

BRUNO GUIMARÃES VENTORIM

**AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DOS SISTEMAS GPS E GLONASS NO POSICIONAMENTO
POR PONTO PRECISO ONLINE, COMBINADOS E INDIVIDUALMENTE**

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
2015

T

V469a
2015

Ventorim, Bruno Guimarães, 1989-

Avaliação do desempenho dos sistemas GPS e GLONASS no posicionamento por ponto preciso online, combinados e individualmente / Bruno Guimarães Ventorim. – Viçosa, MG, 2015.

xiv, 173f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Inclui apêndices.

Orientador: William Rodrigo Dal Poz.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Referências bibliográficas: f.94-97.

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

BRUNO GUIMARÃES VENTORIM

**AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DOS SISTEMAS GPS E GLONASS NO POSICIONAMENTO
POR PONTO PRECISO ONLINE, COMBINADOS E INDIVIDUALMENTE**

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: 29 de maio de 2015

João Carlos Chaves

Antônio Santana Ferraz

William Rodrigo Dal Poz
(Orientador)

AGRADECIMENTOS

A Deus.

A minha família, em especial meus irmãos e meus pais Agapito e Gaudimar, por estar sempre presente apoiando e incentivando cada passo da minha vida.

Aos professores do Setor de Engenharia de Agrimensura e Cartográfica da UFV, em especial meu orientador Prof. William e o Prof. Joel, por me permitiram chegar até aqui. E também ao prof. Moisés, pelo pontapé inicial.

Aos funcionários do departamento, em especial à Cilene, por estar ao meu lado toda vez que precisei, dando aquela força.

Ao Lécio, por disponibilizar seu software, que foi essencial para a realização desse trabalho em tempo hábil.

Ao meu cunhado Rômulo, pelo site <bruno.deborah.com> que me poupou muito tempo, e esforço repetitivo.

Ao Junior, pela amizade. Além de contribuir diretamente com seu inglês.

A Yara Eleutério, que mesmo não me conhecendo pessoalmente, se dispôs oferecendo ajuda em um momento importante.

Aos amigos, em especial Marília, Junior, Natália, Alice, Thamy, Xao, Maria, Winicius por compartilharem de infinitos momentos de alegria e finitos momentos de tristeza.

A todo o departamento, pela excelência no ensino.

A UFV pela estrutura e oportunidade.

A Viçosa, cidade acolhedora.

A CAPES pelo apoio financeiro.

SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS.....	iv
LISTA DE FIGURAS	vi
LISTA DE TABELAS	ix
RESUMO	xi
ABSTRACT	xiii
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. Objetivos	5
1.2. Justificativas	5
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	7
2.1. GNSS – Global Navigation Sattelite System	7
2.1.1. Similaridades e Diferenças entre GPS e GLONASS	7
2.2. POSICIONAMENTO POR PONTO	10
2.2.1. Posicionamento por Ponto Preciso	10
2.2.2. Serviços de PPP ONLINE	11
2.3. Integração GPS/GLONASS	12
2.4. IGS	15
2.5. ITRS, ITRF e Igb08	16
3. METODOLOGIA	20
3.1. Cálculo da precisão, tendência e acurácia	23
4. RESULTADOS E ANÁLISES.....	28
4.1. Componente Planimétrica	28
4.2. Componente Altimétrica.....	60
5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	91
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	94
APÊNDICE	98

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APPS	<i>Automatic Precise Positioning Service</i>
BIH	Bureau International de l'Heure
CDMA	<i>Code Division Multiple Access</i>
CSRS-PPP	<i>Canadian Spatial Reference System</i>
CTP	<i>Conventional Terrestrial Pole</i>
DoD	<i>Department of Defense</i>
DORIS	<i>Doppler Orbitography Radiopositioning Integrated by Satellite</i>
EUA	Estados Unidos da América
FDMA	<i>Frequency Division Multiple Access</i>
GAPS	<i>GPS Analysis and Positioning Software</i>
GLONASS	<i>Global'naya Navigatsionnaya Sputnikovaya Sistema</i>
GNSS	<i>Global Navigation Satellite System</i>
GPS	<i>Global Positioning System</i>
IAG	<i>International Association of Geodesy</i>
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICAO	<i>International Civil Aviation Organization</i>
IDS	<i>International DORIS Service</i>
IERS	<i>International Earth Rotation and Reference Systems Service</i>
IGEX-98	<i>International GLONASS EXperiment</i>
IGLOS	<i>International GLONASS Service Pilot Project</i>
IGS	<i>International GNSS Service</i>
ILRS	<i>International Laser Ranging Service</i>
INCRA	Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
IONEX	<i>IONosphere map EXchange format</i>

ITRF	<i>International Terrestrial Reference Frame</i>
ITRS	<i>International Terrestrial Reference System</i>
IVS	<i>International VLBI Service</i>
JPL	<i>Jet Propulsion Laboratory</i>
LLR	Lunas Laser Range
MGEX	<i>Multi-GNSS Experiment</i>
NRCan	<i>Natural Resources Canada</i>
PPP	Posicionamento por Ponto Preciso
PZ-90	<i>Parametry Zemli 1990</i>
QZSS	<i>Quasi-Zenith Satellite System</i>
RINEX	<i>Receiver Independent EXchange Format</i>
SBAS	<i>Space-Based Augmentation System</i>
SLR	Satellite Laser Range
TEQC	<i>Translation, Editing, and Quality Check</i>
UNB	<i>University of New Brunswick</i>
UTC	<i>Universal Time Coordinated.</i>
VLBI	<i>Very Long Baseline Interferometry</i>
WGS84	<i>World Geodetic System 1984</i>

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Número de satélites operacionais do sistema GLONASS desde 2002.....	2
Figura 2 - Rede IGS.	6
Figura 3 - Processamento PPP utilizando dados GPS e GLONASS.	14
Figura 4 - Rede de estações utilizadas na realização do ITRF2008.....	18
Figura 5 – Estações selecionadas.	20
Figura 6 - Elementos de um boxplot.	25
Figura 7 - Fluxograma representando a metodologia aplicada.....	27
Figura 8 - Gráfico da variação temporal da acurácia planimétrica da estação SYOG (lat : -69°).....	29
Figura 9 - Histograma da acurácia planimétrica da estação SYOG (lat: -69°).....	30
Figura 10 - Gráfico da variação temporal da acurácia planimétrica da estação MAC1 (lat: -55°).	33
Figura 11 - Histograma da acurácia planimétrica da estação MAC1 (lat: -55°).	34
Figura 12 - Gráfico da variação temporal da acurácia planimétrica da estação CHPI (lat: -23°).....	36
Figura 13 - Histograma da acurácia planimétrica da estação CHPI (lat: -23°).	37
Figura 14 - Gráfico da variação temporal da acurácia planimétrica da estação PIMO (lat: 15°).	39
Figura 15 - Histograma da acurácia planimétrica da estação PIMO (lat: 15°).	40
Figura 16 - Gráfico da variação temporal da acurácia planimétrica da estação MAS1(lat: 28°).	43
Figura 17 - Histograma da acurácia planimétrica da estação MAS1 (lat: 28°).	44
Figura 18 - Gráfico da variação temporal da acurácia planimétrica da estação ONSA (lat: 57°).....	47
Figura 19 - Histograma da acurácia planimétrica da estação ONSA (lat: 57°).....	48
Figura 20 - Discrepância, Desvio Padrão e Acurácia da componente planimétrica das estações SYOG e OHI2.....	50
Figura 21 - Discrepância, Desvio Padrão e Acurácia da componente planimétrica das estações MAC1 e HOB2.....	51
Figura 22 - Discrepância, Desvio Padrão e Acurácia da componente planimétrica das estações SUTM e CHPI.	52

Figura 23 - Discrepância, Desvio Padrão e Acurácia da componente planimétrica das estações BRAZ e MBAR.	53
Figura 24 - Discrepância, Desvio Padrão e Acurácia da componente planimétrica das estações KOUR e PIMO.	54
Figura 25 - Discrepância, Desvio Padrão e Acurácia da componente planimétrica das estações MAS1 e PDEL.	55
Figura 26 - Discrepância, Desvio Padrão e Acurácia da componente planimétrica das estações STJO e ONSA.	56
Figura 27 - Discrepância, Desvio Padrão e Acurácia da componente planimétrica das estações KIRU e THU3.	57
Figura 28 - Acurácia planimétrica versus Latitude nos intervalos de 30 e 45 minutos. .	58
Figura 29 - Acurácia planimétrica versus Latitude nos intervalos de 90 e 120 minutos.	59
Figura 30 - Gráfico da variação temporal da acurácia altimétrica da estação SYOG (lat: -69°).	61
Figura 31 - Histograma da acurácia altimétrica da estação SYOG (lat: -69°).	62
Figura 32 - Gráfico da variação temporal da acurácia altimétrica da estação MAC1 (lat: -55°).	64
Figura 33 - Histograma da acurácia altimétrica da estação MAC1 (lat: -55°).	65
Figura 34 - Gráfico da variação temporal da acurácia altimétrica da estação CHPI (lat: -23°).	67
Figura 35 - Histograma da acurácia altimétrica da estação CHPI (lat: -23°).	68
Figura 36 - Gráfico da variação temporal da acurácia altimétrica da estação PIMO (lat: 15°).	70
Figura 37 - Histograma da acurácia altimétrica da estação PIMO (lat: 15°).	71
Figura 38 - Gráfico da variação temporal da acurácia altimétrica da estação MAS1 (lat: 28°).	74
Figura 39 - Histograma da acurácia altimétrica da estação MAS1 (lat: 28°).	75
Figura 40 - Gráfico da variação temporal da acurácia altimétrica da estação ONSA (lat: 57°).	77
Figura 41 - Histograma da acurácia altimétrica da estação ONSA (lat: 57°).	78

Figura 42 - Discrepância, Desvio Padrão e Acurácia da componente altimétrica das estações SYOG e OHI2.....	80
Figura 43 - Discrepância, Desvio Padrão e Acurácia da componente altimétrica das estações MAC1 e HOB2.....	81
Figura 44 - Discrepância, Desvio Padrão e Acurácia da componente altimétrica das estações SUTM e CHPI.	82
Figura 45 - Discrepância, Desvio Padrão e Acurácia da componente altimétrica das estações BRAZ e MBAR.	83
Figura 46 - Discrepância, Desvio Padrão e Acurácia da componente altimétrica das estações KOUR e PIMO.	84
Figura 47 - Discrepância, Desvio Padrão e Acurácia da componente altimétrica das estações MAS1 e PDEL.....	85
Figura 48 - Discrepância, Desvio Padrão e Acurácia da componente altimétrica das estações STJO e ONSA.....	86
Figura 49 - Discrepância, Desvio Padrão e Acurácia da componente altimétrica das estações KIRU e THU3.....	87
Figura 50 - Acurácia altimétrica versus latitude nos intervalos de 30 e 45 minutos.....	88
Figura 51 - Acurácia altimétrica versus latitude nos intervalos de 60, 90 e 120 minutos.	89

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Comparação GPS e GLONASS.	9
Tabela 2- Produtos IGS.....	16
Tabela 3 - Lista de estações selecionadas e suas latitudes aproximadas.	21
Tabela 4 - Classificação dos sistemas segundo a acurácia planimétrica para a estação SYOG (lat: -69°) em porcentagem.	32
Tabela 5 - Classificação dos sistemas segundo a acurácia planimétrica para a estação MAC1 (lat: -55°) em porcentagem.	35
Tabela 6 - Classificação dos sistemas segundo a acurácia planimétrica para a estação CHPI (lat: -23°) em porcentagem.	38
Tabela 7 - Valores de acurácia planimétrica(m) acima de 1m da estação PIMO utilizando GLONASS.	41
Tabela 8 - Classificação dos sistemas segundo a acurácia planimétrica para a estação PIMO (15°) em porcentagem.	41
Tabela 9 - Valores de acurácia planimétrica(m) acima de 1m da estação MAS1 utilizando GPS.	45
Tabela 10 - Classificação dos sistemas segundo a acurácia planimétrica para a estação MAS1 (28°) em porcentagem.....	45
Tabela 11 - Classificação dos sistemas segundo a acurácia planimétrica para a estação ONSA (lat: 57°) em porcentagem.....	49
Tabela 12 - Classificação dos sistemas segundo a acurácia altimétrica para a estação SYOG (-69°) em porcentagem.	63
Tabela 13 - Classificação dos sistemas segundo a acurácia altimétrica para a estação MAC1 (-55°) em porcentagem.	66
Tabela 14 - Classificação dos sistemas segundo a acurácia altimétrica para a estação CHPI (-23°) em porcentagem.	69
Tabela 15 - Valores de acurácia altimétrica(m) acima de 1 m da estação PIMO utilizando GLONASS.	72
Tabela 16 - Classificação dos sistemas segundo a acurácia altimétrica para a estação PIMO (15°) em porcentagem.	72
Tabela 17 - Classificação dos sistemas segundo a acurácia altimétrica para a estação MAS1 (28°) em porcentagem.....	76

Tabela 18 - Classificação dos sistemas segundo a acurácia altimétrica para a estação ONSA (57°) em porcentagem.....	79
--	----

RESUMO

VENTORIM, Bruno Guimarães, M. Sc., Universidade Federal de Viçosa, maio de 2015. **Avaliação do desempenho dos sistemas GPS e GLONASS, combinados e individualmente, no posicionamento por ponto preciso.** Orientador: William Rodrigo Dal Poz. Coorientadores: Dalto Domingos Rodrigues e Joel Gripp Junior.

Dentre os sistemas que compõe o GNSS (*Global Navigation Satellite System*), o GPS (*Global Positioning System*) e o GLONASS (*Global'naya Navigatsionnay Sputnikovaya Sistema*) são os que estão completamente operacionais, sendo que o GLONASS somente alcançou esse patamar em outubro de 2011. O PPP (Posicionamento por Ponto Preciso) tem se destacado dentre as técnicas de posicionamento pela facilidade e disponibilidade de uso, visto o oferecimento de serviços on-line. O PPP faz uso das órbitas e correções precisas dos relógios dos satélites, disponível pelo IGS (*International GNSS Service*). Essa pesquisa visa analisar o desempenho dos sistemas GLONASS, GPS e sua integração em diferentes latitudes e em diferentes intervalos de rastreo, principalmente em intervalos curtos de rastreo, utilizando PPP. Para isso foram selecionadas 16 estações da rede IGS de maneira que ficassem em intervalos aproximadamente regulares de latitude. Dessas estações foram obtidos os dados de rastreo no formato RINEX (*Receiver Independent EXchange Format*) do mês de agosto de 2014 e editados no TEQC (*Translation, Editing, and Quality Check*) para obter arquivos com intervalos de 30, 45, 60, 90 e 120 minutos contendo apenas dados GPS, apenas dados GLONASS e dados referentes aos dois sistemas. Esses arquivos foram processados utilizando o serviço CSRS-PPP (*Canadian Spatial Reference System*), mantido pela NRCan (*Natural Resources Canada*). As coordenadas estimadas são referenciadas ao IGB08 na época de coleta dos dados, e foram comparadas com as coordenadas de referência obtidas no site do ITRF (*International Terrestrial Reference Frame*), referenciadas em ITRF2008, que é alinhado e compatível com o IGB08, e na época de coleta dos dados. A análise dos resultados foi feita com base no conceito de acurácia e para isso foram obtidos dos relatórios de processamento os desvios-padrão e calculadas as discrepâncias entre as coordenadas de referência e estimadas, que estão referenciadas na mesma época. Após o cálculo das acurácias para cada dia do mês de agosto, *outliers* foram detectadas e eliminadas utilizando o método boxplot.

Dos resultados obtidos pode-se concluir que a elevação orbital dos sistemas não tem influência direta na qualidade do posicionamento. Também verificou-se a potencialidade do GLONASS, que apresentou desempenho superior ao do GPS em diversas estações, tanto em planimetria como em altimetria. Com relação ao intervalo de rastreamento, verifica-se que o PPP ainda não proporciona acurácia centimétrica no intervalo de 30 minutos, e no intervalo de 45 minutos apenas em uma estação isso ocorre para a planimetria e em 9 estações para a altimetria.

ABSTRACT

VENTORIM, Bruno Guimarães, M. Sc., Universidade Federal de Viçosa, May, 2015. **Performance evaluation of GPS and GLONASS systems, combined and individually, in precise point positioning.** Supervisor: William Rodrigo Dal Poz. Co-supervisors: Dalto Domingos Rodrigues and Joel Gripp Junior.

Among the systems which compound the GNSS (Global Navigation Satellite System), the GPS (Global Positioning System) and the GLONASS (Global'naya Navigatsionnaya Sputnikovaya System) are the ones that are fully operational, and the GLONASS only has achieved this level in October 2011. The PPP (Precise Point Positioning) has been highlighting among the positioning techniques due its ease and availability of use as an on-line service. The PPP uses the orbits and precise corrections of satellites clock, available by IGS (International GNSS Service). This research intends to analyze the performance of the GPS, GLONASS systems and their integration in different latitudes and tracking intervals, mainly in short tracking intervals, by using PPP. For this purpose, were selected 16 IGS network stations at a located way in approximately of regular latitude intervals. From these stations were obtained the tracking data in the RINEX format (Receiver Independent EXchange Format) of August, 2014. This data were then edited to obtain files with interval of 30, 45, 60, 90 and 120 minutes, containing only the GPS and GLONASS data and also data which refer to both systems. The files were processed by using the service CSRS-PPP (Canadian Spatial Reference System), kept by NRCan (Natural Resources Canada). The estimated coordinates are referenced to IGB08 at the epoch of data collection, and were compared with the reference coordinates obtained in the site of ITRF (International Terrestrial Reference Frame), referenced in ITRF2008, which is aligned and compatible with the IGB08, at time of data collection. The results analyze were done based on the accuracy concept and for this were obtained from the processed reports the standard deviation and calculated the differences between the reference and estimated coordinates which are referenced at the same time. After the accuracy calculus for each day of August, outliers were detected and eliminated by using the boxplot method. From the obtained results it is possible to conclude that the systems orbital elevation has no straight influence in the positioning quality. The GLONASS potentiality was also

verified, which has shown a superior performance regarding to the GPS in many stations, either in planimetry or in altimetry. Regarding the tracking intervals, it is noted that the PPP has not provided centimeter accuracy in the interval of 30 minutes yet. In the Interval of 45 minutes only one station that occurs to the planimetry and in 9 stations to the altimetry.

1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento da Geodésia Espacial trouxe consigo uma revolução no posicionamento. Se antes era complicado e oneroso determinar as coordenadas de um ponto sobre a superfície da Terra utilizando técnicas terrestres, hoje essa tarefa se torna mais fácil utilizando técnicas espaciais. Dentre as técnicas que compõe a Geodésia Espacial temos em destaque o GNSS (*Global Navigation Satellite System*), que se utiliza de observações de satélites artificiais para a determinação da posição de um ponto sobre a superfície da Terra. Além disso, possui uma ampla aplicação em diversas áreas, como agricultura de precisão, sensoriamento remoto, cadastro técnico multifinalitário, dentre outros.

O GNSS é um conjunto de diversos sistemas de posicionamento, concebidos para proporcionar posicionamento tridimensional e informações de tempo, sob quaisquer condições climáticas, em nível local, regional e global (MONICO, 2008). Dentre eles, o GPS (*Global Positioning System*) e o GLONASS (*Global'naya Navigatsionnaya Sputnikovaya Sistema*) são os que estão com a constelação nominal completa.

O GPS foi desenvolvido pelo DoD (*Department of Defense*) dos EUA (Estados Unidos da América) na década de 1970, sendo declarado operacional em 1985 com 24 satélites em órbita. O GLONASS é similar ao GPS, sendo também concebido na década de 1970, porém declarado totalmente operacional apenas no final de 1995 com uma constelação de 24 satélites, entretanto entrou em crise já em 1996 e apenas em 2004 lançou um programa de modernização com novos investimentos e lançamento de novos satélites (MONICO, 2008). A partir desses novos lançamentos o GLONASS foi considerado completamente operacional novamente em outubro de 2011 (GIBBONS; DIVIS; GUTIERREZ, 2013). A figura 1 ilustra a evolução temporal da constelação do sistema GLONASS desde 2002.

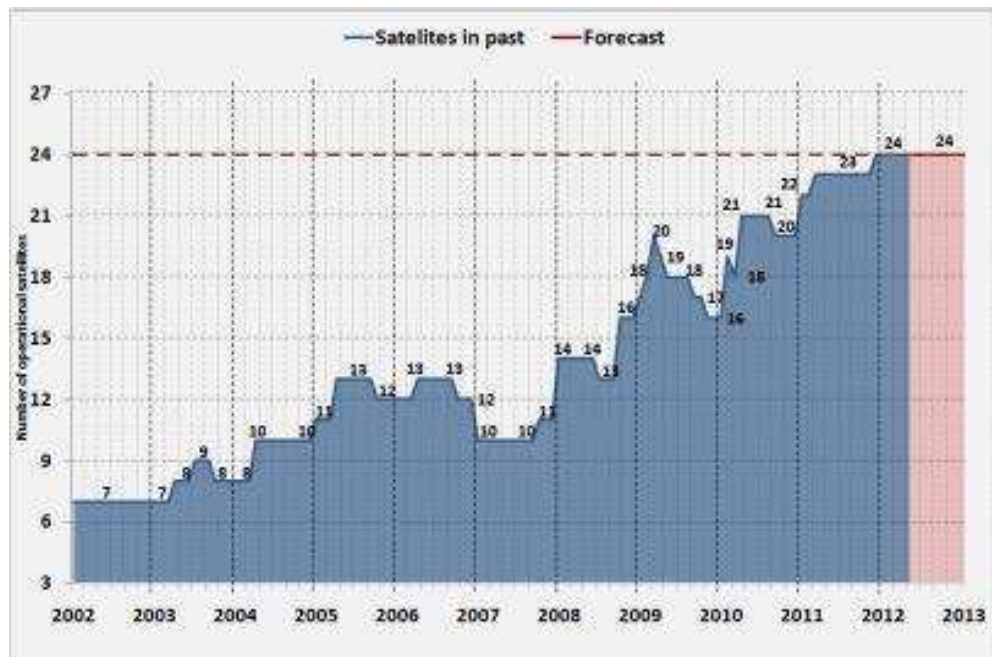


Figura 1 - Número de satélites operacionais do sistema GLONASS desde 2002.
Fonte:(OLEYNIK, 2012)

Dentre os métodos de posicionamento GNSS, o PPP (Posicionamento por Ponto Preciso) tem se destacado e sido alvo de diversas pesquisas que o tem melhorado com o passar dos anos. O PPP faz uso das órbitas e correções precisas dos relógios dos satélites, disponível pelo IGS (*International GNSS Service*) (SEEBER, 2003). Requer também, para que se alcance alta acurácia, que a maioria das fontes de erros seja tratada, como os efeitos relacionados aos satélites, ao receptor, à carga oceânica, aos atrasos ionosféricos e troposféricos, à relatividade, dentre outros (CAI; GAO, 2013).

Ao longo das duas últimas décadas, o uso de observações de receptores de dupla frequência no PPP tem sido extensivamente pesquisado, e vários serviços online de PPP foram desenvolvidos, comprovando que o posicionamento por ponto a nível centimétrico não só é possível no modo estático pós-processado, mas potencialmente também para aplicações em tempo real, com um único receptor GNSS (GRINTER; ROBERTS, 2011).

Atualmente, o PPP vem sofrendo uma maior difusão entre os usuários devido, além da acurácia alcançada, ao baixo custo e facilidade com que se pode processar os dados coletados. Para o processamento basta que o usuário tenha à disposição dados de um único receptor, seja de uma ou duas frequências (para maior qualidade do resultado, receptores de duas frequências são recomendados). Outra vantagem que

merece ser destacada se refere a não necessidade de comprar uma licença de programa de computador para processamento dos dados, visto que os programas são disponibilizados de forma online e livre de custos.

Diversas são as instituições que disponibilizam o serviço de processamento PPP on-line que são capazes de processar dados GNSS coletados pelo GLONASS e GPS. Dentre os serviços pode-se citar: CSRS-PPP (*Canadian Spatial Reference System*), Magic-PPP, IBGE-PPP (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), que faz uso do serviço CSRS-PPP. Ainda têm-se o APPS (*Automatic Precise Positioning Service*), que é disponibilizado pelo JPL (*Jet Propulsion Laboratory*), e o GAPS (*GPS Analysis and Positioning Software*), desenvolvido pela UNB (*University of New Brunswick*), entretanto estes dois só processam dados GPS. Para esta pesquisa foi utilizado o CSRS-PPP que é mantido pela NRCan (*Natural Resources Canada*).

Vários estudos já foram realizados sobre a integração entre o GPS e o GLONASS, tais como: (SANTOS et al., 2001), (LAGO; FERREIRA; KRUEGER, 2002), (CAI; GAO, 2007) e outros mais recentes (VAZ; PISSARDINI; FONSECA JUNIOR, 2013), (FERRÃO, 2013), (FARAH, 2014) e (JEREZ et al., 2014).

SANTOS et al. (2001) estudaram a integração dos dados GPS e GLONASS, apresentando as principais diferenças entre os sistemas e fazendo uma análise da precisão obtida nos dois sistemas separados e em conjunto utilizando efemérides transmitidas, com dados de 1999 (período em que a S/A ainda estava ativada). Já nesse estudo se percebe as vantagens da integração dos dois sistemas, que apresenta melhores resultados.

LAGO; FERREIRA e KRUEGER (2002) em seu estudo fazem uma apresentação teórica dos dois sistemas (GPS e GLONASS) e realizam alguns experimentos à fim de fazer uma análise quantitativa do desempenho do processamento individual e combinado dos sistemas. No posicionamento absoluto, o GPS apresentou melhor resultado quanto à repetibilidade e amplitude, enquanto a combinação foi melhor quanto à um único arquivo de dados. Por fim, é concluído que a combinação só apresenta vantagens quando se dispõe de uma configuração adequada de satélites GLONASS, com geometria favorável e quantidade mínima de satélites.

CAI e GAO (2007) avaliaram a integração GPS e GLONASS utilizando PPP, comparando o processamento com dados apenas GPS e com dados dos dois sistemas. Devido a constelação GLONASS apresentar poucos satélites na ocasião, não foi possível realizar o processamento individual desse sistema, visto que na maior parte do tempo apenas 2 ou 3 satélites eram visíveis. Verificou-se que, embora tenha melhorado a acurácia do posicionamento, o GLONASS não causou impacto significativo nos resultados.

Em relação aos trabalhos descritos anteriormente, pode-se ver que há uma situação diferente atualmente, sendo o cenário favorável para a combinação dos sistemas, tanto para o posicionamento relativo, quanto para o absoluto. Percebe-se então que o cenário atual é favorável para pesquisas relacionadas ao GLONASS, principalmente à integração dos sistemas.

VAZ, PISSARDINI e FONSECA JUNIOR (2013) apresentam um cenário mais recente do desempenho dos sistemas GPS e GLONASS, fazendo uma análise de uma série temporal com os 200 primeiros dias do ano de 2012 de rastreamento de uma estação pertencente à RBMC (Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo). Eles mostram que ambos sistemas possuem disponibilidade de dados semelhantes, entretando o GPS, em 95% das épocas, possuía número maior de satélites. Utilizando PPP para a análise da acurácia dos sistemas individualmente e combinados, verificaram que o GPS apresentou resultados melhores em relação ao GLONASS e à combinação dos sistemas.

FERRÃO (2013) faz a análise da integração dos sistemas GPS e GLONASS no PPP e verifica que a integração traz melhoras significativas ao posicionamento quando comparado com os processamentos individuais dos sistemas, se sobressaindo mais ainda em relação ao GLONASS. No trabalho de FARAH (2014), chega-se a uma conclusão semelhante, porém a análise é feita também para intervalos curtos. Entretanto, nesses trabalhos, a avaliação é feita apenas para um dia em uma estação.

JEREZ et al. (2014), fizeram uma análise do processamento em dois diferentes intervalos de rastreamento, um curto (20 minutos) e um longo (24 horas), para o PPP e para o posicionamento relativo, com dados GPS, GLONASS e combinados durante 10 dias. Com relação ao PPP, os autores não observaram melhoria com o uso combinado na

maior parte dos dias, indicando que seria necessária uma análise com mais dias de processamento para pequenos intervalos de tempo. Em 24 horas não houve mudança significativa nos resultados, obtendo diferenças milimétricas.

Neste trabalho foram utilizados dados de 31 dias em diferentes intervalos curtos de rastreamento, como 30 e 45 minutos, adicionando também dados de mais estações localizadas em latitudes que variam de -69° a 77° , bem como intervalos um pouco maiores (60, 90 e 120 minutos) para as mesmas latitudes.

1.1. Objetivos

A pesquisa tem por objetivo analisar o desempenho dos sistemas GPS e GLONASS, combinados e individualmente, no PPP. Além disso, mais especificamente, a pesquisa tem como objetivos:

- Analisar o desempenho dos sistemas GLONASS, GPS e sua integração em diferentes latitudes;
- Analisar o desempenho dos sistemas GLONASS, GPS e sua integração em diferentes intervalos de rastreamento.

1.2. Justificativa

Atualmente é um momento oportuno para pesquisas relacionadas a integração entre o GLONASS e o GPS no PPP, visto que, desde outubro de 2011 a constelação GLONASS encontra-se completa (24 satélites) (GIBBONS; DIVIS; GUTIERREZ, 2013).

O GLONASS possui ângulo de inclinação de órbita maior que o GPS, o que, em teoria, deveria apresentar melhores resultados em latitudes maiores. Nenhum estudo que relaciona a latitude com a acurácia obtida no posicionamento e que faz uma comparação entre os sistemas foi encontrado. Além disso, deve-se levar em consideração que há disponível dados de rastreamento GPS e GLONASS de inúmeras estações localizadas em diferentes latitudes gratuitamente.

A rede IGS (*International GNSS Service*) disponibiliza dados RINEX (*Receiver Independent EXchange Format*) gratuitamente de aproximadamente 450 estações distribuídas ao longo da superfície terrestre, como mostra a figura 2.

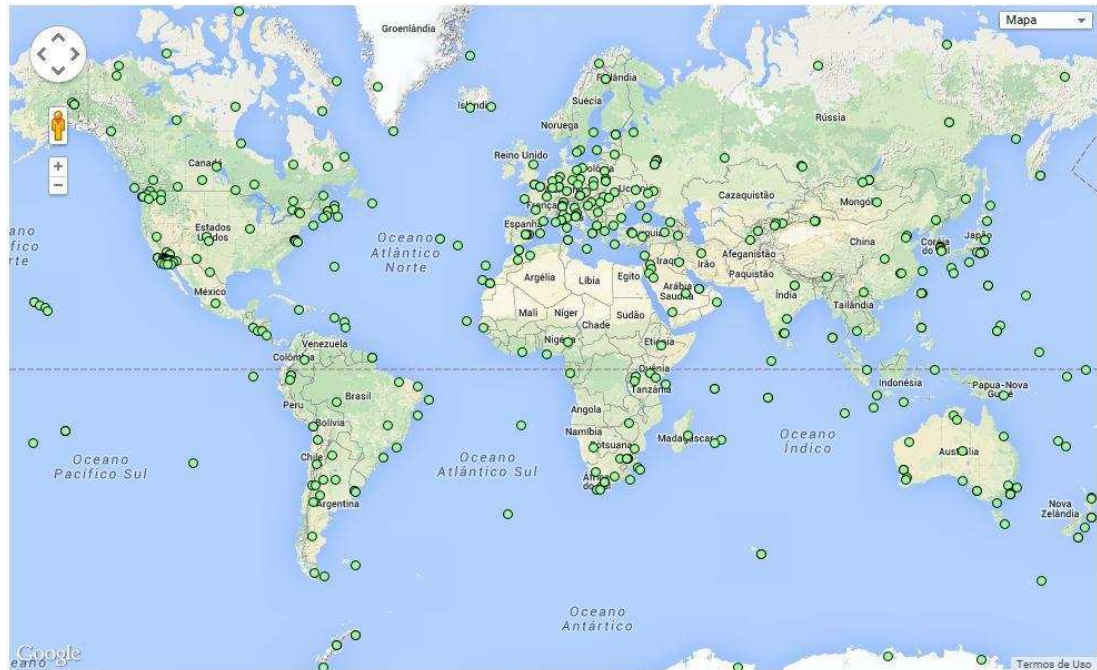


Figura 2 - Rede IGS.
Fonte: ("IGS Network", 2015)

Destaca-se também que alguns trabalhos recentes sobre a integração entre o GPS e o GLONASS, como os trabalhos realizados por FERRÃO (2013), FARAH (2014), VAZ, PISSARDINI e FONSECA JUNIOR (2013) e JEREZ et al. (2014), apresentaram resultados discordantes no que diz respeito à melhora proporcionada pela integração entre o GPS e o GLONASS no PPP. Desta forma, este trabalho também se justifica pela continuação de trabalhos desta natureza, objetivando analisar se a integração entre o GPS e o GLONASS proporciona ou não resultados mais acurados. Com isso, essa pesquisa visa contribuir não somente para a comunidade científica como também para a comunidade usuária do GNSS, visto que os resultados desta pesquisa auxiliarão o usuário a ter conhecimento se vale a pena comprar receptores GNSS que coletam dados dos dois sistemas, em função do preço elevado dos mesmos.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. GNSS – Global Navigation Sattelite System

O termo GNSS foi concebido em 1991, durante a 10ª Conferência de Navegação Aérea, quando a ICAO (*International Civil Aviation Organization*) reconheceu que a fonte primária de navegação aérea do século 21 será provida pelo GNSS, incluindo mais do que apenas o posicionamento por satélite. Inclui conceitos que vão além do comumente utilizadas, como integridade, disponibilidade e continuidade dos serviços (SEEBER, 2003).

O GPS, GLONASS, Galileo e BeiDou, são os principais sistemas de posicionamento que compõe o GNSS. O GPS é mantido pelos EUA, o GLONASS pela República Russa, o Galileo pela União Europeia e o BeiDou pela China. O objetivo principal desses sistemas é proporcionar informações sobre a posição, velocidade e tempo de qualquer ponto sobre a superfície da Terra (MONICO, 2008). Por, atualmente, estarem completamente operacionais, os sistemas GPS e GLONASS são que se destacam dentre todos e foram o foco dessa pesquisa.

2.1.1. Similaridades e Diferenças entre GPS e GLONASS

Como ambos os sistemas tem os mesmos propósitos, inevitavelmente, apresentam algumas similaridades. Além disso, os sistemas também apresentam algumas diferenças, que por sua vez, tem impacto direto na integração do PPP. As principais diferenças consistem basicamente nas características dos sinais, nos sistemas de referência e nos sistemas de tempo.

A constelação dos dois sistemas consiste em 24 satélites - a do GPS dividida em 6 planos orbitais com inclinação de 55° e a do GLONASS em apenas 3 com inclinação de 64,8° proporcionando uma cobertura similar, de modo que de 6 à 11 satélites estão visíveis em qualquer lugar da Terra para ambos sistemas em completa operação (SEEBER, 2003).

A estrutura dos sinais de ambos os sistemas é muito similar. Ambos transmitem nas frequências L1 e L2, moduladas por dois códigos binários, o código C/A e o P. Tanto no GPS quanto no GLONASS a portadora L1 é modulada pelos códigos P (*precise*) e C/A (*Clear Acquisition*), enquanto que a portadora L2 é modulada apenas pelo código P. Além de conter os códigos, ambas as portadoras contém o fluxo de dados, composto pelas efemérides, pelos parâmetros dos relógios e status do sistema (LAGO; FERREIRA; KRUEGER, 2002).

O GPS faz uso da técnica CDMA (*Code Division Multiple Access*), em que o satélite é identificado pelo código que transmite, enquanto o GLONASS faz uso da técnica FDMA (*Frequency Division Multiple Access*), que identifica cada satélite pela frequência que transmite (HOFMANN-WELLENHOF; LICHTENEGGER; WASLE, 2008).

Outro ponto em que os sistemas diferem é com relação aos sistemas geodésicos de referência adotados. O GPS utiliza o WGS84 (*World Geodetic System 1984*), enquanto o GLONASS faz uso do PZ-90 (*Parametry Zemli 1990*). Os dois são sistemas geocêntricos bem similares, porém existem pequenas diferenças expressas por rotações, translações e escala (LAGO; FERREIRA; KRUEGER, 2002). Na integração dos sistemas GPS e GLONASS esse fator só é importante ao utilizar as efemérides transmitidas, ou seja, em posicionamentos menos precisos. Para o PPP são utilizadas efemérides precisas já calculadas no mesmo sistema referencial, o IGB08.

Talvez o mais importante ponto a ser observado nas diferenças entre o GPS e o GLONASS seja com relação ao sistema de tempo adotado. Ambos estão ligados ao próprio sistema de tempo independentes, que estão referenciados à diferentes realizações do UTC (*Universal Time Coordinated*). A transformação entre os sistemas não é feita facilmente, entretanto devem ser levadas em consideração no processamento combinado dos sistemas (CAI, 2009).

