007	0,021	0,014	0,016	0,021	0,015	0,011	0,018
120	0,034	0,010	0,036	0,031	0,007	0,032	0,006	0,014	0,015	0,016	0,011	0,019

MGBH - 90 minutos

GPS				GPS + GLONASS			GPS + GALILEO			GPS + GALILEO + GLONASS		
DOY	Discrepância	Precisão	Acurácia	Discrepância	Precisão	Acurácia	Discrepância	Precisão	Acurácia	Discrepância	Precisão	Acurácia
91	0,021	0,006	0,022	0,017	0,003	0,018	0,010	0,007	0,012	0,014	0,004	0,014
92	0,019	0,005	0,020	0,024	0,003	0,024	0,017	0,006	0,018	0,021	0,004	0,022
93	0,029	0,006	0,030	0,021	0,004	0,022	0,056	0,027	0,062	0,029	0,014	0,032
94	0,038	0,006	0,039	0,024	0,003	0,024	0,025	0,008	0,026	0,024	0,005	0,024
95	0,030	0,005	0,031	0,016	0,004	0,016	0,012	0,006	0,014	0,014	0,004	0,015
96	0,044	0,006	0,044	0,021	0,004	0,021	0,020	0,008	0,022	0,018	0,005	0,019
97	0,025	0,005	0,025	0,016	0,003	0,017	0,011	0,007	0,013	0,007	0,006	0,009
98	0,024	0,005	0,024	0,017	0,003	0,017	0,014	0,009	0,016	0,013	0,005	0,014
99	0,020	0,005	0,021	0,012	0,003	0,013	0,009	0,008	0,012	0,013	0,005	0,013
100	0,010	0,005	0,011	0,014	0,003	0,014	0,008	0,007	0,011	0,012	0,005	0,013
101	0,027	0,005	0,027	0,013	0,003	0,014	0,021	0,007	0,022	0,014	0,004	0,014
102	0,017	0,006	0,018	0,011	0,003	0,011	0,009	0,007	0,012	0,007	0,004	0,008
103	0,020	0,005	0,021	0,021	0,003	0,021	0,008	0,007	0,011	0,016	0,005	0,017
104	0,013	0,006	0,015	0,015	0,004	0,016	0,013	0,010	0,016	0,016	0,006	0,017
105	0,024	0,005	0,025	0,016	0,003	0,017	0,014	0,007	0,016	0,018	0,005	0,019
106	0,020	0,005	0,020	0,016	0,003	0,016	0,010	0,008	0,013	0,010	0,005	0,011
107	0,022	0,005	0,022	0,018	0,003	0,018	0,011	0,008	0,014	0,012	0,005	0,013
108	0,026	0,005	0,026	0,024	0,003	0,024	0,023	0,007	0,024	0,022	0,005	0,022
109	0,014	0,004	0,015	0,017	0,003	0,018	0,008	0,007	0,011	0,014	0,005	0,015
110	0,008	0,005	0,009	0,010	0,003	0,011	0,006	0,008	0,010	0,007	0,006	0,009
111	0,018	0,004	0,019	0,023	0,003	0,023	0,019	0,007	0,021	0,021	0,005	0,021
112	0,020	0,005	0,020	0,016	0,004	0,017	0,019	0,007	0,021	0,015	0,005	0,016
113	0,028	0,005	0,028	0,028	0,003	0,028	0,017	0,008	0,019	0,023	0,005	0,023
114	0,019	0,005	0,020	0,020	0,003	0,020	0,016	0,008	0,018	0,016	0,006	0,017
115	0,011	0,005	0,013	0,008	0,003	0,009	0,011	0,008	0,013	0,009	0,006	0,010
116	0,046	0,005	0,047	0,040	0,004	0,040	0,032	0,008	0,033	0,028	0,005	0,029
117	0,018	0,006	0,019	0,013	0,004	0,013	0,014	0,007	0,016	0,014	0,006	0,015
118	0,036	0,006	0,036	0,032	0,004	0,032	0,023	0,008	0,024	0,020	0,006	0,021
119	0,026	0,007	0,027	0,020	0,005	0,021	0,015	0,010	0,018	0,016	0,007	0,017
120	0,031	0,007	0,032	0,028	0,004	0,028	0,013	0,008	0,016	0,016	0,006	0,017

MGBH - 120 minutos

GPS			GPS + GLONASS			GPS + GALILEO			GPS + GALILEO + GLONASS			
DOY	Discrepância	Precisão	Acurácia	Discrepância	Precisão	Acurácia	Discrepância	Precisão	Acurácia	Discrepância	Precisão	Acurácia
91	0,029	0,003	0,030	0,020	0,002	0,020	0,019	0,005	0,020	0,017	0,003	0,018
92	0,026	0,003	0,026	0,024	0,002	0,024	0,023	0,004	0,023	0,024	0,003	0,024
93	0,021	0,003	0,021	0,017	0,002	0,017	0,023	0,030	0,038	0,018	0,004	0,018
94	0,022	0,003	0,022	0,020	0,002	0,020	0,019	0,006	0,020	0,020	0,003	0,021
95	0,026	0,004	0,026	0,019	0,002	0,019	0,014	0,005	0,015	0,016	0,003	0,016
96	0,015	0,004	0,015	0,019	0,003	0,019	0,016	0,006	0,018	0,017	0,004	0,018
97	0,028	0,003	0,028	0,023	0,003	0,023	0,011	0,005	0,012	0,016	0,004	0,016
98	0,025	0,003	0,025	0,019	0,002	0,019	0,015	0,005	0,016	0,016	0,003	0,016
99	0,019	0,003	0,019	0,014	0,002	0,014	0,012	0,005	0,013	0,013	0,003	0,013
100	0,019	0,003	0,020	0,019	0,002	0,019	0,013	0,005	0,014	0,017	0,004	0,017
101	0,030	0,004	0,030	0,021	0,003	0,021	0,026	0,005	0,026	0,020	0,003	0,020
102	0,023	0,003	0,024	0,021	0,002	0,021	0,015	0,005	0,016	0,017	0,003	0,018
103	0,020	0,003	0,021	0,023	0,002	0,023	0,017	0,005	0,018	0,022	0,003	0,022
104	0,019	0,004	0,020	0,017	0,003	0,017	0,013	0,006	0,015	0,015	0,004	0,016
105	0,032	0,004	0,032	0,024	0,003	0,024	0,022	0,005	0,022	0,023	0,004	0,024
106	0,023	0,003	0,023	0,019	0,002	0,019	0,014	0,006	0,015	0,017	0,003	0,017
107	0,023	0,003	0,023	0,022	0,002	0,022	0,016	0,005	0,017	0,018	0,003	0,019
108	0,027	0,003	0,028	0,028	0,002	0,028	0,026	0,005	0,026	0,023	0,004	0,023
109	0,015	0,003	0,015	0,019	0,002	0,019	0,008	0,005	0,009	0,016	0,004	0,017
110	0,010	0,003	0,011	0,013	0,002	0,014	0,011	0,006	0,012	0,009	0,004	0,010
111	0,014	0,004	0,014	0,015	0,003	0,016	0,019	0,005	0,019	0,018	0,004	0,019
112	0,023	0,004	0,023	0,022	0,003	0,022	0,022	0,005	0,023	0,020	0,004	0,021
113	0,026	0,004	0,026	0,026	0,003	0,026	0,019	0,006	0,020	0,021	0,004	0,021
114	0,019	0,004	0,019	0,017	0,002	0,018	0,015	0,006	0,016	0,016	0,004	0,016
115	0,014	0,004	0,014	0,011	0,003	0,011	0,017	0,006	0,018	0,015	0,004	0,016
116	0,039	0,004	0,040	0,033	0,003	0,034	0,030	0,006	0,030	0,028	0,004	0,028
117	0,017	0,005	0,018	0,014	0,003	0,015	0,014	0,006	0,015	0,015	0,004	0,016
118	0,022	0,005	0,023	0,026	0,003	0,026	0,020	0,006	0,021	0,022	0,004	0,023
119	0,020	0,005	0,021	0,025	0,003	0,025	0,024	0,007	0,026	0,026	0,005	0,026
120	0,031	0,005	0,031	0,033	0,003	0,033	0,029	0,006	0,029	0,032	0,004	0,032

MGBH - 180 minutos

GPS				GPS + GLONASS			GPS + GALILEO			GPS + GALILEO + GLONASS		
DOY	Discrepância	Precisão	Acurácia	Discrepância	Precisão	Acurácia	Discrepância	Precisão	Acurácia	Discrepância	Precisão	Acurácia
91	0,024	0,002	0,025	0,022	0,002	0,022	0,022	0,003	0,023	0,021	0,002	0,021
92	0,022	0,002	0,022	0,020	0,002	0,021	0,020	0,003	0,021	0,020	0,002	0,020
93	0,031	0,002	0,031	0,023	0,002	0,023	0,043	0,013	0,045	0,023	0,003	0,023
94	0,020	0,002	0,020	0,021	0,002	0,022	0,016	0,003	0,017	0,019	0,002	0,020
95	0,033	0,003	0,033	0,027	0,002	0,027	0,026	0,003	0,026	0,024	0,002	0,024
96	0,023	0,002	0,023	0,023	0,002	0,023	0,023	0,004	0,023	0,022	0,003	0,022
97	0,024	0,002	0,024	0,023	0,002	0,023	0,020	0,003	0,020	0,020	0,002	0,021
98	0,028	0,002	0,028	0,023	0,002	0,023	0,021	0,004	0,021	0,021	0,002	0,021
99	0,025	0,002	0,025	0,020	0,002	0,020	0,016	0,004	0,016	0,017	0,002	0,017
100	0,022	0,003	0,022	0,022	0,002	0,023	0,019	0,003	0,020	0,019	0,002	0,019
101	0,021	0,003	0,021	0,017	0,002	0,018	0,017	0,003	0,017	0,016	0,002	0,016
102	0,020	0,003	0,020	0,021	0,002	0,021	0,017	0,003	0,018	0,019	0,002	0,019
103	0,019	0,003	0,019	0,022	0,002	0,022	0,022	0,004	0,023	0,023	0,002	0,024
104	0,015	0,003	0,015	0,018	0,002	0,018	0,012	0,004	0,013	0,014	0,003	0,015
105	0,024	0,003	0,024	0,019	0,002	0,019	0,018	0,003	0,018	0,016	0,002	0,017
106	0,017	0,003	0,017	0,022	0,002	0,022	0,014	0,004	0,014	0,022	0,002	0,022
107	0,022	0,003	0,022	0,024	0,002	0,025	0,024	0,003	0,024	0,024	0,002	0,024
108	0,027	0,002	0,027	0,026	0,002	0,026	0,025	0,004	0,025	0,024	0,002	0,024
109	0,017	0,002	0,017	0,020	0,002	0,020	0,016	0,004	0,016	0,021	0,003	0,021
110	0,013	0,003	0,013	0,015	0,002	0,016	0,015	0,004	0,016	0,016	0,003	0,016
111	0,019	0,003	0,019	0,025	0,002	0,025	0,019	0,003	0,019	0,022	0,003	0,022
112	0,027	0,003	0,027	0,023	0,002	0,023	0,023	0,003	0,023	0,023	0,002	0,023
113	0,024	0,003	0,024	0,024	0,002	0,024	0,023	0,004	0,023	0,024	0,002	0,024
114	0,019	0,003	0,019	0,018	0,002	0,019	0,015	0,004	0,015	0,018	0,003	0,018
115	0,020	0,003	0,020	0,023	0,002	0,023	0,022	0,004	0,022	0,026	0,003	0,026
116	0,036	0,003	0,036	0,028	0,002	0,028	0,025	0,004	0,025	0,025	0,002	0,025
117	0,015	0,003	0,015	0,017	0,002	0,018	0,023	0,004	0,023	0,021	0,003	0,022
118	0,011	0,003	0,011	0,037	0,002	0,037	0,031	0,004	0,031	0,038	0,003	0,038
119	0,022	0,003	0,022	0,035	0,002	0,035	0,034	0,004	0,034	0,038	0,003	0,038
120	0,021	0,004	0,021	0,030	0,002	0,030	0,027	0,004	0,027	0,032	0,003	0,032

APÊNDICE 02: tabelas para cada estação, contendo os valores das discrepâncias, precisões e acurácias da componente altimétrica. Ressaltando que foi utilizado a função absoluto nas discrepâncias altimétricas, de modo a evitar valores negativos.