O sistema GPS está relacionado com o tempo padrão UTC mantido pelo Observatório Naval dos EUA (UTC [USNO]), enquanto o tempo sistema GLONASS se refere ao padrão UTC na ex-União Soviética (UTC [SU]). Ao contrário da escala de tempo GPS, o tempo de sistema GLONASS considera salto de segundos, e possui um deslocamento de três horas (diferença constante entre o tempo de Moscou para o tempo de Greenwich) (SEEBER, 2003).

A tabela 1 sumariza uma comparação entre o GPS e o GLONASS, entretanto não considera o processo de modernização dos sistemas. Os novos satélites GLONASS-K transmitem sinais CDMA na banda L3, inaugurando uma nova era para o sistema Russo, pois facilitará a interoperabilidade com outros componentes GNSS (URLICHICH et al., 2011). Interoperabilidade é um conceito importante no GNSS, que pode ser definida como a capacidade de usar dois serviços em conjunto para conseguir melhor performance ao nível do usuário (WHITEHOUSE, 2004).

Tabela 1 - Comparação GPS e GLONASS.

	GLONASS	GPS
Número de satélites	24	24
Número de planos orbitais	3	6
Inclinação da órbita	64.8°	55°
Identificação dos satélites	FDMA	CDMA
Frequência da onda portadora	1602+k*0.5625 MHz 1246+k*0.4375 MHz	1575.42 MHz 1227.60 MHz
Frequência do código	C/A code : 0.511 P code : 5.11	C/A code:1.023 P code:10.23
Sistema de referência	PZ-90	WGS-84
Sistema de tempo	GLONASS Time	GPS Time

Fonte: adaptado de (CAI, 2009)

Na tabela 1, para a frequência do GLONASS aparece o valor k, que é o número inteiro que diferencia os canais de frequência de cada satélite. Inicialmente eram 24 valores de k, um para cada satélite, entretanto após 2005, os satélites tem transmitido em 12 canais de frequência, onde os satélites em posição antipodal dentro do mesmo plano orbital podem ter o mesmo número de canal. O número k varia de -7 à +6, em que os canais +5 e +6 são reservados para fins técnicos (HOFMANN-WELLENHOF; LICHTENEGGER; WASLE, 2008).

2.2. POSICIONAMENTO POR PONTO

O posicionamento por ponto, também chamado de posicionamento absoluto, foi o método que baseou a concepção do GPS e do GLONASS, que hoje apresentam acurácia inferior à 10m fazendo uso apenas das pseudodistâncias. Os principais erros que afetam a qualidade desse posicionamento estão relacionados com a acurácia obtida na observável utilizada e nos parâmetros transmitidos nas mensagens de navegação. Além desses tem-se também erros relacionados à refração troposférica e ionosférica, multicaminhamento do sinal, entre outros (MONICO, 2008).

Ao utilizar efemérides transmitidas, a posição do ponto será determinada no referencial do próprio sistema utilizado, como WGS84 no caso do GPS e PZ90 no caso do GLONASS. Ao se empregar as correções dos relógios e efemérides precisas, que são produzidas pelo IGS, com dados da fase da onda portadora temos um posicionamento de melhor qualidade denominado de PPP e então a posição estará vinculada ao referencial das efemérides precisas (MONICO, 2008).

2.2.1. Posicionamento por Ponto Preciso

Para o posicionamento por ponto preciso é necessário o uso de efemérides precisas e correções dos relógios dos satélites com alta precisão, podendo se utilizar dados coletados por receptores de uma ou duas frequências, dependendo da disponibilidade e da precisão requerida.

Salienta-se que a maior diferença entre o PPP com dados coletados por receptores de uma e duas frequências consiste na consideração do efeito da ionosfera. Utilizando receptores de uma frequência deve-se aplicar algum modelo para minimizar seus efeitos, enquanto que, ao utilizar receptores de dupla frequência pode-se eliminar os efeitos de primeira ordem da ionosfera através da utilização da combinação linear das observáveis GNSS, denominada de “livre dos efeitos da ionosfera”, ou simplesmente “livre da ionosfera” (*ionospheric free sinal* ou simplesmente *ion free*) (LEICK, 2004).

Os modelos matemáticos envolvidos no PPP podem ser obtidos em (SEEBER, 2003),(HOFMANN-WELLENHOF; LICHTENEGGER; WASLE, 2008) e em (MONICO, 2008).

2.2.2. Serviços de PPP ONLINE

Existem diversos serviços online gratuitos para o processamento de dados GNSS utilizando a técnica PPP, dentre os quais podemos citar:

- APPS, sistema desenvolvido pela JPL (Somente GPS);
- GAPS, Sistema desenvolvido pela UNB (Somente GPS);
- CSRS-PPP, desenvolvido pela NRCan (GPS e GLONASS);
- Magic-PPP, desenvolvido pela companhia GMV da Espanha (GPS, GLONASS e Galileo);
- IBGE-PPP, serviço brasileiro desenvolvido pelo IBGE que faz uso do CSRS-PPP (GPS e GLONASS).

Detalhes sobre os serviços podem ser encontrados em (GUO, 2014). Neste trabalho foi utilizado o serviço CSRS-PPP, que permite ao usuário processar dados GNSS de uma ou duas frequências, no modo cinemático ou estático, enviando o arquivo RINEX com as observações coletadas pelos sistemas GLONASS e/ou GPS.

O resultado é enviado ao usuário no e-mail cadastrado com coordenadas no sistema de referência do ITRF ou do Canadá (NAD83). Para o sistema ITRF, as coordenadas se encontram na época em que os dados foram coletados. Já para o sistema do Canadá (NAD83) o usuário pode escolher uma determinada época, na época de coleta, ou em épocas de referência em que os sistemas foram determinados. O serviço utiliza as efemérides do IGS com melhor precisão disponível na época do processamento.

O NRCan trata a maioria das fontes de erros no PPP, utilizando de modelos como para os efeitos da carga oceânica, contudo não corrige os efeitos de maré terrestre. Caso a estação GNSS esteja localizada nas proximidades da costa, o efeito de carga oceânica pode atingir vários centímetros, como foi verificado em RAMOS et al. (2013).

Saliena-se que dos cinco serviços de processamento online PPP, apenas o APPS e o GAPS não consideram a integração entre o GPS e o GLONASS.

2.3. Integração GPS/GLONASS

Tradicionalmente, o PPP tem sido aplicado com uso de observações GPS. Contudo, com a recuperação da constelação GLONASS, vários serviços online estão utilizando também as observações GLONASS no processamento dos dados, como descrito em 2.2.2.

Para Cai e Gao (2007) a integração dos dados é particularmente benéfica a aplicações em áreas urbanas, montanhosas e de mineração à céu aberto, por proporcionar uma quantidade maior de satélites visíveis, melhorando assim a geometria e conseqüentemente a qualidade do posicionamento.

Uma das principais diferenças entre os dois sistemas é o fato de utilizarem sistemas de referência geodésico e de tempo diferentes. Então foi necessário adequar um dos sistemas ao sistema do outro, e mais ainda, foi necessário que essa adequação fosse precisa, de maneira a obter um posicionamento acurado. Para isso, foram feitos dois 'experimentos', o IGEX-98 (*International GLONASS EXperiment*) e o IGLOS (*International GLONASS Service Pilot Project*), que já preparavam a comunidade para a integração (CAI; GAO, 2007).

O IGEX-98 foi a primeira campanha global de observação e análise de dados GLONASS para aplicações geodésicas e geodinâmicas, organizada em conjunto pelo IGS, IAG e IERS em 1998. O principal objetivo era coletar dados GLONASS de dupla frequência de estações distribuídas pelo globo (52 estações, sendo apenas 13 de simples frequência) e então determinar a órbita precisa dos satélites GLONASS (CAI; GAO, 2007; WEBER; FRAGNER, 2002).

Já o IGLOS, começou em 2000, logo após o IGEX-98 com uma proposta maior de integração do sistema GLONASS nas operações do IGS. Consistiu em uma rede de 50 estações coletando dados de dupla frequência continuamente e armazenado em formato RINEX. As observações GPS e GLONASS foram então processadas

simultaneamente e então a órbita precisa dos dois sistemas foi obtida em um único sistema de referência (WEBER et al., 2005).

A compatibilização entre os referenciais geodésicos está resolvida para o processamento de precisão, visto que a órbita dos satélites disponibilizada pelo IGS, após os eventos citados acima, atualmente está referenciada ao ITRF2008(IGb08).

Com uso de dados de duas portadoras pode-se aplicar a combinação linear livre dos efeitos da ionosfera. Com isso, os efeitos de primeira ordem da ionosfera são removidos. Além disso, com o uso de efemérides precisas (GPS e GLONASS) disponibilizadas pelo IGS, os efeitos de órbita e dos relógios dos satélites são negligenciáveis. Desta forma, as expressões matemáticas referentes as observações de código e fase, para o GPS e GLONASS, são dadas pelas Expressões 01 a 04:

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

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

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

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

Sendo, P_{IF} e ϕ_{IF} a combinação linear livre dos efeitos da ionosfera para o código e para a fase, respectivamente. Os índices G e R se referem a observações coletadas pelo GPS e GLONASS, respectivamente. O termo c se refere a velocidade da luz no vácuo, dt representa o erro do relógio do receptor, d_{trop} se refere ao atraso troposférico, N_{IF} se refere a ambiguidade resultante da combinação linear, e $\varepsilon_{P_{IF}}$ e $\varepsilon_{\phi_{IF}}$ representam os efeitos aleatórios, efeitos sistemáticos não modelados e ruído da combinação linear livre dos efeitos da ionosfera, para o código e fase, respectivamente. Os termos referentes as tendências interferências referentes ao receptor e satélites não são considerados nas expressões apresentadas. Maiores detalhes podem ser encontrados em Cai (2009).

O erro do relógio do receptor com relação ao sistema de tempo GLONASS pode ser descrito pela soma do erro do relógio do receptor com relação ao tempo GPS e a diferença entre os sistemas de tempo GLONASS e GPS, dado por Cai (2009), pela Equação 5:

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

Sendo dt_{SIS} a diferença entre os sistemas de tempo GLONASS e GPS. Desta forma, reescrevendo as Expressões 1 a 4, tem-se que:

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

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

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

$$\phi_{IF}^R = \rho_R + cdt^G + cdt_{SIS} + d_{trop}^R + N_{IF}^R + \varepsilon_{P_{IF}}^R \quad (9)$$

As Expressões 6, 7, 8 e 9 representam o modelo de observação tradicional para a integração entre o GPS e o GLONASS no PPP. O atraso troposférico pode ser estimado através de modelos existentes, como o de HOPFIELD (1969), o de SAASTAMOINEN (1973), dentre outros.

Outros erros, como o relacionado ao centro de fase da antena dos satélites e o do receptor, os erros relacionados a marés terrestres, carga dos oceanos, entre outros também podem ser tratados no PPP, com modelos adequados (MATSUOKA et al., 2009).

A figura 3 resume o processamento PPP utilizando a integração dos sistemas GPS e GLONASS:

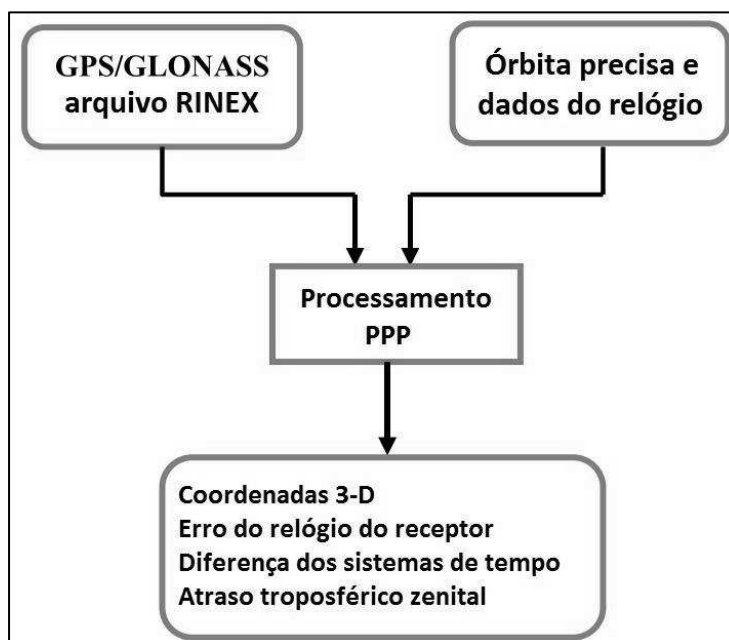


Figura 3 - Processamento PPP utilizando dados GPS e GLONASS.
Fonte: (CAI; GAO, 2007)

2.4. IGS

O IGS (*International GNSS Service*), inicialmente conhecido como *International GPS Service for Geodynamics* e depois por apenas *International GPS Service*, só veio a ser conhecido por este nome a partir de 2005. Foi oficialmente estabelecido como um serviço da IAG (*International Association of Geodesy*) em 1994, embora já disponibilizasse seus serviços e produtos gratuitamente desde Junho de 1992, como órbitas precisas dos satélites GPS, correção do erro do relógio, dentre outros (DOW; NEILAN; RIZOS, 2009).

É de colaboração voluntária que reúne mais de 200 organizações em mais de 80 países (KOUBA, 2009). É composto por uma rede global de mais de 400 estações permanentes, conforme mostrado na figura 2, que operam continuamente, rastreando com qualidade geodésica sistemas GPS e GLONASS.

Os dados coletados por essas estações são arquivados em quatro centros globais, os *IGS Global Data Center*, e em diversos centros regionais. Os centros de análises processam os dados regularmente e distribuem seus produtos para os *Analysis Centers Coordinator*, que fazem os produtos oficiais do IGS. O *Central Bureau* é o responsável pela administração da rede, seguindo políticas definidas pelo *IGS International Governing Board* (IGS, 2014).

O IGS contribui para ampliar e densificar o ITRF, que provê uma referência acurada e consistente, utilizada para referenciar posições e tempos em diferentes locais por todo o mundo. A acurácia dos produtos IGS são suficientes para, além de melhorar e ampliar o ITRF, monitorar as deformações e variações da Terra sólida e líquida, acompanhar a rotação da Terra, determinar a órbita dos satélites para uso científico, monitorar os efeitos da ionosfera, dentre outros. (IGS, 2014)

O IGS tem papel fundamental no desenvolvimento do PPP, pois os serviços de PPP online utilizam os produtos disponibilizados gratuitamente pelo IGS, que consistem nas efemérides precisas, que contém as coordenadas dos satélites GPS(IGS) e GLONASS (IGL), bem como os erros dos relógios dos satélites. A tabela 2 resume esses arquivos com suas precisões, além da periodicidade que são disponibilizadas (IGS, 2015). RMS é o erro médio quadrático e DesvP é o desvio padrão.

Tabela 2- Produtos IGS

Tipo		Acurácia	Latência	Atualização	Interv. Amostra
GPS: Efemérides dos Satélites / Erros do relógio do Satélite					
Ultra Rápida (predita)	órbitas	~5 cm	Tempo real	às 03, 09, 15, 21 UTC	15 min
	Relógio Sat.	~3 ns RMS ~1.5 ns DesvP			
Ultra Rápida (observada)	órbitas	~3 cm	3 - 9 horas	às 03, 09, 15, 21 UTC	15 min
	Relógio Sat.	~150 ps RMS ~50 ps DesvP			
Rápida	órbitas	~2.5 cm	17 - 41 horas	às 17h UTC diariamente	15 min
	Relógio Sat	~75 ps RMS			5 min
Final	órbitas	~2.5 cm	12 - 18 dias	Toda quinta-feira	15 min
	Relógio Sat	~75 ps RMS			Sat.: 30s Est.: 5 min
GLONASS: Efemérides dos Satélites					
Final		~3 cm	12 - 18 dias	Toda quinta-feira	15 min

Fonte: (IGS, 2015)

Há um projeto em desenvolvimento pelo IGS denominado MGEX (*Multi-GNSS Experiment*), que surgiu diante da necessidade de facilitar a introdução e adaptação de outros sistemas de posicionamento por satélite, que estarão disponíveis em plena operação (MONTENBRUCK et al., 2014).

O projeto é coordenado pelo Grupo de Trabalho *Multi-GNSS Working Group*, e tem como responsabilidade coletar e analisar todos os sinais GNSS disponíveis, incluindo os sistemas BeiDou, Galileo and QZSS (*Quasi-Zenith Satellite System*), além dos sinais introduzidos na modernização do GPS e do GLONASS e também de SBAS (*Space-Based Augmentation System*) de interesse (IGS, 2015).

2.5. ITRS, ITRF e Igb08

A base para a definição de coordenadas terrestre mais acurada possível é feita pelo ITRS (*International Terrestrial Reference System*), que define o sistema através da determinação da origem e orientação dos eixos, da escala, constantes físicas e modelos usados em sua realização. É um sistema geocêntrico, ou seja, com origem no centro de massa da Terra, incluindo a parte sólida, líquida e gasosa. Sua origem foi

melhor caracterizada através das técnicas SLR (*Satellite Laser Range*) e LLR (*Lunar Laser Range*) (BLICK et al., 2014; BLITZKOW et al., 2011).

O ITRS é uma abstração matemática, e sua realização prática é conhecida como ITRF, que se dá a partir de observações geodésicas de um conjunto de pontos físicos, com coordenadas precisas determinadas em um sistema de coordenadas específico (BLICK et al., 2014; PETIT; LUZUM, 2010).

O ITRF é um conjunto de coordenadas e velocidades lineares de estações terrestres muito bem definidas. Essas estações são pertencentes às redes dos observatórios IGS (*International GNSS Service*), ILRS (*International Laser Ranging Service*), IVS (*International VLBI Service*), e IDS (*International DORIS Service*), que coletam observações geodésicas, computadas e disseminadas pelo IERS (*International Earth Rotation and Reference Systems Service*) (BLICK et al., 2014). Cada um desses serviços dispõe de técnicas geodésicas que contribuem para a determinação do ITRF, que são, segundo ALTAMIMI, COLLILIEUX e MÉTIVIER (2012):

- VLBI (*Very Long Baseline Interferometry*);
- SLR (*Satellite Laser Ranging*);
- GNSS;
- DORIS (*Doppler Orbitography Radiopositioning Integrated by Satellite*).

Na determinação do último ITRF, o ITRF2008, foram utilizados 29 anos de observações VLBI, 26 anos de observações SLR, 12 anos e meio de observações GNSS e 16 anos de observações DORIS (PETIT; LUZUM, 2010). Ao longo dos anos já foram lançados 12 realizações, nomeadas segundo o padrão ITRFxxxx, onde xxxx se refere ao ano mais recente do conjunto de dados utilizados para o cálculo das coordenadas e velocidades da rede (BLICK et al., 2014). São elas: ITRF89, ITRF90, ITRF91, ITRF92, ITRF93, ITRF94, ITRF95, ITRF96, ITRF97, ITRF2000, ITRF2005 e mais recentemente o ITRF2008. Já está em desenvolvimento o ITRF2013, que deve ser lançado em breve (ITRF, 2015).

Para a realização do ITRF2008 foram utilizadas 934 estações, sendo a maioria no hemisfério norte, como pode ser vista na figura 4. Esta realização se equivale ao IGS08 em termos de datum, entretanto existem pequenas diferenças posicionais aplicadas

mais tarde para compensar uma mudança na calibração das antenas. A mais recente atualização do IGS08 é o IGB08 (ALTAMIMI; COLLILIEUX; MÉTIVIER, 2011; BLICK et al., 2014; PETIT; LUZUM, 2010). Ao nível global, as realizações ITRF2008, IGS08 e IGB08 são equivalentes, no sentido de que eles compartilham a mesma origem, escala e orientação (BRUYNINX et al., 2013).

Segundo (BLICK et al., 2014), a definição do ITRF2008 é especificada como:

1. A origem é determinada pela média a longo prazo do geocentro, ou seja, o centro de massa da Terra, incluindo a massa sólida, líquida e gasosa. Sendo realizada através da técnica SLR.
2. O eixo Z é direcionado convencionalmente para o Pólo Norte, mais precisamente para o CTP (*Conventional Terrestrial Pole*), como definido pelo IERS.
3. O eixo X passa pelo ponto de longitude zero (aproximadamente no meridiano de Greenwich), como definido pelo IERS.
4. O eixo Y é aquele que torna o sistema dextrógiro.

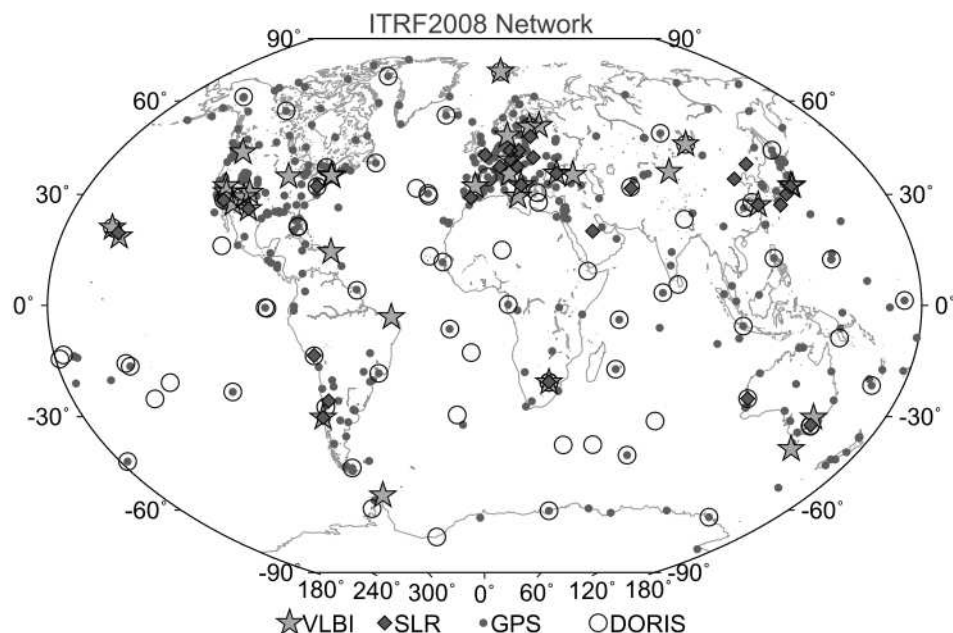


Figura 4 - Rede de estações utilizadas na realização do ITRF2008
Fonte: (ALTAMIMI; COLLILIEUX; MÉTIVIER, 2012)

O modelo do ITRF2008 é linear, logo, para fazer a atualização de coordenadas nesse mesmo sistema, trazendo de uma época t_0 para outra basta utilizar, segundo PETITE LUZUM (2010), a seguinte fórmula:

$$\vec{X}_t = \vec{X}_{t_0} + \vec{V} * \Delta t$$

Onde:

- \vec{X}_t é o vetor das coordenadas no tempo t .
- \vec{X}_{t_0} é o vetor das coordenadas no tempo t_0
- \vec{V} é o vetor da velocidade
- Δt é a diferença entre o tempo t e o t_0 .

Vale salientar que as efemérides precisas disponíveis para o GPS e para o GLONASS estão referenciadas no mesmo referencial geodésico, o IGB08.

3. METODOLOGIA

Para esta pesquisa foram utilizados dados de rastreamento de 16 estações da rede IGS, que foram pré-selecionadas para que ficassem espaçadas em intervalos aproximadamente regulares de latitude, além de coletarem dados dos dois sistemas de posicionamento GPS e GLONASS. Para possibilitar uma análise temporal dos dados, foram usados dados de 31 dias, referentes ao mês de agosto de 2014. A figura 5 ilustra as estações distribuídas espacialmente e a tabela 3 lista as estações selecionadas e suas respectivas latitudes aproximadas.

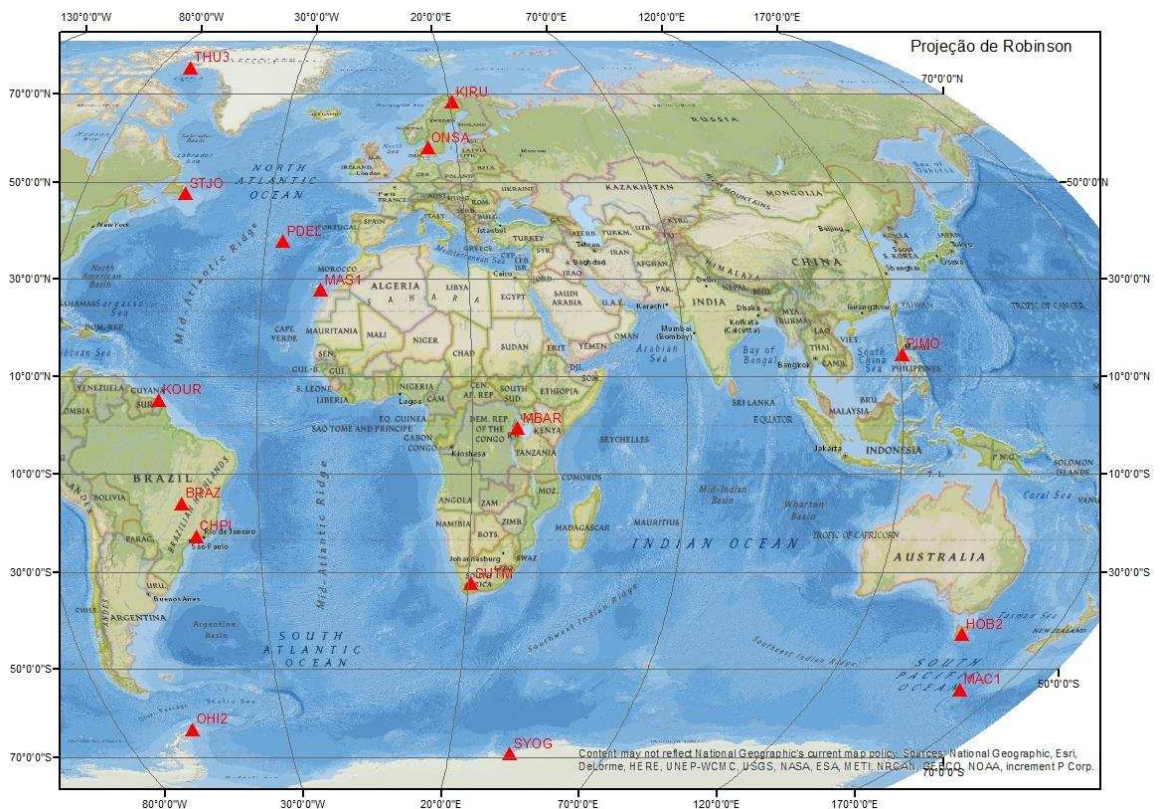


Figura 5 – Estações selecionadas.

Os dados coletados são disponibilizados no formato RINEX e foram obtidos com 24h de observações, para cada dia e para cada estação selecionada, do site da própria rede IGS <<http://webigs.ign.fr/en/gdc/data/search/>>.

Tabela 3 - Lista de estações selecionadas e suas latitudes aproximadas.

Estação	Latitude Aproximada (°)	Estação	Latitude Aproximada (°)
SYOG	-69.01	KOUR	5.25
OHI2	-63.32	PIMO	14.64
MAC1	-54.5	MAS1	27.76
HOB2	-42.8	PDEL	37.75
SUTM	-32.38	STJO	47.59
CHPI	-22.69	ONSA	57.4
BRAZ	-15.95	KIRU	67.86
MBAR	-0.6	THU3	76.54

Antes do processamento, os dados foram editados com o software TEQC (*Translation, Editing, and Quality Check*) da UNAVCO (ESTEY; MEERTENS, 1999), deixando apenas dados GLONASS, apenas dados GPS e os dados dos dois sistemas, GPS e GLONASS, em intervalos de 30, 45, 60, 90 e 120 minutos, contados a partir das 12h TUC. Assim, foram obtidos, para cada estação e para cada dia do mês de agosto, os arquivos listados a seguir (15 arquivos):

- Dados GLONASS com 30 minutos de observação a partir das 12h TUC;
- Dados GLONASS com 45 minutos de observação a partir das 12h TUC;
- Dados GLONASS com 60 minutos de observação a partir das 12h TUC;
- Dados GLONASS com 90 minutos de observação a partir das 12h TUC;
- Dados GLONASS com 120 minutos de observação a partir das 12h TUC;
- Dados GPS com 30 minutos de observação a partir das 12h TUC;
- Dados GPS com 45 minutos de observação a partir das 12h TUC;
- Dados GPS com 60 minutos de observação a partir das 12h TUC;
- Dados GPS com 90 minutos de observação a partir das 12h TUC;
- Dados GPS com 120 minutos de observação a partir das 12h TUC;
- Dados GPS e GLONASS com 30 minutos de observação a partir das 12h TUC;
- Dados GPS e GLONASS com 45 minutos de observação a partir das 12h TUC;
- Dados GPS e GLONASS com 60 minutos de observação a partir das 12h TUC;
- Dados GPS e GLONASS com 90 minutos de observação a partir das 12h TUC; e
- Dados GPS e GLONASS com 120 minutos de observação a partir das 12h TUC.

Após a edição, os 7440 (16x15x31) arquivos de observação foram enviados para o serviço de PPP on-line CSRS-PPP, através do aplicativo PPP Direct versão 1.4, disponibilizado pela própria instituição no site. É um aplicativo que permite o envio de um ou vários arquivos de observação sem ser necessário acessar diretamente o site, apenas arrastando os arquivos para o atalho criado na área de trabalho.

O serviço CSRS-PPP processa os dados e envia um e-mail com os arquivos de processamento que contém, dentre diversas informações sobre o processamento, as coordenadas cartesianas (X, Y, Z) e os respectivos desvios padrão (δ_x , δ_y , δ_z) no sistema de referência ITRF2008 (IGb08) na época em que os dados foram coletados.

O processamento de todas as estações foi feito com intervalo de observação de 30 segundos, com exceção da estação BRAZ que foi de 15 segundos, utilizando dados de dupla frequência (L1 e L2), máscara de elevação de 10° e fazendo uso de efemérides precisas finais.

Coordenadas de referência foram obtidas pelo site <<http://itrf.ensg.ign.fr/>>. O site já fornece as coordenadas atualizadas para a época dos dados, logo foram obtidas coordenadas de referência para cada dia de cada estação, no sistema de referência ITRF2008(IGb08). Temos, portanto, coordenadas estimadas e de referência na mesma época e no mesmo referencial geodésico, sendo assim possível uma análise mais acurada.

A análise dos resultados foi realizada em coordenadas geodésicas curvilíneas. Porém, como as coordenadas obtidas do processamento e as de referência são coordenadas cartesianas, foi necessária a transformação das mesmas em coordenadas geodésicas feita pelo método direto proposto por BOWRING (1976). A transformação foi feita no software Matlab versão R2012b utilizando os parâmetros do elipsoide GRS80, com semi-eixo maior (a) = 6378137 metros, e achatamento (f) = 1/298,257222101.

3.1. Cálculo da precisão, tendência e acurácia

Assim como as coordenadas, os desvios padrão precisaram ser propagados, pois foram dados para as coordenadas cartesianas e seria necessário tê-los para as coordenadas geodésicas curvilíneas. Isso foi feito, aplicando a propagação de variância:

$$C_{\phi\lambda h(rad)} = J * C_{XYZ} * J^T \quad (10)$$

Onde:

$C_{\phi\lambda h(rad)}$ é a matriz variância covariância das coordenadas geodésicas curvilíneas;

C_{XYZ} é a matriz variância covariância das coordenadas cartesianas;

J é a matriz Jacobiana, que é dada por:

$$J = \begin{bmatrix} \frac{-\sin \phi * \cos \lambda}{(M + h)} & \frac{-\sin \phi * \sin \lambda}{(M + h)} & \frac{-\cos \phi}{(M + h)} \\ \frac{-\sin \lambda}{(M + h) * \cos \phi} & \frac{\cos \lambda}{(M + h) * \cos \phi} & 0 \\ \cos \phi * \cos \lambda & \cos \phi * \sin \lambda & \sin \phi \end{bmatrix}$$

Em que h é a altitude geométrica e M é o raio de curvatura da seção meridiana dada por:

$$M = \frac{a*(1-e^2)}{(1-e^2*\sin^2 \phi)^{3/2}} \quad (11)$$

Após a propagação ainda foi necessário converter os desvios-padrão da latitude e da longitude geodésicas de radianos para metros, utilizando as expressões:

$$\sigma_{\phi(m)} = \sigma_{\phi(rad)} * (M + h) \quad (12)$$

$$\sigma_{\lambda(m)} = \sigma_{\lambda(rad)} * (N + h) * \cos \phi \quad (13)$$

Sendo N o raio de curvatura da seção primeira vertical, dado por:

$$N = \frac{a}{(1-e^2*\sin^2 \phi)^{1/2}} \quad (14)$$

Ao final dessas operações, foram obtidas então as coordenadas geodésicas curvilíneas (latitude, longitude e altitude geométrica) estimadas e de referência e seus respectivos desvios-padrão em metros.

Para o cálculo da discrepância, ou tendência, $(\Delta\phi_{\text{rad}}, \Delta\lambda_{\text{rad}}, \Delta h_{\text{m}})$ foram utilizadas as seguintes fórmulas:

$$\Delta\phi_{\text{rad}} = |\phi_{\text{calc}} - \phi_{\text{ref}}| \quad (15)$$

$$\Delta\lambda_{\text{rad}} = |\lambda_{\text{calc}} - \lambda_{\text{ref}}| \quad (16)$$

$$\Delta h_{\text{m}} = |h_{\text{calc}} - h_{\text{ref}}| \quad (17)$$

Note que as discrepâncias foram obtidas em radianos, tornando necessária a conversão para metros, utilizando o método proposto por TORGE (2001):

$$\Delta\phi_{(m)} = M * \Delta\phi_{(rad)} \quad (18)$$

$$\Delta\lambda_{(m)} = M * \Delta\lambda_{(rad)} * \cos \phi \quad (19)$$

A análise neste trabalho foi feita em duas vertentes, uma análise planimétrica e uma análise altimétrica. Para tanto, temos a componente altimétrica representada pela altitude geométrica e para a componente planimétrica, tanto das discrepâncias (T) quanto dos desvios padrão (P), foi utilizada a expressão:

$$P = \sqrt{\sigma_{\phi(m)}^2 + \sigma_{\lambda(m)}^2} \quad (20)$$

$$T = \sqrt{\Delta\phi(m)^2 + \Delta\lambda(m)^2} \quad (21)$$

Utilizando então os valores dos desvios padrão e da discrepância, representando a precisão e a tendência respectivamente, foi feito o cálculo da acurácia planimétrica (m_{plan}) e da altimétrica (m_{alt}), de acordo com a seguinte fórmula, proposta por Gauss (MIKHAIL; ACKERMANN, 1976):

$$m_{\text{plan}}^2 = P^2 + T^2 \quad (22)$$

$$m_{\text{alt}}^2 = \sigma_h^2 + \Delta_h^2 \quad (23)$$

Feito todos os cálculos de acurácia para as componentes planimétrica e altimétrica de cada estação, foi observado que existem valores muito destoantes dos demais e, por isso, foi feito a detecção de *outliers* pelo método gráfico do boxplot

utilizando o software livre R (R CORE TEAM, 2014), um dos principais softwares utilizado para análises estatísticas e amplamente difundido no meio acadêmico e científico do mundo.

O boxplot é uma técnica gráfica para a detecção das *outliers*, sendo muito utilizado devido à simplicidade em sua análise. Esse método não leva em consideração o valor do *outlier*, pois utiliza a mediana nos seus cálculos. Portanto, o potencial que o *outlier* tem de distorcer uma análise estatística, e assim diminuindo a sensibilidade em sua detecção, é desconsiderado (SCHWERTMAN; OWENS; ADNAN, 2004).

Os principais pontos levados em consideração na construção do boxplot são os mostrados na figura 6.

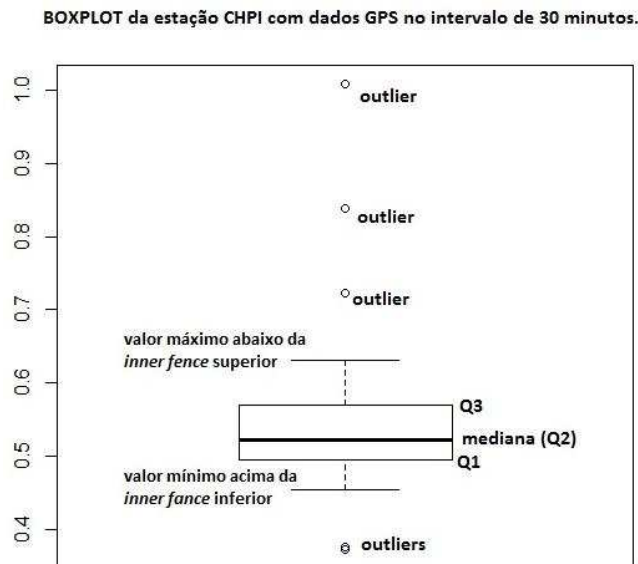


Figura 6 - Elementos de um boxplot.