PPTE - 60 minutos

GPS			GPS + GLONASS			GPS + GALILEO			GPS + GALILEO + GLONASS			
DOY	Discrepância	Precisão	Acurácia	Discrepância	Precisão	Acurácia	Discrepância	Precisão	Acurácia	Discrepância	Precisão	Acurácia
91	0,004	0,010	0,011	-0,004	0,010	0,011	0,016	0,010	0,019	0,033	0,006	0,033
92	0,006	0,010	0,012	0,001	0,005	0,005	0,014	0,007	0,016	0,002	0,005	0,005
93	0,011	0,004	0,012	0,011	0,004	0,012	0,013	0,009	0,016	0,007	0,006	0,009
94	-0,011	0,005	0,012	-0,011	0,005	0,012	-0,027	0,014	0,030	0,003	0,007	0,008
95	0,011	0,004	0,012	0,011	0,004	0,012	-0,021	0,013	0,025	0,008	0,006	0,010
96	0,010	0,004	0,011	0,010	0,004	0,011	0,035	0,009	0,036	0,012	0,006	0,013
97	0,004	0,005	0,006	0,004	0,005	0,006	0,004	0,010	0,011	0,007	0,006	0,009
98	0,023	0,005	0,024	0,023	0,005	0,024	0,026	0,008	0,028	0,009	0,006	0,011
99	0,018	0,004	0,019	0,018	0,004	0,019	0,026	0,009	0,028	0,022	0,006	0,023
100	0,005	0,004	0,007	0,005	0,004	0,007	-0,002	0,009	0,009	-0,006	0,006	0,008
101	0,020	0,004	0,020	0,020	0,004	0,020	0,024	0,008	0,025	0,016	0,005	0,016
102	0,012	0,004	0,013	0,012	0,004	0,013	-0,003	0,008	0,008	0,007	0,005	0,008
103	-0,002	0,004	0,004	-0,002	0,004	0,004	-0,004	0,009	0,010	-0,006	0,005	0,008
104	0,031	0,006	0,031	0,031	0,006	0,031	0,059	0,013	0,061	0,029	0,007	0,029
105	0,022	0,005	0,022	0,022	0,005	0,022	0,029	0,009	0,031	0,025	0,006	0,026
106	0,024	0,003	0,024	0,024	0,003	0,024	-0,017	0,010	0,020	0,018	0,005	0,019
107	0,015	0,003	0,015	0,015	0,003	0,015	0,013	0,009	0,016	0,016	0,005	0,016
108	0,024	0,005	0,024	0,024	0,005	0,024	0,016	0,010	0,019	0,018	0,006	0,019
109	0,042	0,003	0,042	0,042	0,003	0,042	0,023	0,011	0,026	0,037	0,005	0,037
110	-0,006	0,004	0,007	-0,006	0,004	0,007	-0,010	0,008	0,013	-0,005	0,005	0,007
111	-0,003	0,004	0,005	-0,003	0,004	0,005	-0,011	0,007	0,013	-0,010	0,005	0,012
112	-0,001	0,005	0,005	-0,001	0,005	0,005	0,001	0,007	0,007	0,004	0,006	0,007
113	0,010	0,005	0,011	0,010	0,005	0,011	0,015	0,009	0,017	0,010	0,006	0,011
114	0,010	0,004	0,011	0,010	0,004	0,011	-0,018	0,009	0,020	-0,004	0,007	0,008
115	-0,023	0,005	0,023	-0,023	0,005	0,023	0,024	0,008	0,025	0,010	0,005	0,012
116	-0,005	0,005	0,007	-0,005	0,005	0,007	0,001	0,011	0,011	0,003	0,007	0,008
117	0,032	0,006	0,033	0,032	0,006	0,033	0,007	0,008	0,011	0,017	0,006	0,018
118	0,049	0,006	0,050	0,049	0,006	0,050	0,025	0,008	0,026	0,035	0,006	0,036
119	-0,007	0,006	0,009	-0,007	0,006	0,009	-0,018	0,009	0,020	-0,018	0,007	0,020
120	-0,016	0,007	0,018	-0,016	0,007	0,018	0,009	0,008	0,012	0,004	0,006	0,008

PPTE - 90 minutos

GPS				GPS + GLONASS			GPS + GALILEO			GPS + GALILEO + GLONASS		
DOY	Discrepância	Precisão	Acurácia	Discrepância	Precisão	Acurácia	Discrepância	Precisão	Acurácia	Discrepância	Precisão	Acurácia
91	0,028	0,005	0,029	0,033	0,003	0,033	0,028	0,005	0,029	0,017	0,003	0,033
92	0,017	0,005	0,018	0,015	0,002	0,015	0,017	0,005	0,018	0,013	0,002	0,015
93	0,017	0,005	0,018	0,013	0,002	0,013	0,017	0,005	0,018	0,012	0,002	0,013
94	0,030	0,005	0,030	0,006	0,002	0,006	0,030	0,005	0,030	0,007	0,002	0,006
95	0,036	0,005	0,036	0,018	0,002	0,018	0,036	0,005	0,036	0,019	0,002	0,018
96	0,012	0,005	0,013	0,014	0,002	0,015	0,012	0,005	0,013	0,025	0,002	0,015
97	0,001	0,006	0,006	0,017	0,003	0,018	0,001	0,006	0,006	0,013	0,003	0,018
98	0,003	0,006	0,006	0,029	0,003	0,029	0,003	0,006	0,006	0,021	0,003	0,029
99	0,006	0,006	0,008	0,008	0,002	0,008	0,006	0,006	0,008	0,007	0,002	0,008
100	0,017	0,006	0,018	0,007	0,003	0,007	0,017	0,006	0,018	0,005	0,003	0,007
101	0,018	0,005	0,018	0,023	0,002	0,023	0,018	0,005	0,018	0,017	0,002	0,023
102	0,004	0,005	0,007	0,008	0,002	0,009	0,004	0,005	0,007	0,008	0,002	0,009
103	0,010	0,005	0,011	0,000	0,002	0,003	0,010	0,005	0,011	0,000	0,002	0,003
104	0,003	0,006	0,006	0,019	0,003	0,019	0,003	0,006	0,006	0,019	0,003	0,019
105	0,006	0,005	0,008	0,018	0,003	0,018	0,006	0,005	0,008	0,023	0,003	0,018
106	0,009	0,005	0,010	0,018	0,002	0,018	0,009	0,005	0,010	0,015	0,002	0,018
107	0,009	0,005	0,010	0,011	0,002	0,011	0,009	0,005	0,010	0,012	0,002	0,011
108	0,003	0,004	0,005	0,006	0,003	0,007	0,003	0,004	0,005	0,019	0,003	0,007
109	0,026	0,004	0,026	0,039	0,002	0,039	0,026	0,004	0,026	0,033	0,002	0,039
110	0,006	0,005	0,008	0,006	0,003	0,007	0,006	0,005	0,008	0,011	0,003	0,007
111	0,006	0,004	0,007	0,000	0,003	0,003	0,006	0,004	0,007	0,003	0,003	0,003
112	0,001	0,004	0,004	0,001	0,003	0,003	0,001	0,004	0,004	0,009	0,003	0,003
113	0,011	0,004	0,012	0,014	0,003	0,014	0,011	0,004	0,012	0,020	0,003	0,014
114	0,007	0,004	0,008	0,023	0,003	0,024	0,007	0,004	0,008	0,001	0,003	0,024
115	0,006	0,005	0,007	0,008	0,003	0,009	0,006	0,005	0,007	0,021	0,003	0,009
116	0,011	0,005	0,012	0,001	0,003	0,003	0,011	0,005	0,012	0,010	0,003	0,003
117	0,028	0,005	0,029	0,028	0,003	0,028	0,028	0,005	0,029	0,016	0,003	0,028
118	0,013	0,005	0,014	0,014	0,004	0,015	0,013	0,005	0,014	0,012	0,004	0,015
119	0,027	0,006	0,027	0,008	0,004	0,009	0,027	0,006	0,027	0,008	0,004	0,009
120	0,023	0,006	0,024	0,001	0,004	0,004	0,023	0,006	0,024	0,015	0,004	0,004

PSTE - 120 minutos

GPS			GPS + GLONASS			GPS + GALILEO			GPS + GALILEO + GLONASS			
DOY	Discrepância	Precisão	Acurácia	Discrepância	Precisão	Acurácia	Discrepância	Precisão	Acurácia	Discrepância	Precisão	Acurácia
91	0,007	0,004	0,009	0,006	0,002	0,006	0,004	0,004	0,006	0,006	0,003	0,006
92	0,004	0,004	0,006	0,002	0,002	0,003	0,010	0,004	0,010	0,005	0,003	0,006
93	0,011	0,004	0,012	0,005	0,002	0,005	0,012	0,005	0,012	0,006	0,003	0,006
94	0,006	0,005	0,008	0,005	0,002	0,006	0,003	0,005	0,006	0,005	0,003	0,006
95	0,006	0,004	0,007	0,003	0,002	0,004	0,003	0,005	0,006	0,003	0,003	0,004
96	0,006	0,004	0,007	0,006	0,002	0,006	0,007	0,005	0,008	0,006	0,003	0,007
97	0,004	0,004	0,005	0,002	0,002	0,003	0,005	0,005	0,007	0,003	0,003	0,004
98	0,003	0,004	0,005	0,005	0,002	0,006	0,007	0,005	0,008	0,000	0,003	0,003
99	0,003	0,004	0,005	0,005	0,002	0,006	0,007	0,005	0,008	0,003	0,003	0,004
100	0,008	0,004	0,009	0,005	0,002	0,006	0,013	0,004	0,013	0,007	0,003	0,008
101	0,004	0,004	0,005	0,001	0,002	0,003	0,008	0,005	0,010	0,003	0,003	0,004
102	0,006	0,004	0,007	0,004	0,002	0,004	0,004	0,004	0,006	0,003	0,003	0,004
103	0,004	0,004	0,006	0,003	0,002	0,003	0,003	0,005	0,006	0,005	0,003	0,006
104	0,012	0,004	0,013	0,013	0,003	0,013	0,007	0,005	0,009	0,011	0,004	0,012
105	0,008	0,004	0,009	0,004	0,002	0,005	0,005	0,005	0,007	0,003	0,003	0,005
106	0,006	0,004	0,008	0,009	0,002	0,009	0,010	0,006	0,012	0,010	0,003	0,010
107	0,002	0,004	0,004	0,006	0,002	0,006	0,004	0,005	0,006	0,009	0,003	0,009
108	0,005	0,003	0,006	0,002	0,002	0,003	0,005	0,005	0,007	0,002	0,003	0,004
109	0,002	0,004	0,005	0,004	0,002	0,004	0,005	0,005	0,007	0,003	0,003	0,004
110	0,012	0,004	0,012	0,008	0,003	0,008	0,007	0,004	0,008	0,005	0,003	0,006
111	0,004	0,004	0,006	0,004	0,003	0,005	0,004	0,004	0,006	0,004	0,003	0,005
112	0,004	0,004	0,006	0,004	0,003	0,005	0,004	0,005	0,006	0,001	0,004	0,004
113	0,003	0,004	0,005	0,002	0,002	0,003	0,002	0,005	0,005	0,002	0,003	0,004
114	0,007	0,004	0,008	0,003	0,002	0,004	0,004	0,005	0,006	0,002	0,003	0,004
115	0,014	0,005	0,015	0,002	0,003	0,003	0,010	0,005	0,011	0,003	0,003	0,004
116	0,005	0,005	0,007	0,005	0,003	0,006	0,007	0,005	0,009	0,002	0,003	0,004
117	0,019	0,004	0,019	0,003	0,003	0,004	0,004	0,004	0,006	0,002	0,003	0,004
118	0,021	0,004	0,021	0,012	0,003	0,013	0,011	0,005	0,012	0,018	0,004	0,018
119	0,014	0,004	0,015	0,012	0,003	0,012	0,008	0,005	0,010	0,006	0,004	0,007
120	0,015	0,005	0,015	0,008	0,003	0,008	0,009	0,004	0,010	0,004	0,003	0,005