Abaixo de Q1 estão 25% dos valores e é chamado de primeiro quartil, enquanto abaixo de Q3 estão 75% dos valores e é chamado de terceiro quartil. Há ainda limites, conhecidos como *inner fence*, utilizados para determinar quais valores são considerados *outliers*. Qualquer valor externo a esse limite é considerado *outlier*. Mais detalhes sobre o método pode ser encontrado em (DAWSON, 2011) e (SCHWERTMAN; OWENS; ADNAN, 2004).

Embora seja um método gráfico, é possível detectar quais valores são *outliers* sem ser necessário plotar os gráficos através da função 'boxplot.stats(dados)\$out' presente no software R, que foi utilizada neste trabalho. Após detectar quais valores

eram considerados outliers no R, um por um os valores foram identificados e eliminados das tabelas, para posterior confecção dos gráficos e resultados, no software Excel, do pacote Microsoft Excel.

O fluxograma representado na figura 7 apresenta de maneira resumida a metodologia utilizada neste trabalho.

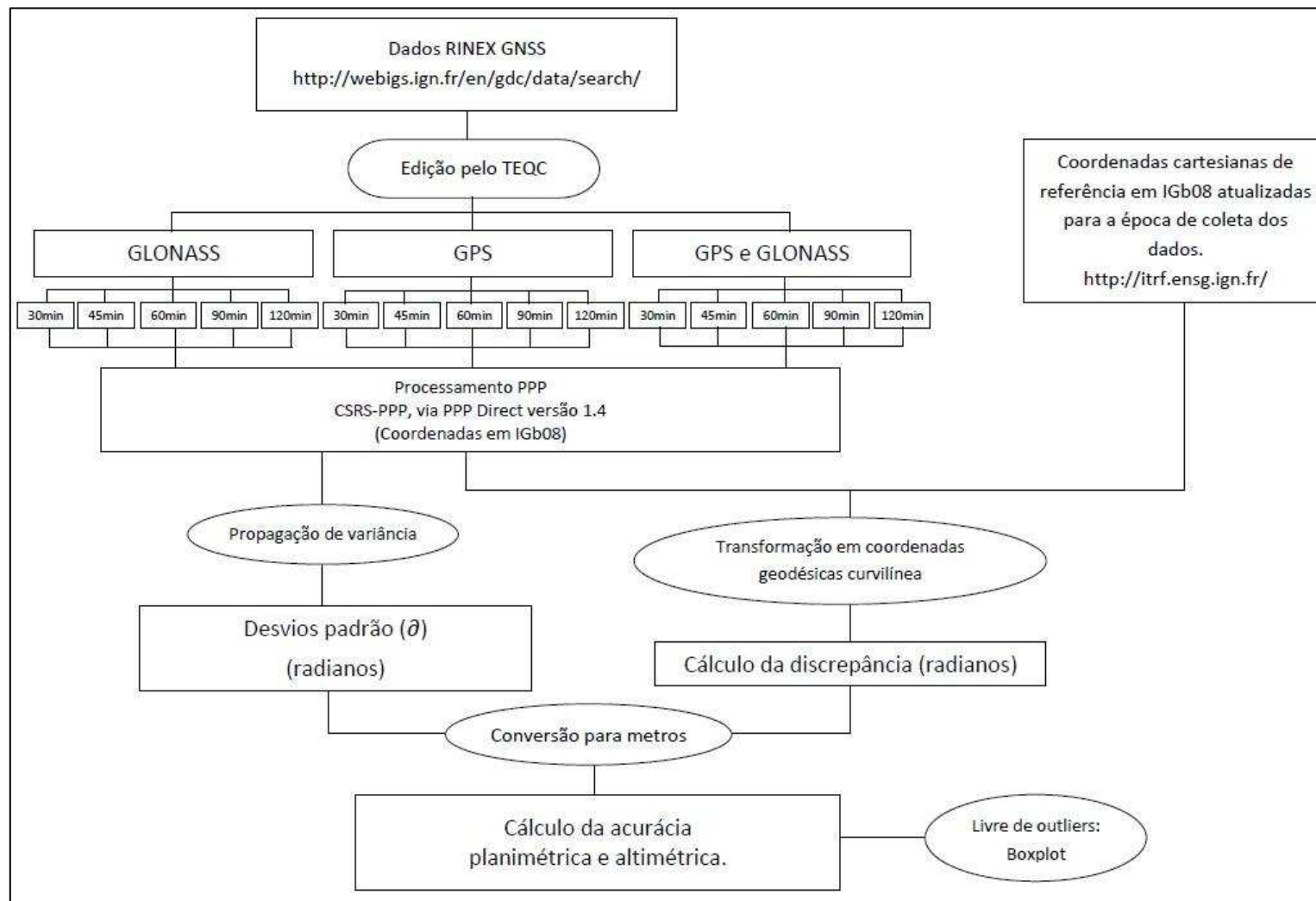


Figura 7 - Fluxograma representando a metodologia aplicada

4. RESULTADOS E ANÁLISES

Utilizando os valores diários das acurácias, foram gerados diferentes tipos de gráficos. Um deles é o gráfico de aranha, que mostra a variação temporal da acurácia durante o mês de agosto. Os gráficos foram construídos com escala em unidade métrica (escala igual a 1 metro) e os dias são identificados de 1 a 31. Para cada estação foram gerados 5 gráficos, um para cada intervalo de rastreo.

Outro tipo de gráfico gerado é o histograma, que mostra a distribuição de frequência das acurácias obtidas em classes não regulares. Na construção desse gráfico foi utilizada a frequência relativa, pois, após a retirada dos *outliers*, o tamanho da amostra ficou diferente para cada estação, o que afetaria no poder de comparação entre elas. Assim como no gráfico de aranha, foram gerados um para cada intervalo de rastreo, porém dividido por tipo de processamento (somente GLONASS, somente GPS e o uso combinado), gerando 15 gráficos para cada estação.

Utilizando a média mensal dos dados foram feitos dois tipos diferentes de gráficos de linha, um mostrando a variação da acurácia, do desvio-padrão e da discrepância com o intervalo de rastreo, e outro que mostra a variação da acurácia com a latitude das estações. Em ambos a escala está em unidade métrica.

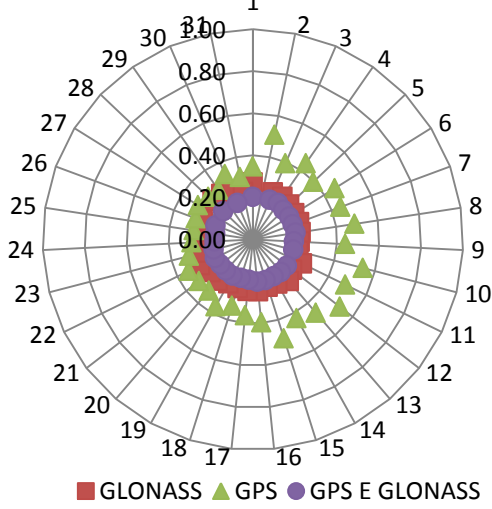
Devido à grande quantidade de resultados gerados e para evitar que a análise se torne repetitiva e cansativa, somente serão mostrados, para os gráficos de teia e histogramas, os resultados de 6 (SYOG, MAC1, CHPI, PIMO, MAS1 e ONSA), das 16 estações analisadas, embora todos foram levados em consideração ao concluir o trabalho. Os resultados das demais estações podem ser encontrados no Apêndice A.

Os resultados desta pesquisa foram divididos em duas partes, uma para a componente planimétrica e outra para a componente altimétrica.

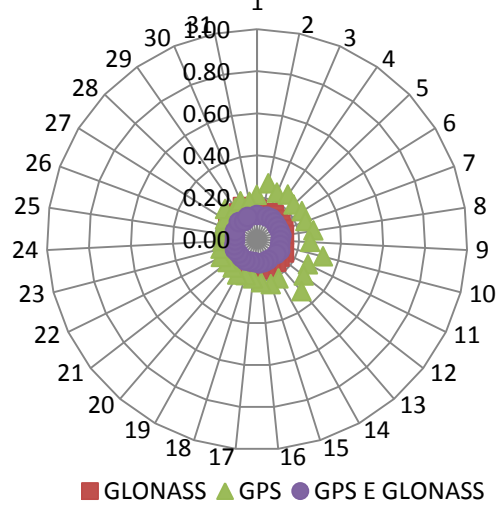
4.1. Componente Planimétrica

As figuras 8 e 9 mostram os gráficos de aranha e os histogramas da acurácia planimétrica da estação SYOG, respectivamente.

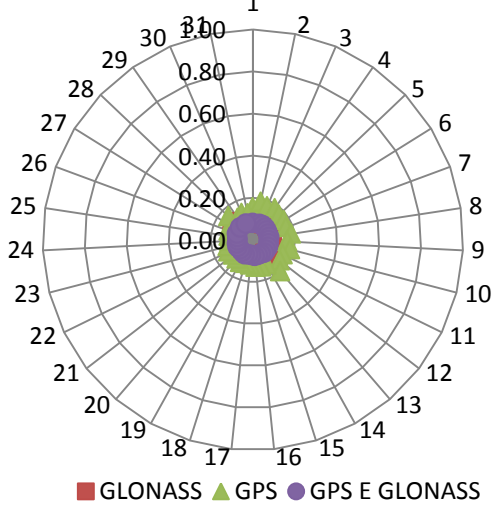
**SYOG: Acurácia da Componente
Planimétrica 30min**



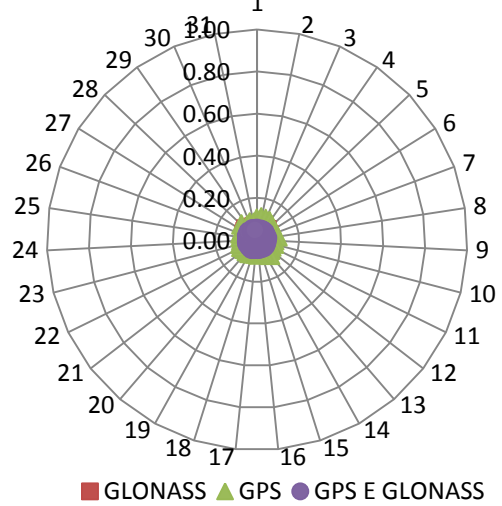
**SYOG: Acurácia da Componente
Planimétrica 45min**



**SYOG: Acurácia da Componente
Planimétrica 60min**



**SYOG: Acurácia da Componente
Planimétrica 90min**



**SYOG: Acurácia da Componente
Planimétrica 120min**

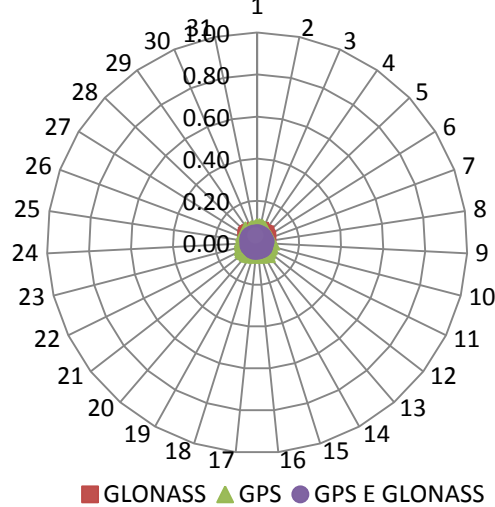


Figura 8 - Gráfico da variação temporal da acurácia planimétrica da estação SYOG (lat : -69°).

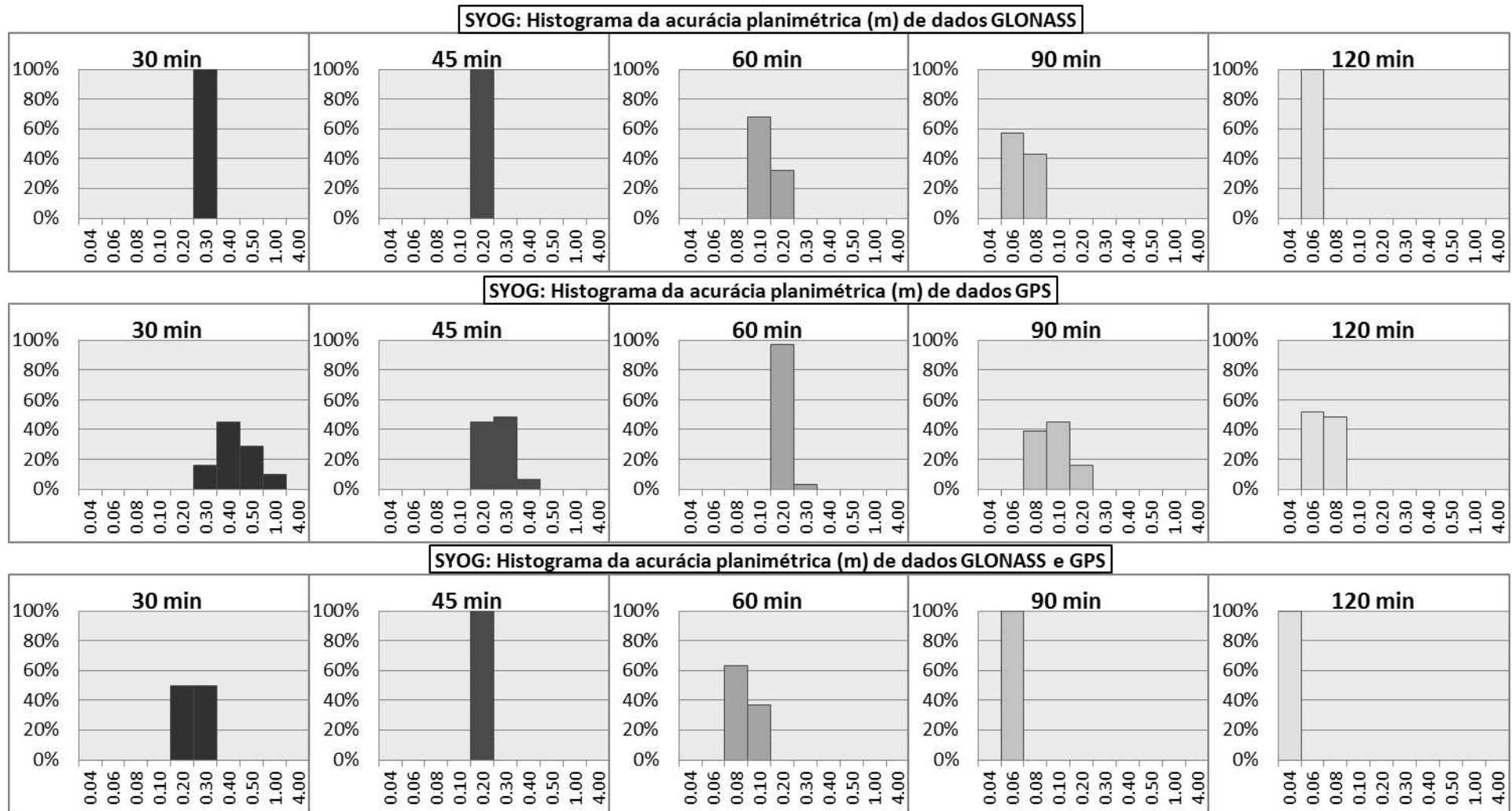


Figura 9 - Histograma da acurácia planimétrica da estação SYOG (lat: -69°).

De acordo com a figura 8, que mostra a variação temporal da acurácia planimétrica da estação SYOG para os intervalos de 30, 45, 60, 90 e 120 minutos, verifica-se claramente a influência do intervalo de rastreo na qualidade do posicionamento, ou seja, quanto maior o intervalo, melhor a acurácia. Salienta-se que esse comportamento é observado em todas as estações.

Embora não seja visível devido à escala do gráfico, alguns dias foram identificados como *outlier* para o processamento individual do GLONASS e do uso combinado dos sistemas. Os valores podem ser verificados no Apêndice B para todas as estações.

Verifica-se ainda na figura 8, que com 30 minutos de rastreo, o GLONASS apresentou melhor desempenho que o GPS, principalmente do dia 2 ao dia 15, mantendo esse comportamento nos demais intervalos, porém em menor magnitude. Pode-se observar que, com 45 minutos, nenhum resultado ultrapassou 40 cm, e com 90 minutos nenhum ultrapassou 20 cm.

Em função da dificuldade de visualização dos resultados nos gráficos à partir de 60 minutos, devido à padronização da escala, foram elaborados histogramas com a frequência relativa. Os histogramas da estação SYOG estão representados na figura 9.

Verifica-se pelos histogramas que o GLONASS e o uso combinado dos sistemas, com 45 minutos, tiveram performance semelhante, pois todos os valores de acurácia estão entre 10 e 20 cm. A partir de 60 minutos, fica evidente a melhora do uso combinado no PPP, pois a maioria dos dias processados com uso combinado proporciona valores de acurácia entre 6 e 8 cm, enquanto o GLONASS só apresentou essa configuração com 90 minutos. O GPS só chegou nesse valor com 90 minutos, sendo que com 60 minutos ainda apresentava valores entre 10 e 30 cm.

Com 120 minutos, verifica-se que o uso combinado não apresentou nenhum valor de acurácia acima de 4 cm, valor que nem o GLONASS e nem o GPS proporciona. Vale destacar que com 90 minutos o uso combinado dos sistemas já apresentava 100% dos valores entre 4 e 6 cm, comportamento só observado no GLONASS com 120 minutos.

Complementando os resultados, uma tabela de classificação foi elaborada, o que permite ajudar na avaliação de qual estratégia de processamento apresentou melhor resultado. Na construção dessa tabela, para cada dia, foi feita uma classificação entre o processamento utilizando somente dados GPS, somente dados GLONASS e utilizando os dois sistemas, de maneira que no 1º lugar estão os menores valores de acurácia e no 3º os maiores. Ao final, obteve-se a porcentagem de dias no mês em que cada estratégia ocupou cada posição. A tabela 4 mostra essa classificação, utilizando as acurácias planimétricas, para a estação SYOG. Nesta tabela, o 'R' se refere ao GLONASS, o 'G' ao GPS e 'GR' ao uso combinado dos sistemas, padrão que segue nas demais tabelas de classificação dos sistemas.

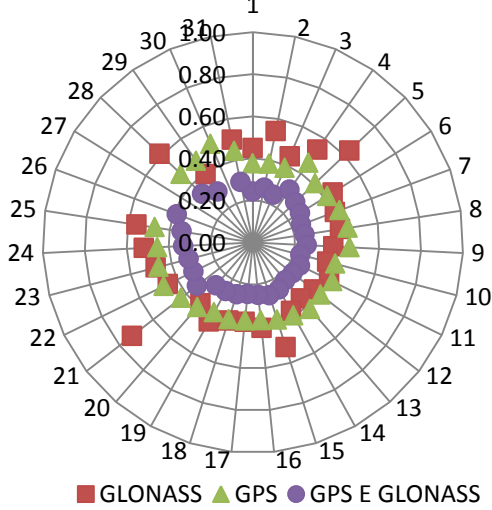
Tabela 4 - Classificação dos sistemas segundo a acurácia planimétrica para a estação SYOG (lat: -69°) em porcentagem.

	1º LUGAR			2º LUGAR			3º LUGAR		
	R	G	GR	R	G	GR	R	G	GR
30 min	0.0	0.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0
45 min	0.0	0.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0
60 min	0.0	0.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0
90 min	0.0	0.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0
120 min	0.0	0.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0

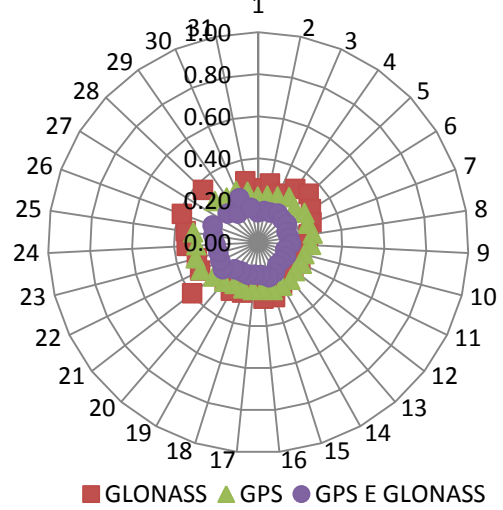
De acordo com a tabela 4, constata-se que o uso combinado dos sistemas apresentou o melhor desempenho em 100% dos casos. Vale destacar que, nesta estação com latitude alta, o GLONASS apresentou melhor desempenho que o GPS em 100% dos casos.

As figuras 10 e 11 ilustram a variação temporal e os histogramas da acurácia planimétrica da estação MAC1, respectivamente.

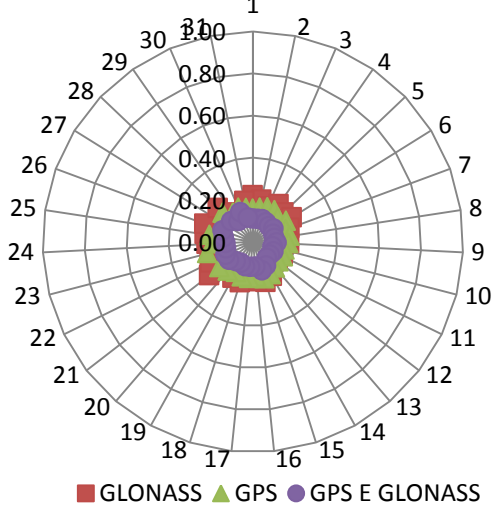
MAC1: Acurácia da Componente Planimétrica 30min



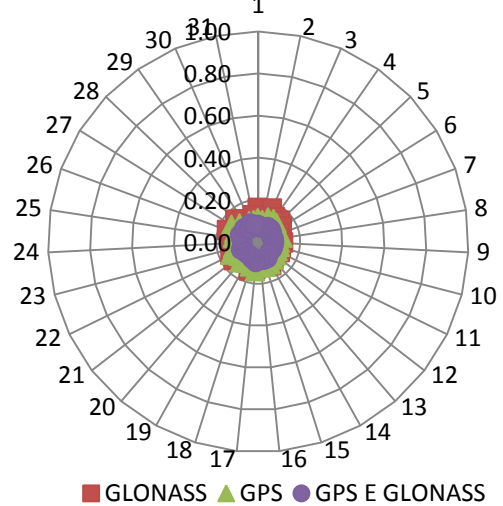
MAC1: Acurácia da Componente Planimétrica 45min



MAC1: Acurácia da Componente Planimétrica 60min



MAC1: Acurácia da Componente Planimétrica 90min



MAC1: Acurácia da Componente Planimétrica 120min

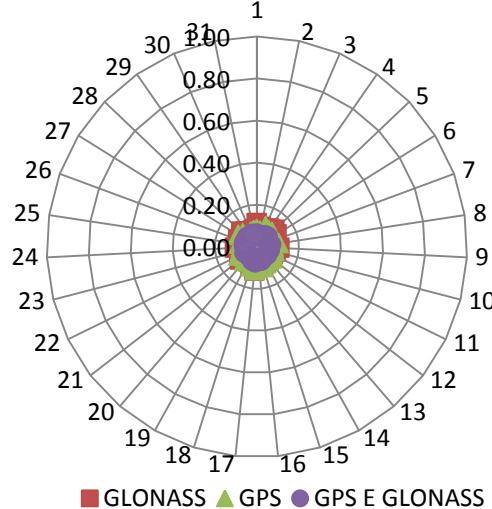


Figura 10 - Gráfico da variação temporal da acurácia planimétrica da estação MAC1 (lat: -55°).

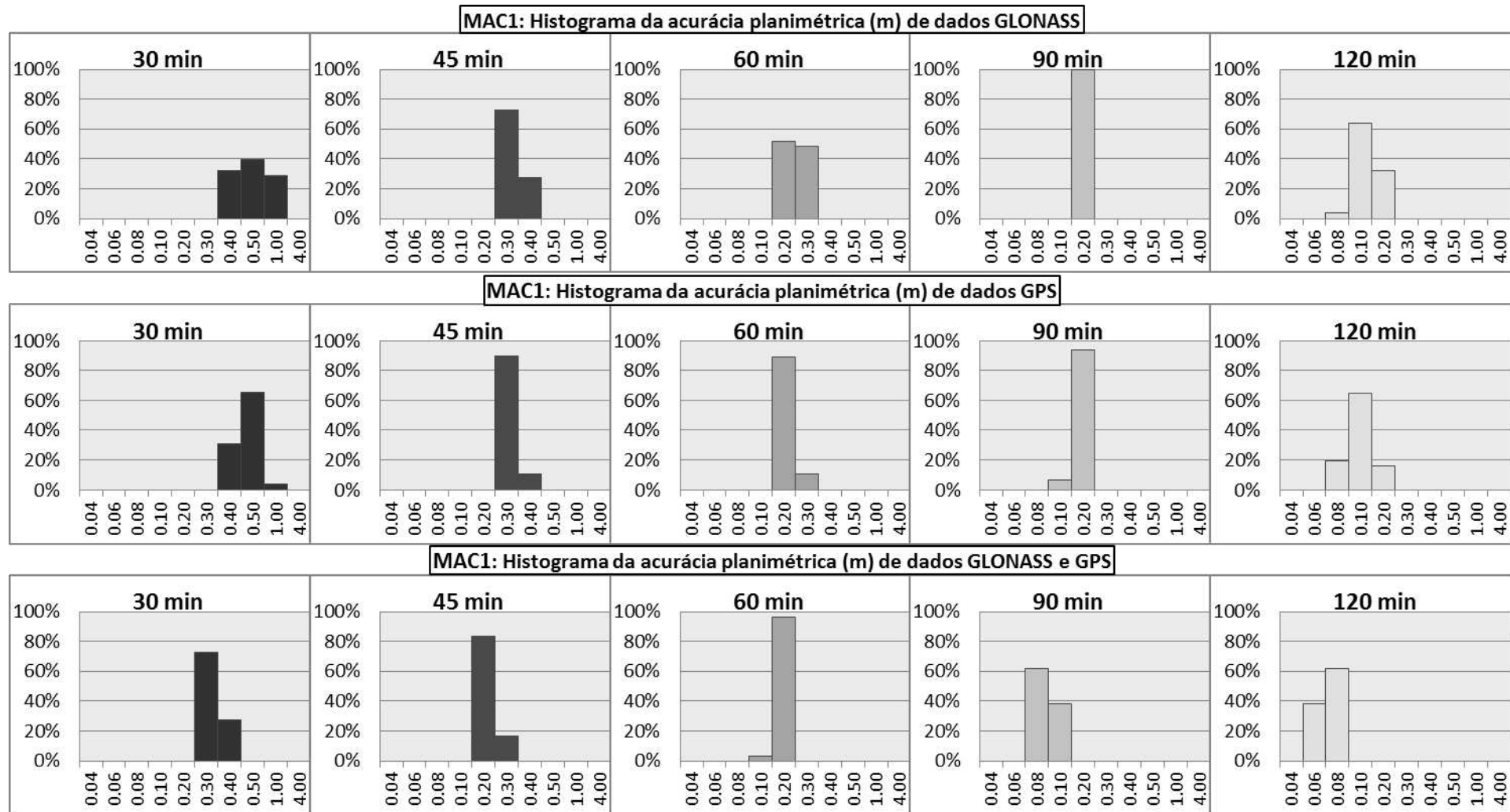


Figura 11 - Histograma da acurácia planimétrica da estação MAC1 (lat: -55°).

De acordo com a figura 10, na estação MAC1 pode-se verificar que, com 30 minutos de rastreamento, o GLONASS apresenta resultado semelhante ao do GPS, exceto nos dias 2, 5, 15, 21 e 28 em que tem valores maiores, porém sempre abaixo de 80 cm. Interessante notar que no dia 26, tanto o GPS quanto o GLONASS foram identificados como outlier, enquanto o uso combinado não. Os valores dos outliers podem ser encontrados no Apêndice B.

Pelos histogramas, representados na figura 11, pode-se ver que o uso combinado começa a apresentar acurácia centimétrica com 60 minutos de rastreamento, o GPS com 90 minutos e o GLONASS somente com 120 minutos. Com 60 minutos pode-se notar que o comportamento do GPS se assemelha ao do uso combinado, e com 90 minutos se assemelha ao GLONASS.

A tabela 5 mostra a tabela de classificação, utilizando as acurácias planimétricas, para a estação MAC1.

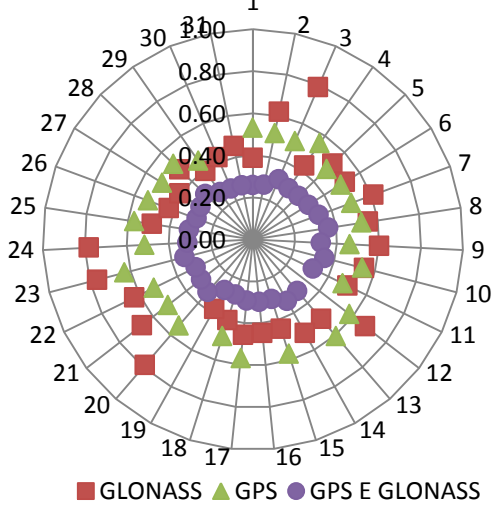
Tabela 5 - Classificação dos sistemas segundo a acurácia planimétrica para a estação MAC1 (lat: -55°) em porcentagem.

	1º LUGAR			2º LUGAR			3º LUGAR		
	R	G	GR	R	G	GR	R	G	GR
30 min	0.0	0.0	100.0	39.3	60.7	0.0	60.7	39.3	0.0
45 min	0.0	0.0	100.0	39.3	60.7	0.0	60.7	39.3	0.0
60 min	0.0	0.0	100.0	29.6	70.4	0.0	70.4	29.6	0.0
90 min	0.0	0.0	100.0	25.0	75.0	0.0	75.0	25.0	0.0
120 min	0.0	0.0	100.0	32.1	67.9	0.0	67.9	32.1	0.0

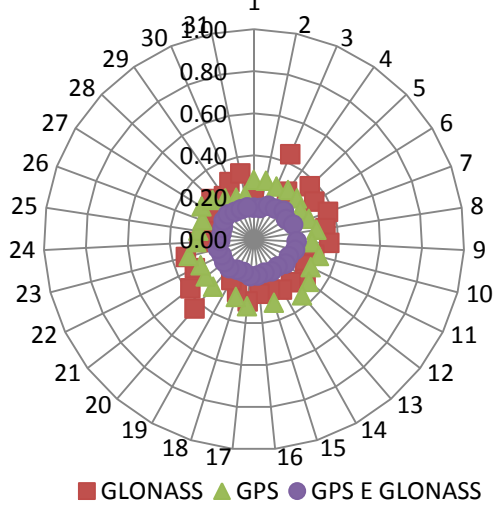
A tabela 5, mostra que novamente o uso integrado apresentou melhor desempenho que os sistemas individualmente em 100% dos casos. Nesta estação o GPS começa a apresentar desempenho melhor que o GLONASS, ficando na maior parte dos dias em 2º lugar em todos os intervalos de rastreamento. Interessante notar que essa estação fica em latitude aproximada de -55°, valor próximo ao ângulo de inclinação de órbita do sistema GPS.

As figuras 12 e 13 ilustram a variação temporal e os histogramas da acurácia planimétrica da estação CHPI, respectivamente.

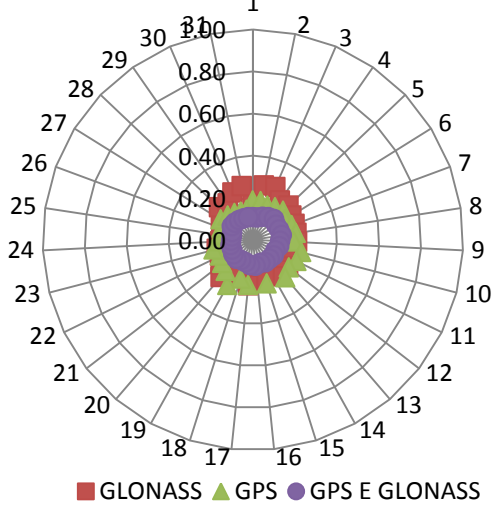
CHPI: Acurácia da Componente Planimétrica 30min



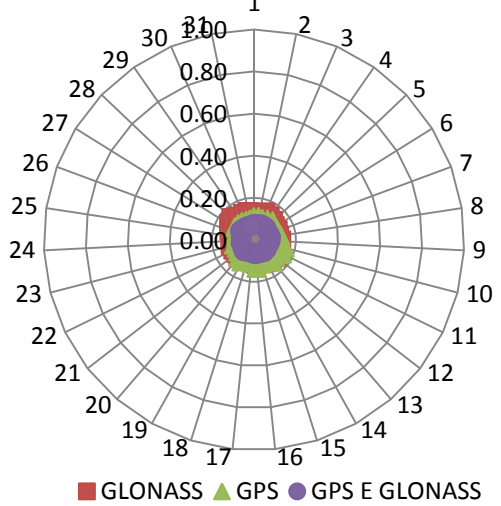
CHPI: Acurácia da Componente Planimétrica 45min



CHPI: Acurácia da Componente Planimétrica 60min



CHPI: Acurácia da Componente Planimétrica 90min



CHPI: Acurácia da Componente Planimétrica 120min

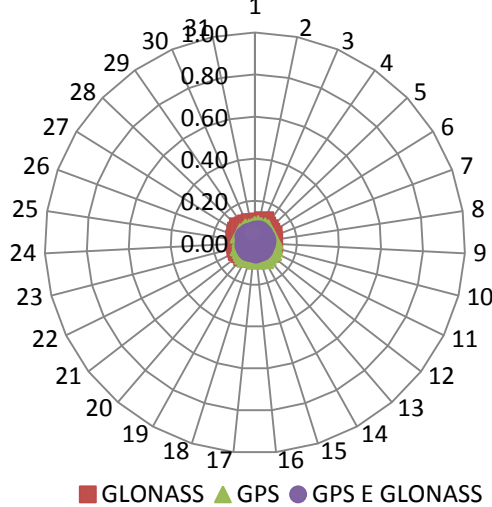


Figura 12 - Gráfico da variação temporal da acurácia planimétrica da estação CHPI (lat: -23°).

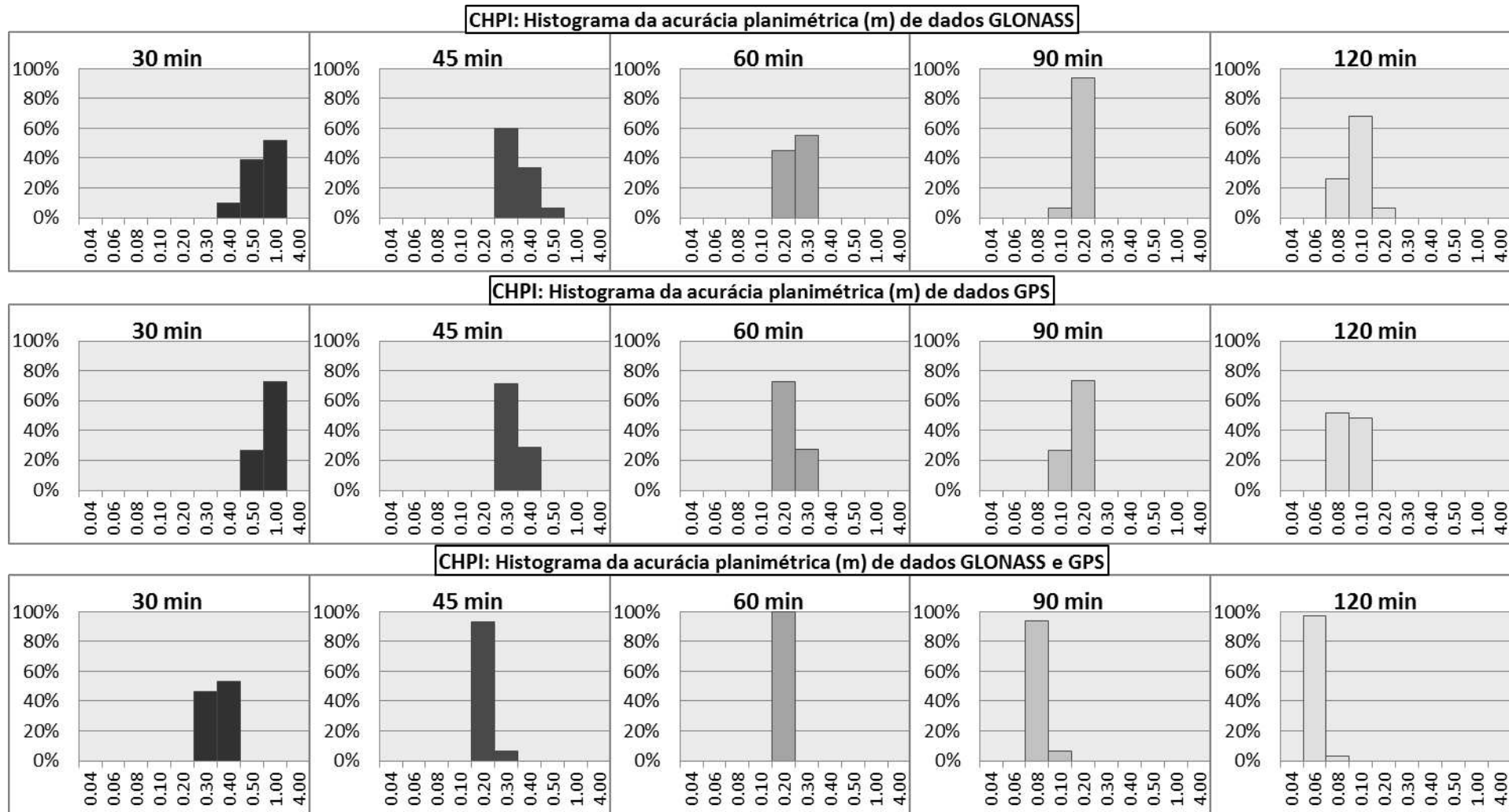


Figura 13 - Histograma da acurácia planimétrica da estação CHPI (lat: -23°).