PSTE - 180 minutos

GPS				GPS + GLONASS			GPS + GALILEO			GPS + GALILEO + GLONASS		
DOY	Discrepância	Precisão	Acurácia	Discrepância	Precisão	Acurácia	Discrepância	Precisão	Acurácia	Discrepância	Precisão	Acurácia
91	0,032	0,002	0,032	0,033	0,001	0,033	0,027	0,002	0,027	0,031	0,002	0,031
92	0,029	0,002	0,029	0,020	0,001	0,020	0,027	0,002	0,027	0,022	0,002	0,022
93	0,019	0,002	0,019	0,010	0,001	0,010	0,019	0,002	0,019	0,010	0,002	0,010
94	0,004	0,002	0,004	0,011	0,001	0,011	0,018	0,003	0,018	0,014	0,002	0,014
95	0,012	0,002	0,012	0,026	0,001	0,026	0,035	0,003	0,035	0,030	0,002	0,030
96	0,027	0,002	0,027	0,017	0,001	0,017	0,032	0,003	0,032	0,024	0,002	0,024
97	0,029	0,002	0,029	0,022	0,001	0,022	0,027	0,003	0,027	0,023	0,002	0,023
98	0,034	0,002	0,034	0,037	0,001	0,037	0,031	0,003	0,031	0,033	0,002	0,033
99	0,018	0,002	0,018	0,013	0,001	0,013	0,016	0,003	0,017	0,011	0,002	0,011
100	0,017	0,002	0,017	0,016	0,001	0,016	0,018	0,003	0,018	0,018	0,002	0,018
101	0,027	0,002	0,027	0,020	0,001	0,020	0,020	0,003	0,020	0,018	0,002	0,018
102	0,006	0,002	0,006	0,014	0,001	0,014	0,022	0,002	0,022	0,018	0,002	0,018
103	0,012	0,002	0,012	0,005	0,001	0,006	0,014	0,003	0,014	0,008	0,002	0,008
104	0,016	0,002	0,016	0,010	0,002	0,011	0,011	0,003	0,011	0,007	0,002	0,007
105	0,037	0,002	0,037	0,016	0,001	0,016	0,044	0,003	0,044	0,027	0,002	0,027
106	0,014	0,002	0,014	0,022	0,001	0,022	0,029	0,003	0,029	0,021	0,002	0,021
107	0,013	0,002	0,014	0,005	0,001	0,005	0,017	0,003	0,017	0,009	0,002	0,009
108	0,025	0,002	0,025	0,017	0,001	0,017	0,026	0,003	0,026	0,019	0,002	0,019
109	0,025	0,002	0,025	0,023	0,001	0,023	0,027	0,002	0,027	0,025	0,002	0,025
110	0,003	0,002	0,004	0,017	0,002	0,017	0,005	0,002	0,005	0,016	0,002	0,016
111	0,010	0,002	0,010	0,006	0,001	0,006	0,007	0,002	0,007	0,004	0,002	0,005
112	0,001	0,002	0,002	0,002	0,001	0,002	0,007	0,002	0,007	0,006	0,002	0,006
113	0,014	0,002	0,014	0,009	0,001	0,009	0,020	0,002	0,020	0,015	0,002	0,015
114	0,017	0,002	0,017	0,002	0,001	0,003	0,024	0,002	0,024	0,010	0,002	0,010
115	0,019	0,002	0,019	0,013	0,001	0,013	0,023	0,002	0,023	0,020	0,002	0,020
116	0,011	0,002	0,011	0,005	0,001	0,005	0,015	0,002	0,015	0,009	0,002	0,009
117	0,012	0,003	0,013	0,003	0,002	0,003	0,001	0,002	0,003	0,002	0,002	0,003
118	0,025	0,002	0,025	0,007	0,002	0,007	0,010	0,002	0,010	0,006	0,002	0,006
119	0,022	0,002	0,022	0,014	0,001	0,014	0,018	0,002	0,018	0,015	0,002	0,015
120	0,022	0,002	0,022	0,016	0,001	0,016	0,016	0,002	0,016	0,018	0,002	0,018

SPAR - 60 minutos

GPS				GPS + GLONASS			GPS + GALILEO			GPS + GALILEO + GLONASS		
DOY	Discrepância	Precisão	Acurácia	Discrepância	Precisão	Acurácia	Discrepância	Precisão	Acurácia	Discrepância	Precisão	Acurácia
91	0,013	0,004	0,013	0,021	0,002	0,021	0,023	0,004	0,024	0,002	0,003	0,003
92	0,014	0,004	0,014	0,026	0,002	0,026	0,019	0,003	0,020	0,029	0,002	0,029
93	0,021	0,003	0,021	0,009	0,002	0,009	0,003	0,003	0,004	0,004	0,002	0,004
94	0,015	0,003	0,015	0,018	0,002	0,018	0,021	0,003	0,021	0,020	0,002	0,020
95	0,020	0,003	0,020	0,016	0,003	0,016	0,004	0,003	0,005	0,012	0,002	0,012
96	0,023	0,004	0,023	0,004	0,003	0,005	0,011	0,003	0,011	0,005	0,002	0,005
97	0,008	0,004	0,008	0,009	0,003	0,009	0,003	0,003	0,005	0,002	0,003	0,003
98	0,001	0,004	0,004	0,011	0,003	0,012	0,009	0,003	0,009	0,003	0,002	0,004
99	0,003	0,003	0,005	0,007	0,003	0,007	0,013	0,003	0,013	0,012	0,002	0,012
100	0,003	0,004	0,005	0,005	0,002	0,005	0,001	0,003	0,003	0,002	0,002	0,003
101	0,003	0,004	0,005	0,016	0,002	0,016	0,012	0,003	0,013	0,013	0,002	0,013
102	0,017	0,004	0,017	0,003	0,003	0,004	0,003	0,003	0,004	0,001	0,002	0,002
103	0,023	0,004	0,023	0,018	0,003	0,018	0,039	0,003	0,039	0,022	0,002	0,022
104	0,005	0,004	0,006	0,005	0,003	0,006	0,003	0,003	0,005	0,000	0,003	0,003
105	0,020	0,004	0,021	0,008	0,003	0,009	0,020	0,003	0,020	0,005	0,003	0,006
106	0,007	0,003	0,008	0,005	0,002	0,006	0,005	0,003	0,006	0,003	0,002	0,004
107	0,008	0,004	0,009	0,001	0,002	0,003	0,007	0,003	0,007	0,002	0,002	0,003
108	0,016	0,003	0,016	0,008	0,002	0,008	0,011	0,003	0,011	0,008	0,002	0,008
109	0,011	0,003	0,012	0,044	0,002	0,044	0,029	0,003	0,029	0,042	0,002	0,042
110	0,005	0,003	0,006	0,004	0,002	0,004	0,009	0,003	0,009	0,010	0,002	0,010
111	0,004	0,003	0,005	0,000	0,002	0,002	0,001	0,003	0,003	0,003	0,002	0,003
112	0,002	0,003	0,004	0,001	0,003	0,003	0,023	0,003	0,024	0,019	0,002	0,020
113	0,005	0,003	0,006	0,004	0,002	0,004	0,013	0,003	0,013	0,007	0,002	0,008
114	0,005	0,004	0,006	0,005	0,002	0,005	0,028	0,003	0,028	0,013	0,002	0,013
115	0,003	0,004	0,005	0,007	0,003	0,008	0,016	0,003	0,016	0,001	0,002	0,002
116	0,016	0,004	0,016	0,026	0,003	0,026	0,015	0,003	0,015	0,014	0,002	0,014
117	0,005	0,004	0,006	0,014	0,003	0,014	0,018	0,003	0,018	0,005	0,003	0,005
118	0,006	0,004	0,008	0,031	0,003	0,031	0,013	0,003	0,013	0,028	0,003	0,028
119	0,003	0,004	0,005	0,000	0,003	0,003	0,002	0,003	0,004	0,002	0,002	0,003
120	0,003	0,005	0,006	0,014	0,004	0,014	0,009	0,003	0,009	0,001	0,003	0,003

SPAR - 90 minutos

GPS			GPS + GLONASS			GPS + GALILEO			GPS + GALILEO + GLONASS			
DOY	Discrepância	Precisão	Acurácia	Discrepância	Precisão	Acurácia	Discrepância	Precisão	Acurácia	Discrepância	Precisão	Acurácia
91	0,001	0,002	0,002	0,006	0,002	0,006	0,012	0,002	0,012	0,005	0,002	0,006
92	0,014	0,002	0,015	0,019	0,001	0,019	0,019	0,002	0,019	0,022	0,001	0,022
93	0,007	0,002	0,007	0,007	0,001	0,007	0,006	0,002	0,006	0,007	0,001	0,007
94	0,010	0,002	0,010	0,009	0,001	0,009	0,014	0,002	0,014	0,010	0,001	0,010
95	0,015	0,002	0,015	0,017	0,002	0,017	0,006	0,002	0,006	0,013	0,001	0,013
96	0,013	0,002	0,013	0,008	0,002	0,008	0,009	0,002	0,009	0,008	0,001	0,008
97	0,001	0,002	0,002	0,011	0,002	0,011	0,001	0,002	0,002	0,001	0,001	0,002
98	0,002	0,002	0,003	0,011	0,001	0,011	0,007	0,002	0,007	0,009	0,001	0,009
99	0,008	0,002	0,008	0,004	0,001	0,004	0,008	0,002	0,008	0,003	0,001	0,003
100	0,006	0,002	0,006	0,004	0,001	0,005	0,001	0,002	0,002	0,003	0,001	0,003
101	0,007	0,002	0,007	0,017	0,001	0,017	0,006	0,002	0,007	0,012	0,001	0,012
102	0,016	0,002	0,016	0,003	0,002	0,003	0,014	0,002	0,014	0,005	0,001	0,005
103	0,023	0,002	0,023	0,013	0,002	0,013	0,027	0,002	0,027	0,014	0,001	0,014
104	0,003	0,002	0,004	0,004	0,002	0,005	0,007	0,002	0,008	0,004	0,002	0,005
105	0,013	0,003	0,013	0,001	0,002	0,002	0,013	0,002	0,013	0,006	0,002	0,006
106	0,001	0,002	0,002	0,009	0,002	0,010	0,006	0,002	0,006	0,009	0,002	0,009
107	0,010	0,002	0,010	0,002	0,001	0,002	0,005	0,002	0,006	0,001	0,001	0,002
108	0,004	0,002	0,004	0,012	0,001	0,012	0,002	0,002	0,003	0,012	0,001	0,012
109	0,023	0,002	0,023	0,037	0,001	0,037	0,030	0,002	0,030	0,034	0,001	0,034
110	0,006	0,002	0,007	0,009	0,001	0,009	0,010	0,002	0,011	0,010	0,001	0,010
111	0,020	0,002	0,020	0,018	0,002	0,018	0,019	0,002	0,019	0,015	0,001	0,015
112	0,028	0,002	0,028	0,023	0,002	0,023	0,031	0,002	0,031	0,028	0,001	0,028
113	0,008	0,002	0,008	0,007	0,002	0,007	0,014	0,002	0,014	0,012	0,001	0,012
114	0,003	0,003	0,004	0,008	0,002	0,008	0,023	0,002	0,023	0,005	0,002	0,006
115	0,018	0,003	0,018	0,004	0,002	0,004	0,016	0,002	0,017	0,008	0,001	0,008
116	0,026	0,003	0,026	0,020	0,002	0,020	0,024	0,002	0,024	0,012	0,001	0,012
117	0,011	0,003	0,011	0,008	0,002	0,008	0,012	0,002	0,012	0,005	0,002	0,005
118	0,032	0,003	0,032	0,026	0,002	0,026	0,019	0,002	0,019	0,020	0,002	0,020
119	0,010	0,003	0,011	0,003	0,002	0,003	0,003	0,002	0,004	0,000	0,001	0,002
120	0,015	0,003	0,015	0,007	0,002	0,008	0,013	0,002	0,013	0,002	0,001	0,003

SPAR - 120 minutos

GPS			GPS + GLONASS			GPS + GALILEO			GPS + GALILEO + GLONASS			
DOY	Discrepância	Precisão	Acurácia	Discrepância	Precisão	Acurácia	Discrepância	Precisão	Acurácia	Discrepância	Precisão	Acurácia
91	0,000	0,002	0,002	0,002	0,001	0,003	0,002	0,001	0,002	0,003	0,001	0,003
92	0,016	0,002	0,016	0,019	0,001	0,019	0,014	0,001	0,014	0,016	0,001	0,016
93	0,010	0,001	0,011	0,014	0,001	0,014	0,009	0,001	0,009	0,012	0,001	0,012
94	0,004	0,002	0,004	0,001	0,001	0,001	0,003	0,001	0,004	0,002	0,001	0,003
95	0,015	0,002	0,015	0,020	0,001	0,020	0,017	0,001	0,017	0,020	0,001	0,020
96	0,013	0,002	0,013	0,008	0,001	0,008	0,017	0,001	0,017	0,010	0,001	0,010
97	0,008	0,002	0,008	0,018	0,001	0,018	0,008	0,001	0,008	0,012	0,001	0,012
98	0,007	0,002	0,007	0,021	0,001	0,021	0,018	0,001	0,018	0,021	0,001	0,021
99	0,018	0,002	0,018	0,015	0,001	0,015	0,005	0,001	0,005	0,006	0,001	0,006
100	0,000	0,002	0,002	0,007	0,001	0,007	0,012	0,001	0,012	0,011	0,001	0,011
101	0,004	0,002	0,004	0,016	0,001	0,016	0,002	0,001	0,002	0,011	0,001	0,011
102	0,012	0,002	0,012	0,008	0,001	0,008	0,013	0,001	0,013	0,010	0,001	0,010
103	0,018	0,002	0,018	0,015	0,001	0,015	0,022	0,001	0,022	0,017	0,001	0,017
104	0,011	0,002	0,011	0,010	0,002	0,010	0,005	0,002	0,005	0,001	0,001	0,002
105	0,012	0,002	0,012	0,005	0,001	0,005	0,009	0,002	0,009	0,006	0,001	0,006
106	0,004	0,002	0,005	0,013	0,001	0,013	0,008	0,002	0,009	0,012	0,001	0,012
107	0,017	0,002	0,017	0,001	0,001	0,001	0,007	0,001	0,007	0,000	0,001	0,001
108	0,010	0,002	0,011	0,017	0,001	0,017	0,017	0,002	0,017	0,017	0,001	0,017
109	0,043	0,002	0,043	0,040	0,001	0,040	0,046	0,001	0,046	0,038	0,001	0,038
110	0,012	0,002	0,012	0,004	0,001	0,004	0,010	0,001	0,010	0,007	0,001	0,007
111	0,020	0,002	0,020	0,018	0,001	0,018	0,013	0,001	0,013	0,013	0,001	0,013
112	0,024	0,002	0,024	0,023	0,001	0,023	0,025	0,001	0,025	0,025	0,001	0,025
113	0,015	0,002	0,015	0,008	0,001	0,008	0,014	0,001	0,014	0,011	0,001	0,011
114	0,003	0,002	0,004	0,001	0,001	0,001	0,012	0,001	0,012	0,004	0,001	0,004
115	0,029	0,002	0,029	0,010	0,001	0,010	0,014	0,001	0,014	0,010	0,001	0,010
116	0,020	0,002	0,020	0,008	0,001	0,008	0,014	0,001	0,014	0,006	0,001	0,006
117	0,017	0,002	0,017	0,002	0,001	0,002	0,002	0,001	0,003	0,003	0,001	0,003
118	0,033	0,002	0,033	0,008	0,002	0,008	0,012	0,001	0,012	0,004	0,001	0,004
119	0,009	0,002	0,009	0,001	0,001	0,002	0,005	0,001	0,005	0,002	0,001	0,002
120	0,017	0,002	0,017	0,000	0,001	0,001	0,014	0,001	0,014	0,006	0,001	0,006

SPAR - 180 minutos

GPS				GPS + GLONASS			GPS + GALILEO			GPS + GALILEO + GLONASS		
DOY	Discrepância	Precisão	Acurácia	Discrepância	Precisão	Acurácia	Discrepância	Precisão	Acurácia	Discrepância	Precisão	Acurácia
91	0,001	0,001	0,001	0,003	0,001	0,003	0,006	0,001	0,006	0,004	0,001	0,004
92	0,012	0,001	0,012	0,013	0,001	0,013	0,009	0,001	0,009	0,010	0,001	0,010
93	0,018	0,001	0,018	0,013	0,001	0,013	0,011	0,001	0,011	0,009	0,001	0,009
94	0,013	0,001	0,013	0,002	0,001	0,003	0,010	0,001	0,010	0,002	0,001	0,002
95	0,018	0,002	0,018	0,017	0,001	0,017	0,026	0,001	0,026	0,022	0,001	0,022
96	0,011	0,001	0,011	0,003	0,001	0,003	0,014	0,001	0,014	0,005	0,001	0,005
97	0,015	0,001	0,015	0,013	0,001	0,013	0,019	0,001	0,019	0,015	0,001	0,015
98	0,017	0,001	0,017	0,026	0,001	0,026	0,020	0,001	0,020	0,025	0,001	0,025
99	0,025	0,001	0,025	0,016	0,001	0,016	0,016	0,001	0,016	0,013	0,001	0,013
100	0,001	0,001	0,001	0,004	0,001	0,004	0,008	0,001	0,008	0,008	0,001	0,008
101	0,002	0,001	0,002	0,001	0,001	0,001	0,002	0,001	0,002	0,002	0,001	0,003
102	0,010	0,001	0,010	0,005	0,001	0,005	0,010	0,001	0,010	0,007	0,001	0,007
103	0,023	0,001	0,023	0,014	0,001	0,014	0,021	0,001	0,021	0,015	0,001	0,015
104	0,007	0,001	0,007	0,002	0,001	0,002	0,003	0,001	0,003	0,005	0,001	0,005
105	0,002	0,002	0,003	0,001	0,001	0,002	0,007	0,001	0,007	0,005	0,001	0,005
106	0,002	0,001	0,002	0,012	0,001	0,012	0,009	0,001	0,009	0,013	0,001	0,013
107	0,008	0,001	0,008	0,002	0,001	0,003	0,007	0,001	0,007	0,001	0,001	0,001
108	0,018	0,001	0,018	0,016	0,001	0,016	0,021	0,001	0,021	0,015	0,001	0,015
109	0,032	0,001	0,032	0,029	0,001	0,029	0,035	0,001	0,035	0,032	0,001	0,032
110	0,002	0,001	0,002	0,012	0,001	0,012	0,002	0,001	0,002	0,006	0,001	0,006
111	0,009	0,001	0,009	0,008	0,001	0,008	0,008	0,001	0,008	0,007	0,001	0,007
112	0,001	0,001	0,002	0,007	0,001	0,007	0,007	0,001	0,007	0,009	0,001	0,009
113	0,004	0,001	0,004	0,004	0,001	0,004	0,007	0,001	0,007	0,006	0,001	0,006
114	0,004	0,001	0,004	0,007	0,001	0,007	0,004	0,001	0,004	0,002	0,001	0,002
115	0,009	0,002	0,009	0,006	0,001	0,006	0,001	0,001	0,001	0,002	0,001	0,002
116	0,002	0,001	0,002	0,004	0,001	0,004	0,004	0,001	0,005	0,001	0,001	0,001
117	0,000	0,002	0,002	0,006	0,001	0,006	0,007	0,001	0,007	0,006	0,001	0,006
118	0,020	0,001	0,020	0,002	0,001	0,002	0,003	0,001	0,003	0,003	0,001	0,003
119	0,006	0,001	0,006	0,004	0,001	0,004	0,003	0,001	0,003	0,003	0,001	0,003
120	0,015	0,001	0,015	0,000	0,001	0,001	0,007	0,001	0,007	0,001	0,001	0,001

SPTU - 60 minutos

GPS			GPS + GLONASS			GPS + GALILEO			GPS + GALILEO + GLONASS			
DOY	Discrepância	Precisão	Acurácia	Discrepância	Precisão	Acurácia	Discrepância	Precisão	Acurácia	Discrepância	Precisão	Acurácia
91	0,013	0,005	0,013	0,021	0,003	0,021	0,018	0,005	0,019	0,001	0,003	0,003
92	0,003	0,005	0,006	0,018	0,003	0,018	0,012	0,004	0,013	0,023	0,003	0,023
93	0,008	0,005	0,009	0,014	0,004	0,014	0,011	0,004	0,012	0,020	0,003	0,020
94	0,023	0,005	0,024	0,006	0,004	0,007	0,009	0,004	0,010	0,002	0,004	0,004
95	0,012	0,005	0,013	0,002	0,004	0,004	0,002	0,004	0,004	0,008	0,003	0,008
96	0,037	0,005	0,037	0,002	0,004	0,004	0,010	0,004	0,011	0,007	0,003	0,007
97	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
98	0,018	0,005	0,018	0,009	0,004	0,010	0,002	0,004	0,005	0,010	0,004	0,011
99	0,026	0,005	0,026	0,006	0,004	0,007	0,013	0,004	0,014	0,008	0,003	0,009
100	0,020	0,005	0,021	0,012	0,004	0,013	0,014	0,004	0,015	0,018	0,003	0,018
101	0,010	0,006	0,012	0,010	0,004	0,010	0,010	0,004	0,011	0,015	0,003	0,016
102	0,022	0,006	0,022	0,000	0,004	0,004	0,004	0,005	0,007	0,005	0,004	0,007
103	0,001	0,006	0,006	0,017	0,004	0,017	0,014	0,004	0,014	0,008	0,003	0,009
104	0,011	0,006	0,013	0,006	0,004	0,008	0,023	0,005	0,023	0,014	0,004	0,014
105	0,020	0,005	0,021	0,012	0,004	0,013	0,020	0,005	0,020	0,006	0,004	0,007
106	0,022	0,005	0,023	0,002	0,003	0,004	0,022	0,005	0,022	0,002	0,003	0,004
107	0,014	0,005	0,015	0,008	0,003	0,008	0,003	0,004	0,005	0,006	0,003	0,006
108	0,053	0,007	0,053	0,018	0,003	0,018	0,017	0,005	0,018	0,018	0,003	0,018
109	0,017	0,005	0,018	0,004	0,003	0,005	0,004	0,004	0,006	0,006	0,003	0,006
110	0,019	0,005	0,020	0,050	0,003	0,050	0,013	0,005	0,014	0,050	0,003	0,050
111	0,016	0,005	0,017	0,035	0,004	0,035	0,007	0,004	0,008	0,032	0,004	0,032
112	0,035	0,006	0,035	0,006	0,004	0,008	0,012	0,004	0,013	0,001	0,003	0,003
113	0,007	0,006	0,009	0,001	0,004	0,004	0,001	0,005	0,005	0,002	0,004	0,004
114	0,009	0,006	0,011	0,001	0,004	0,004	0,020	0,005	0,021	0,016	0,003	0,016
115	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
116	0,011	0,006	0,013	0,002	0,004	0,005	0,008	0,005	0,009	0,001	0,004	0,004
117	0,024	0,006	0,025	0,002	0,004	0,004	0,005	0,005	0,007	0,007	0,004	0,008
118	0,003	0,007	0,007	0,008	0,005	0,010	0,003	0,006	0,006	0,003	0,004	0,005
119	0,031	0,007	0,032	0,007	0,005	0,008	0,028	0,006	0,029	0,010	0,004	0,011
120	0,046	0,008	0,046	0,014	0,006	0,015	0,005	0,005	0,007	0,006	0,004	0,007

SPTU - 90 minutos

GPS				GPS + GLONASS			GPS + GALILEO			GPS + GALILEO + GLONASS		
DOY	Discrepância	Precisão	Acurácia	Discrepância	Precisão	Acurácia	Discrepância	Precisão	Acurácia	Discrepância	Precisão	Acurácia
91	0,023	0,003	0,023	0,024	0,002	0,024	0,001	0,003	0,003	0,007	0,002	0,007
92	0,002	0,003	0,004	0,014	0,002	0,014	0,002	0,002	0,003	0,017	0,002	0,017
93	0,017	0,003	0,018	0,007	0,002	0,007	0,011	0,002	0,011	0,015	0,002	0,015
94	0,043	0,003	0,043	0,015	0,002	0,015	0,021	0,003	0,021	0,010	0,002	0,011
95	0,022	0,003	0,022	0,008	0,002	0,008	0,002	0,003	0,003	0,002	0,002	0,003
96	0,035	0,003	0,035	0,002	0,002	0,003	0,018	0,003	0,018	0,002	0,002	0,003
97	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
98	0,013	0,003	0,013	0,003	0,002	0,004	0,011	0,003	0,012	0,002	0,002	0,003
99	0,013	0,003	0,014	0,005	0,002	0,005	0,006	0,003	0,006	0,010	0,002	0,010
100	0,009	0,003	0,009	0,004	0,002	0,005	0,006	0,003	0,007	0,004	0,002	0,005
101	0,011	0,003	0,011	0,006	0,002	0,006	0,004	0,002	0,005	0,003	0,002	0,003
102	0,007	0,004	0,008	0,006	0,002	0,007	0,014	0,003	0,014	0,004	0,002	0,005
103	0,006	0,003	0,007	0,005	0,002	0,006	0,016	0,003	0,016	0,002	0,002	0,003
104	0,003	0,004	0,005	0,008	0,003	0,009	0,007	0,003	0,008	0,002	0,002	0,003
105	0,017	0,004	0,018	0,019	0,003	0,019	0,030	0,003	0,030	0,020	0,002	0,020
106	0,019	0,004	0,019	0,000	0,002	0,002	0,019	0,003	0,019	0,005	0,002	0,005
107	0,010	0,004	0,010	0,018	0,002	0,018	0,006	0,003	0,006	0,015	0,002	0,015
108	0,013	0,004	0,014	0,007	0,002	0,008	0,002	0,003	0,004	0,001	0,002	0,002
109	0,002	0,003	0,004	0,001	0,002	0,002	0,003	0,003	0,004	0,004	0,002	0,004
110	0,015	0,004	0,015	0,037	0,002	0,037	0,033	0,003	0,034	0,045	0,002	0,045
111	0,009	0,004	0,010	0,016	0,002	0,016	0,010	0,003	0,010	0,012	0,002	0,012
112	0,004	0,004	0,005	0,004	0,003	0,005	0,006	0,002	0,006	0,002	0,002	0,003
113	0,010	0,004	0,010	0,002	0,002	0,003	0,012	0,003	0,013	0,003	0,002	0,004
114	0,010	0,004	0,010	0,008	0,002	0,008	0,020	0,003	0,020	0,018	0,002	0,018
115	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
116	0,003	0,004	0,005	0,001	0,003	0,003	0,004	0,003	0,005	0,001	0,002	0,002
117	0,006	0,005	0,007	0,013	0,003	0,013	0,005	0,003	0,006	0,016	0,002	0,016
118	0,010	0,005	0,011	0,006	0,003	0,007	0,003	0,003	0,004	0,008	0,002	0,008
119	0,025	0,005	0,025	0,005	0,003	0,006	0,017	0,003	0,018	0,005	0,002	0,006
120	0,026	0,005	0,026	0,003	0,003	0,004	0,006	0,003	0,006	0,001	0,002	0,003