Da figura 12 verifica-se que, na estação CHPI, para 30 minutos de rastreio com relação ao GLONASS foram obtidas acurácia na ordem de 80 cm nos dias 3, 20, 23 e 24. Para o GPS, na maioria dos dias a acurácia fica compreendida entre 40 e 60 cm. A partir de 45 minutos, verifica-se o agrupamento dos valores de acurácia. Acima de 90min, nenhum valor de acurácia ultrapassa 20 cm.

De acordo com histogramas referente à CHPI, apresentados na figura 20, verifica-se que já com 30 minutos há melhora no posicionamento com o uso combinado dos sistemas. Nesse caso, nenhum valor de acurácia ultrapassou 40 cm, enquanto que para os dois sistemas processados separadamente a maior parte dos valores de acurácia ficou acima desse valor. Ainda verificando a melhora com o uso combinado, pode-se observar que com 120 minutos nenhum dos dois sistemas apresenta valor entre 4 e 6 cm quando processados individualmente.

A tabela 6 mostra a tabela de classificação, utilizando as acurácias planimétricas, para a estação CHPI.

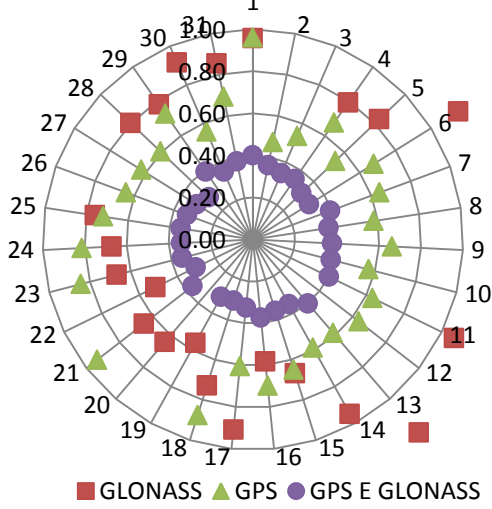
Tabela 6 - Classificação dos sistemas segundo a acurácia planimétrica para a estação CHPI (lat: -23°) em porcentagem.

	1º LUGAR			2º LUGAR			3º LUGAR		
	R	G	GR	R	G	GR	R	G	GR
30 min	0.0	0.0	100.0	44.0	56.0	0.0	56.0	44.0	0.0
45 min	0.0	0.0	100.0	50.0	50.0	0.0	50.0	50.0	0.0
60 min	0.0	0.0	100.0	41.4	58.6	0.0	58.6	41.4	0.0
90 min	0.0	0.0	100.0	33.3	66.7	0.0	66.7	33.3	0.0
120 min	0.0	0.0	100.0	25.8	74.2	0.0	74.2	25.8	0.0

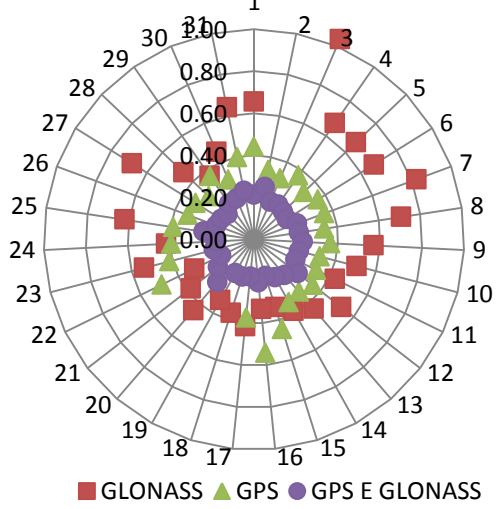
Da tabela 6, pode-se ver que o sistema GPS apresentou melhor performance que o GLONASS na maioria dos intervalos, havendo um empate com 45 minutos.

As figuras 14 e 15 ilustram a variação temporal e os histogramas da acurácia planimétrica da estação PIMO, respectivamente.

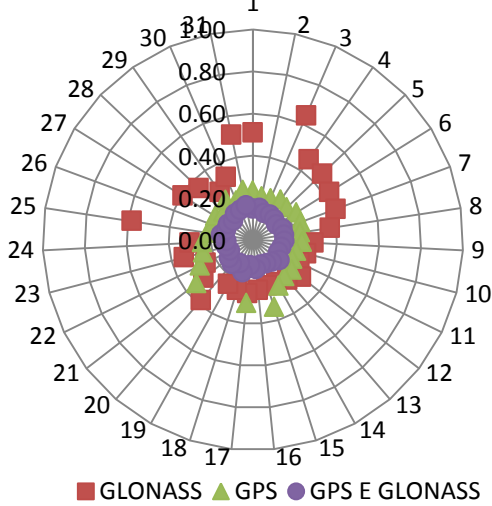
PIMO: Acurácia da Componente Planimétrica 30min



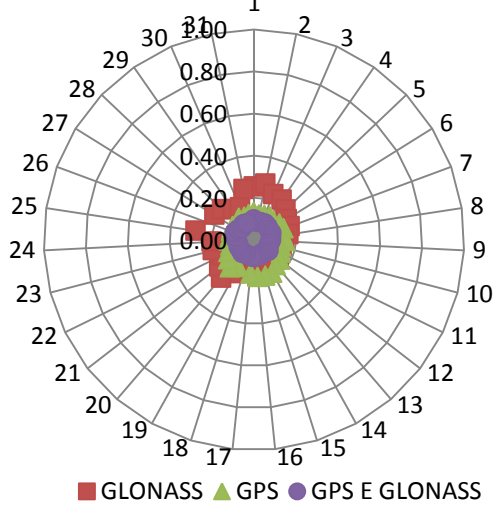
PIMO: Acurácia da Componente Planimétrica 45min



PIMO: Acurácia da Componente Planimétrica 60min



PIMO: Acurácia da Componente Planimétrica 90min



PIMO: Acurácia da Componente Planimétrica 120min

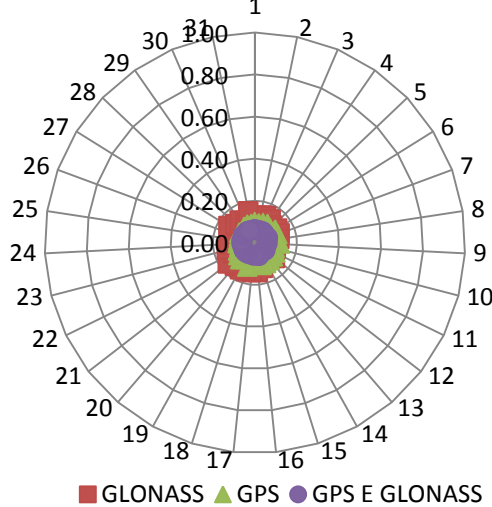


Figura 14 - Gráfico da variação temporal da acurácia planimétrica da estação PIMO (lat: 15°).

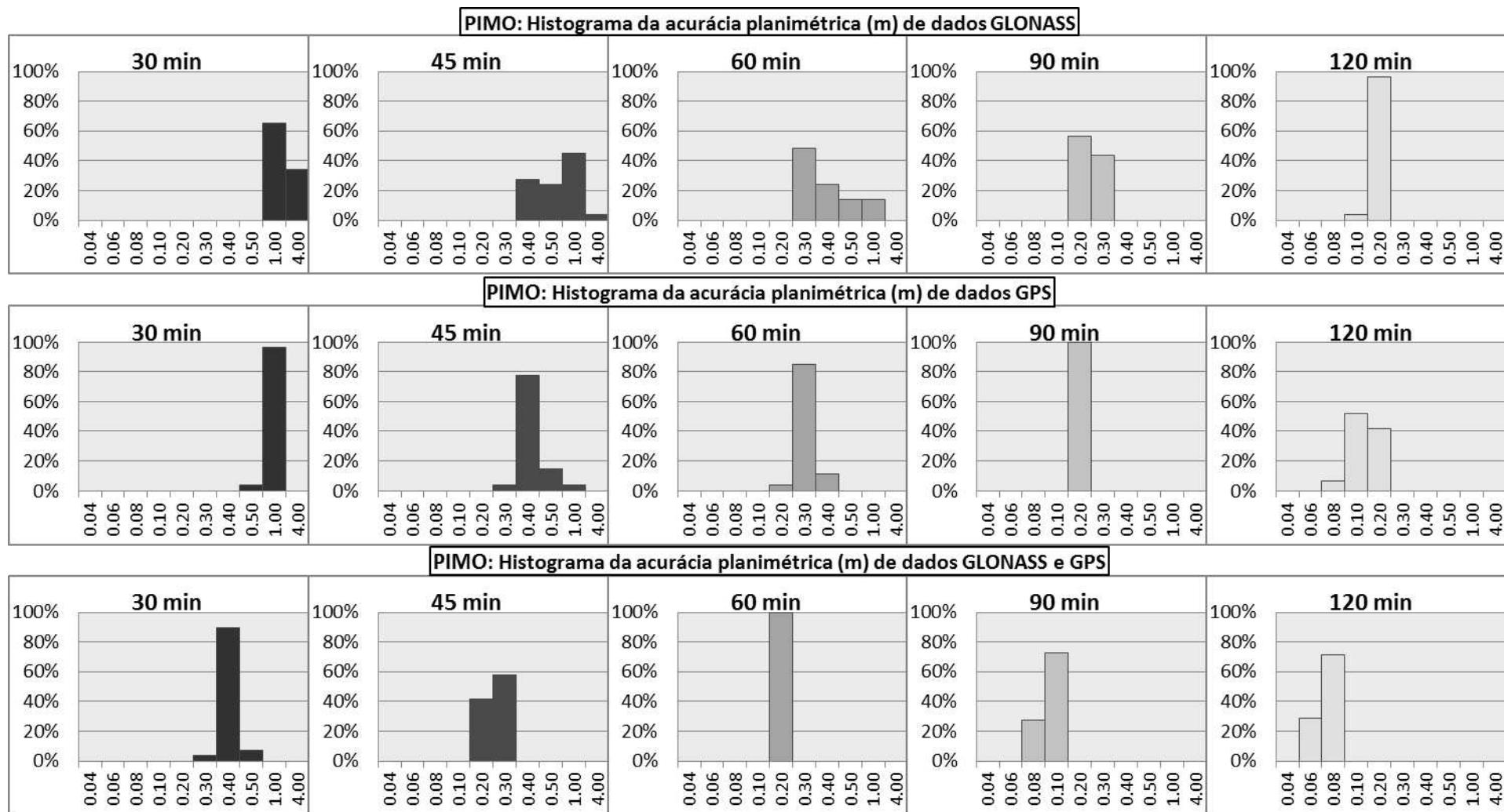


Figura 15 - Histograma da acurácia planimétrica da estação PIMO (lat: 15°).

Da figura 14 pode-se ver que o sistema GLONASS apresentou valores bem altos de acurácia com 30 minutos de rastreio, na estação PIMO. Devido à escala do gráfico, nem todos os valores estão representados, contudo os valores maiores que 1 m são mostrados na tabela 7.

Tabela 7 - Valores de acurácia planimétrica(m) acima de 1m da estação PIMO utilizando GLONASS.

DATA	ACURÁCIA	DATA	ACURÁCIA
3/ago	1.7272	10/ago	1.2233
6/ago	1.1508	11/ago	1.0660
7/ago	1.3909	12/ago	1.4293
8/ago	1.2987	13/ago	1.2117
9/ago	1.2157	27/ago	1.2518

Com 30 minutos o sistema GPS também apresenta alguns valores altos, porém todos os valores ficam abaixo de 1 m. O comportamento dos dois sistemas segue similar com 45 minutos, em que o GLONASS apresenta apenas um dia com valor superior à 1 m, e com 60 minutos, mas em menor magnitude. Com 90 minutos de rastreio os valores não ultrapassam 40 cm. Interessante notar mais uma vez o benefício de fazer uso da combinação dos sistemas, pois já com 30 minutos, todos os valores estão próximos de 40 cm.

Dos histogramas mostrados na figura 15 pode-se observar que com 60 minutos o uso combinado dos sistemas apresenta acurácia entre 10 e 20 cm, comportamento que o GPS só alcança com 90 minutos e o GLONASS com 120 minutos, o que reitera a vantagem de utilizar a combinação dos sistemas.

A tabela 8 mostra a tabela de classificação, utilizando as acurácias planimétricas, para a estação PIMO.

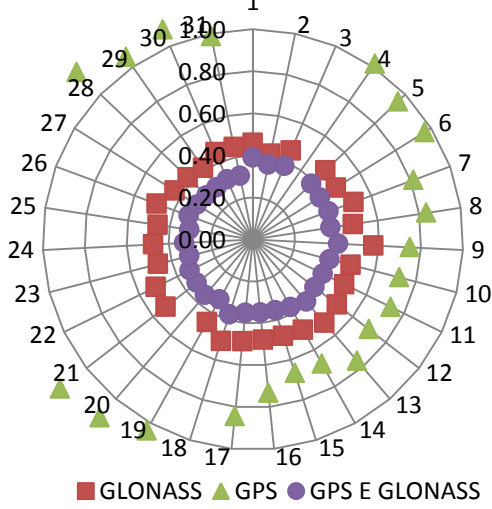
Tabela 8 - Classificação dos sistemas segundo a acurácia planimétrica para a estação PIMO (15°) em porcentagem.

	1º LUGAR			2º LUGAR			3º LUGAR		
	R	G	GR	R	G	GR	R	G	GR
30 min	0.0	0.0	100.0	23.1	76.9	0.0	73.1	26.9	0.0
45 min	0.0	0.0	100.0	12.0	88.0	0.0	88.0	12.0	0.0
60 min	0.0	0.0	100.0	20.0	80.0	0.0	80.0	20.0	0.0
90 min	0.0	0.0	100.0	28.6	71.4	0.0	71.4	28.6	0.0
120 min	0.0	0.0	100.0	14.8	85.2	0.0	85.2	14.8	0.0

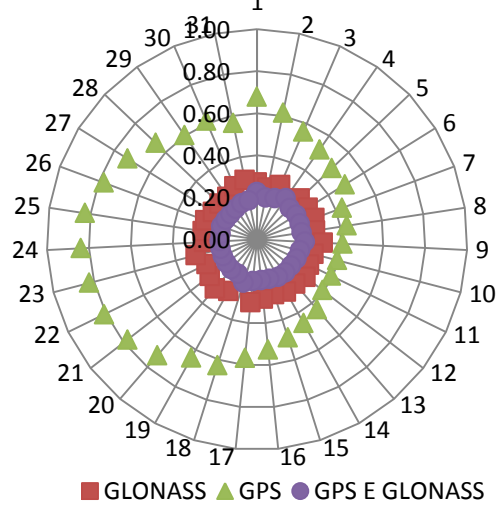
A tabela 8 mostra que, embora o GPS apresente na maior do tempo valores menores que o GLONASS em todos os intervalos, pode-se notar que em alguns dias o GLONASS ficou melhor que o GPS, mesmo apresentando valores muito altos.

As figuras 16 e 17 ilustram a variação temporal e os histogramas da acurácia planimétrica da estação MAS1, respectivamente.

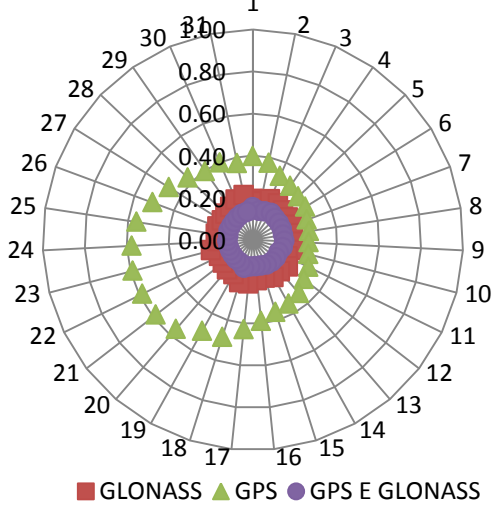
MAS1: Acurácia da Componente Planimétrica 30min



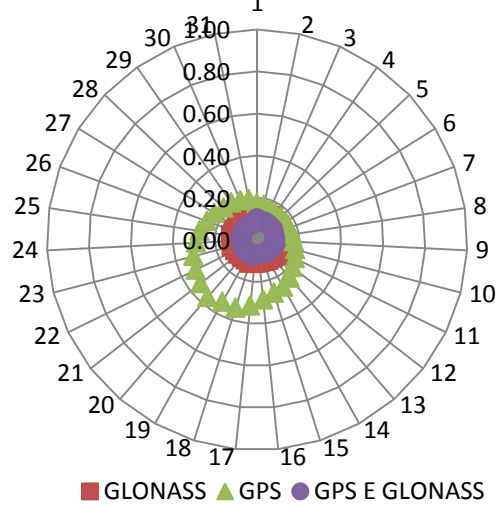
MAS1: Acurácia da Componente Planimétrica 45min



MAS1: Acurácia da Componente Planimétrica 60min



MAS1: Acurácia da Componente Planimétrica 90min



MAS1: Acurácia da Componente Planimétrica 120min

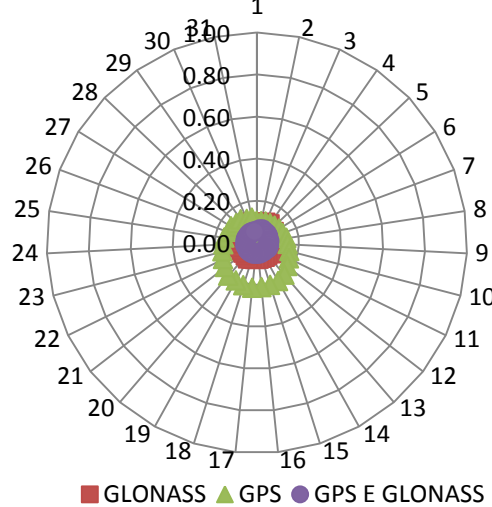


Figura 16 - Gráfico da variação temporal da acurácia planimétrica da estação MAS1(lat: 28°).

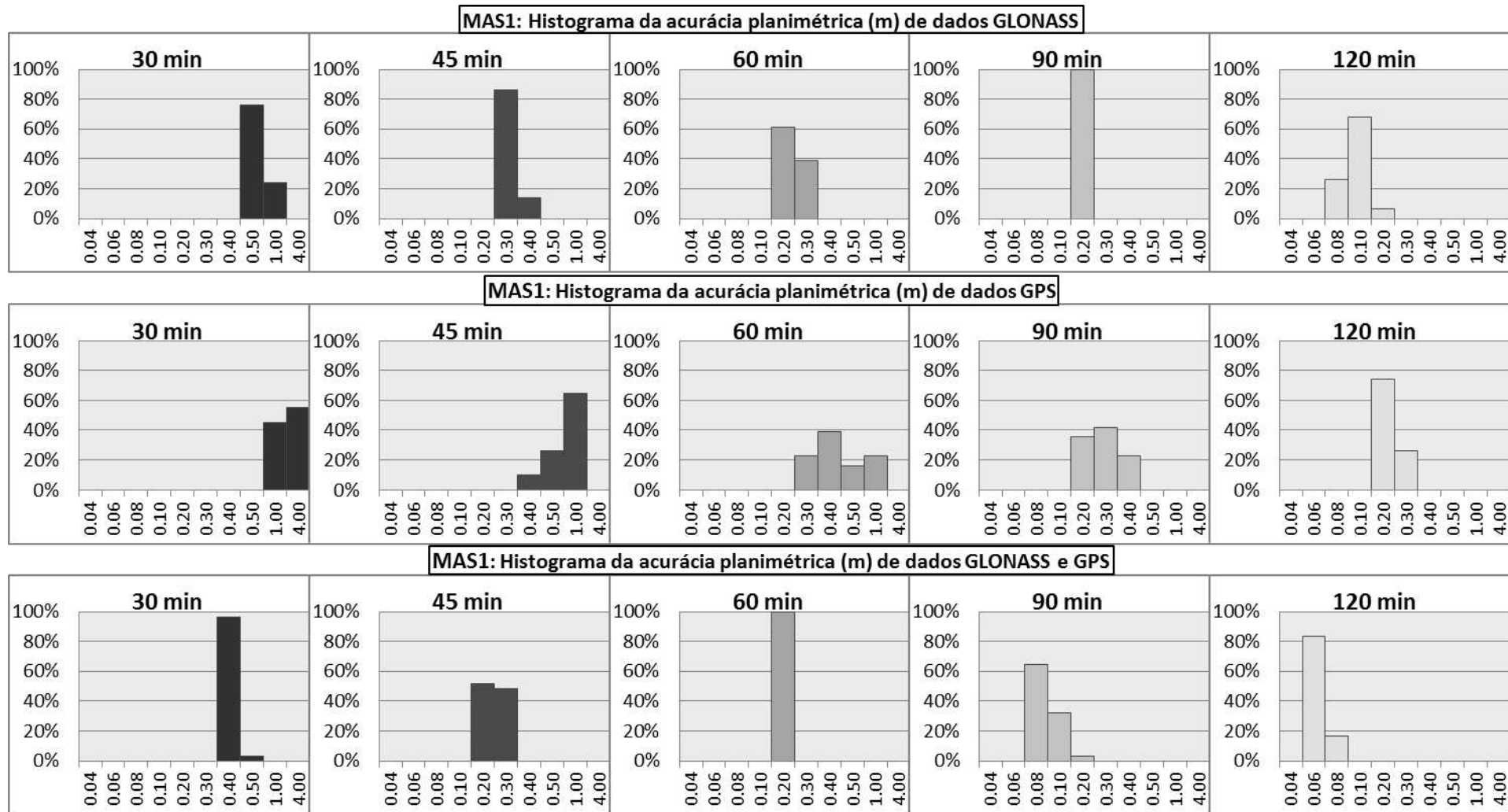


Figura 17 - Histograma da acurácia planimétrica da estação MAS1 (lat: 28°).

Pode-se notar pela figura 16, que na estação MAS1 há um comportamento inverso que o da estação PIMO, ou seja, o GPS mostra altos valores de acurácia, apresentando valores superiores à 1 m que, novamente devido a escala do gráfico, são encontrados na tabela 9. O comportamento permanece similar nos demais intervalos, porém com menor magnitude. Com 45 minutos, o GLONASS já possui todos os valores abaixo de 40 cm. O GPS possui valores próximos de 40 cm, mas a maioria dos valores então acima de 60 cm.

Tabela 9 - Valores de acurácia planimétrica(m) acima de 1m da estação MAS1 utilizando GPS.

DATA	ACURÁCIA	DATA	ACURÁCIA	DATA	ACURÁCIA	DATA	ACURÁCIA
1/ago	1.2362	19/ago	1.0408	24/ago	1.3279	29/ago	1.0562
2/ago	1.1626	20/ago	1.1169	25/ago	1.3386	30/ago	1.0858
3/ago	1.0895	21/ago	1.1592	26/ago	1.2931		
4/ago	1.0167	22/ago	1.2155	27/ago	1.2591		
18/ago	1.0958	23/ago	1.2700	28/ago	1.1554		

Os histogramas apresentados na figura 17 mostram a vantagem de combinar os sistemas, pois o uso combinado apresenta 100% dos valores entre 10 e 20 cm com 60 minutos, enquanto o GLONASS só apresenta esse comportamento com 90 minutos e o GPS só fica com a maioria dos valores nesse categoria com 120 minutos.

A tabela 10 mostra a tabela de classificação, utilizando as acurácias planimétricas, para a estação MAS1.

Tabela 10 - Classificação dos sistemas segundo a acurácia planimétrica para a estação MAS1 (28°) em porcentagem.

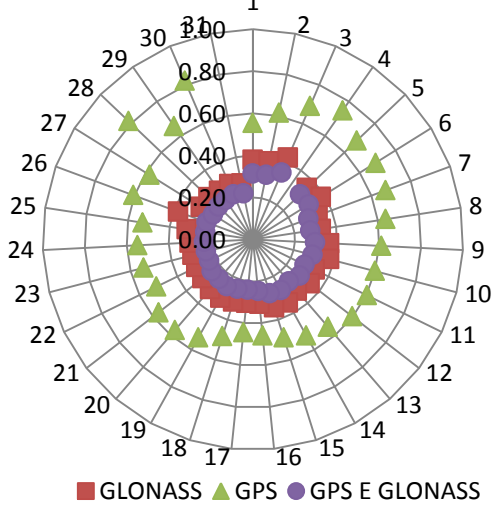
	1º LUGAR			2º LUGAR			3º LUGAR		
	R	G	GR	R	G	GR	R	G	GR
30 min	0.0	0.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0
45 min	0.0	0.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0
60 min	0.0	0.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0
90 min	0.0	0.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0
120 min	0.0	0.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0

Verifica-se pela tabela 10 que o GLONASS apresentou melhor desempenho que o GPS em 100% dos casos, em uma estação que tem latitude baixa. Interessante notar que na estação PIMO, em que o GLONASS apresenta valores altos de acurácia, o

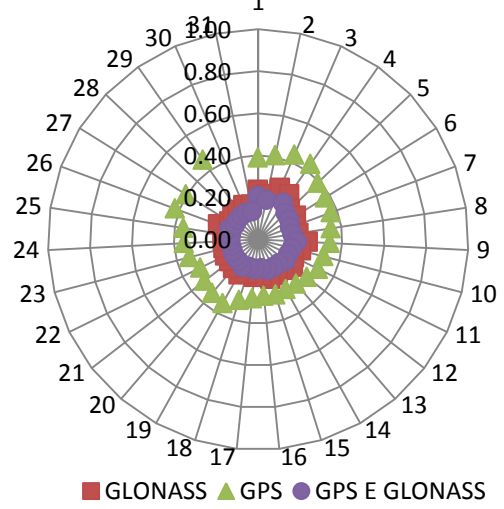
GLONASS exhibe em alguns dias acurácia menor que à do GPS, porém na estação MAS1 isso não é observado, visto que o GPS não apresenta acurácia menor que à do GLONASS em nenhum dia.

As figuras 18 e 19 ilustram a variação temporal e os histogramas da acurácia planimétrica da estação ONSA, respectivamente.

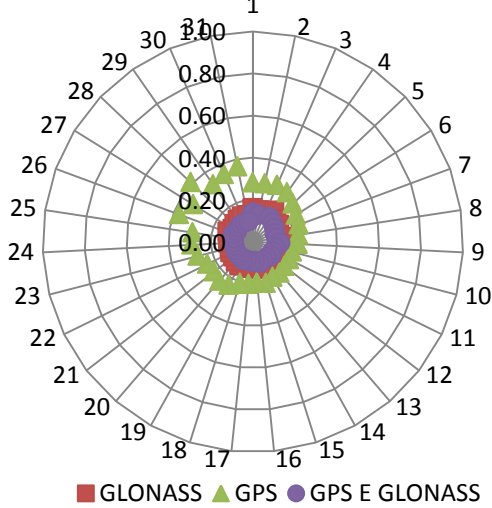
ONSA: Acurácia da Componente Planimétrica 30min



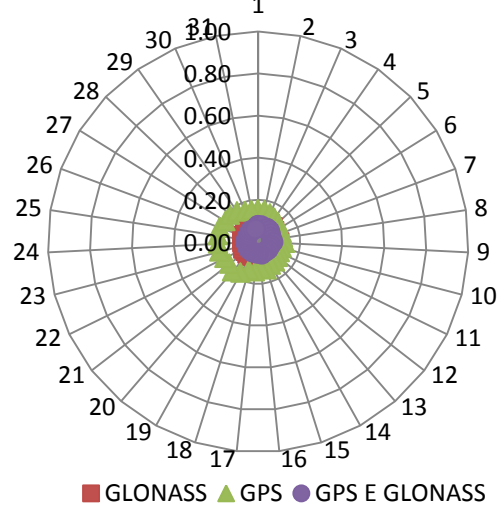
ONSA: Acurácia da Componente Planimétrica 45min



ONSA: Acurácia da Componente Planimétrica 60min



ONSA: Acurácia da Componente Planimétrica 90min



ONSA: Acurácia da Componente Planimétrica 120min

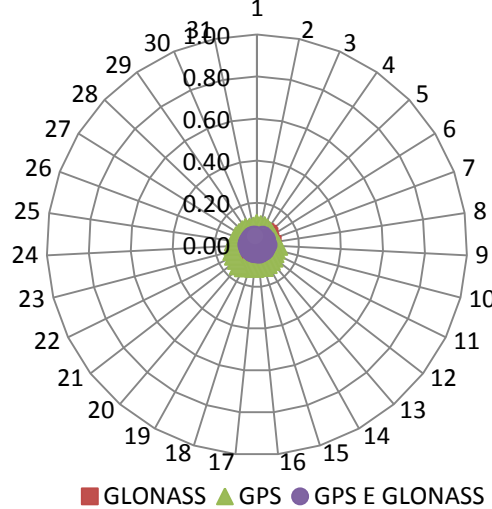


Figura 18 - Gráfico da variação temporal da acurácia planimétrica da estação ONSA (lat: 57°).

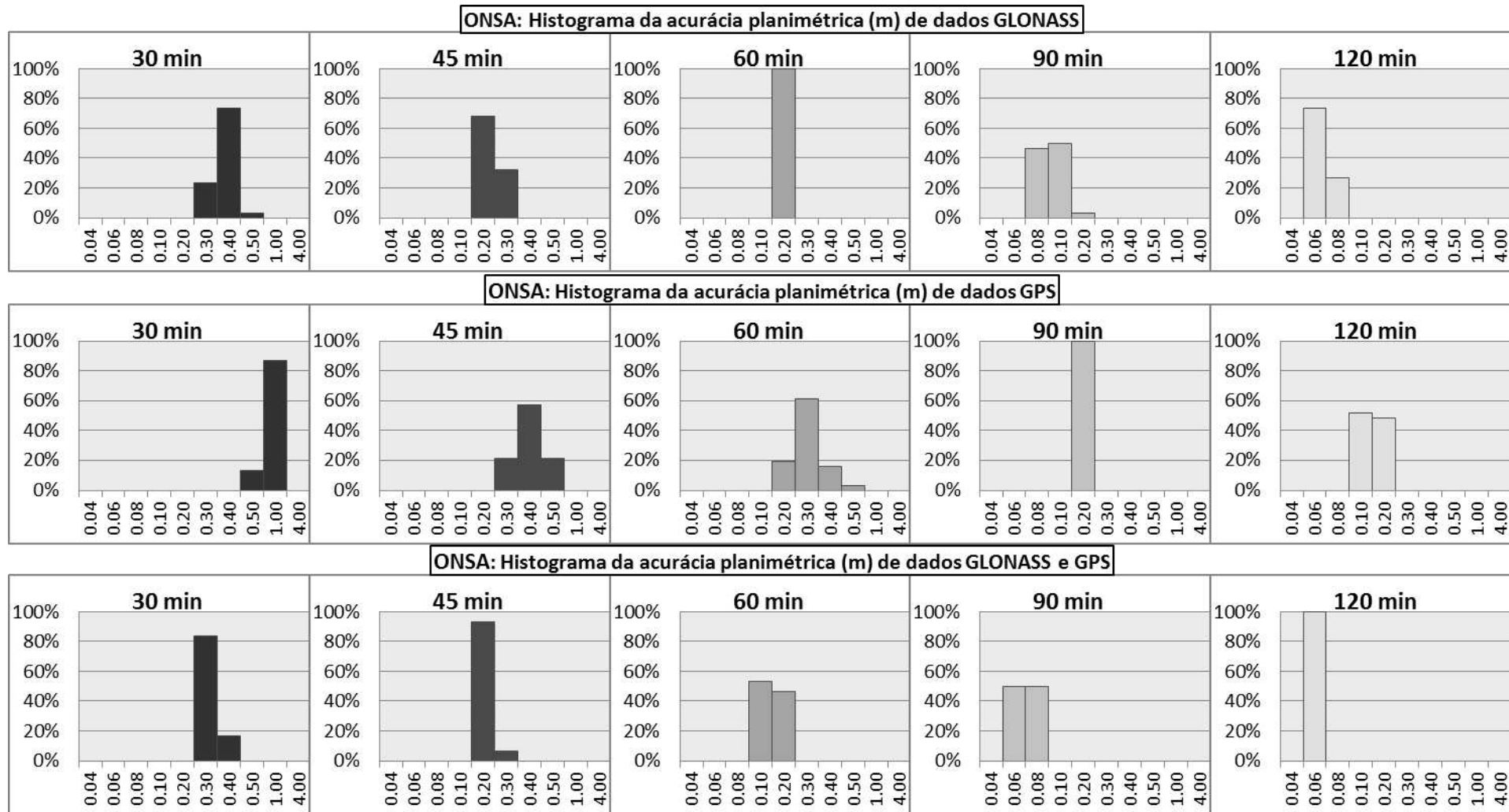


Figura 19 - Histograma da acurácia planimétrica da estação ONSA (lat: 57°).

Pela figura 18, verifica-se, na estação ONSA, que o GPS mostra valores altos e maiores que o do GLONASS, porém abaixo de 80 cm. Neste caso nota-se que os valores da acurácia do GLONASS ficam bem próximos dos encontrados com o uso combinado em todos os intervalos. Já com 45 minutos todos os valores do GPS estão próximos de 40 cm, enquanto os do GLONASS e do uso integrado estão próximos de 20 cm. Somente com 90 minutos de rastreamento, todos os valores estão abaixo de 20 cm.

A figura 19 mostra os histogramas da estação ONSA, de onde pode-se verificar que, embora próximos dos valores obtidos com o uso combinado dos sistemas, o GLONASS ainda apresenta desempenho inferior, como por exemplo, com 60 minutos 100% dos valores estão entre 10 e 20 cm, enquanto o uso combinado já apresenta comportamento similar com 45 minutos.

A tabela 11 mostra a tabela de classificação, utilizando as acurácias planimétricas, para a estação ONSA.

Tabela 11 - Classificação dos sistemas segundo a acurácia planimétrica para a estação ONSA (lat: 57°) em porcentagem.

	1º LUGAR			2º LUGAR			3º LUGAR		
	R	G	GR	R	G	GR	R	G	GR
30 min	0.0	0.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0
45 min	0.0	0.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0
60 min	0.0	0.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0
90 min	0.0	0.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0
120 min	0.0	0.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0

Da tabela 11, pode-se ver que o GLONASS teve desempenho melhor que o GPS em 100% dos casos em todos os intervalos, o que para os intervalos menores já era verificado claramente pela figura 18. Interessante notar que essa estação tem latitude próxima ao ângulo de inclinação da órbita do GPS.

As figuras 20 à 27 ilustram a relação entre discrepância, desvio padrão e acurácia das componentes planimétricas das 16 estações selecionadas e sua variação com o intervalo de rastreamento. Para esse cálculo foram utilizadas as médias mensais de cada grandeza, como explicado anteriormente.