SPTU - 120 minutos

GPS			GPS + GLONASS			GPS + GALILEO			GPS + GALILEO + GLONASS			
DOY	Discrepância	Precisão	Acurácia	Discrepância	Precisão	Acurácia	Discrepância	Precisão	Acurácia	Discrepância	Precisão	Acurácia
91	0,017	0,002	0,017	0,009	0,002	0,009	0,003	0,002	0,003	0,001	0,001	0,002
92	0,001	0,002	0,002	0,009	0,001	0,009	0,003	0,002	0,003	0,011	0,001	0,011
93	0,005	0,002	0,006	0,005	0,002	0,005	0,008	0,002	0,008	0,011	0,001	0,011
94	0,021	0,002	0,021	0,006	0,002	0,006	0,011	0,002	0,011	0,005	0,001	0,006
95	0,012	0,002	0,012	0,017	0,002	0,017	0,014	0,002	0,014	0,015	0,001	0,015
96	0,029	0,002	0,029	0,015	0,002	0,015	0,016	0,002	0,017	0,011	0,002	0,011
97	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
98	0,015	0,002	0,015	0,015	0,002	0,015	0,017	0,002	0,017	0,013	0,002	0,013
99	0,019	0,002	0,019	0,006	0,002	0,006	0,004	0,002	0,004	0,000	0,002	0,002
100	0,022	0,002	0,023	0,007	0,002	0,007	0,023	0,002	0,023	0,012	0,001	0,012
101	0,014	0,002	0,015	0,006	0,002	0,006	0,011	0,002	0,011	0,005	0,001	0,005
102	0,024	0,003	0,024	0,002	0,002	0,003	0,006	0,002	0,006	0,003	0,002	0,003
103	0,023	0,003	0,023	0,004	0,002	0,005	0,021	0,002	0,021	0,002	0,002	0,003
104	0,012	0,003	0,012	0,011	0,002	0,011	0,008	0,002	0,008	0,003	0,002	0,004
105	0,024	0,003	0,024	0,017	0,002	0,017	0,029	0,002	0,029	0,020	0,002	0,020
106	0,005	0,003	0,006	0,005	0,002	0,005	0,013	0,002	0,013	0,008	0,002	0,008
107	0,003	0,003	0,004	0,020	0,002	0,020	0,014	0,002	0,014	0,020	0,002	0,020
108	0,004	0,003	0,005	0,005	0,002	0,005	0,010	0,002	0,011	0,003	0,001	0,003
109	0,003	0,003	0,004	0,004	0,002	0,004	0,002	0,002	0,003	0,005	0,002	0,005
110	0,015	0,003	0,015	0,040	0,002	0,040	0,032	0,002	0,032	0,042	0,002	0,042
111	0,002	0,003	0,004	0,017	0,002	0,017	0,005	0,002	0,005	0,016	0,002	0,016
112	0,010	0,003	0,011	0,012	0,002	0,013	0,006	0,002	0,006	0,009	0,002	0,009
113	0,028	0,003	0,029	0,006	0,002	0,007	0,031	0,002	0,031	0,014	0,002	0,014
114	0,005	0,003	0,006	0,010	0,002	0,010	0,014	0,002	0,014	0,014	0,002	0,014
115	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
116	0,021	0,003	0,021	0,001	0,002	0,002	0,015	0,002	0,015	0,001	0,002	0,002
117	0,009	0,003	0,009	0,013	0,002	0,013	0,004	0,002	0,004	0,015	0,002	0,015
118	0,023	0,003	0,023	0,007	0,002	0,007	0,003	0,002	0,003	0,009	0,002	0,009
119	0,031	0,003	0,032	0,010	0,002	0,010	0,021	0,002	0,021	0,004	0,002	0,005
120	0,029	0,003	0,029	0,007	0,002	0,007	0,015	0,002	0,015	0,006	0,002	0,007

SPTU - 180 minutos

GPS			GPS + GLONASS			GPS + GALILEO			GPS + GALILEO + GLONASS			
DOY	Discrepância	Precisão	Acurácia	Discrepância	Precisão	Acurácia	Discrepância	Precisão	Acurácia	Discrepância	Precisão	Acurácia
91	0,011	0,001	0,011	0,001	0,001	0,002	0,004	0,001	0,004	0,002	0,001	0,002
92	0,007	0,002	0,007	0,009	0,001	0,009	0,005	0,001	0,005	0,012	0,001	0,012
93	0,003	0,002	0,003	0,011	0,001	0,011	0,012	0,001	0,012	0,015	0,001	0,015
94	0,015	0,002	0,015	0,005	0,001	0,005	0,008	0,001	0,008	0,005	0,001	0,005
95	0,014	0,002	0,014	0,010	0,001	0,010	0,022	0,001	0,022	0,014	0,001	0,014
96	0,026	0,002	0,026	0,011	0,001	0,011	0,020	0,001	0,020	0,009	0,001	0,009
97	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
98	0,013	0,002	0,013	0,009	0,001	0,009	0,005	0,001	0,006	0,005	0,001	0,005
99	0,016	0,002	0,016	0,004	0,001	0,004	0,004	0,001	0,004	0,002	0,001	0,002
100	0,022	0,002	0,022	0,006	0,001	0,006	0,015	0,001	0,015	0,006	0,001	0,006
101	0,012	0,002	0,012	0,005	0,001	0,005	0,004	0,001	0,004	0,004	0,001	0,004
102	0,015	0,002	0,015	0,001	0,001	0,002	0,005	0,001	0,005	0,002	0,001	0,002
103	0,032	0,002	0,032	0,011	0,001	0,011	0,024	0,001	0,024	0,011	0,001	0,011
104	0,016	0,002	0,016	0,005	0,001	0,006	0,004	0,001	0,004	0,003	0,001	0,003
105	0,029	0,002	0,029	0,024	0,001	0,024	0,031	0,001	0,031	0,025	0,001	0,025
106	0,003	0,002	0,004	0,002	0,001	0,002	0,006	0,001	0,006	0,003	0,001	0,003
107	0,002	0,002	0,003	0,018	0,001	0,018	0,011	0,001	0,011	0,017	0,001	0,017
108	0,008	0,002	0,008	0,002	0,001	0,002	0,016	0,001	0,016	0,003	0,001	0,003
109	0,010	0,002	0,010	0,001	0,001	0,002	0,010	0,001	0,010	0,001	0,001	0,002
110	0,013	0,002	0,013	0,036	0,001	0,036	0,027	0,001	0,027	0,038	0,001	0,038
111	0,002	0,002	0,002	0,014	0,001	0,014	0,006	0,001	0,006	0,013	0,001	0,013
112	0,002	0,002	0,002	0,002	0,001	0,002	0,004	0,001	0,004	0,004	0,001	0,004
113	0,016	0,002	0,016	0,008	0,001	0,008	0,012	0,001	0,012	0,009	0,001	0,009
114	0,001	0,002	0,002	0,014	0,001	0,014	0,005	0,001	0,006	0,007	0,001	0,007
115	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
116	0,010	0,002	0,010	0,003	0,001	0,003	0,006	0,001	0,006	0,002	0,001	0,003
117	0,005	0,002	0,006	0,005	0,001	0,005	0,009	0,001	0,009	0,011	0,001	0,011
118	0,029	0,002	0,029	0,002	0,001	0,003	0,006	0,001	0,006	0,005	0,001	0,005
119	0,017	0,002	0,017	0,003	0,001	0,003	0,014	0,001	0,014	0,003	0,001	0,003
120	0,013	0,002	0,014	0,002	0,001	0,002	0,005	0,001	0,005	0,000	0,001	0,001

SPDR - 60 minutos

GPS				GPS + GLONASS			GPS + GALILEO			GPS + GALILEO + GLONASS		
DOY	Discrepância	Precisão	Acurácia	Discrepância	Precisão	Acurácia	Discrepância	Precisão	Acurácia	Discrepância	Precisão	Acurácia
91	0,040	0,007	0,040	0,022	0,004	0,022	0,031	0,006	0,032	0,038	0,004	0,038
92	0,034	0,007	0,034	0,056	0,004	0,056	0,000	0,005	0,005	0,036	0,004	0,036
93	0,023	0,006	0,024	0,034	0,004	0,034	0,015	0,005	0,016	0,033	0,003	0,033
94	0,004	0,006	0,007	0,036	0,004	0,037	0,004	0,005	0,006	0,031	0,004	0,032
95	0,031	0,006	0,032	0,027	0,004	0,027	0,008	0,005	0,009	0,021	0,004	0,021
96	0,004	0,006	0,007	0,017	0,004	0,018	0,013	0,005	0,014	0,019	0,004	0,019
97	0,025	0,006	0,025	0,001	0,005	0,005	0,000	0,005	0,005	0,011	0,004	0,012
98	0,017	0,007	0,018	0,007	0,004	0,008	0,013	0,005	0,013	0,008	0,004	0,009
99	0,036	0,007	0,036	0,011	0,004	0,011	0,004	0,005	0,006	0,003	0,004	0,005
100	0,010	0,008	0,013	0,005	0,004	0,006	0,004	0,004	0,006	0,006	0,003	0,007
101	0,032	0,009	0,033	0,010	0,004	0,010	0,022	0,004	0,022	0,016	0,003	0,016
102	0,018	0,008	0,020	0,021	0,004	0,021	0,007	0,005	0,009	0,018	0,004	0,019
103	0,004	0,006	0,008	0,004	0,004	0,006	0,019	0,004	0,019	0,021	0,003	0,021
104	0,010	0,007	0,012	0,007	0,004	0,008	0,001	0,006	0,006	0,012	0,004	0,013
105	0,007	0,006	0,009	0,002	0,004	0,005	0,020	0,005	0,021	0,020	0,004	0,021
106	0,077	0,008	0,077	0,005	0,003	0,006	0,027	0,005	0,028	0,015	0,003	0,015
107	0,005	0,005	0,007	0,028	0,003	0,028	0,005	0,004	0,006	0,025	0,003	0,025
108	0,005	0,005	0,007	0,017	0,003	0,017	0,015	0,004	0,016	0,013	0,003	0,013
109	0,011	0,006	0,012	0,000	0,003	0,003	0,007	0,004	0,008	0,003	0,003	0,004
110	0,011	0,005	0,012	0,033	0,003	0,033	0,016	0,004	0,016	0,036	0,003	0,036
111	0,017	0,006	0,018	0,021	0,004	0,022	0,005	0,004	0,006	0,024	0,004	0,024
112	0,021	0,005	0,022	0,004	0,005	0,006	0,011	0,004	0,011	0,005	0,003	0,006
113	0,010	0,006	0,012	0,002	0,004	0,004	0,014	0,005	0,015	0,005	0,004	0,006
114	0,003	0,006	0,007	0,006	0,004	0,007	0,008	0,005	0,009	0,018	0,004	0,019
115	0,007	0,006	0,009	0,013	0,005	0,014	0,002	0,004	0,005	0,022	0,004	0,022
116	0,004	0,006	0,007	0,035	0,005	0,035	0,011	0,006	0,012	0,031	0,004	0,032
117	0,030	0,007	0,031	0,005	0,005	0,007	0,022	0,005	0,023	0,005	0,004	0,007
118	0,037	0,008	0,038	0,008	0,005	0,009	0,007	0,005	0,009	0,004	0,004	0,006
119	0,002	0,008	0,008	0,016	0,006	0,018	0,013	0,006	0,015	0,013	0,005	0,014
120	0,008	0,010	0,013	0,003	0,007	0,007	0,012	0,005	0,013	0,017	0,004	0,018