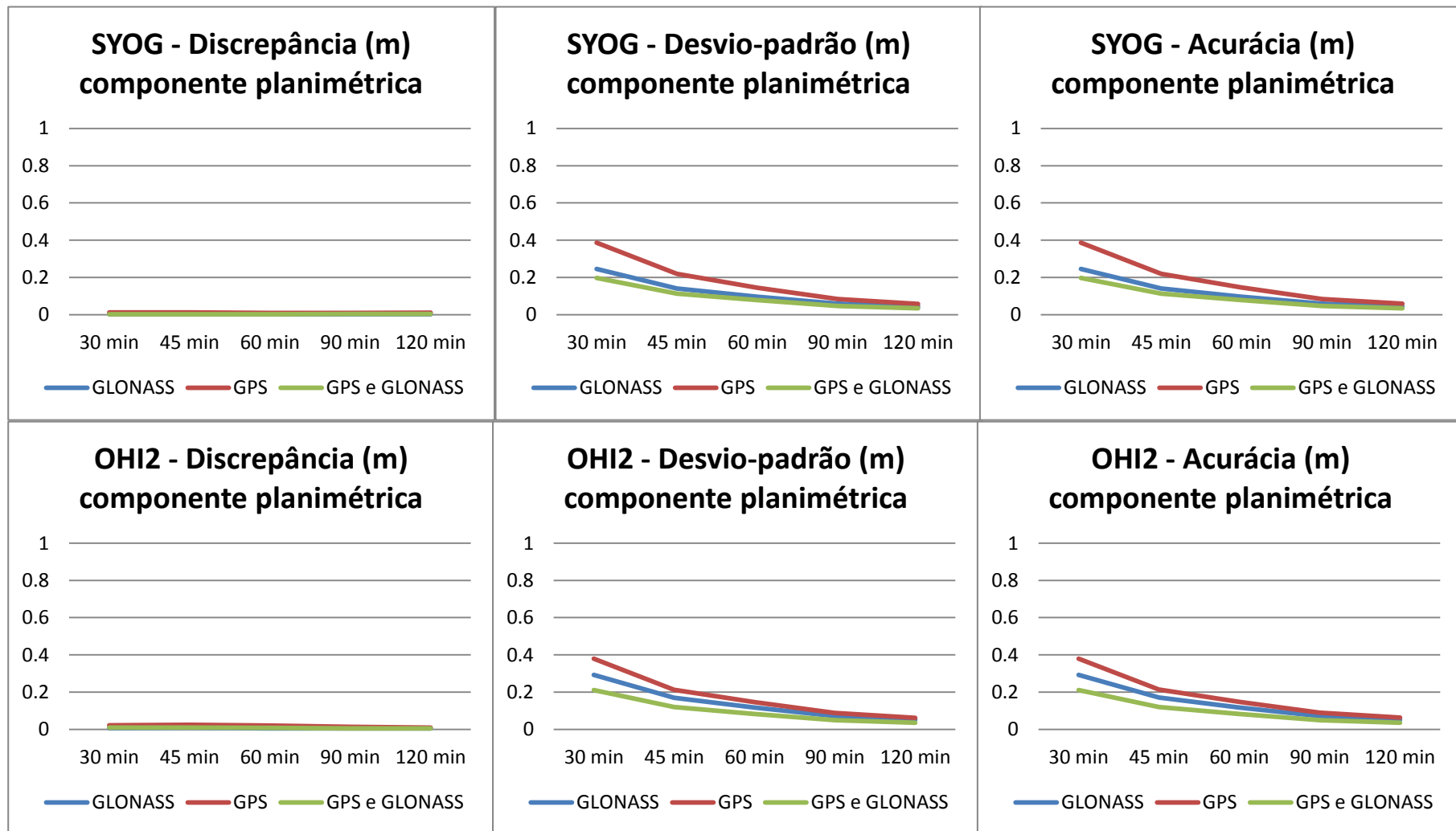


Figura 20 - Discrepância, Desvio Padrão e Acurácia da componente planimétrica das estações SYOG e OHI2.

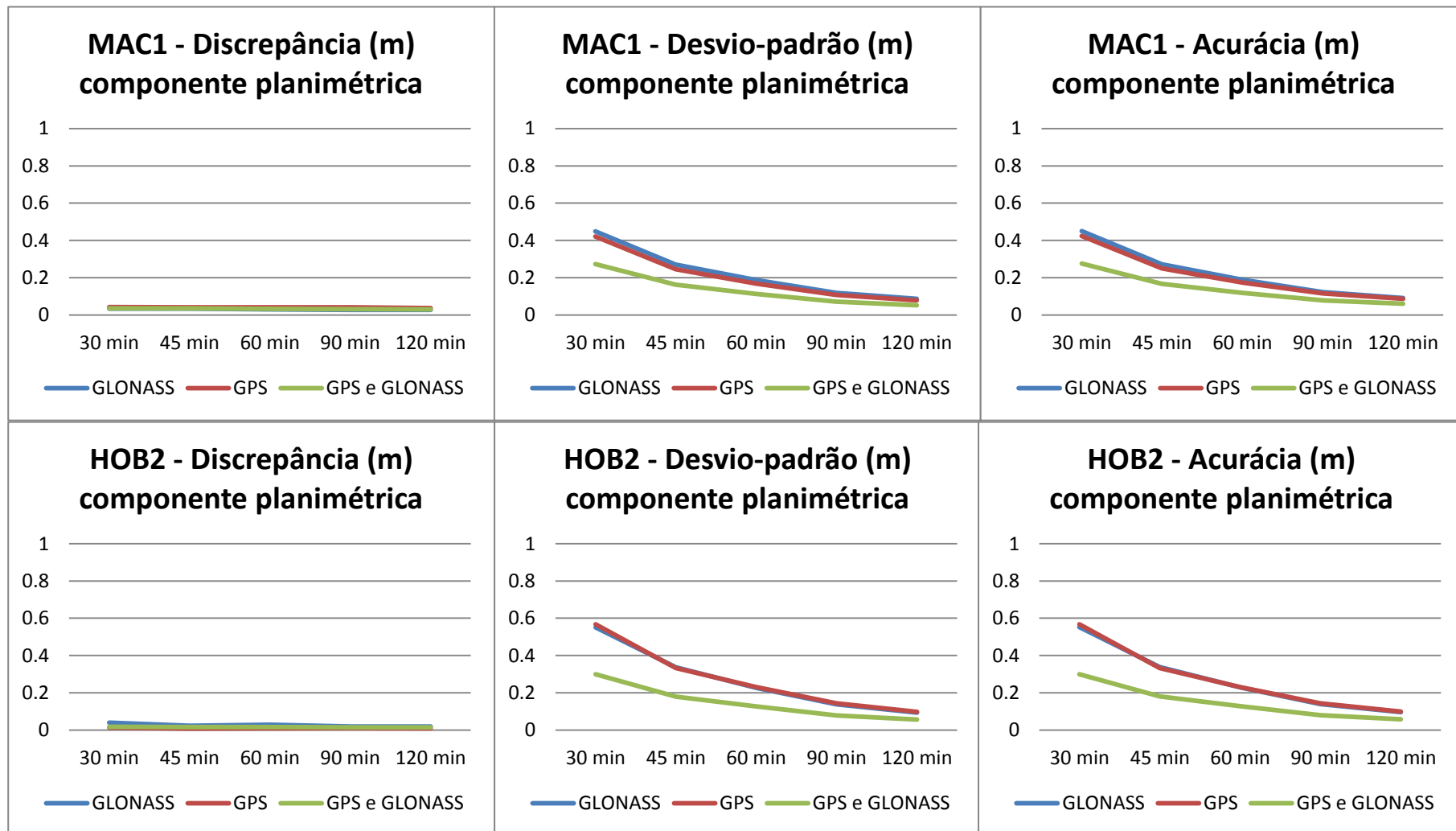


Figura 21 - Discrepância, Desvio Padrão e Acurácia da componente planimétrica das estações MAC1 e HOB2.

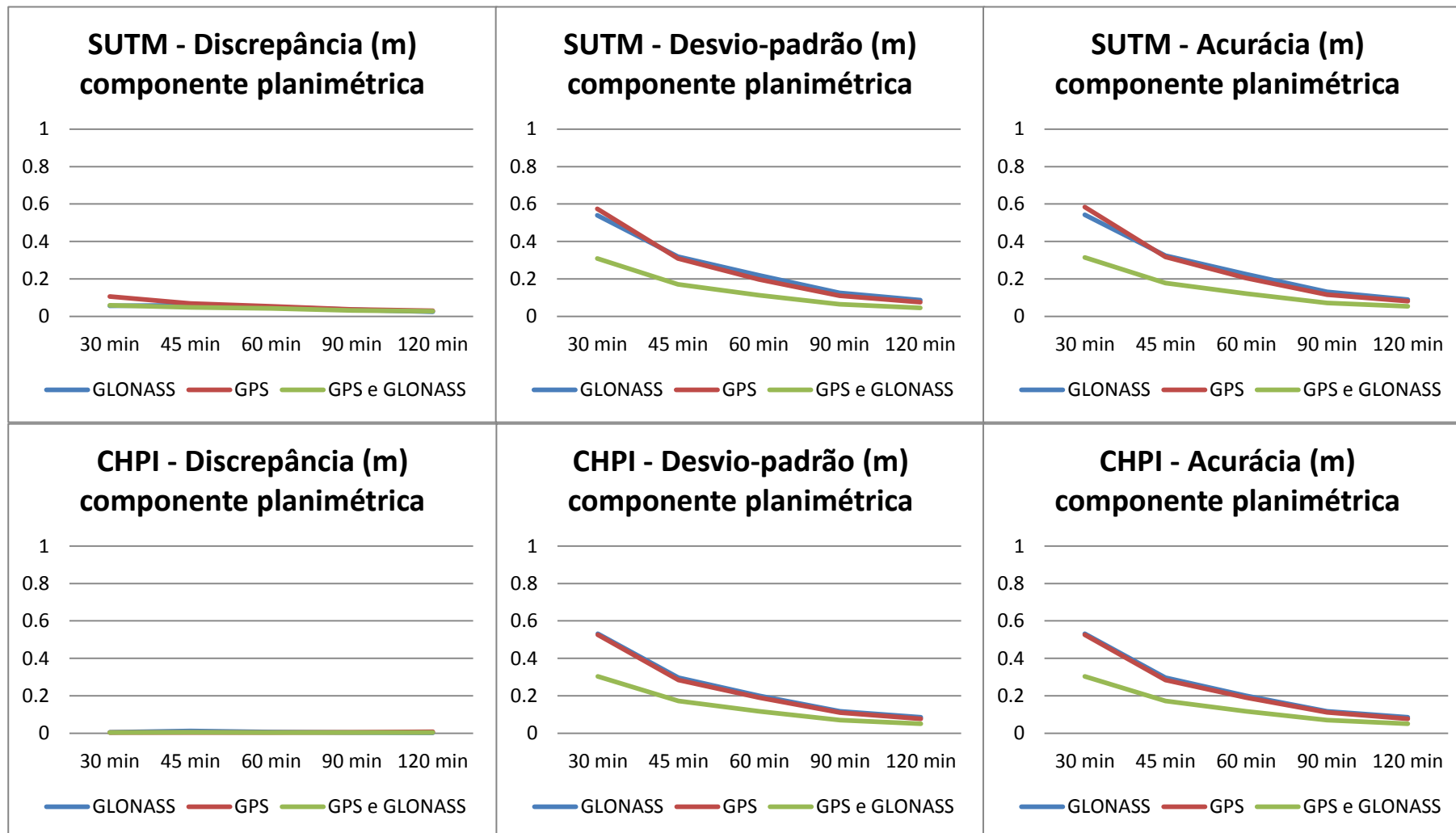


Figura 22 - Discrepância, Desvio Padrão e Acurácia da componente planimétrica das estações SUTM e CHPI.

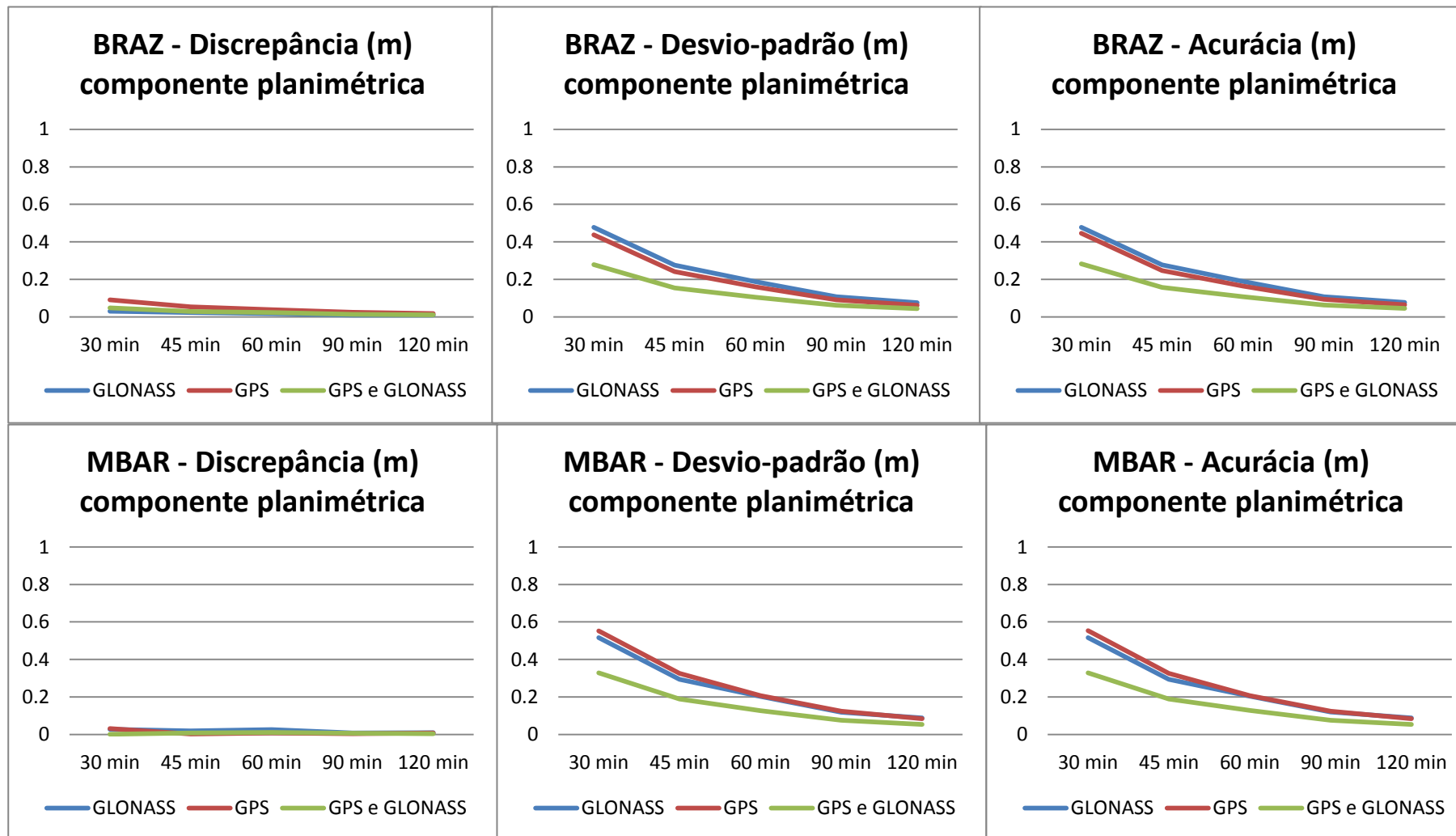


Figura 23 - Discrepância, Desvio Padrão e Acurácia da componente planimétrica das estações BRAZ e MBAR.

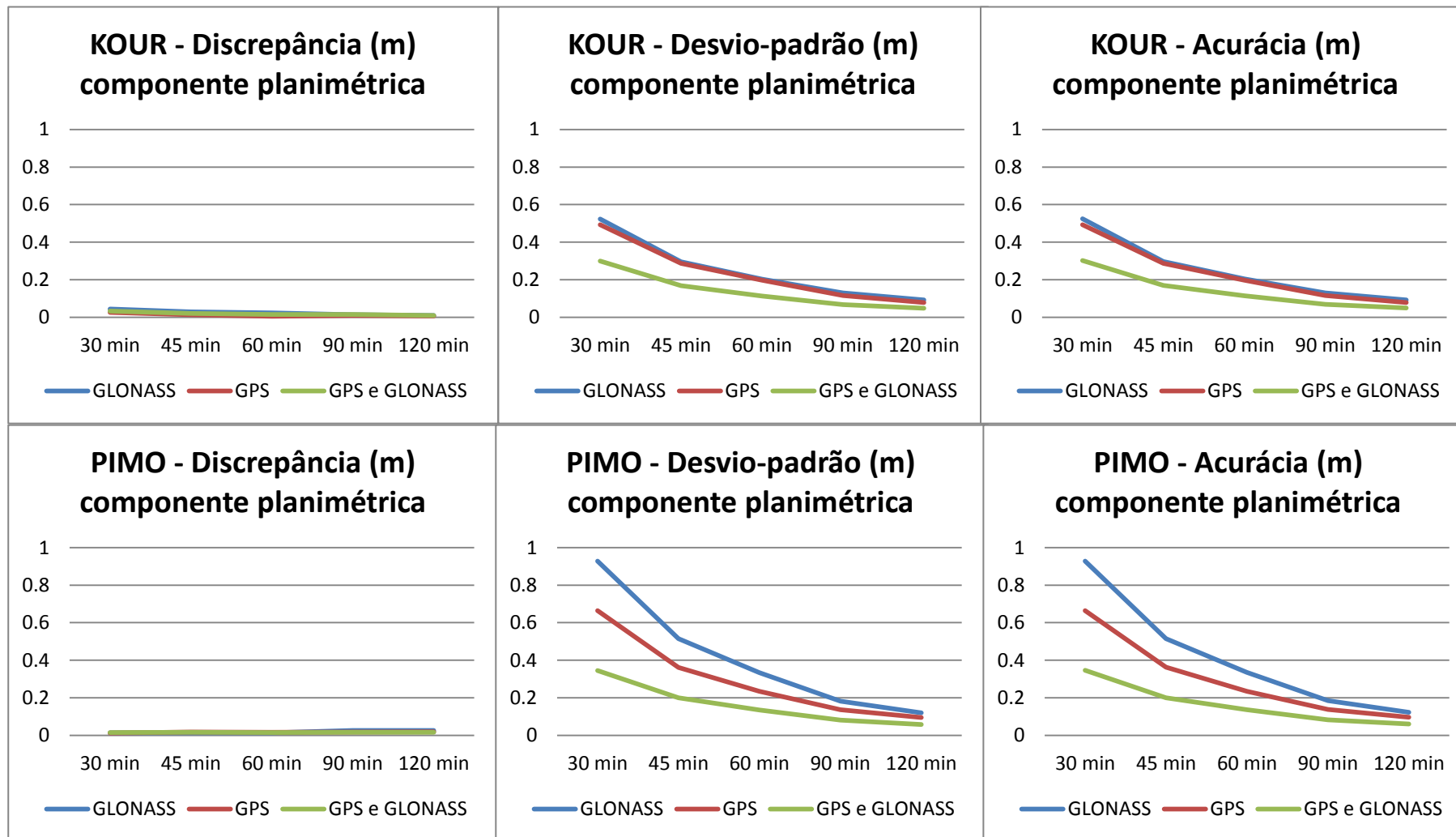


Figura 24 - Discrepância, Desvio Padrão e Acurácia da componente planimétrica das estações KOUR e PIMO.

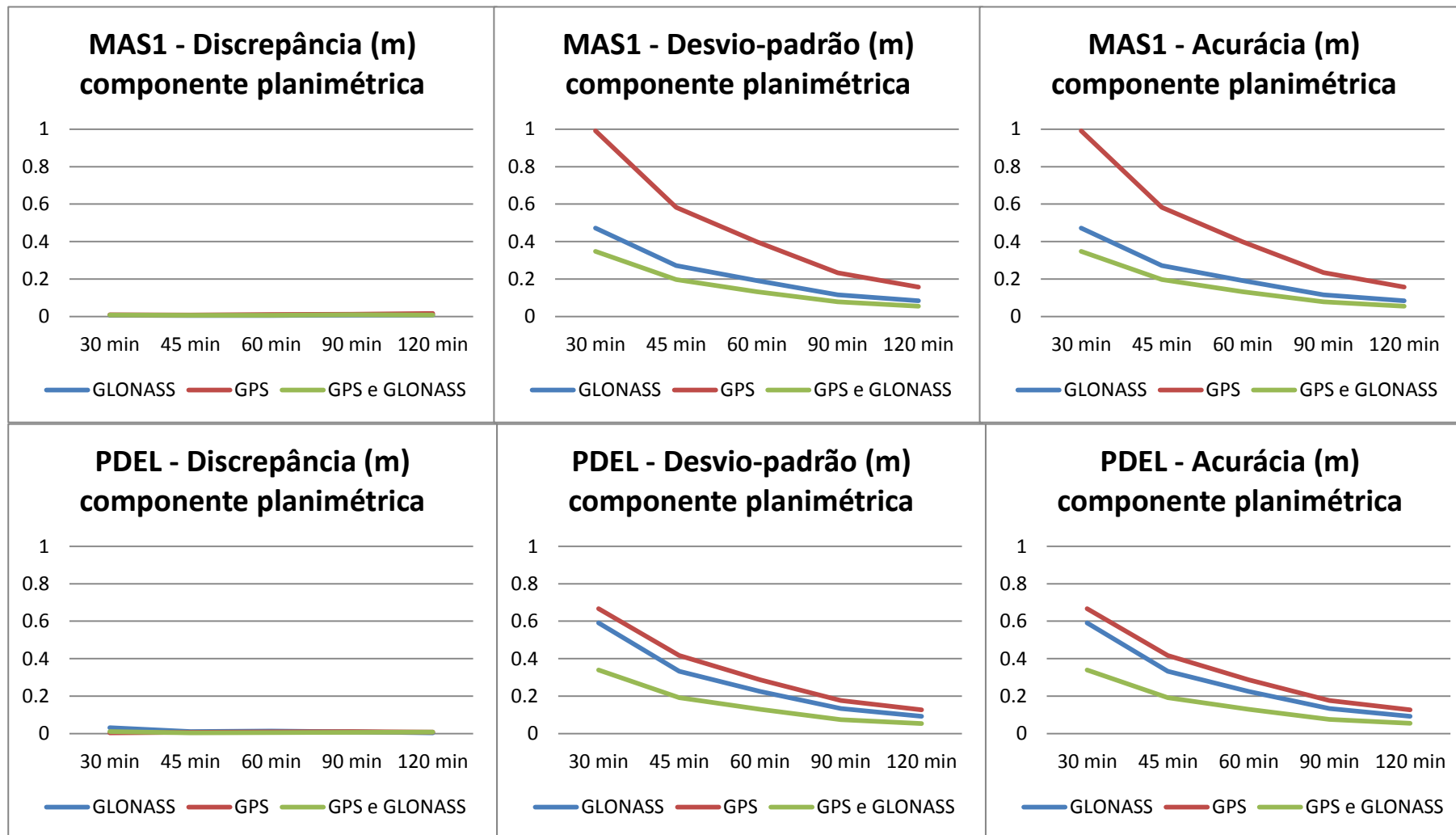


Figura 25 - Discrepância, Desvio Padrão e Acurácia da componente planimétrica das estações MAS1 e PDEL.

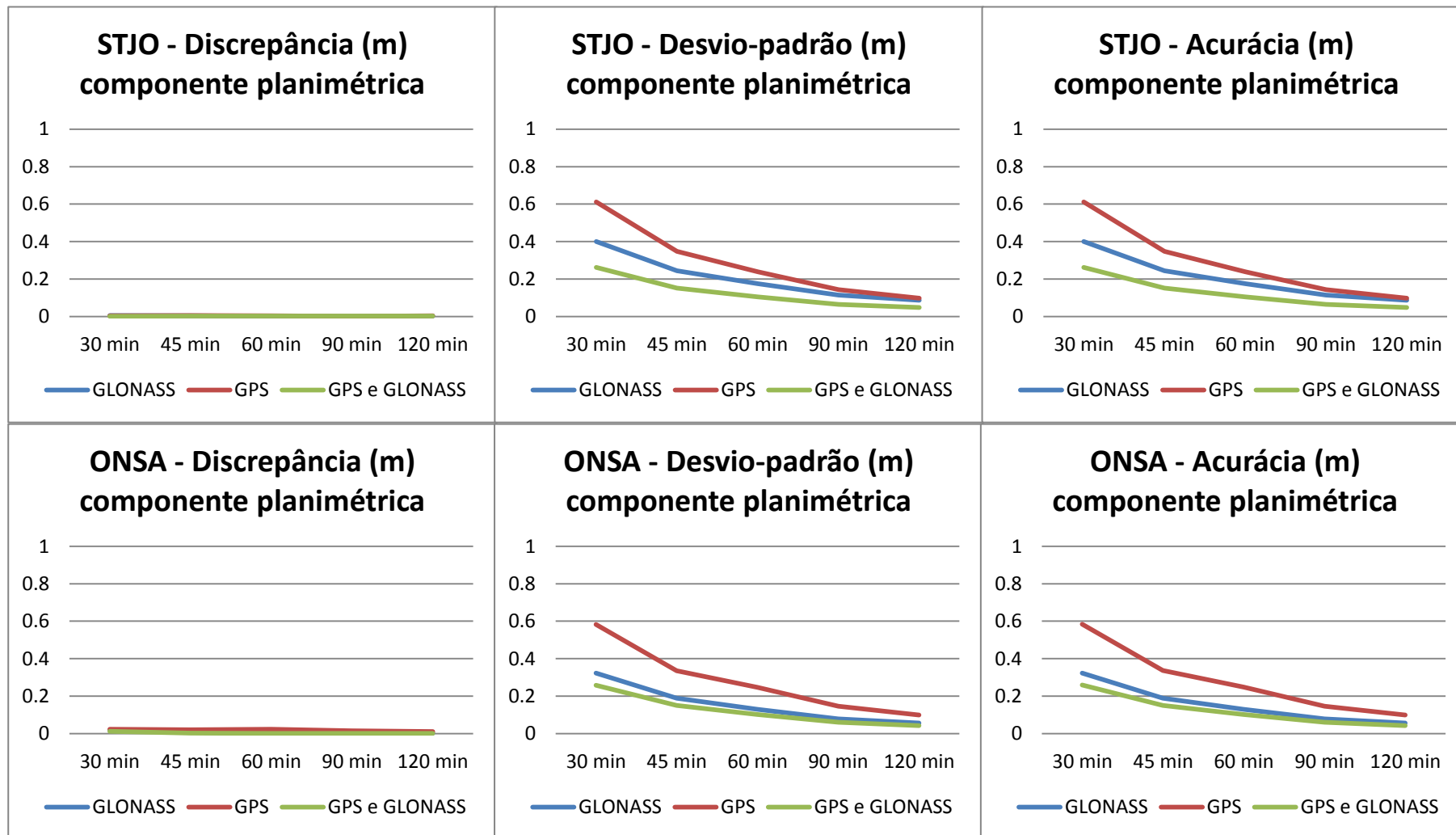


Figura 26 - Discrepância, Desvio Padrão e Acurácia da componente planimétrica das estações STJO e ONSA.

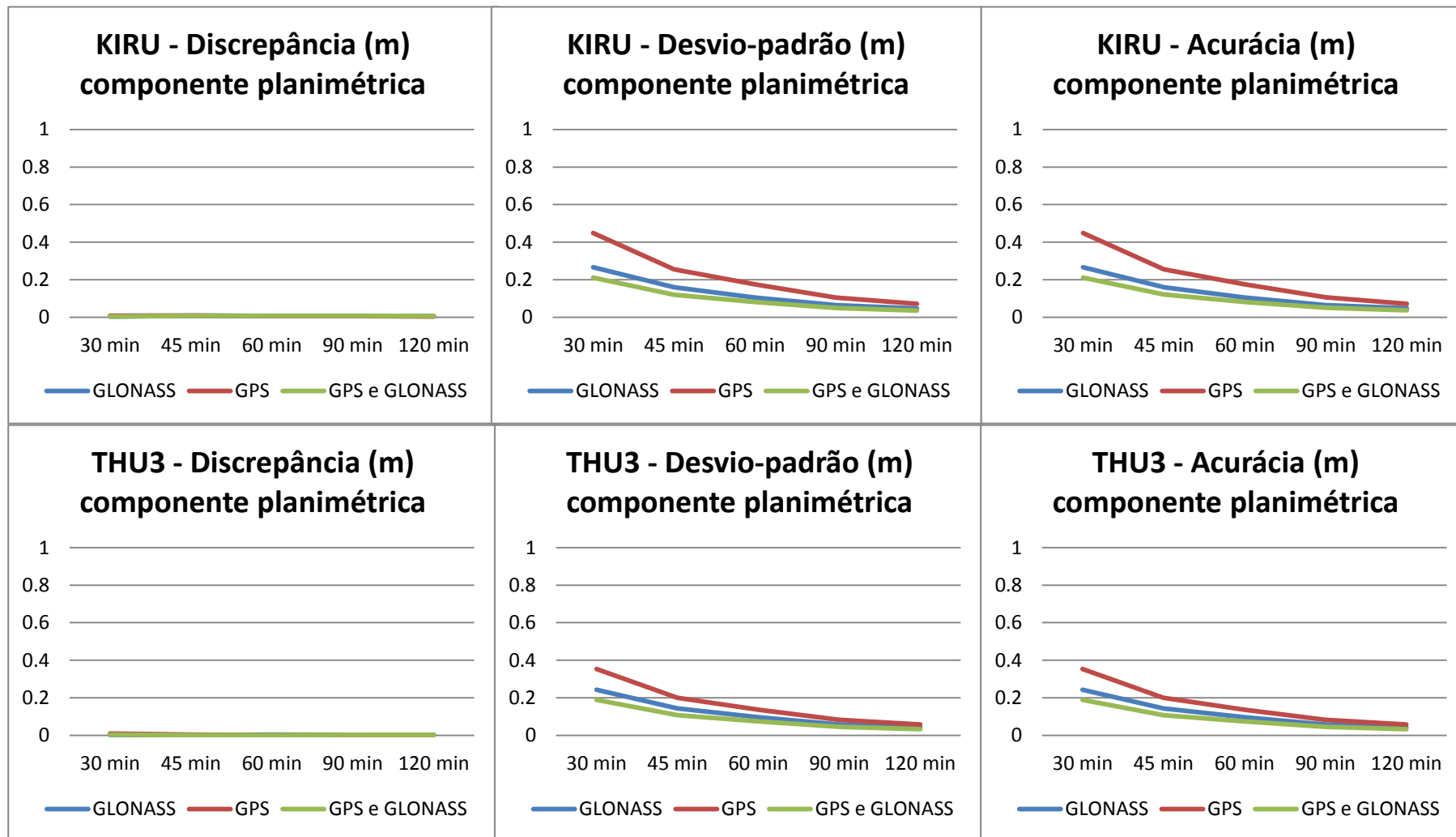


Figura 27 - Discrepância, Desvio Padrão e Acurácia da componente planimétrica das estações KIRU e THU3.

Pode-se notar, pelas figuras 20 à 27, que o fator que mais influenciou no valor da acurácia, em todos os casos, foi o desvio-padrão, principalmente em intervalos curtos de rastreo. Verifica-se também que, em alguns casos, a precisão do GLONASS é melhor que a do GPS e vice-versa, contudo a precisão do uso combinado sempre é melhor.

Utilizando também as médias mensais da acurácia foram construídos os gráficos das figuras 28 e 29, que mostram a variação da acurácia com a latitude.

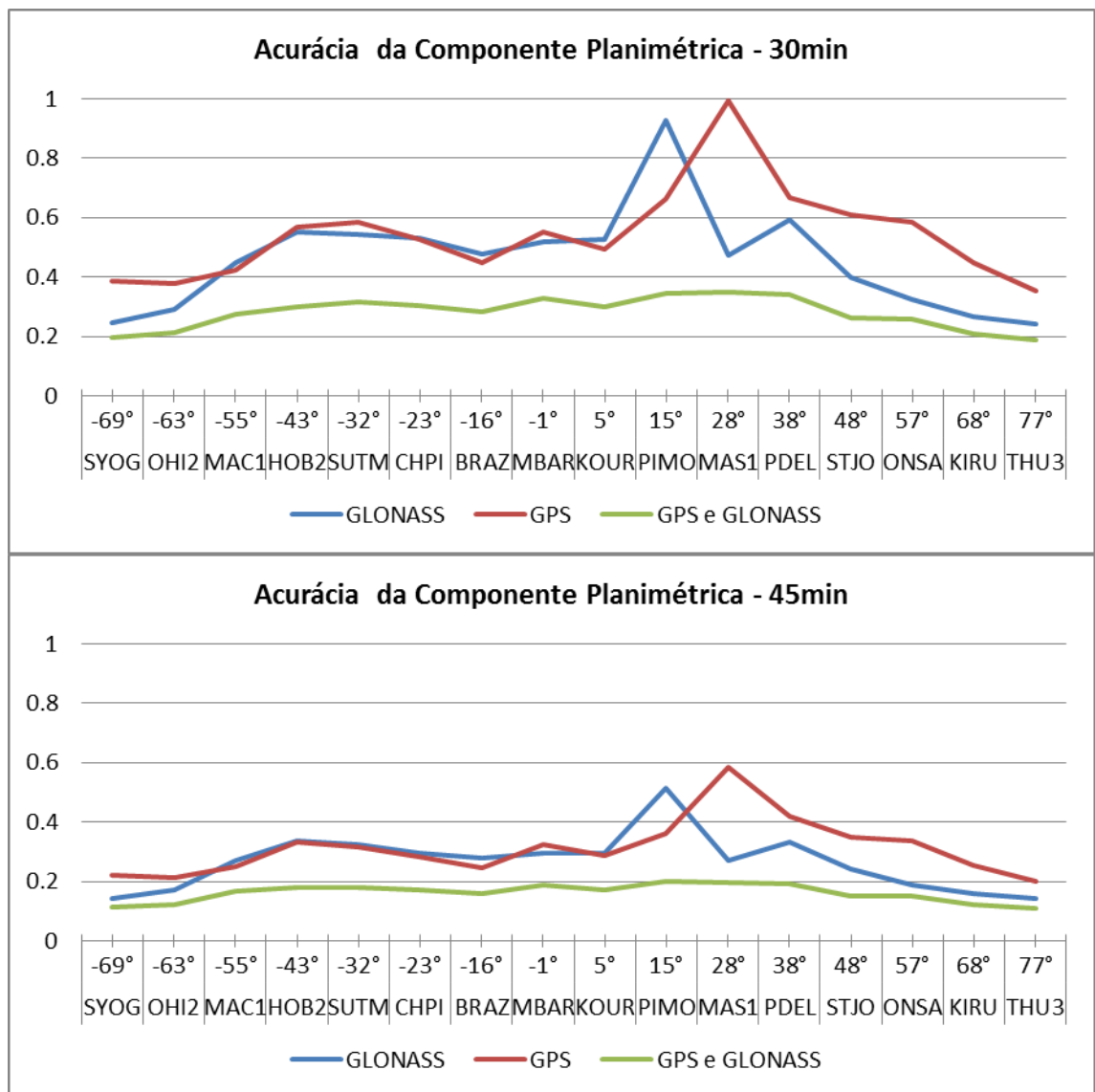


Figura 28 - Acurácia planimétrica versus Latitude nos intervalos de 30 e 45 minutos.

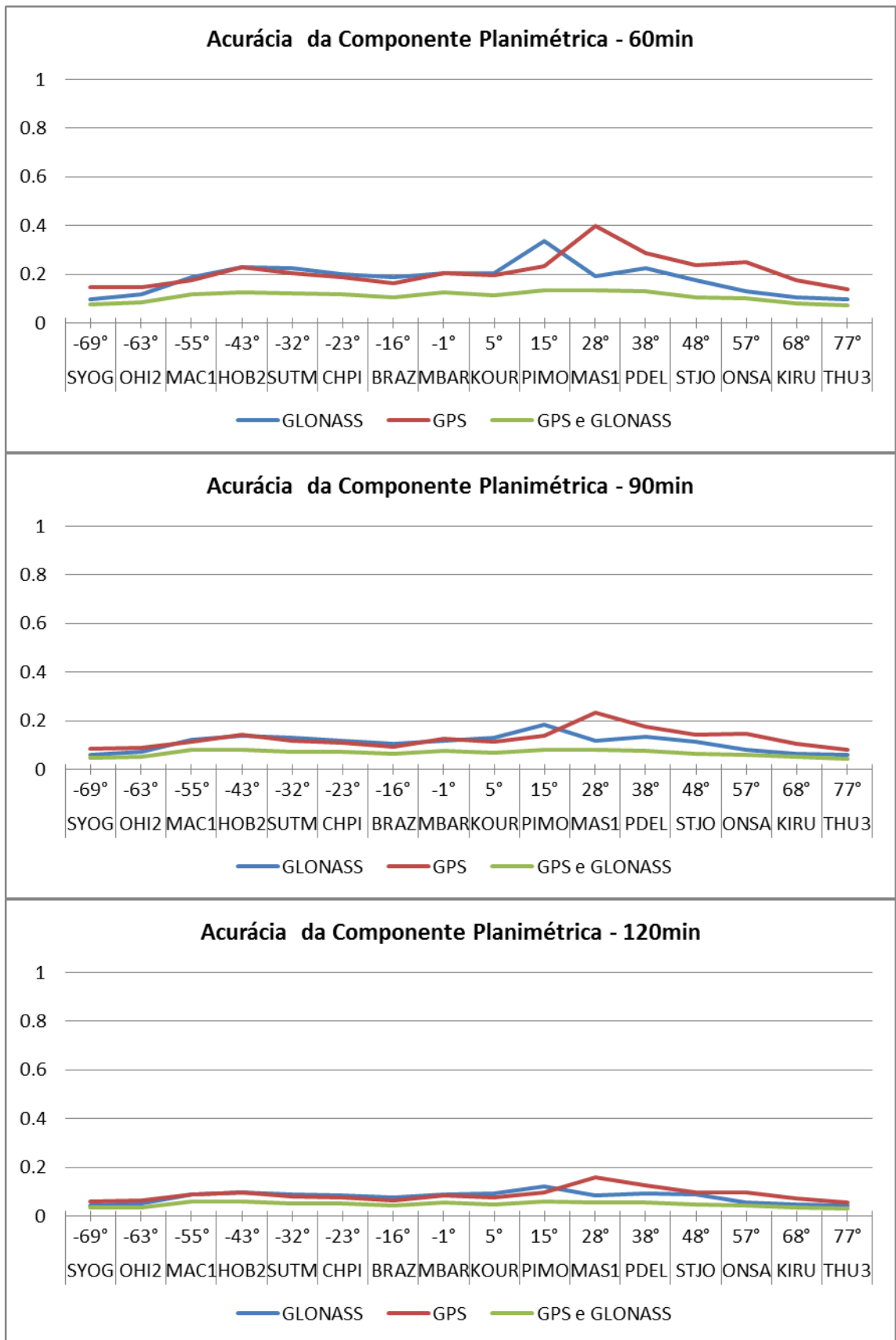


Figura 29 - Acurácia planimétrica versus Latitude nos intervalos de 60, 90 e 120 minutos.