SPDR - 90 minutos

GPS				GPS + GLONASS			GPS + GALILEO			GPS + GALILEO + GLONASS		
DOY	Discrepância	Precisão	Acurácia	Discrepância	Precisão	Acurácia	Discrepância	Precisão	Acurácia	Discrepância	Precisão	Acurácia
91	0,004	0,004	0,005	0,010	0,002	0,010	0,027	0,003	0,027	0,030	0,002	0,030
92	0,027	0,004	0,027	0,046	0,002	0,046	0,019	0,003	0,019	0,039	0,002	0,039
93	0,013	0,003	0,014	0,030	0,002	0,030	0,029	0,003	0,029	0,037	0,002	0,037
94	0,012	0,003	0,012	0,025	0,002	0,025	0,002	0,003	0,004	0,023	0,002	0,023
95	0,032	0,004	0,032	0,025	0,002	0,026	0,019	0,003	0,019	0,023	0,002	0,023
96	0,015	0,003	0,015	0,013	0,002	0,013	0,022	0,003	0,023	0,021	0,002	0,022
97	0,000	0,004	0,004	0,015	0,003	0,015	0,013	0,002	0,013	0,023	0,002	0,023
98	0,012	0,004	0,012	0,009	0,002	0,010	0,001	0,003	0,003	0,005	0,002	0,006
99	0,011	0,004	0,011	0,009	0,002	0,010	0,003	0,003	0,004	0,013	0,002	0,013
100	0,009	0,004	0,010	0,004	0,002	0,005	0,004	0,003	0,005	0,007	0,002	0,007
101	0,015	0,004	0,015	0,013	0,002	0,013	0,019	0,002	0,019	0,023	0,002	0,023
102	0,012	0,004	0,012	0,015	0,003	0,015	0,010	0,003	0,010	0,007	0,002	0,007
103	0,012	0,004	0,013	0,003	0,003	0,004	0,011	0,003	0,011	0,008	0,002	0,009
104	0,030	0,004	0,030	0,002	0,003	0,003	0,012	0,004	0,012	0,005	0,003	0,006
105	0,006	0,004	0,007	0,011	0,003	0,011	0,005	0,003	0,006	0,000	0,002	0,002
106	0,008	0,004	0,009	0,003	0,003	0,004	0,012	0,003	0,012	0,001	0,002	0,003
107	0,006	0,004	0,007	0,021	0,002	0,021	0,001	0,002	0,003	0,020	0,002	0,020
108	0,007	0,003	0,008	0,005	0,002	0,005	0,006	0,003	0,007	0,003	0,002	0,004
109	0,019	0,003	0,020	0,007	0,002	0,007	0,012	0,003	0,012	0,003	0,002	0,004
110	0,011	0,004	0,012	0,023	0,002	0,023	0,022	0,003	0,022	0,026	0,002	0,026
111	0,014	0,004	0,015	0,018	0,003	0,018	0,003	0,003	0,004	0,016	0,002	0,016
112	0,025	0,004	0,025	0,016	0,003	0,016	0,009	0,002	0,009	0,006	0,002	0,006
113	0,005	0,004	0,007	0,013	0,003	0,013	0,002	0,003	0,003	0,006	0,002	0,006
114	0,028	0,004	0,028	0,019	0,003	0,019	0,048	0,003	0,048	0,034	0,002	0,034
115	0,017	0,004	0,018	0,025	0,003	0,025	0,014	0,003	0,014	0,030	0,002	0,030
116	0,008	0,005	0,009	0,011	0,003	0,012	0,008	0,003	0,009	0,010	0,003	0,010
117	0,017	0,005	0,018	0,002	0,003	0,004	0,017	0,003	0,017	0,012	0,002	0,012
118	0,003	0,005	0,006	0,006	0,003	0,006	0,008	0,003	0,009	0,007	0,002	0,007
119	0,020	0,005	0,021	0,008	0,004	0,009	0,003	0,004	0,005	0,011	0,003	0,012
120	0,009	0,006	0,011	0,002	0,003	0,004	0,002	0,003	0,004	0,004	0,002	0,005

SPDR - 120 minutos

GPS				GPS + GLONASS			GPS + GALILEO			GPS + GALILEO + GLONASS		
DOY	Discrepância	Precisão	Acurácia	Discrepância	Precisão	Acurácia	Discrepância	Precisão	Acurácia	Discrepância	Precisão	Acurácia
91	0,014	0,003	0,014	0,019	0,002	0,019	0,036	0,002	0,036	0,037	0,002	0,037
92	0,027	0,003	0,027	0,027	0,002	0,027	0,002	0,002	0,003	0,021	0,002	0,021
93	0,009	0,002	0,009	0,017	0,002	0,017	0,020	0,002	0,020	0,023	0,001	0,023
94	0,019	0,002	0,019	0,008	0,002	0,008	0,009	0,002	0,009	0,006	0,002	0,006
95	0,009	0,003	0,009	0,015	0,002	0,015	0,011	0,002	0,011	0,017	0,002	0,017
96	0,003	0,003	0,004	0,005	0,002	0,006	0,006	0,002	0,006	0,014	0,002	0,014
97	0,007	0,003	0,007	0,002	0,002	0,003	0,000	0,002	0,002	0,010	0,002	0,011
98	0,027	0,003	0,027	0,025	0,002	0,025	0,019	0,002	0,019	0,011	0,002	0,011
99	0,014	0,003	0,014	0,006	0,002	0,006	0,008	0,002	0,008	0,004	0,002	0,004
100	0,030	0,003	0,030	0,016	0,002	0,017	0,023	0,002	0,023	0,011	0,002	0,011
101	0,002	0,003	0,004	0,002	0,002	0,003	0,000	0,002	0,002	0,006	0,001	0,006
102	0,004	0,003	0,005	0,013	0,002	0,013	0,014	0,002	0,014	0,003	0,002	0,003
103	0,015	0,003	0,015	0,000	0,002	0,002	0,006	0,002	0,006	0,006	0,002	0,006
104	0,006	0,003	0,006	0,006	0,002	0,006	0,005	0,002	0,005	0,007	0,002	0,007
105	0,001	0,003	0,003	0,004	0,002	0,005	0,005	0,002	0,005	0,005	0,002	0,005
106	0,007	0,003	0,008	0,004	0,002	0,004	0,003	0,003	0,004	0,003	0,002	0,004
107	0,002	0,003	0,004	0,023	0,002	0,023	0,009	0,002	0,009	0,022	0,002	0,022
108	0,001	0,003	0,003	0,005	0,002	0,005	0,001	0,002	0,002	0,005	0,002	0,005
109	0,019	0,003	0,019	0,001	0,002	0,002	0,013	0,002	0,013	0,001	0,002	0,002
110	0,007	0,003	0,007	0,024	0,002	0,024	0,014	0,002	0,014	0,021	0,002	0,021
111	0,014	0,003	0,014	0,028	0,002	0,028	0,013	0,002	0,013	0,026	0,002	0,026
112	0,001	0,003	0,003	0,003	0,002	0,004	0,004	0,002	0,004	0,001	0,002	0,002
113	0,010	0,003	0,010	0,004	0,002	0,004	0,007	0,002	0,007	0,005	0,002	0,005
114	0,014	0,003	0,014	0,014	0,002	0,014	0,032	0,002	0,032	0,023	0,002	0,023
115	0,005	0,003	0,006	0,018	0,002	0,019	0,015	0,002	0,015	0,022	0,002	0,022
116	0,014	0,003	0,014	0,003	0,002	0,003	0,006	0,002	0,006	0,003	0,002	0,004
117	0,003	0,003	0,005	0,004	0,002	0,004	0,013	0,002	0,013	0,011	0,002	0,011
118	0,015	0,003	0,015	0,007	0,002	0,007	0,001	0,002	0,003	0,007	0,002	0,007
119	0,011	0,004	0,011	0,005	0,002	0,006	0,002	0,002	0,003	0,012	0,002	0,012
120	0,007	0,004	0,008	0,003	0,002	0,004	0,002	0,002	0,003	0,005	0,002	0,005

SPDR - 180 minutos

GPS				GPS + GLONASS			GPS + GALILEO			GPS + GALILEO + GLONASS		
DOY	Discrepância	Precisão	Acurácia	Discrepância	Precisão	Acurácia	Discrepância	Precisão	Acurácia	Discrepância	Precisão	Acurácia
91	0,016	0,002	0,016	0,016	0,001	0,016	0,020	0,001	0,020	0,019	0,001	0,019
92	0,002	0,002	0,003	0,017	0,001	0,017	0,009	0,001	0,009	0,016	0,001	0,016
93	0,005	0,002	0,006	0,011	0,001	0,011	0,009	0,001	0,009	0,014	0,001	0,014
94	0,004	0,002	0,004	0,008	0,001	0,008	0,005	0,001	0,005	0,010	0,001	0,010
95	0,016	0,002	0,016	0,013	0,001	0,013	0,005	0,001	0,005	0,011	0,001	0,011
96	0,005	0,002	0,005	0,009	0,001	0,009	0,008	0,001	0,008	0,014	0,001	0,014
97	0,001	0,002	0,002	0,003	0,001	0,003	0,000	0,001	0,001	0,005	0,001	0,005
98	0,017	0,002	0,017	0,008	0,001	0,008	0,005	0,001	0,005	0,001	0,001	0,001
99	0,001	0,002	0,002	0,014	0,001	0,014	0,015	0,001	0,015	0,019	0,001	0,019
100	0,009	0,002	0,009	0,003	0,001	0,004	0,008	0,001	0,008	0,000	0,001	0,001
101	0,005	0,002	0,006	0,013	0,001	0,013	0,009	0,001	0,009	0,013	0,001	0,013
102	0,005	0,002	0,006	0,013	0,001	0,013	0,004	0,001	0,004	0,006	0,001	0,006
103	0,008	0,002	0,008	0,011	0,001	0,011	0,002	0,001	0,002	0,012	0,001	0,012
104	0,006	0,002	0,006	0,005	0,001	0,005	0,010	0,001	0,010	0,015	0,001	0,015
105	0,002	0,002	0,002	0,001	0,001	0,002	0,003	0,001	0,004	0,005	0,001	0,005
106	0,010	0,002	0,010	0,004	0,001	0,004	0,005	0,001	0,005	0,002	0,001	0,003
107	0,005	0,002	0,005	0,021	0,001	0,021	0,006	0,001	0,006	0,018	0,001	0,018
108	0,011	0,002	0,011	0,001	0,001	0,001	0,011	0,001	0,011	0,002	0,001	0,002
109	0,020	0,002	0,020	0,004	0,001	0,004	0,013	0,001	0,013	0,005	0,001	0,005
110	0,005	0,002	0,005	0,023	0,001	0,023	0,012	0,001	0,012	0,021	0,001	0,021
111	0,011	0,002	0,011	0,022	0,001	0,022	0,018	0,001	0,018	0,023	0,001	0,023
112	0,011	0,002	0,011	0,008	0,001	0,008	0,011	0,001	0,011	0,008	0,001	0,008
113	0,004	0,002	0,004	0,000	0,001	0,001	0,002	0,001	0,003	0,003	0,001	0,003
114	0,005	0,002	0,005	0,019	0,001	0,019	0,001	0,001	0,002	0,012	0,001	0,012
115	0,005	0,002	0,006	0,015	0,001	0,015	0,008	0,001	0,008	0,014	0,001	0,014
116	0,010	0,002	0,010	0,016	0,001	0,016	0,014	0,001	0,014	0,018	0,001	0,018
117	0,002	0,002	0,003	0,006	0,001	0,006	0,016	0,001	0,016	0,015	0,001	0,015
118	0,008	0,002	0,009	0,005	0,001	0,006	0,001	0,001	0,002	0,004	0,001	0,004
119	0,015	0,002	0,015	0,002	0,001	0,002	0,004	0,001	0,004	0,003	0,001	0,003
120	0,007	0,002	0,007	0,008	0,001	0,008	0,008	0,001	0,008	0,010	0,001	0,010

MGBH - 60 minutos

GPS			GPS + GLONASS			GPS + GALILEO			GPS + GALILEO + GLONASS			
DOY	Discrepância	Precisão	Acurácia	Discrepância	Precisão	Acurácia	Discrepância	Precisão	Acurácia	Discrepância	Precisão	Acurácia
91	0,089	0,012	0,090	0,001	0,005	0,005	0,076	0,013	0,077	0,021	0,007	0,022
92	0,048	0,011	0,049	0,025	0,004	0,026	0,022	0,011	0,025	0,027	0,006	0,027
93	0,039	0,011	0,041	0,032	0,005	0,033	0,044	0,015	0,046	0,026	0,008	0,027
94	0,014	0,011	0,018	0,001	0,005	0,005	0,014	0,012	0,018	0,001	0,007	0,008
95	0,035	0,009	0,036	0,011	0,005	0,012	0,016	0,010	0,018	0,018	0,007	0,019
96	0,007	0,010	0,012	0,066	0,005	0,066	0,019	0,012	0,023	0,035	0,007	0,035
97	0,022	0,009	0,024	0,000	0,005	0,005	0,019	0,012	0,022	0,011	0,009	0,014
98	0,027	0,008	0,029	0,022	0,005	0,022	0,006	0,012	0,013	0,013	0,007	0,015
99	0,020	0,007	0,021	0,009	0,004	0,010	0,012	0,011	0,017	0,002	0,007	0,007
100	0,000	0,008	0,008	0,028	0,004	0,029	0,038	0,011	0,040	0,008	0,007	0,011
101	0,068	0,008	0,069	0,036	0,005	0,036	0,001	0,010	0,010	0,011	0,006	0,012
102	0,036	0,008	0,036	0,008	0,004	0,009	0,013	0,010	0,017	0,003	0,006	0,007
103	0,024	0,009	0,025	0,018	0,005	0,018	0,046	0,012	0,047	0,010	0,006	0,012
104	0,025	0,009	0,026	0,004	0,005	0,007	0,017	0,014	0,022	0,005	0,009	0,010
105	0,016	0,007	0,018	0,020	0,005	0,021	0,035	0,011	0,037	0,016	0,008	0,018
106	0,037	0,008	0,038	0,018	0,004	0,019	0,060	0,012	0,062	0,001	0,006	0,006
107	0,013	0,007	0,015	0,007	0,004	0,008	0,018	0,011	0,021	0,009	0,006	0,011
108	0,023	0,007	0,024	0,027	0,004	0,028	0,012	0,010	0,015	0,002	0,007	0,007
109	0,036	0,006	0,036	0,041	0,004	0,041	0,055	0,011	0,056	0,050	0,006	0,050
110	0,025	0,007	0,026	0,032	0,004	0,032	0,052	0,012	0,053	0,030	0,008	0,031
111	0,041	0,007	0,042	0,021	0,004	0,021	0,054	0,010	0,055	0,030	0,007	0,031
112	0,016	0,007	0,017	0,012	0,005	0,013	0,025	0,010	0,027	0,012	0,007	0,014
113	0,003	0,006	0,007	0,025	0,004	0,025	0,045	0,013	0,047	0,029	0,008	0,030
114	0,019	0,007	0,020	0,023	0,004	0,023	0,000	0,013	0,013	0,002	0,007	0,007
115	0,024	0,009	0,025	0,008	0,004	0,009	0,035	0,011	0,037	0,006	0,007	0,009
116	0,011	0,007	0,013	0,003	0,004	0,005	0,019	0,012	0,022	0,002	0,007	0,007
117	0,038	0,007	0,039	0,030	0,005	0,030	0,033	0,010	0,034	0,030	0,007	0,030
118	0,008	0,007	0,011	0,029	0,005	0,030	0,005	0,011	0,012	0,027	0,008	0,028
119	0,004	0,008	0,009	0,008	0,006	0,010	0,027	0,013	0,030	0,011	0,010	0,014
120	0,015	0,008	0,017	0,016	0,006	0,017	0,042	0,012	0,044	0,018	0,009	0,021