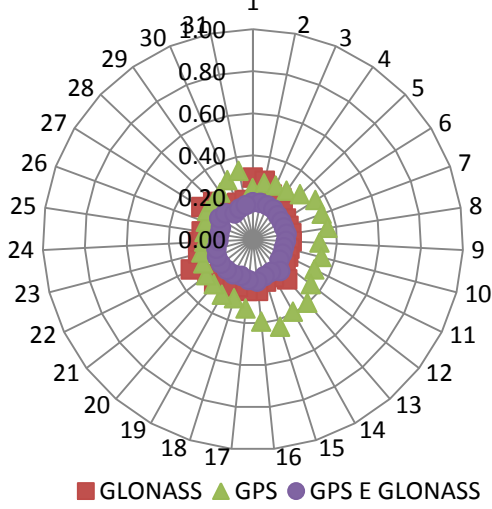
Analisando a variação da acurácia com a latitude, podemos ver que o GLONASS tem melhor desempenho que o GPS nas estações com latitude aproximada acima de 28 graus e abaixo de 63 graus.

Em todos os casos nota-se que a integração dos sistemas melhora a acurácia do posicionamento. Interessante notar as estações PIMO e MAS1 em particular, onde se pode ver claramente os benefícios da integração. Na estação PIMO o sistema GLONASS não apresenta um bom desempenho, com acurácia média muito alta, enquanto a do GPS fica parecida com a das demais estações. Na estação MAS1 acontece o inverso, o sistema GPS não apresenta um bom desempenho, enquanto o GLONASS se assemelha as demais. Na integração, a acurácia das duas estações fica bem próxima das obtidas nas demais estações, mostrando que um sistema pode ajudar o outro quando este não apresenta bons resultados.

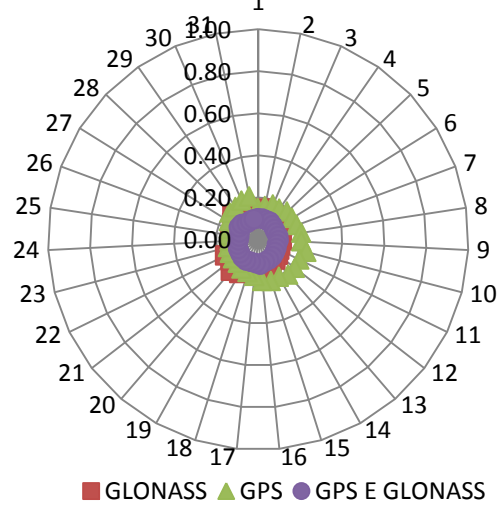
4.2. Componente Altimétrica

As figuras 30 e 31 mostram a variação temporal e os histogramas da acurácia altimétrica da estação SYOG, respectivamente.

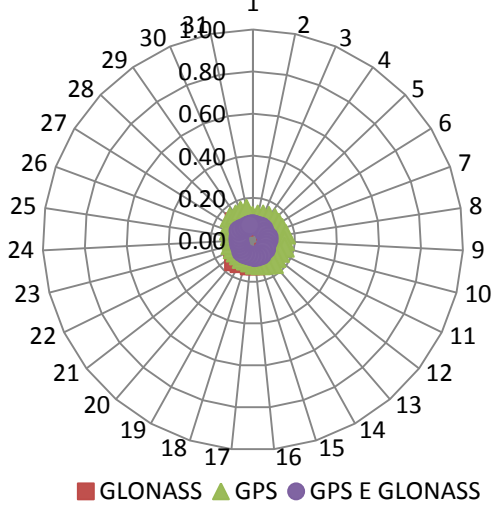
SYOG: Acurácia da Componente Altimétrica 30min



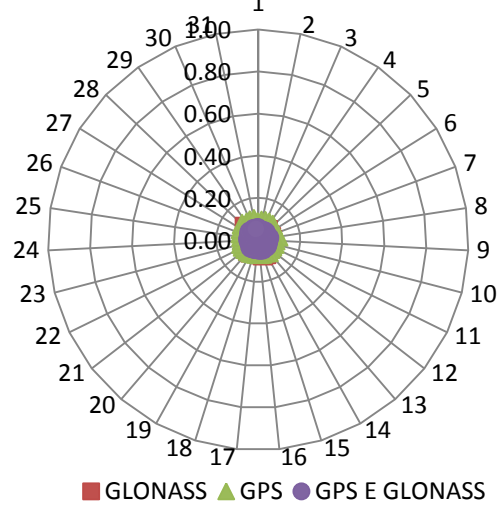
SYOG: Acurácia da Componente Altimétrica 45min



SYOG: Acurácia da Componente Altimétrica 60min



SYOG: Acurácia da Componente Altimétrica 90min



SYOG: Acurácia da Componente Altimétrica 120min

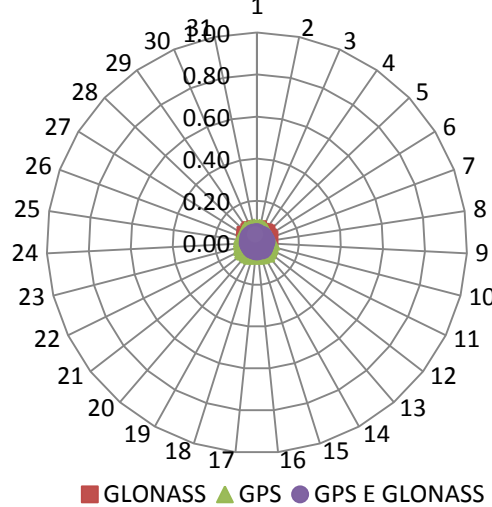


Figura 30 - Gráfico da variação temporal da acurácia altimétrica da estação SYOG (lat: -69°).

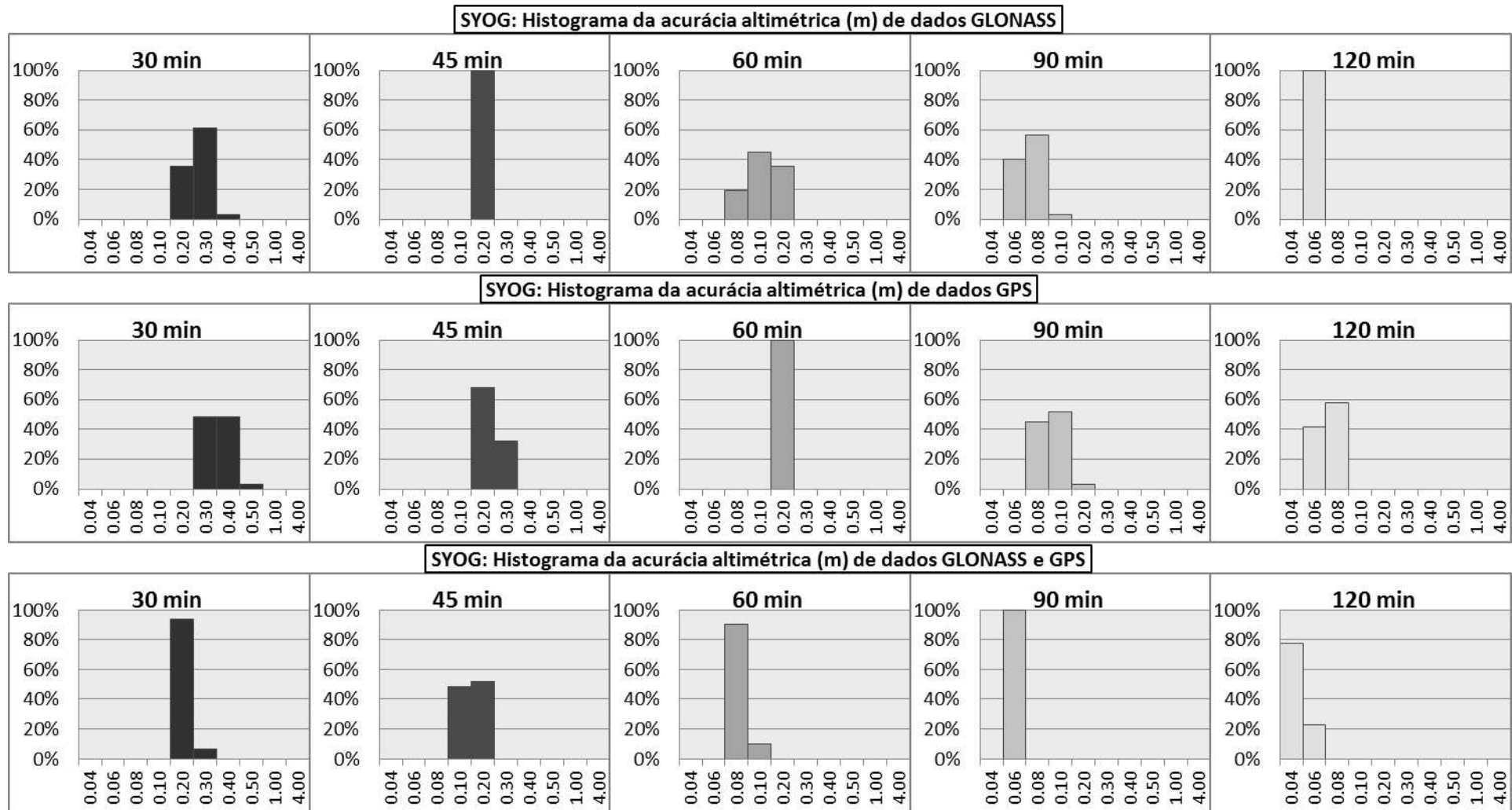


Figura 31 - Histograma da acurácia altimétrica da estação SYOG (lat: -69°).

Pode-se observar pelas figuras 30 e 31 que o comportamento é similar ao verificado na componente planimétrica, entretanto apresenta valores um pouco menores. Já com 30 minutos os dados GPS apresentam, em sua maioria, acurácia inferior à 40 cm e com 45 minutos os valores da acurácia dos sistemas processados individualmente e em conjunto já estão próximos de 20 cm.

A tabela 12 mostra a tabela de classificação, utilizando as acurácias altimétricas, para a estação SYOG.

Tabela 12 - Classificação dos sistemas segundo a acurácia altimétrica para a estação SYOG (-69°) em porcentagem.

	1º LUGAR			2º LUGAR			3º LUGAR		
	R	G	GR	R	G	GR	R	G	GR
30 min	0.0	0.0	100.0	74.2	25.8	0.0	25.8	74.2	0.0
45 min	0.0	0.0	100.0	87.1	12.9	0.0	12.9	87.1	0.0
60 min	0.0	0.0	100.0	83.9	16.1	0.0	16.1	83.9	0.0
90 min	0.0	0.0	100.0	83.3	16.7	0.0	16.7	83.3	0.0
120 min	0.0	0.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0

Pode-se notar pela tabela 12 que o GLONASS teve desempenho melhor que o GPS em todos os intervalos na maioria ds casos. Vale ressaltar que na planimetria o GPS não tinha alcançado o 2º lugar em nenhum momento.

As figuras 32 e 33 mostram a variação temporal e os histogramas da acurácia altimétrica da estação MAC1, respectivamente.

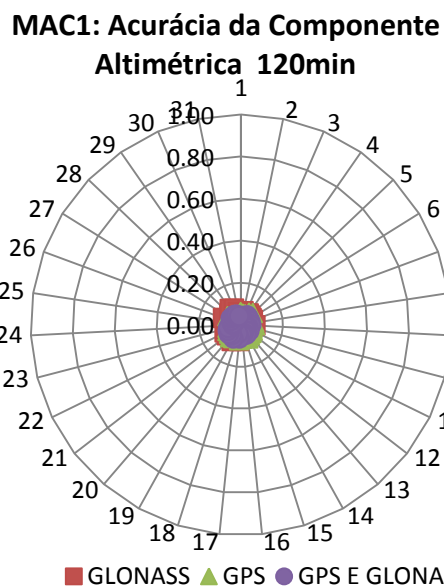
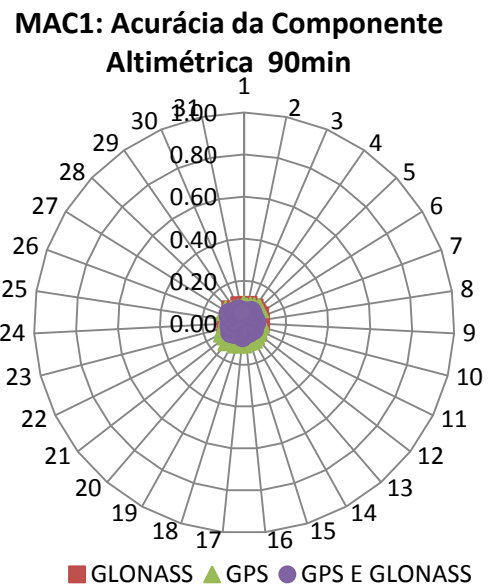
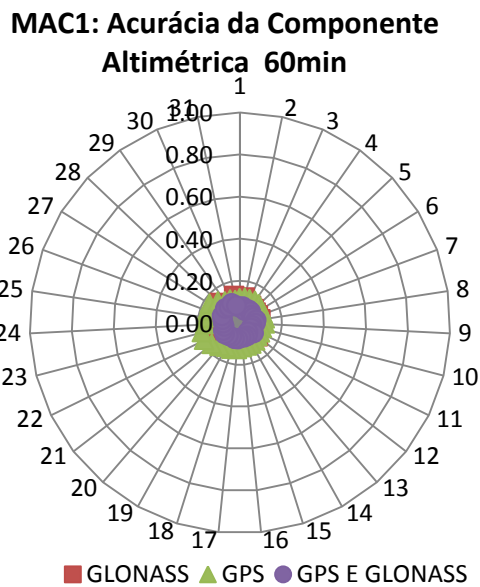
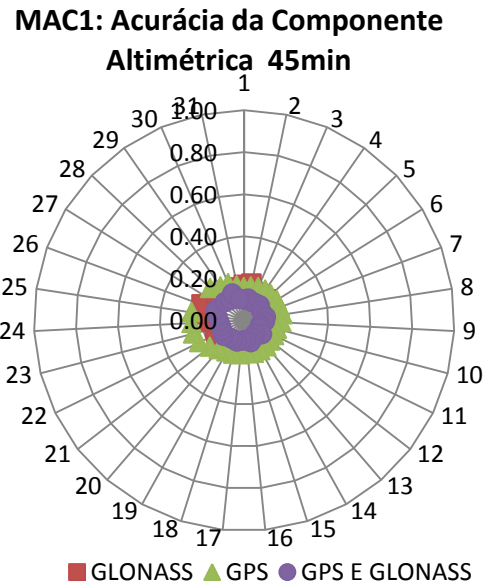
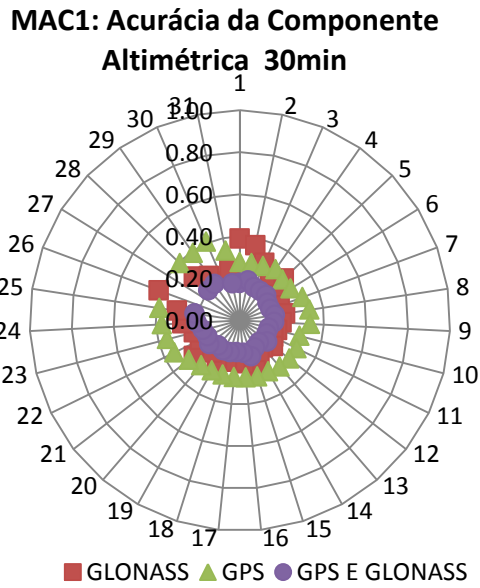
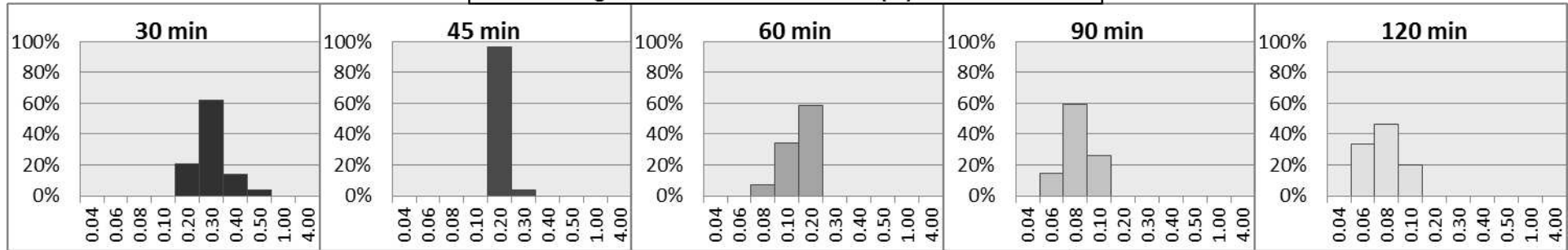
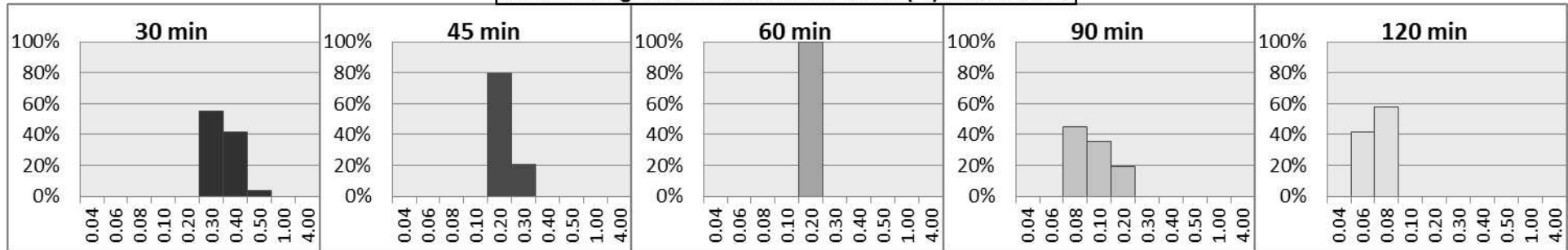


Figura 32 - Gráfico da variação temporal da acurácia altimétrica da estação MAC1 (lat: -55°).

MAC1: Histograma da acurácia altimétrica (m) de dados GLONASS



MAC1: Histograma da acurácia altimétrica (m) de dados GPS



MAC1: Histograma da acurácia altimétrica (m) de dados GLONASS e GPS

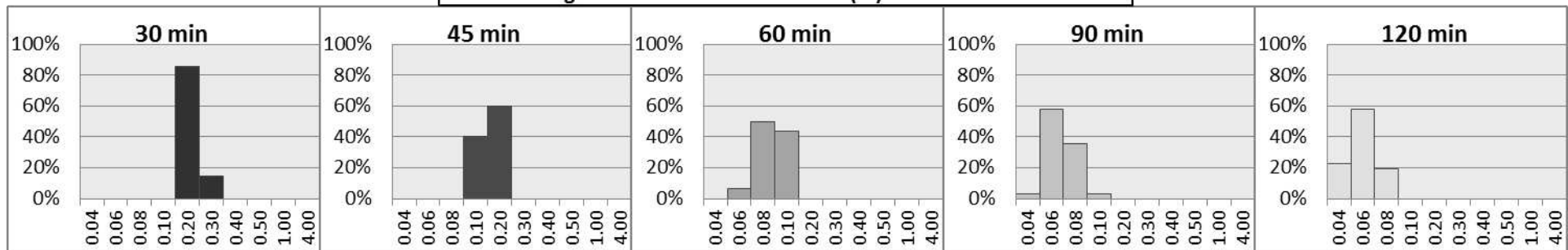


Figura 33 - Histograma da acurácia altimétrica da estação MAC1 (lat: -55°).

Na figura 32, verifica-se que, na estação MAC1, com 30 minutos quase todos os valores estão abaixo de 40 cm, e com 45 minutos estão em sua maioria próximos de 20 cm.

De acordo com os histogramas apresentados na figura 33, percebe-se uma melhora do sistema GLONASS de 45 para 60 minutos, que chega a alcançar acurácia centímetrica.

A tabela 13 mostra a tabela de classificação, utilizando as acurácias altimétricas, para a estação MAC1.

Tabela 13 - Classificação dos sistemas segundo a acurácia altimétrica para a estação MAC1 (-55°) em porcentagem.

	1º LUGAR			2º LUGAR			3º LUGAR		
	R	G	GR	R	G	GR	R	G	GR
30 min	0.0	0.0	100.0	85.7	14.3	0.0	14.3	85.7	0.0
45 min	0.0	0.0	100.0	92.9	7.1	0.0	7.1	92.9	0.0
60 min	0.0	0.0	100.0	89.7	10.3	0.0	10.3	89.7	0.0
90 min	0.0	0.0	100.0	81.5	18.5	0.0	18.5	81.5	0.0
120 min	0.0	13.3	86.7	53.3	33.3	13.3	46.7	53.3	0.0

A tabela 13 mostra que o GPS, mesmo não apresentando o melhor desempenho em todos os dias nos intervalos de rastreamento, consegue alcançar valor de acurácia menor que o uso combinado dos sistemas com 120 minutos de rastreamento em 13,3% do tempo. Interessante notar que esta estação encontra-se em latitude aproximada de -55°, valor próximo do ângulo de inclinação da órbita do sistema GPS.

As figuras 34 e 35 mostram a variação temporal e os histogramas da acurácia altimétrica da estação CHPI, respectivamente.

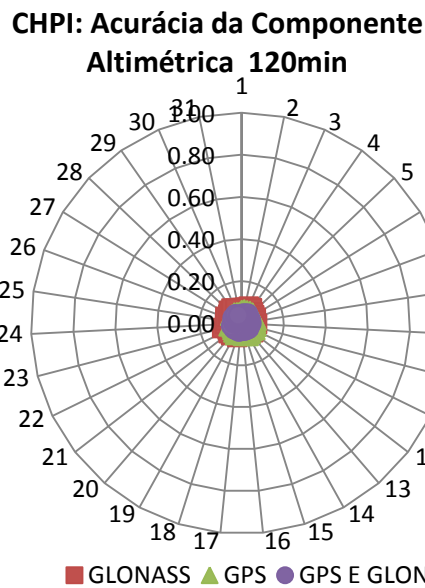
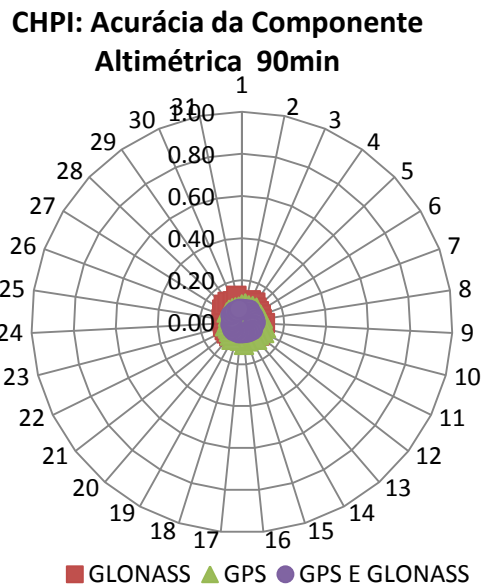
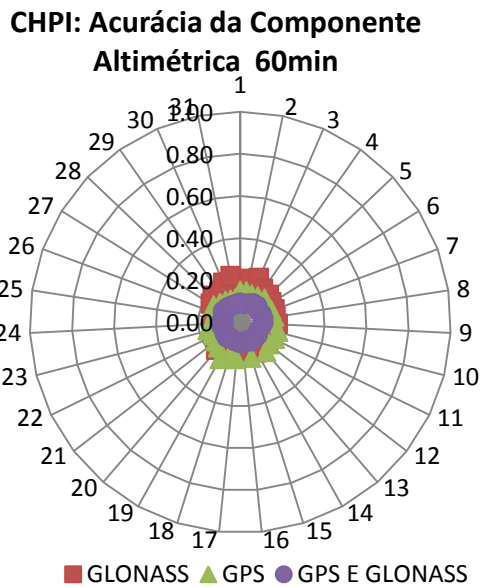
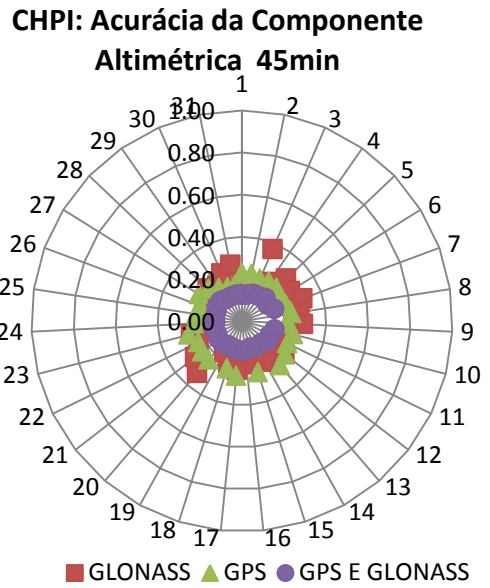
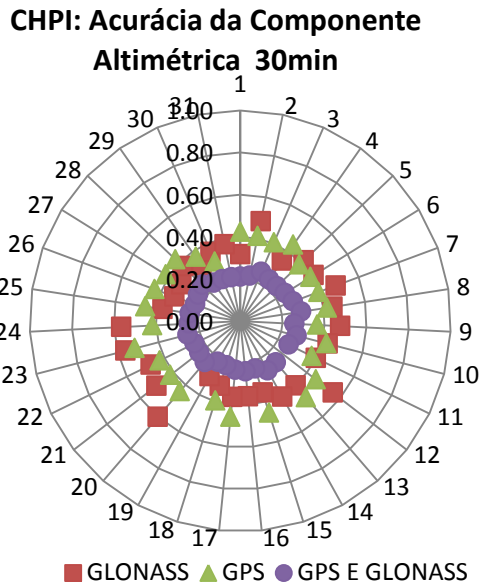


Figura 34 - Gráfico da variação temporal da acurácia altimétrica da estação CHPI (lat: -23°).

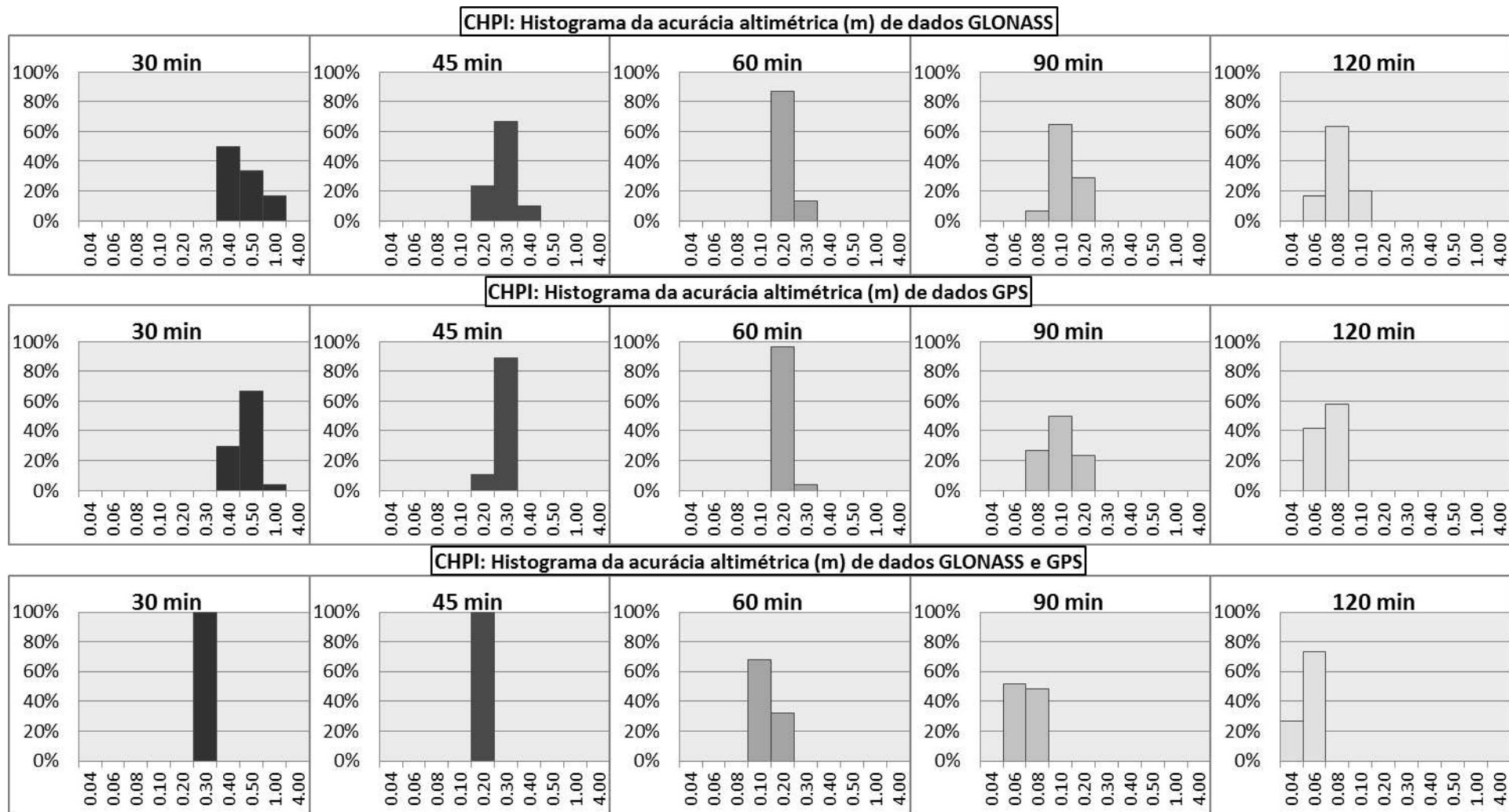


Figura 35 - Histograma da acurácia altimétrica da estação CHPI (lat: -23°).

Na estação CHPI, nota-se pela figura 34, que os sistemas GPS e GLONASS apresentam desempenho semelhante com 30 minutos de rastreo, porém o GPS possui valores menores. Os valores encontram-se abaixo de 60 cm. Com 45 minutos nenhum valor ultrapassa 40 cm e com 90 minutos todos estão abaixo de 20 cm.

Dos histogramas representados na figura 35, pode-se ver que o uso combinado dos sistemas apresenta, com 45 minutos, desempenho similar ao dos sistemas processados individualmente com 60 minutos, com valores entre 10 e 20 cm. Com 120 minutos o uso combinado possui valores abaixo de 4 cm, enquanto os sistemas GPS e GLONASS não tem nenhum valor nessa classe em nenhum intervalo de rastreo.

A tabela 14 mostra a tabela de classificação, utilizando as acurácias altimétricas, para a estação CHPI.

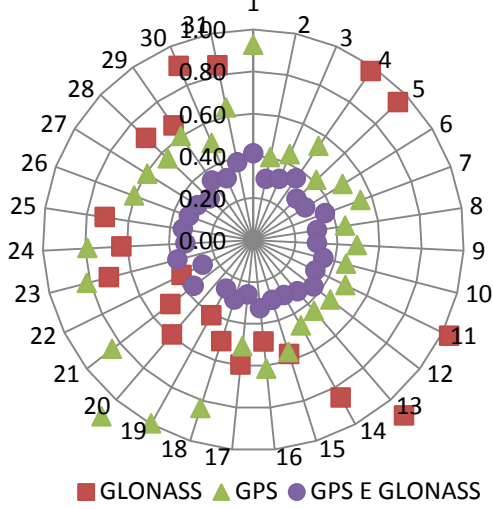
Tabela 14 - Classificação dos sistemas segundo a acurácia altimétrica para a estação CHPI (-23°) em porcentagem.

	1º LUGAR			2º LUGAR			3º LUGAR		
	R	G	GR	R	G	GR	R	G	GR
30 min	0.0	0.0	100.0	44.0	56.0	0.0	56.0	44.0	0.0
45 min	0.0	0.0	100.0	60.0	40.0	0.0	40.0	60.0	0.0
60 min	0.0	0.0	100.0	48.3	51.7	0.0	51.7	48.3	0.0
90 min	0.0	0.0	100.0	30.0	70.0	0.0	70.0	30.0	0.0
120 min	0.0	0.0	100.0	30.0	70.0	0.0	70.0	30.0	0.0

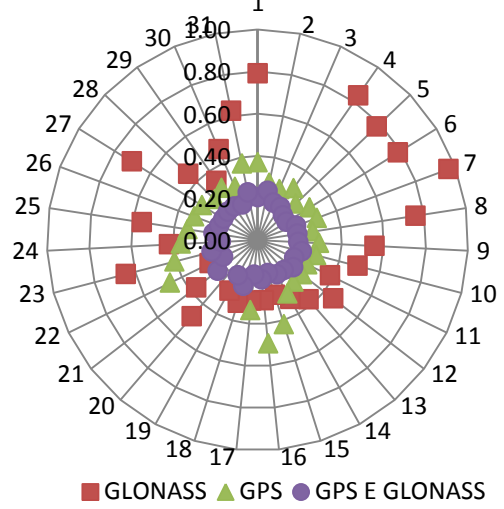
A tabela 14 mostra que, pela primeira vez na componente altimétrica, o GPS tem performance melhor que o GLONASS em no mínimo 51% do tempo nos intervalos de 30, 60, 90 e 120 minutos. Apenas com 45 minutos de rastreo o GLONASS tem desempenho melhor que o GPS, em 60% do tempo.

As figuras 36 e 37 mostram a variação temporal e os histogramas da acurácia altimétrica da estação PIMO, respectivamente.

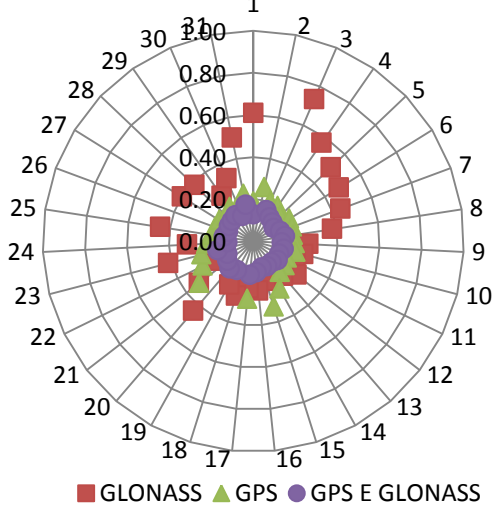
PIMO: Acurácia da Componente Altimétrica 30min



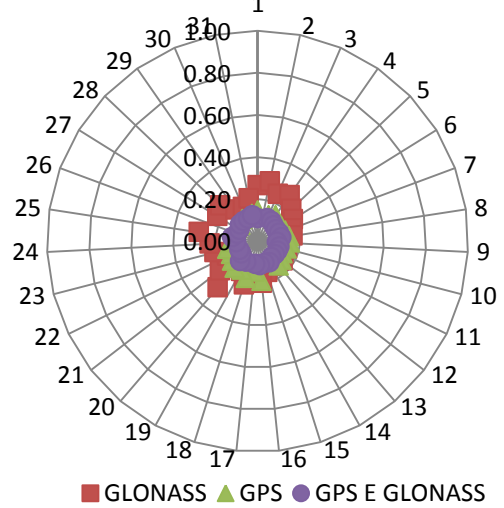
PIMO: Acurácia da Componente Altimétrica 45min



PIMO: Acurácia da Componente Altimétrica 60min



PIMO: Acurácia da Componente Altimétrica 90min



PIMO: Acurácia da Componente Altimétrica 120min

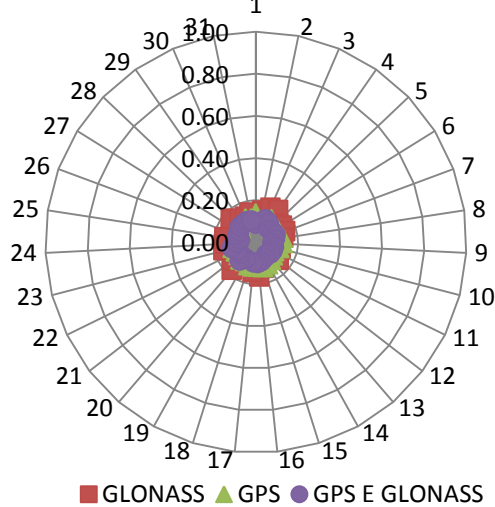
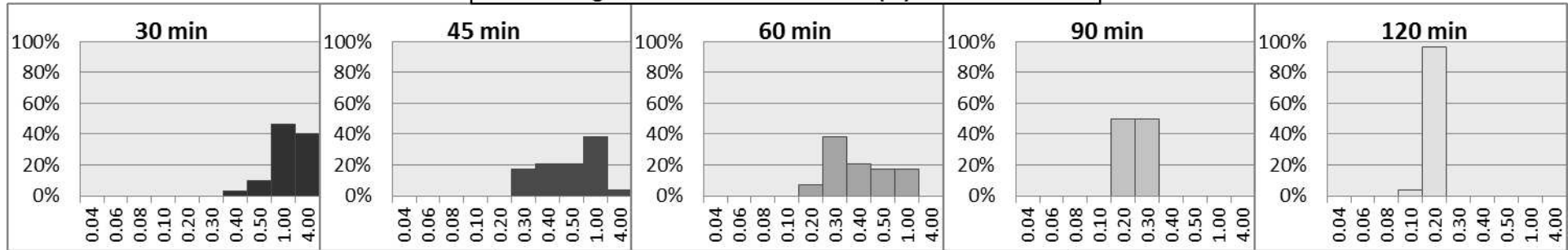
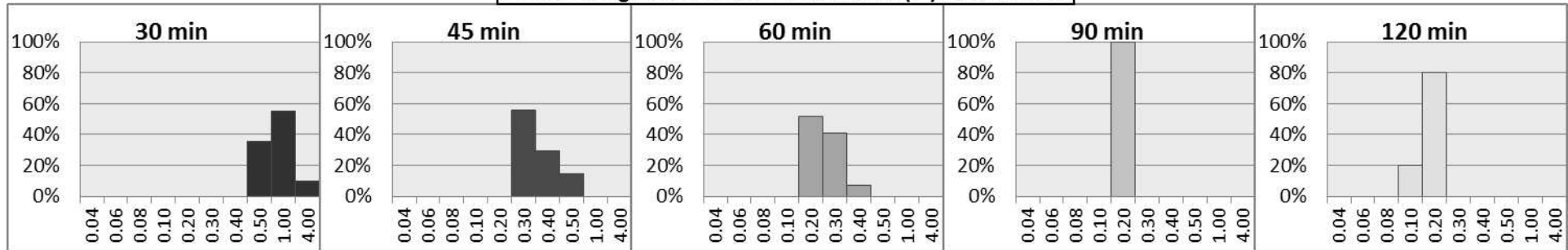


Figura 36 - Gráfico da variação temporal da acurácia altimétrica da estação PIMO (lat: 15°).

PIMO: Histograma da acurácia altimétrica (m) de dados GLONASS



PIMO: Histograma da acurácia altimétrica (m) de dados GPS



PIMO: Histograma da acurácia altimétrica (m) de dados GLONASS e GPS

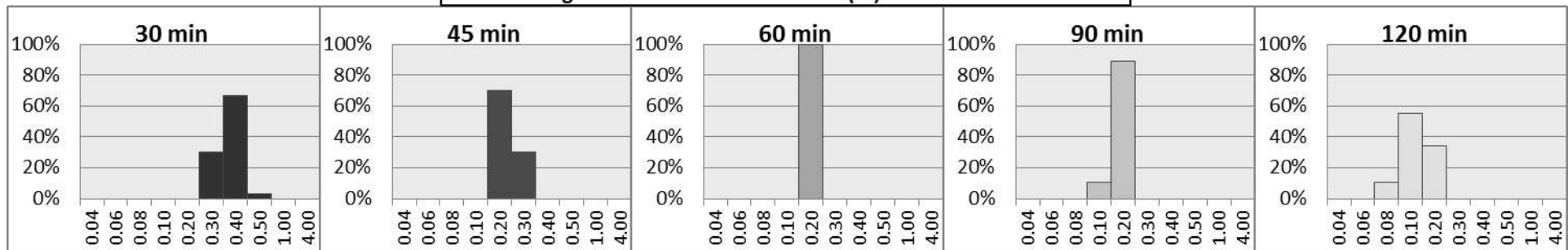


Figura 37 - Histograma da acurácia altimétrica da estação PIMO (lat: 15°).

Pode-se ver, pela figura 36, que os sistemas GLONASS e GPS apresentaram valores bem altos de acurácia com 30 minutos de rastreo. Devido à escala do gráfico, nem todos os valores estão representados, contudo os valores maiores que 1 m do sistema GLONASS são mostrados na tabela 15. O GPS apresentou apenas em 3 dias valores maiores que 1 m, sendo para os dias 20, 22 e 25, com valores iguais a 1,1059 m , 1,1153 m e 1,0476 m, respectivamente.

Tabela 15 - Valores de acurácia altimétrica(m) acima de 1 m da estação PIMO utilizando GLONASS.

DATA	ACURÁCIA	DATA	ACURÁCIA	DATA	ACURÁCIA
1/ago	1.0687	8/ago	1.5120	13/ago	1.0989
2/ago	2.2494	9/ago	1.3619	20/ago	0.5926
3/ago	2.0107	10/ago	1.3341	22/ago	0.3792
6/ago	1.3519	11/ago	1.0365	25/ago	0.7130
7/ago	1.6483	12/ago	1.3111	27/ago	1.1785

Ainda pela figura 36, verifica-se que os valores de acurácia do processamento GPS já fica abaixo de 40 cm com 45 minutos, exceto nos dias 15, 16, 22 e 23, o que não ocorre com grande parte dos valores do GLONASS, que apresentam melhora, mas ainda com valores altos. Com 60 minutos, a acurácia GPS já está próxima de 20 cm, enquanto o GLONASS apresenta alguns valores ainda altos. Só com 90 minutos de rastreo o processamento com GLONASS apresenta todos os valores abaixo de 40 cm de acurácia em todos os dias e com 120 minutos fica próximo de 20 cm.

Pode-se ver pelos histogramas da figura 37 que o uso combinado apresenta 100% dos valores entre 10 e 20 cm com 60 minutos de rastreo, enquanto o GPS só apresenta esse comportamento com 90 minutos e o GLONASS com 120 minutos.

A tabela 16 mostra a tabela de classificação, utilizando as acurácias altimétricas, para a estação PIMO.

Tabela 16 - Classificação dos sistemas segundo a acurácia altimétrica para a estação PIMO (15°) em porcentagem.

	1º LUGAR			2º LUGAR			3º LUGAR		
	R	G	GR	R	G	GR	R	G	GR
30 min	0.0	0.0	100.0	26.7	73.3	0.0	70.0	30.0	0.0
45 min	0.0	0.0	100.0	16.0	84.0	0.0	84.0	16.0	0.0
60 min	0.0	0.0	100.0	16.0	84.0	0.0	84.0	16.0	0.0
90 min	0.0	8.0	92.0	8.0	84.0	8.0	92.0	8.0	0.0
120 min	0.0	14.3	85.7	14.3	71.4	14.3	85.7	14.3	0.0

Pela tabela 16 nota-se que mais uma vez o GPS apresentou valores de acurácia menores que o do uso combinado, em 8/ dos dias no intervalo de 90 minutos e em 14,3/ dos dias com 120 minutos. Em todos os intervalos o GPS apresentou desempenho melhor que o GLONASS , por no mínimo 73,3/ dos dias.

As figuras 38 e 39 mostram a variação temporal e os histogramas da acurácia altimétrica da estação MAS1, respectivamente.

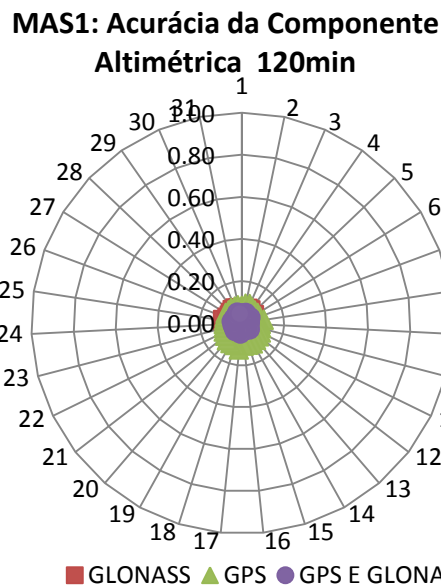
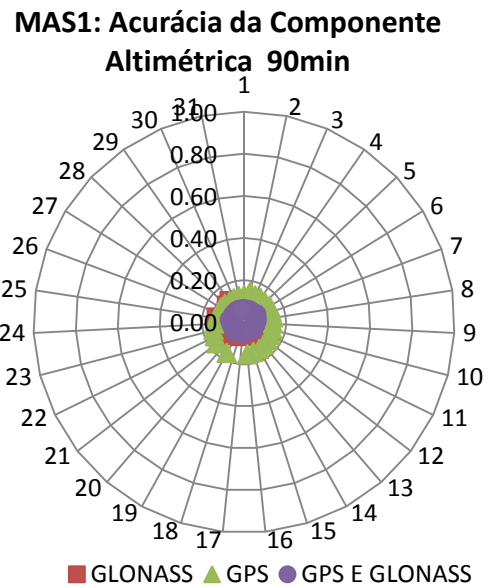
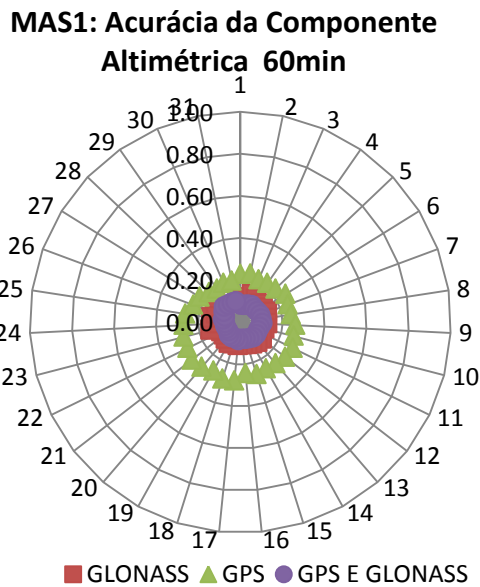
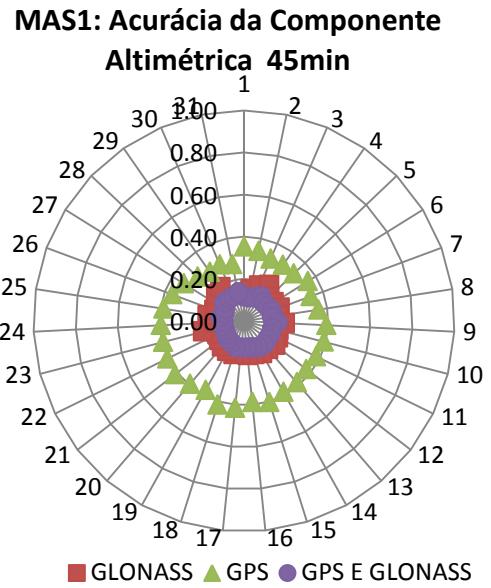
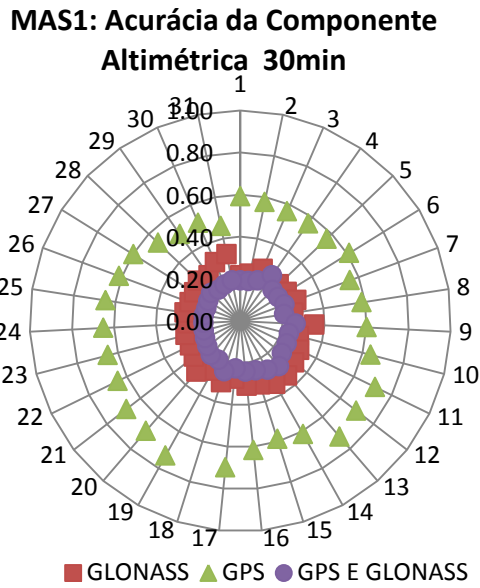
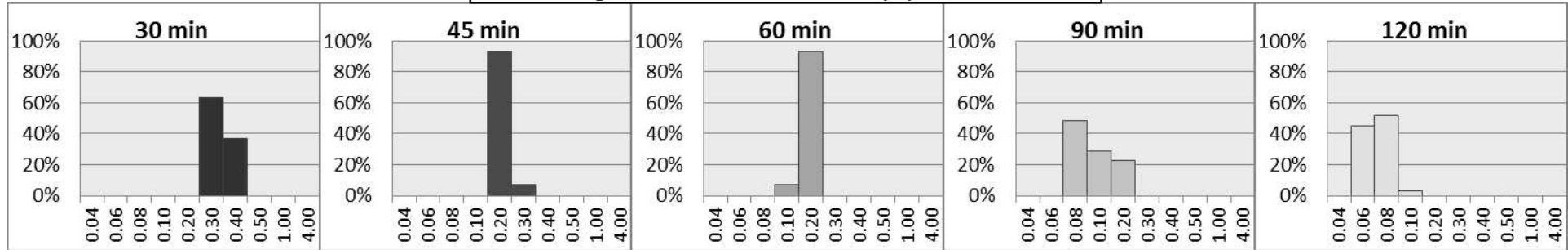
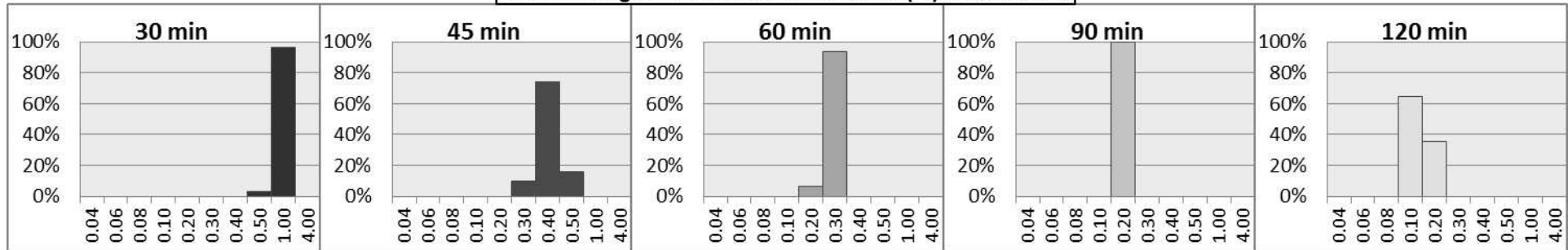


Figura 38 - Gráfico da variação temporal da acurácia altimétrica da estação MAS1 (lat: 28°).

MAS1: Histograma da acurácia altimétrica (m) de dados GLONASS



MAS1: Histograma da acurácia altimétrica (m) de dados GPS



MAS1: Histograma da acurácia altimétrica (m) de dados GLONASS e GPS

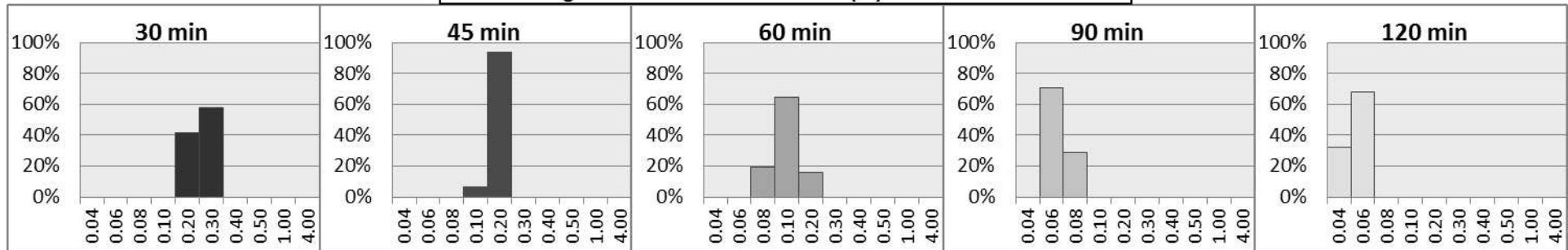


Figura 39 - Histograma da acurácia altimétrica da estação MAS1 (lat: 28°).

Na estação MAS1, verifica-se pela figura 38, que o processamento com dados GLONASS apresenta acurácia inferior à 40 cm com 30 minutos de rastreio, enquanto o com GPS está, na maior parte dos casos, entre 60 e 80 cm. Nota-se que a diferença entre os dois processamentos fica bem evidente nesta estação. Com 45 minutos, a acurácia GLONASS já está próxima de 20 cm e a GPS próxima de 40 cm. Interessante notar também que nesta estação nenhum valor de acurácia ficou superior à 80 cm para a acurácia altimétrica, o que não aconteceu para a componente planimétrica, apresentando valores acima de 1m.

Observa-se na figura 39 que com 45 minutos o processamento utilizando apenas GLONASS apresenta desempenho semelhante ao uso combinado dos sistemas, visto que ambos tem mais de 90% dos valores entre 10 e 20 cm. De 45 para 60 minutos não se observa melhora significativa para o processamento GLONASS. Com 120 minutos o uso combinado dos sistemas já apresenta valores inferior à 4 cm.

A tabela 17 mostra a tabela de classificação, utilizando as acurácias altimétricas, para a estação MAS1.

Tabela 17 - Classificação dos sistemas segundo a acurácia altimétrica para a estação MAS1 (28°) em percentagem.

	1º LUGAR			2º LUGAR			3º LUGAR		
	R	G	GR	R	G	GR	R	G	GR
30 min	0.0	0.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0
45 min	0.0	0.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0
60 min	0.0	0.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0
90 min	0.0	0.0	100.0	96.4	3.6	0.0	3.6	96.4	0.0
120 min	0.0	0.0	100.0	96.8	3.2	0.0	3.2	96.8	0.0

Da tabela 17 verifica-se que o GLONASS tem os valores de acurácia inferior ao do GPS em todos os intervalos de rastreio por no mínimo 96,4% dos dias.

As figuras 40 e 41 mostram a variação temporal e os histogramas da acurácia altimétrica da estação ONSA, respectivamente.

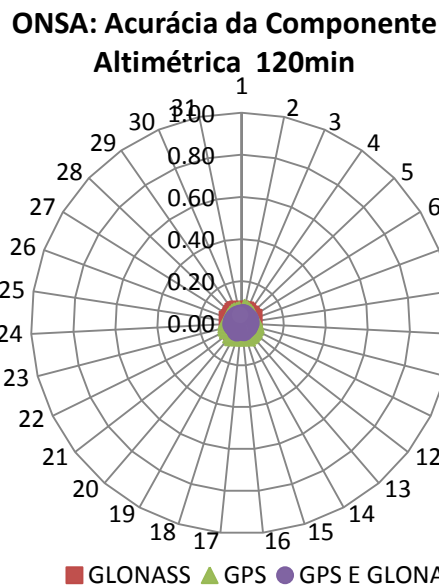
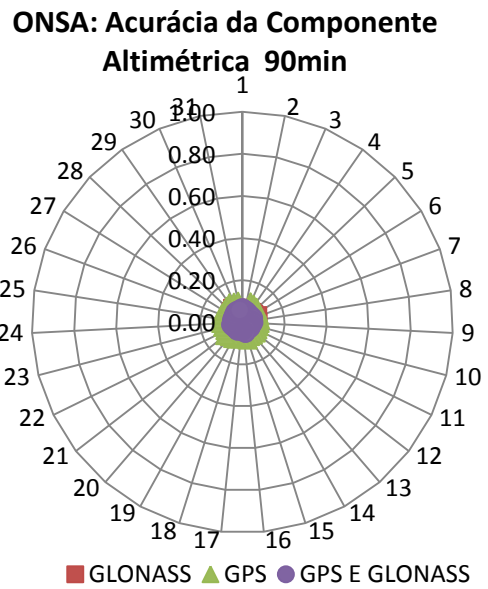
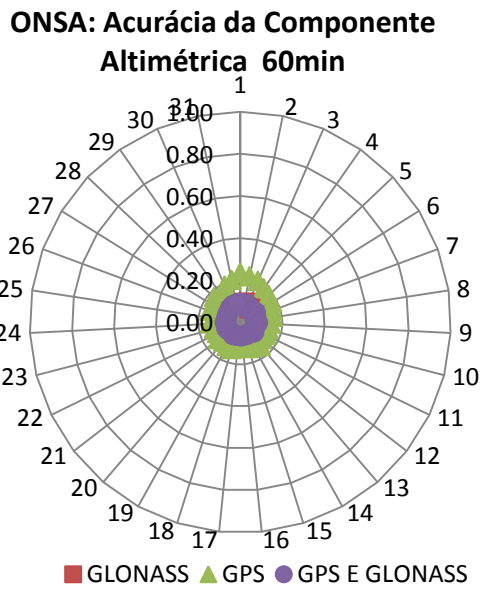
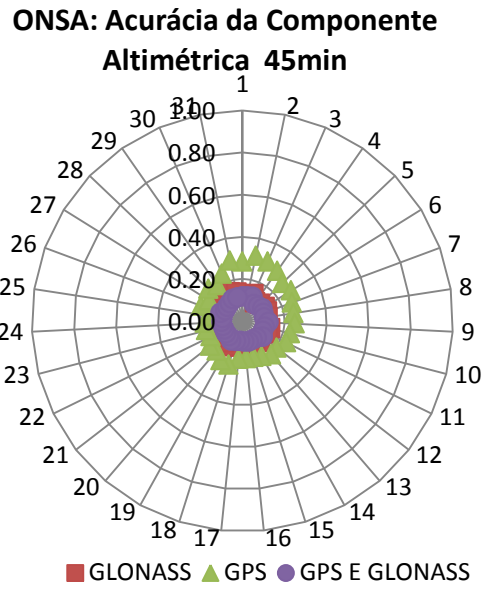
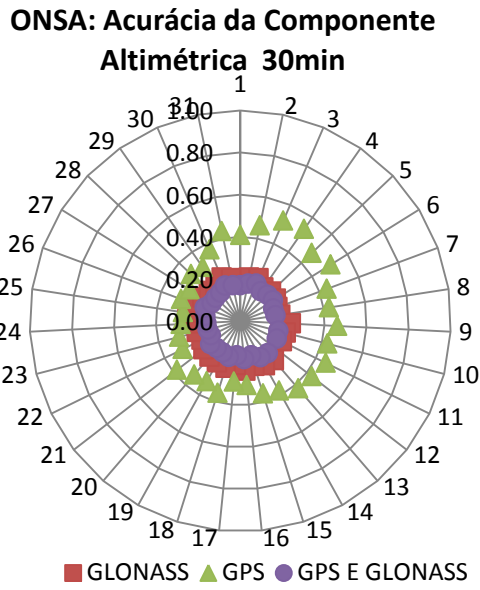


Figura 40 - Gráfico da variação temporal da acurácia altimétrica da estação ONSA (lat: 57°).

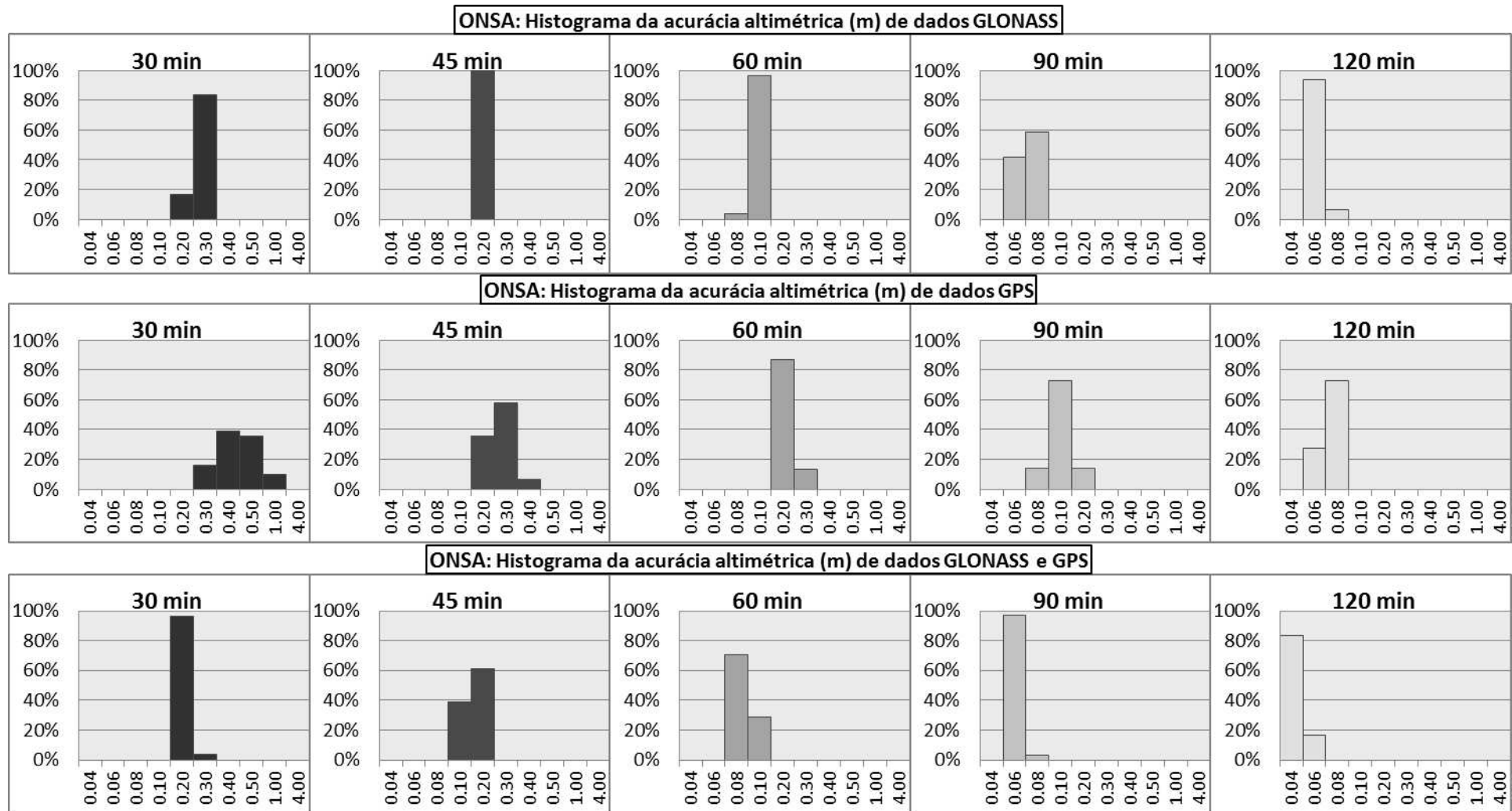


Figura 41 - Histograma da acurácia altimétrica da estação ONSA (lat: 57°).

Na estação ONSA, pela figura 40, nota-se que o processamento com dados GLONASS já apresenta acurácia próxima de 20 cm com 30 minutos de rastreo, enquanto com dados GPS apresenta valores mais altos.

Dos histogramas apresentados na figura 41 pode-se notar que com 45 minutos 100% dos valores GLONASS estão entre 10 e 20 cm, enquanto o uso combinado mostra esse comportamento já com 30 minutos. Para o GPS, apenas com 60 minutos de rastreo é que a maioria dos valores estão entre 10 e 20 cm. Com 120 minutos o uso combinado tem mais de 80% abaixo de 4 cm.

A tabela 18 mostra a tabela de classificação, utilizando as acurácias altimétricas, para a estação ONSA.

Tabela 18 - Classificação dos sistemas segundo a acurácia altimétrica para a estação ONSA (57°) em porcentagem.

	1º LUGAR			2º LUGAR			3º LUGAR		
	R	G	GR	R	G	GR	R	G	GR
30 min	0.0	0.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0
45 min	0.0	0.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0
60 min	3.7	0.0	96.3	96.3	0.0	3.7	0.0	100.0	0.0
90 min	0.0	0.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0
120 min	0.0	0.0	100.0	93.1	6.9	0.0	6.9	93.1	0.0

Da tabela 18 verifica-se que o GLONASS tem valores de acurácia menores que o do GPS em todos os intervalos em no mínimo 93,1% dos dias. Nota-se também que o GLONASS apresentou valor menor que o do uso combinado em no mínimo 3,7% do tempo no intervalo de 60 minutos.

As figuras 42 à 49 ilustram a relação entre discrepância, desvio padrão e acurácia das componentes altimétricas das 16 estações selecionadas e sua variação com o intervalo de rastreo. Para esse cálculo foram utilizadas as médias mensais de cada grandeza.

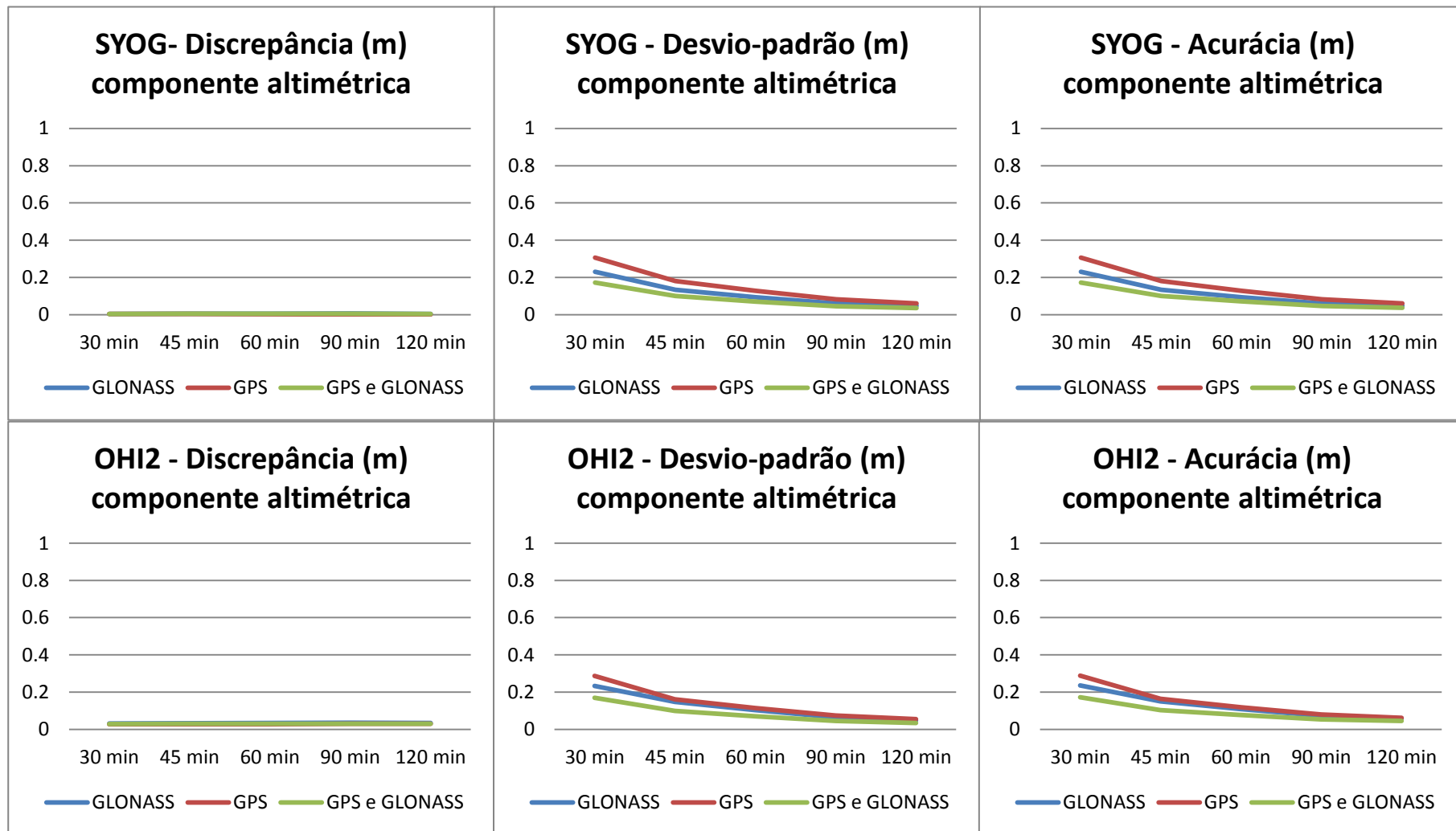


Figura 42 - Discrepância, Desvio Padrão e Acurácia da componente altimétrica das estações SYOG e OHI2.

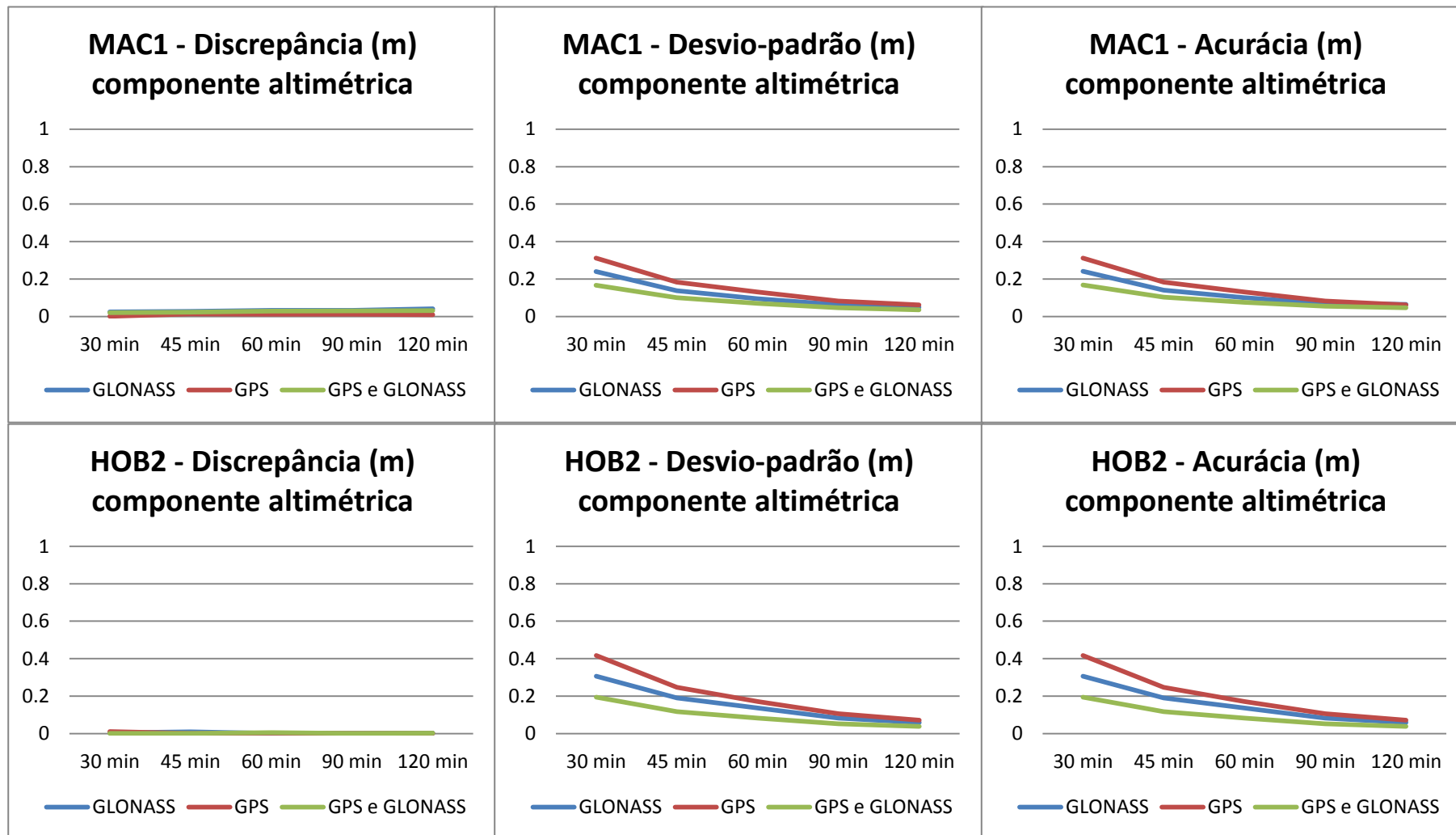


Figura 43 - Discrepância, Desvio Padrão e Acurácia da componente altimétrica das estações MAC1 e HOB2.