MGBH - 90 minutos

GPS				GPS + GLONASS			GPS + GALILEO			GPS + GALILEO + GLONASS		
DOY	Discrepância	Precisão	Acurácia	Discrepância	Precisão	Acurácia	Discrepância	Precisão	Acurácia	Discrepância	Precisão	Acurácia
91	0,010	0,005	0,011	0,008	0,003	0,008	0,029	0,006	0,029	0,019	0,004	0,019
92	0,019	0,005	0,019	0,014	0,003	0,014	0,016	0,005	0,017	0,014	0,004	0,015
93	0,006	0,005	0,008	0,036	0,003	0,036	0,010	0,023	0,025	0,026	0,012	0,028
94	0,024	0,005	0,024	0,004	0,003	0,005	0,008	0,007	0,010	0,001	0,004	0,004
95	0,009	0,004	0,010	0,004	0,003	0,005	0,001	0,005	0,005	0,002	0,004	0,004
96	0,030	0,005	0,030	0,010	0,003	0,011	0,002	0,007	0,007	0,009	0,005	0,010
97	0,015	0,004	0,016	0,013	0,003	0,014	0,017	0,006	0,018	0,003	0,005	0,006
98	0,020	0,005	0,020	0,007	0,003	0,007	0,016	0,007	0,018	0,012	0,004	0,013
99	0,002	0,004	0,005	0,001	0,002	0,003	0,016	0,006	0,017	0,000	0,004	0,004
100	0,009	0,004	0,010	0,022	0,003	0,022	0,011	0,006	0,012	0,005	0,004	0,007
101	0,028	0,005	0,029	0,032	0,003	0,032	0,009	0,006	0,010	0,020	0,004	0,020
102	0,014	0,005	0,015	0,006	0,002	0,007	0,016	0,006	0,017	0,005	0,004	0,006
103	0,023	0,004	0,023	0,017	0,003	0,017	0,013	0,006	0,014	0,012	0,004	0,013
104	0,010	0,005	0,011	0,012	0,003	0,013	0,023	0,008	0,024	0,001	0,005	0,005
105	0,004	0,004	0,006	0,019	0,003	0,019	0,021	0,006	0,022	0,017	0,004	0,018
106	0,003	0,004	0,005	0,026	0,002	0,026	0,028	0,007	0,029	0,006	0,004	0,007
107	0,008	0,004	0,009	0,008	0,002	0,008	0,014	0,006	0,016	0,008	0,004	0,009
108	0,011	0,004	0,011	0,014	0,003	0,014	0,004	0,006	0,007	0,009	0,004	0,009
109	0,024	0,004	0,024	0,021	0,003	0,021	0,036	0,006	0,036	0,024	0,004	0,024
110	0,013	0,004	0,013	0,018	0,003	0,018	0,018	0,007	0,019	0,011	0,005	0,012
111	0,014	0,004	0,015	0,007	0,003	0,008	0,034	0,006	0,034	0,019	0,004	0,020
112	0,017	0,004	0,017	0,012	0,003	0,012	0,024	0,006	0,025	0,014	0,004	0,015
113	0,007	0,004	0,008	0,019	0,003	0,019	0,024	0,007	0,025	0,028	0,005	0,029
114	0,007	0,004	0,008	0,012	0,003	0,012	0,027	0,007	0,028	0,011	0,005	0,012
115	0,018	0,005	0,019	0,000	0,003	0,003	0,009	0,007	0,011	0,000	0,005	0,005
116	0,019	0,004	0,019	0,005	0,003	0,006	0,014	0,007	0,016	0,001	0,004	0,005
117	0,011	0,005	0,012	0,016	0,003	0,016	0,017	0,006	0,018	0,017	0,005	0,018
118	0,018	0,005	0,018	0,015	0,004	0,016	0,002	0,007	0,007	0,001	0,005	0,005
119	0,000	0,006	0,006	0,014	0,004	0,015	0,005	0,009	0,010	0,005	0,006	0,008
120	0,012	0,006	0,014	0,010	0,004	0,011	0,010	0,007	0,012	0,008	0,005	0,009

MGBH - 120 minutos

GPS			GPS + GLONASS			GPS + GALILEO			GPS + GALILEO + GLONASS			
DOY	Discrepância	Precisão	Acurácia	Discrepância	Precisão	Acurácia	Discrepância	Precisão	Acurácia	Discrepância	Precisão	Acurácia
91	0,007	0,003	0,008	0,002	0,002	0,002	0,014	0,004	0,015	0,010	0,002	0,010
92	0,005	0,003	0,006	0,004	0,002	0,004	0,000	0,004	0,004	0,000	0,003	0,003
93	0,001	0,003	0,003	0,010	0,002	0,011	0,081	0,026	0,085	0,016	0,003	0,016
94	0,014	0,003	0,014	0,001	0,002	0,002	0,007	0,005	0,008	0,002	0,003	0,004
95	0,023	0,003	0,023	0,020	0,002	0,020	0,024	0,004	0,024	0,021	0,003	0,021
96	0,009	0,003	0,009	0,000	0,002	0,002	0,002	0,005	0,005	0,001	0,003	0,003
97	0,024	0,003	0,024	0,032	0,002	0,032	0,000	0,004	0,004	0,015	0,003	0,015
98	0,034	0,003	0,034	0,027	0,002	0,027	0,033	0,005	0,033	0,025	0,003	0,025
99	0,015	0,002	0,015	0,009	0,002	0,009	0,003	0,004	0,005	0,005	0,003	0,006
100	0,024	0,003	0,024	0,024	0,002	0,024	0,010	0,004	0,011	0,014	0,003	0,014
101	0,043	0,003	0,043	0,051	0,002	0,051	0,030	0,004	0,030	0,041	0,003	0,041
102	0,030	0,003	0,030	0,017	0,002	0,017	0,022	0,004	0,022	0,016	0,003	0,016
103	0,027	0,003	0,027	0,015	0,002	0,015	0,015	0,005	0,015	0,012	0,003	0,012
104	0,007	0,003	0,008	0,004	0,002	0,005	0,024	0,005	0,025	0,013	0,004	0,013
105	0,001	0,003	0,003	0,011	0,002	0,011	0,008	0,004	0,009	0,012	0,003	0,013
106	0,012	0,003	0,012	0,015	0,002	0,015	0,028	0,005	0,028	0,003	0,003	0,004
107	0,013	0,003	0,013	0,001	0,002	0,002	0,007	0,004	0,008	0,001	0,003	0,003
108	0,009	0,003	0,009	0,011	0,002	0,012	0,001	0,004	0,005	0,005	0,003	0,006
109	0,010	0,003	0,010	0,016	0,002	0,016	0,013	0,005	0,014	0,018	0,003	0,018
110	0,006	0,003	0,007	0,016	0,002	0,016	0,006	0,005	0,008	0,005	0,003	0,006
111	0,007	0,003	0,007	0,012	0,002	0,012	0,013	0,004	0,013	0,015	0,003	0,015
112	0,014	0,003	0,015	0,011	0,002	0,012	0,013	0,004	0,013	0,011	0,003	0,012
113	0,024	0,003	0,024	0,019	0,002	0,019	0,029	0,005	0,030	0,025	0,004	0,025
114	0,022	0,003	0,023	0,014	0,002	0,014	0,011	0,005	0,012	0,003	0,003	0,004
115	0,026	0,003	0,026	0,011	0,002	0,011	0,006	0,005	0,008	0,002	0,003	0,004
116	0,000	0,004	0,004	0,001	0,002	0,002	0,002	0,005	0,005	0,003	0,003	0,004
117	0,014	0,004	0,015	0,005	0,002	0,005	0,017	0,005	0,018	0,009	0,003	0,010
118	0,002	0,004	0,005	0,005	0,003	0,006	0,013	0,005	0,014	0,014	0,004	0,015
119	0,011	0,004	0,012	0,005	0,003	0,006	0,023	0,006	0,024	0,015	0,004	0,016
120	0,004	0,004	0,006	0,004	0,002	0,005	0,010	0,005	0,011	0,008	0,004	0,009

MGBH - 180 minutos

GPS				GPS + GLONASS			GPS + GALILEO			GPS + GALILEO + GLONASS		
DOY	Discrepância	Precisão	Acurácia	Discrepância	Precisão	Acurácia	Discrepância	Precisão	Acurácia	Discrepância	Precisão	Acurácia
91	0,011	0,002	0,011	0,002	0,001	0,003	0,002	0,003	0,003	0,004	0,002	0,004
92	0,003	0,002	0,004	0,003	0,001	0,003	0,000	0,003	0,003	0,004	0,002	0,004
93	0,005	0,002	0,005	0,009	0,001	0,009	0,083	0,011	0,084	0,010	0,002	0,010
94	0,008	0,002	0,008	0,001	0,001	0,002	0,005	0,003	0,006	0,002	0,002	0,003
95	0,019	0,002	0,019	0,018	0,002	0,018	0,016	0,003	0,016	0,014	0,002	0,015
96	0,015	0,002	0,015	0,013	0,001	0,013	0,012	0,003	0,012	0,013	0,002	0,013
97	0,026	0,002	0,026	0,027	0,002	0,027	0,014	0,003	0,014	0,016	0,002	0,016
98	0,028	0,002	0,028	0,028	0,001	0,028	0,016	0,003	0,016	0,022	0,002	0,022
99	0,008	0,002	0,008	0,007	0,001	0,008	0,001	0,003	0,003	0,003	0,002	0,004
100	0,013	0,002	0,014	0,014	0,001	0,014	0,004	0,003	0,005	0,009	0,002	0,009
101	0,022	0,003	0,022	0,029	0,002	0,029	0,018	0,003	0,018	0,025	0,002	0,025
102	0,015	0,002	0,015	0,015	0,001	0,015	0,002	0,003	0,004	0,009	0,002	0,009
103	0,008	0,002	0,008	0,007	0,002	0,007	0,006	0,003	0,006	0,006	0,002	0,007
104	0,006	0,002	0,006	0,002	0,002	0,003	0,018	0,003	0,018	0,009	0,002	0,010
105	0,010	0,002	0,011	0,009	0,002	0,009	0,013	0,003	0,013	0,009	0,002	0,010
106	0,008	0,002	0,008	0,025	0,001	0,025	0,002	0,003	0,004	0,019	0,002	0,019
107	0,006	0,002	0,006	0,003	0,001	0,004	0,013	0,003	0,013	0,008	0,002	0,008
108	0,006	0,002	0,006	0,005	0,001	0,005	0,006	0,003	0,007	0,005	0,002	0,006
109	0,009	0,002	0,009	0,006	0,001	0,006	0,003	0,003	0,004	0,010	0,002	0,010
110	0,003	0,002	0,004	0,007	0,002	0,007	0,016	0,003	0,016	0,016	0,002	0,016
111	0,001	0,002	0,002	0,001	0,002	0,002	0,013	0,003	0,014	0,010	0,002	0,010
112	0,009	0,002	0,009	0,001	0,001	0,002	0,001	0,003	0,003	0,000	0,002	0,002
113	0,000	0,002	0,002	0,010	0,001	0,010	0,008	0,003	0,008	0,013	0,002	0,013
114	0,002	0,002	0,003	0,000	0,001	0,001	0,001	0,003	0,003	0,001	0,002	0,002
115	0,010	0,002	0,010	0,007	0,001	0,008	0,004	0,003	0,005	0,002	0,002	0,003
116	0,022	0,002	0,022	0,010	0,001	0,010	0,017	0,003	0,017	0,012	0,002	0,012
117	0,008	0,003	0,009	0,011	0,001	0,011	0,012	0,003	0,012	0,002	0,002	0,003
118	0,007	0,003	0,008	0,015	0,002	0,015	0,016	0,004	0,017	0,022	0,003	0,023
119	0,008	0,003	0,009	0,013	0,002	0,013	0,015	0,004	0,015	0,016	0,003	0,016
120	0,008	0,003	0,009	0,010	0,002	0,010	0,020	0,003	0,021	0,015	0,002	0,015

APÊNDICE 03: tabelas para cada estação, contendo os valores das estatísticas descritivas: média, amplitude, desvio padrão e RMS das acurácias planimétricas.

PPTE - 60 min				
Sistema	Média	Amplitude	Desvio Padrão	RMS
GPS	0,012	0,024	0,006	0,014
GPS + GLONASS	0,012	0,024	0,006	0,014
GPS + GALILEO	0,020	0,053	0,011	0,023
GPS + GALILEO + GLONASS	0,015	0,032	0,009	0,018
PPTE - 90 min				
GPS	0,011	0,019	0,004	0,012
GPS + GLONASS	0,007	0,015	0,004	0,008
GPS + GALILEO	0,010	0,013	0,003	0,011
GPS + GALILEO + GLONASS	0,007	0,010	0,002	0,007
PPTE - 120 min				
GPS	0,009	0,017	0,004	0,010
GPS + GLONASS	0,006	0,010	0,003	0,007
GPS + GALILEO	0,008	0,008	0,002	0,009
GPS + GALILEO + GLONASS	0,006	0,015	0,003	0,007
PPTE - 180 min				
GPS	0,008	0,020	0,004	0,009
GPS + GLONASS	0,006	0,012	0,003	0,007
GPS + GALILEO	0,008	0,022	0,005	0,010
GPS + GALILEO + GLONASS	0,007	0,020	0,005	0,008

SPAR - 60 min				
Sistema	Média	Amplitude	Desvio Padrão	RMS
GPS	0,022	0,026	0,005	0,023
GPS + GLONASS	0,021	0,016	0,004	0,022
GPS + GALILEO	0,022	0,030	0,006	0,023
GPS + GALILEO + GLONASS	0,022	0,021	0,004	0,023
SPAR - 90 min				
GPS	0,022	0,017	0,004	0,022
GPS + GLONASS	0,022	0,014	0,003	0,022
GPS + GALILEO	0,022	0,017	0,004	0,023
GPS + GALILEO + GLONASS	0,022	0,013	0,003	0,023
SPAR - 120 min				
GPS	0,022	0,010	0,003	0,023
GPS + GLONASS	0,022	0,011	0,003	0,022
GPS + GALILEO	0,021	0,014	0,003	0,022
GPS + GALILEO + GLONASS	0,022	0,012	0,003	0,022
SPAR - 180 min				
GPS	0,020	0,009	0,002	0,021
GPS + GLONASS	0,021	0,013	0,003	0,021
GPS + GALILEO	0,021	0,017	0,003	0,021
GPS + GALILEO + GLONASS	0,021	0,017	0,003	0,022

SPTU - 60 min				
Sistema	Média	Amplitude	Desvio Padrão	RMS
GPS	0,019	0,039	0,011	0,022
GPS + GLONASS	0,010	0,021	0,005	0,011
GPS + GALILEO	0,018	0,033	0,008	0,019
GPS + GALILEO + GLONASS	0,011	0,023	0,006	0,012
SPTU - 90 min				
GPS	0,011	0,019	0,005	0,011
GPS + GLONASS	0,008	0,015	0,004	0,008
GPS + GALILEO	0,010	0,017	0,004	0,011
GPS + GALILEO + GLONASS	0,007	0,014	0,004	0,008
SPTU - 120 min				
GPS	0,009	0,018	0,005	0,010
GPS + GLONASS	0,009	0,018	0,005	0,009
GPS + GALILEO	0,007	0,022	0,005	0,008
GPS + GALILEO + GLONASS	0,008	0,020	0,005	0,009
SPTU - 180 min				
GPS	0,007	0,024	0,005	0,009
GPS + GLONASS	0,009	0,020	0,005	0,010
GPS + GALILEO	0,007	0,025	0,006	0,009
GPS + GALILEO + GLONASS	0,008	0,026	0,007	0,010

SPDR - 60 min				
Sistema	Média	Amplitude	Desvio Padrão	RMS
GPS	0,032	0,056	0,017	0,036
GPS + GLONASS	0,033	0,046	0,013	0,036
GPS + GALILEO	0,033	0,050	0,015	0,037
GPS + GALILEO + GLONASS	0,035	0,040	0,012	0,037
SPDR - 90 min				
GPS	0,031	0,048	0,014	0,034
GPS + GLONASS	0,030	0,037	0,011	0,032
GPS + GALILEO	0,031	0,039	0,011	0,034
GPS + GALILEO + GLONASS	0,031	0,031	0,009	0,033
SPDR - 120 min				
GPS	0,030	0,034	0,009	0,032
GPS + GLONASS	0,027	0,040	0,008	0,029
GPS + GALILEO	0,027	0,035	0,008	0,029
GPS + GALILEO + GLONASS	0,026	0,037	0,008	0,028
SPDR - 180 min				
GPS	0,023	0,026	0,006	0,025
GPS + GLONASS	0,021	0,029	0,006	0,022
GPS + GALILEO	0,023	0,041	0,007	0,024
GPS + GALILEO + GLONASS	0,022	0,037	0,007	0,023

MGBH - 60 min				
Sistema	Média	Amplitude	Desvio Padrão	RMS
GPS	0,028	0,052	0,016	0,033
GPS + GLONASS	0,021	0,036	0,009	0,023
GPS + GALILEO	0,022	0,027	0,007	0,024
GPS + GALILEO + GLONASS	0,018	0,019	0,005	0,019
MGBH - 90 min				
GPS	0,024	0,037	0,009	0,026
GPS + GLONASS	0,019	0,031	0,007	0,021
GPS + GALILEO	0,018	0,052	0,010	0,021
GPS + GALILEO + GLONASS	0,017	0,024	0,006	0,018
MGBH - 120 min				
GPS	0,023	0,029	0,006	0,024
GPS + GLONASS	0,021	0,023	0,005	0,022
GPS + GALILEO	0,019	0,028	0,006	0,021
GPS + GALILEO + GLONASS	0,019	0,022	0,004	0,020
MGBH - 180 min				
GPS	0,022	0,025	0,006	0,023
GPS + GLONASS	0,023	0,021	0,005	0,024
GPS + GALILEO	0,022	0,032	0,006	0,023
GPS + GALILEO + GLONASS	0,022	0,024	0,006	0,024

APÊNDICE 04: tabelas para cada estação, contendo os valores das estatísticas descritivas: média, amplitude, desvio padrão e RMS das acurácias altimétricas.

PPTE - 60 min				
Sistema	Média	Amplitude	Desvio Padrão	RMS
GPS	0,017	0,045	0,011	0,020
GPS + GLONASS	0,016	0,045	0,011	0,020
GPS + GALILEO	0,020	0,053	0,011	0,023
GPS + GALILEO + GLONASS	0,015	0,032	0,009	0,018
PPTE - 90 min				
GPS	0,015	0,032	0,009	0,017
GPS + GLONASS	0,014	0,037	0,010	0,017
GPS + GALILEO	0,017	0,028	0,008	0,019
GPS + GALILEO + GLONASS	0,014	0,030	0,007	0,016
PPTE - 120 min				
GPS	0,020	0,040	0,011	0,023
GPS + GLONASS	0,017	0,040	0,010	0,020
GPS + GALILEO	0,020	0,035	0,010	0,023
GPS + GALILEO + GLONASS	0,017	0,035	0,010	0,020
PPTE - 180 min				
GPS	0,019	0,035	0,009	0,021
GPS + GLONASS	0,015	0,035	0,009	0,017
GPS + GALILEO	0,020	0,042	0,009	0,023
GPS + GALILEO + GLONASS	0,016	0,030	0,008	0,019

SPAR - 60 min				
Sistema	Média	Amplitude	Desvio Padrão	RMS
GPS	0,011	0,020	0,006	0,013
GPS + GLONASS	0,012	0,042	0,010	0,016
GPS + GALILEO	0,013	0,036	0,009	0,016
GPS + GALILEO + GLONASS	0,010	0,040	0,010	0,014
SPAR - 90 min				
GPS	0,012	0,030	0,008	0,015
GPS + GLONASS	0,011	0,035	0,008	0,014
GPS + GALILEO	0,013	0,029	0,008	0,015
GPS + GALILEO + GLONASS	0,010	0,032	0,008	0,013
SPAR - 120 min				
GPS	0,014	0,042	0,009	0,017
GPS + GLONASS	0,011	0,038	0,009	0,014
GPS + GALILEO	0,012	0,043	0,008	0,015
GPS + GALILEO + GLONASS	0,011	0,037	0,008	0,014
SPAR - 180 min				
GPS	0,010	0,031	0,008	0,013
GPS + GLONASS	0,009	0,028	0,007	0,011
GPS + GALILEO	0,010	0,034	0,008	0,013
GPS + GALILEO + GLONASS	0,009	0,030	0,007	0,011

SPTU - 60 min				
Sistema	Média	Amplitude	Desvio Padrão	RMS
GPS	0,020	0,048	0,012	0,023
GPS + GLONASS	0,012	0,046	0,010	0,015
GPS + GALILEO	0,012	0,025	0,007	0,014
GPS + GALILEO + GLONASS	0,012	0,046	0,010	0,015
SPTU - 90 min				
GPS	0,014	0,039	0,010	0,017
GPS + GLONASS	0,009	0,035	0,008	0,012
GPS + GALILEO	0,011	0,031	0,008	0,014
GPS + GALILEO + GLONASS	0,009	0,043	0,009	0,012
SPTU - 120 min				
GPS	0,016	0,029	0,009	0,018
GPS + GLONASS	0,010	0,038	0,007	0,013
GPS + GALILEO	0,013	0,030	0,009	0,015
GPS + GALILEO + GLONASS	0,010	0,041	0,008	0,013
SPTU - 180 min				
GPS	0,013	0,030	0,009	0,015
GPS + GLONASS	0,008	0,034	0,008	0,011
GPS + GALILEO	0,011	0,028	0,008	0,013
GPS + GALILEO + GLONASS	0,008	0,037	0,008	0,011

SPDR - 60 min				
Sistema	Média	Amplitude	Desvio Padrão	RMS
GPS	0,020	0,070	0,015	0,025
GPS + GLONASS	0,016	0,053	0,013	0,021
GPS + GALILEO	0,013	0,023	0,007	0,015
GPS + GALILEO + GLONASS	0,018	0,033	0,010	0,021
SPDR - 90 min				
GPS	0,014	0,028	0,008	0,017
GPS + GLONASS	0,014	0,043	0,010	0,017
GPS + GALILEO	0,013	0,046	0,010	0,016
GPS + GALILEO + GLONASS	0,015	0,037	0,011	0,019
SPDR - 120 min				
GPS	0,011	0,027	0,007	0,014
GPS + GLONASS	0,011	0,026	0,008	0,014
GPS + GALILEO	0,010	0,030	0,009	0,014
GPS + GALILEO + GLONASS	0,012	0,024	0,009	0,015
SPDR - 180 min				
GPS	0,008	0,018	0,005	0,009
GPS + GLONASS	0,010	0,022	0,006	0,012
GPS + GALILEO	0,008	0,017	0,005	0,010
GPS + GALILEO + GLONASS	0,011	0,022	0,007	0,013

MGBH - 60 min				
Sistema	Média	Amplitude	Desvio Padrão	RMS
GPS	0,028	0,062	0,018	0,034
GPS + GLONASS	0,020	0,061	0,014	0,025
GPS + GALILEO	0,032	0,052	0,017	0,037
GPS + GALILEO + GLONASS	0,018	0,044	0,011	0,021
MGBH - 90 min				
GPS	0,014	0,026	0,007	0,016
GPS + GLONASS	0,014	0,034	0,008	0,016
GPS + GALILEO	0,018	0,031	0,008	0,020
GPS + GALILEO + GLONASS	0,012	0,025	0,007	0,014
MGBH - 120 min				
GPS	0,015	0,040	0,010	0,019
GPS + GLONASS	0,013	0,049	0,011	0,017
GPS + GALILEO	0,017	0,081	0,015	0,023
GPS + GALILEO + GLONASS	0,012	0,039	0,009	0,015
MGBH - 180 min				
GPS	0,011	0,026	0,007	0,013
GPS + GLONASS	0,011	0,028	0,008	0,013
GPS + GALILEO	0,013	0,081	0,015	0,019
GPS + GALILEO + GLONASS	0,011	0,023	0,006	0,013