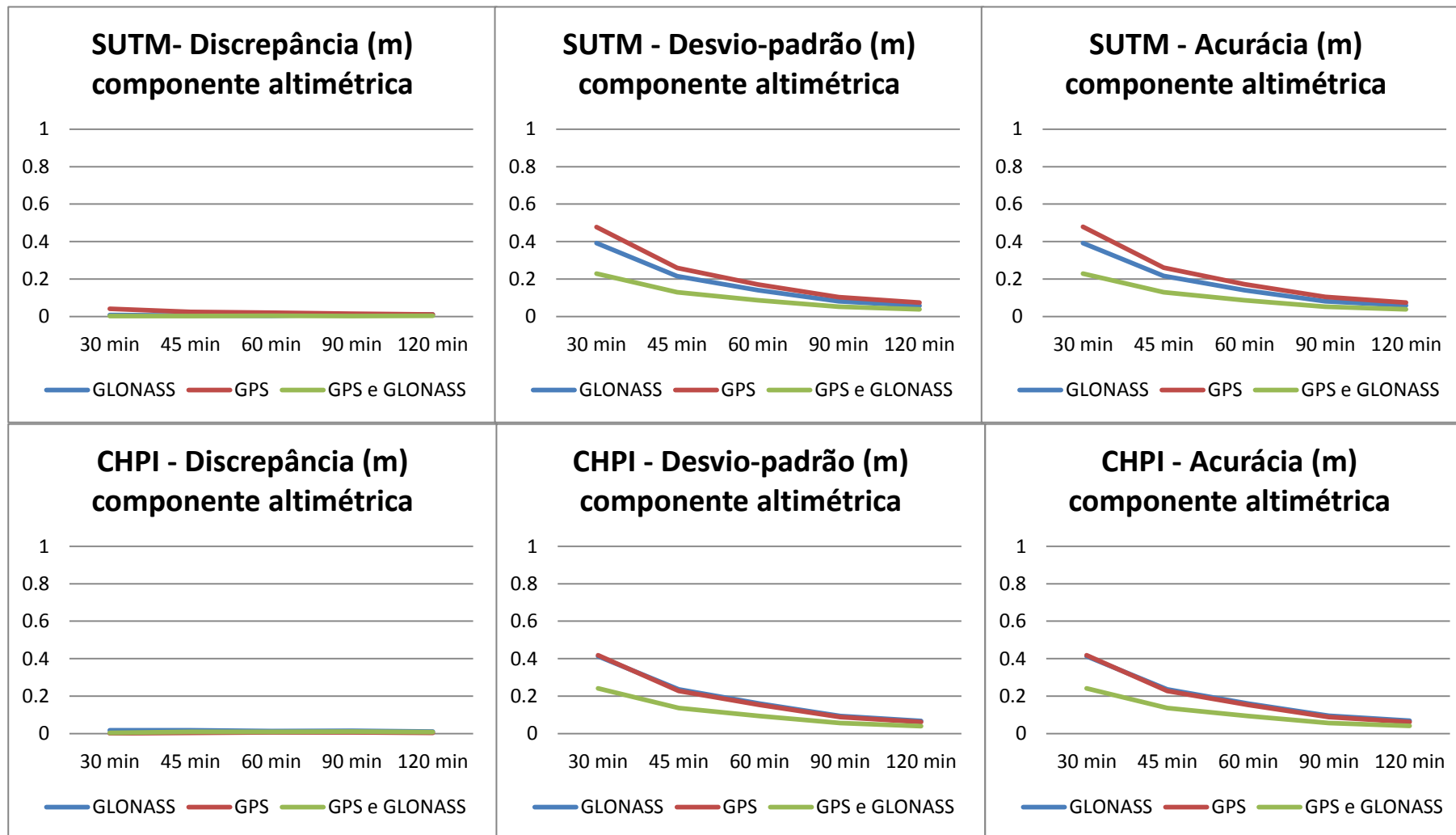


Figura 44 - Discrepância, Desvio Padrão e Acurácia da componente altimétrica das estações SUTM e CHPI.

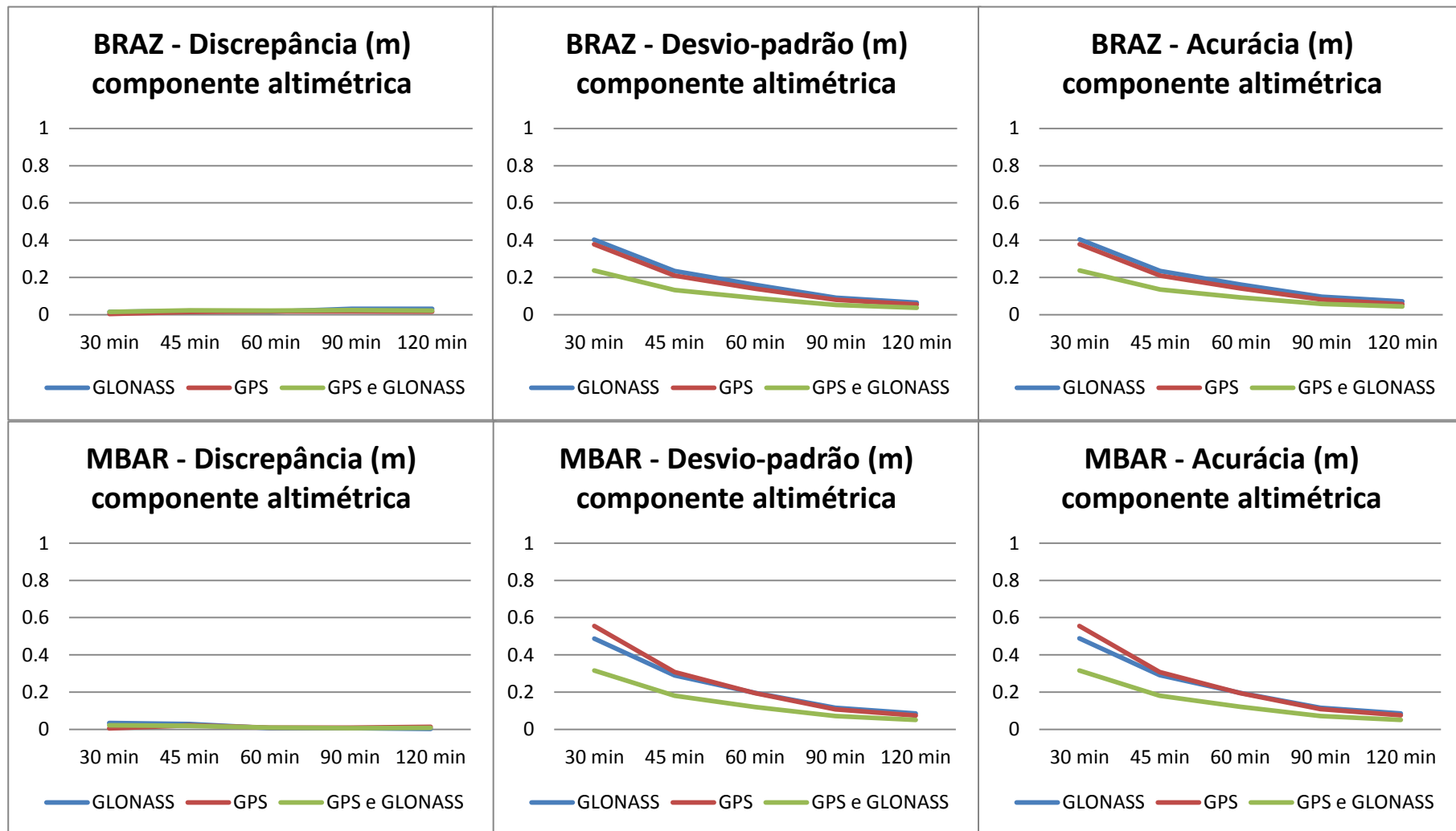


Figura 45 - Discrepância, Desvio Padrão e Acurácia da componente altimétrica das estações BRAZ e MBAR.

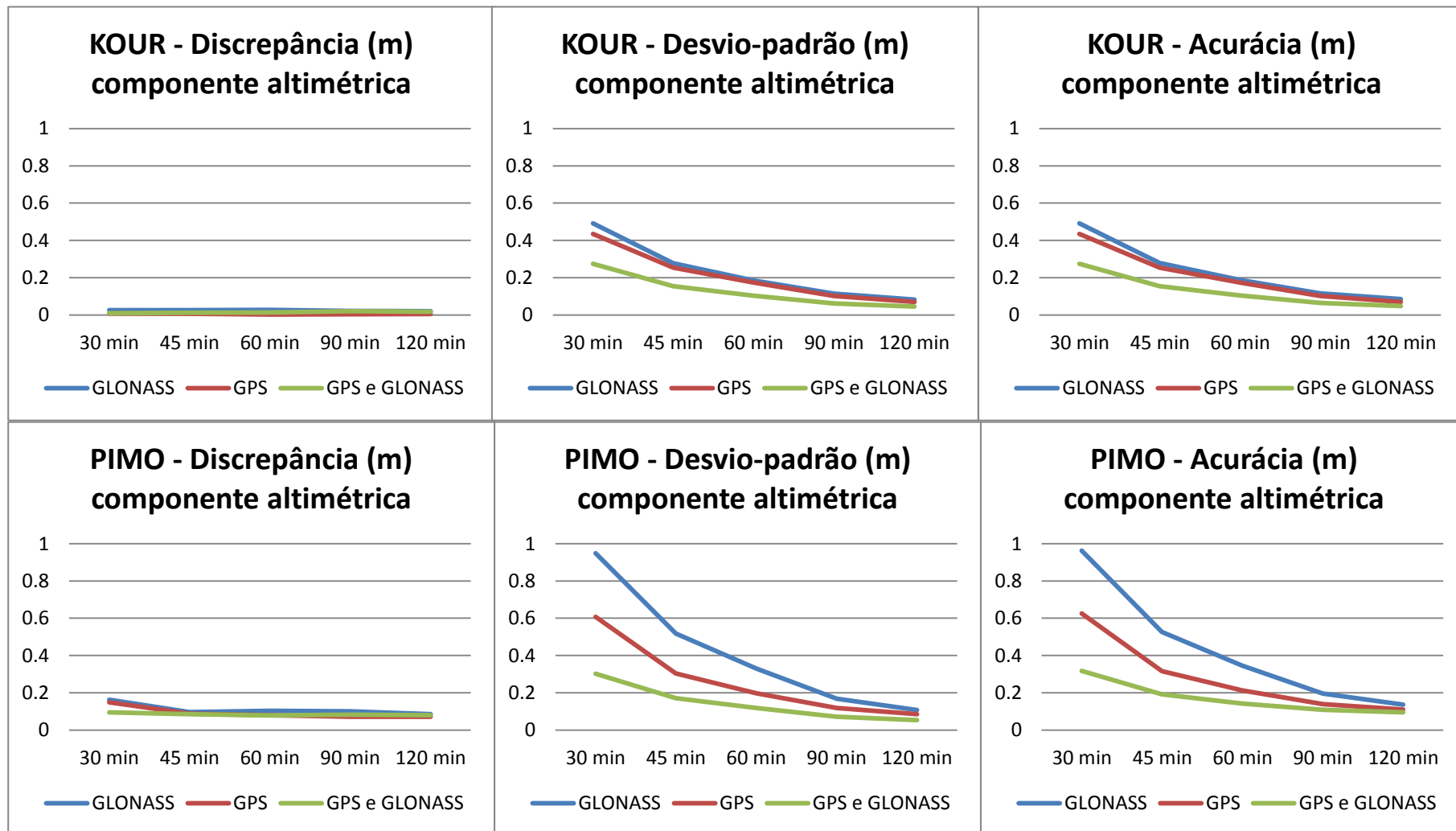


Figura 46 - Discrepância, Desvio Padrão e Acurácia da componente altimétrica das estações KOUR e PIMO.

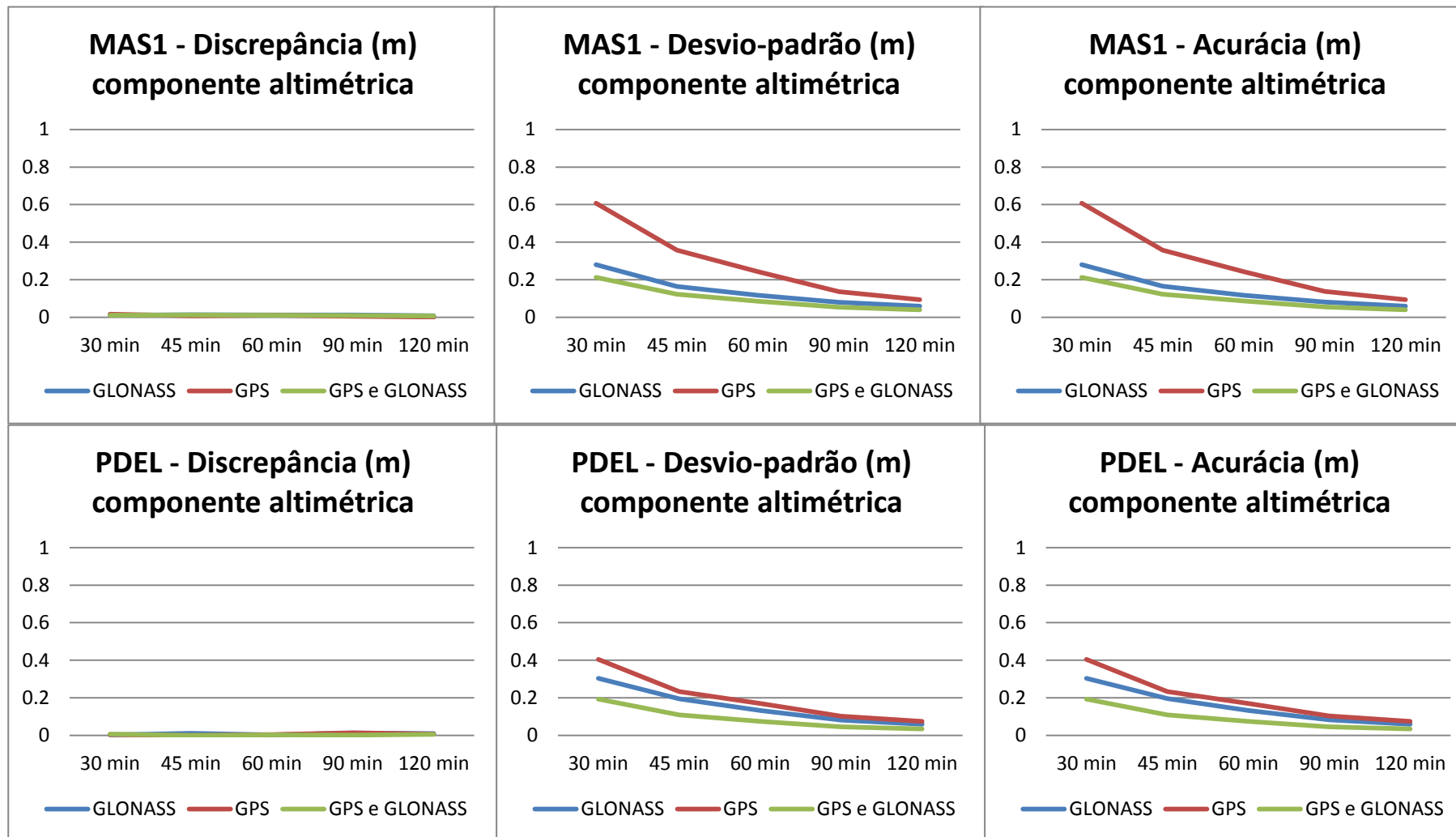


Figura 47 - Discrepância, Desvio Padrão e Acurácia da componente altimétrica das estações MAS1 e PDEL.

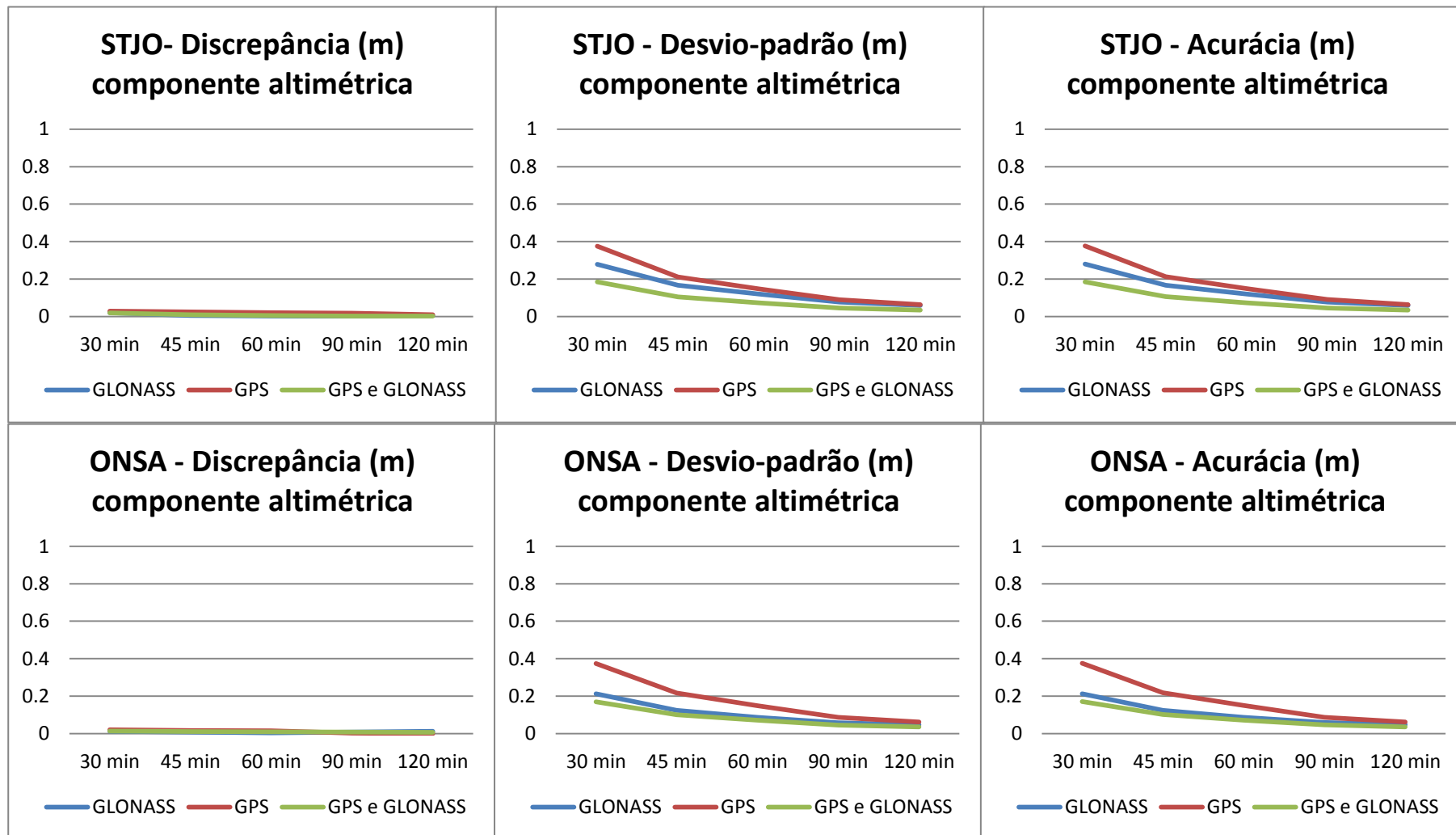


Figura 48 - Discrepância, Desvio Padrão e Acurácia da componente altimétrica das estações STJO e ONSA.

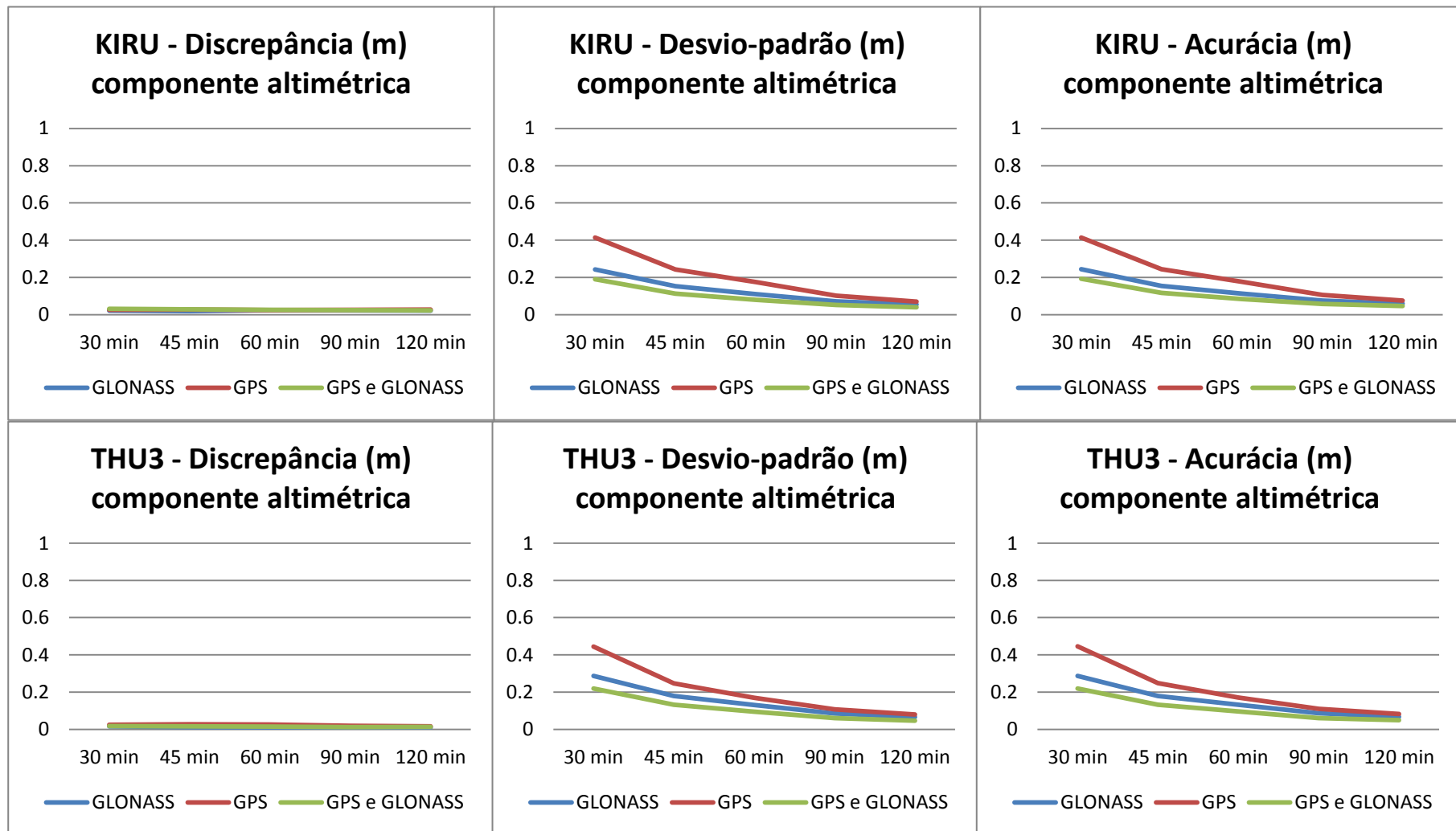


Figura 49 - Discrepância, Desvio Padrão e Acurácia da componente altimétrica das estações KIRU e THU3.

As figuras 42 à 49 mostram a relação entre discrepância, desvio padrão e acurácia das componentes altimétricas das 16 estações selecionadas e sua variação com o intervalo de rastreo. Para esse cálculo foram utilizadas as médias mensais de cada grandeza. Pode-se notar que o fator que mais influenciou no valor da acurácia, em todos os casos, foi o desvio-padrão, da mesma forma que ocorreu na componente planimétrica.

Utilizando também as médias mensais da acurácia foram construídos os gráficos das figuras 50 e 51, que mostram a variação da acurácia com a latitude.

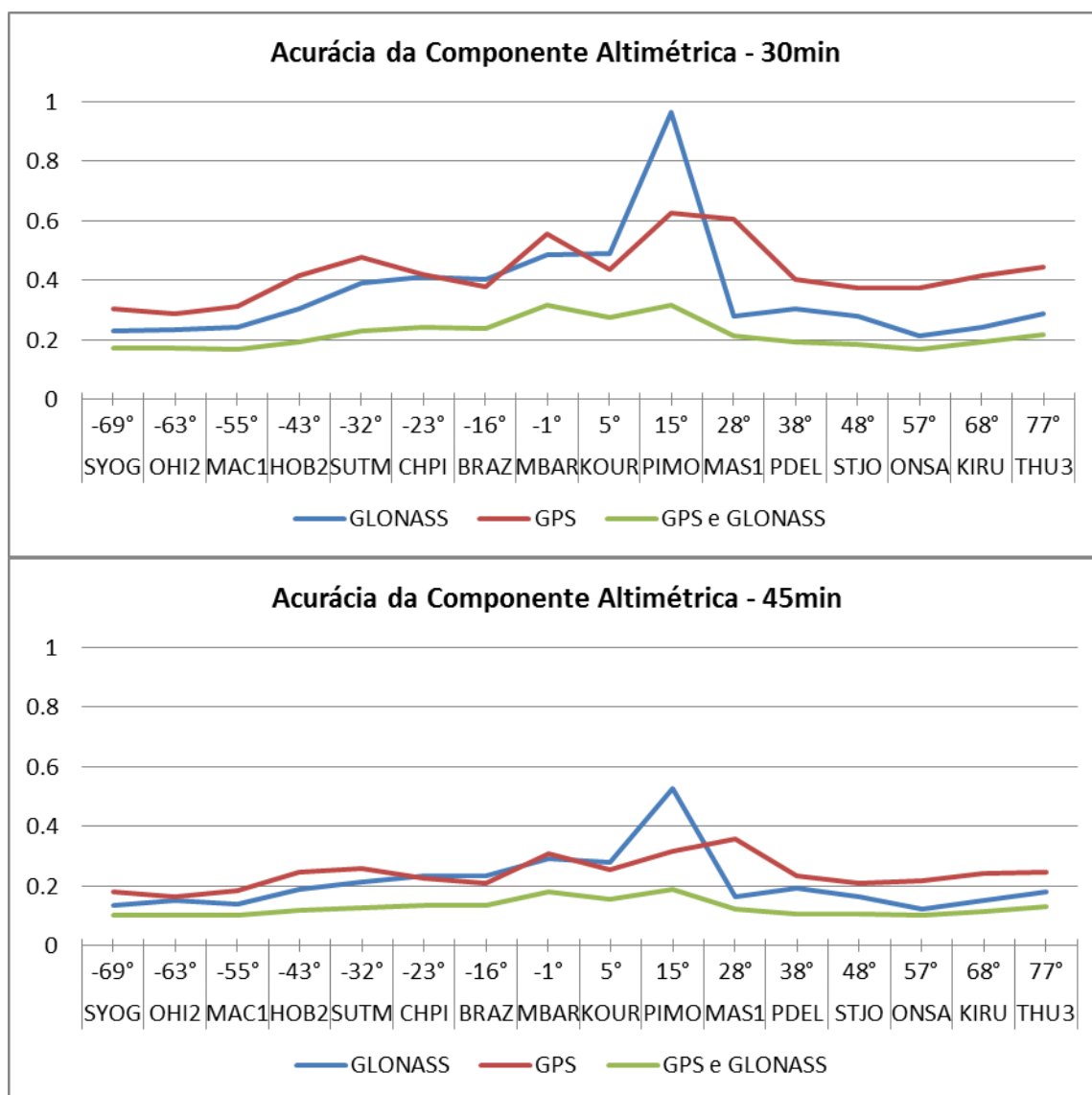


Figura 50 - Acurácia altimétrica versus latitude nos intervalos de 30 e 45 minutos.

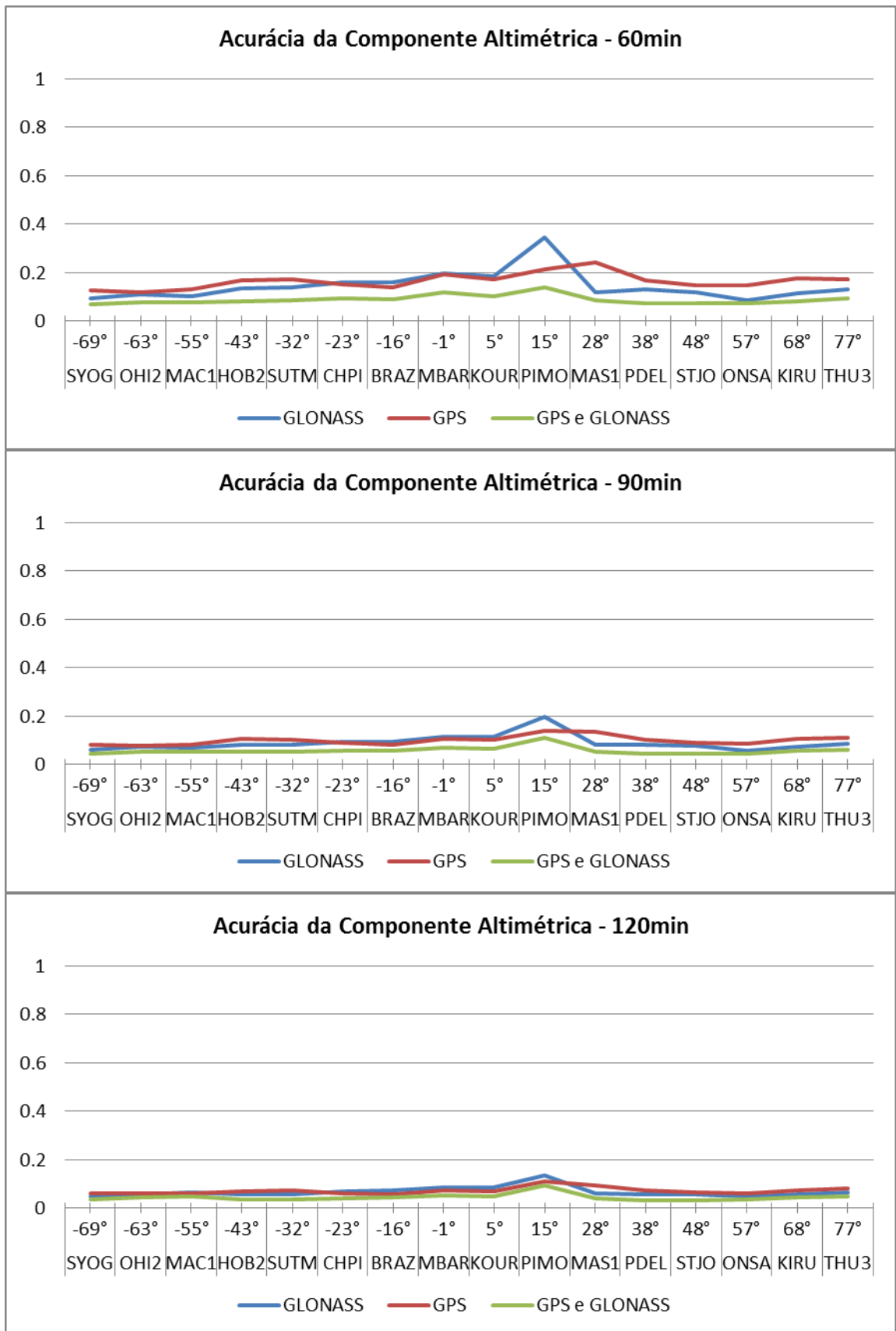


Figura 51 - Acurácia altimétrica versus latitude nos intervalos de 60, 90 e 120 minutos.

Analisando a variação da acurácia com a latitude, pode-se ver que o GLONASS apresenta melhor desempenho que o GPS nas estações com latitude aproximada acima de 28 graus e abaixo de -32 graus.

Em todos os casos pode-se notar que a integração dos sistemas melhora a acurácia do posicionamento. Nota-se que nos casos em que o GLONASS obteve valor de acurácia menor que o GPS, sua acurácia fica bem próxima da que resulta da integração dos sistemas (exceto nas estações SUTM e MAS1), enquanto que quando o GPS tem desempenho melhor sua acurácia fica bem próxima à do GLONASS (exceto na estação PIMO).

Na estação PIMO pode-se observar que o sistema GPS apresenta desempenho melhor que o sistema GLONASS, situação inversa a da estação MAS1, em que o GLONASS apresenta desempenho superior ao do GPS. Nas demais estações essa diferença não é tão significativa.

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Diante dos resultados obtidos, ficou evidente que a integração dos sistemas GPS e GLONASS melhora a acurácia do posicionamento utilizando o método do PPP. Pode-se chegar à acurácia obtida individualmente pelos sistemas com 45 minutos de rastreamento, com apenas 30 minutos na integração, o que significa menos tempo rastreando dados GNSS em uma estação para obter uma acurácia superior, e menos tempo significa menos recurso gasto, diminuindo assim o custo do trabalho.

Observando as estações PIMO e MAC1, percebe-se mais ainda as vantagens de se utilizar a combinação dos sistemas. Na estação PIMO nota-se uma deficiência no posicionamento utilizando somente o GLONASS, enquanto na MAC1 percebe-se o mesmo ao utilizar somente o GPS, porém quando se processa a combinação dos dois sistemas a acurácia do posicionamento melhora significativamente, confirmando a interoperabilidade entre os dois sistemas, o que implica que é viável usar os dois sistemas em conjunto, pois se obtém melhor performance a nível do usuário, principalmente para menores tempos de rastreamento.

Ao analisar o desempenho do uso combinado dos sistemas com relação à latitude, pode-se verificar que a latitude pode não ter influência direta na qualidade do posicionamento, visto que os valores da acurácia das diferentes estações ficam bem próximos. Contudo ficou evidente para latitudes altas que o desempenho do GLONASS foi melhor que o do GPS, principalmente para o intervalo de rastreamento de apenas 30 minutos.

O mesmo não acontece quando se processa os sistemas individualmente, havendo variação com relação à latitude. De maneira geral, o sistema GLONASS apresentou resultados melhores em latitudes maiores, enquanto o sistema GPS apresentou desempenho melhor em latitudes menores, sendo este efeito mais significativo para a componente altimétrica do que na planimétrica. O que poderia levar à conclusão de que o ângulo de inclinação da órbita estaria influenciando diretamente sobre a qualidade, entretanto ao analisar as estações em latitude próximas ao ângulo de inclinação de órbita do GPS (MAC1 e ONSA), onde se espera que o GPS apresente o melhor desempenho, nota-se que, embora em MAC1 o GPS

tem melhor desempenho que o GLONASS, não se verifica isso em ONSA, onde o GLONASS chegou a apresentar desempenho melhor até que o uso combinado.

Portanto, embora possa haver influência do ângulo de inclinação da órbita dos sistemas na qualidade do posicionamento, essa influência não afeta significativamente a ponto de um sistema se sobressair ao outro por esse motivo.

Algo importante de frisar é o bom desempenho do GLONASS com relação ao GPS, apresentando em 9 estações na planimetria e em 11 estações na altimetria acurácia com valor menor em 100% dos intervalos de rastreamento. E quando maior, os valores de acurácia são bem próximos.

Ao analisar o PPP em intervalos de rastreamento curtos, seja utilizando o processamento dos sistemas individualmente, seja utilizando o processamento combinado, pode-se notar que não há ainda acurácia centimétrica em nenhum caso com 30 minutos de rastreamento e na maioria dos casos com 45 minutos de rastreamento, embora em poucas estações o uso combinado dos sistemas apresente acurácia centimétrica com 45 minutos.

A variação da acurácia com o intervalo de rastreamento mostra que quanto maior o intervalo, melhor é o valor da acurácia. É importante frisar que o aumento do intervalo de rastreamento não só melhora a acurácia, como pode minimizar algum efeito indesejável, como se observa, por exemplo, nas estações CHPI e MAC1 na componente altimétrica, em que os valores estão dispersos com 30 minutos, mas se agrupam significativamente com 45 minutos de rastreamento.

Nesse trabalho pode-se verificar que, nos intervalos de rastreamento utilizados, a precisão foi o fator que mais influenciou na acurácia, tanto na componente planimétrica quanto na altimétrica.

Recomenda-se para trabalhos futuros, à fim de melhorar a análise com relação ao ângulo de elevação orbital dos sistemas, que se utilize mais estações com menores intervalos de latitude entre si, assim como estações de mesma latitude.

Recomenda-se também, para trabalhos futuros, que sejam realizados mais experimentos relacionados a integração entre o GPS e o GLONASS no PPP com a geração de séries temporais anuais. Com isso, será possível realizar uma análise

sazonal da influência da integração entre o GPS e o GLONASS no PPP. Para isso, recomenda-se a utilização do programa GIPSY (*GNSS-Inferred Positioning System and Orbit Analysis Simulation Software*) para o processamento dos dados GNSS e o do programa R para análise estatística da série temporal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALTAMIMI, Z.; COLLILIEUX, X.; MÉTIVIER, L. ITRF2008: An improved solution of the international terrestrial reference frame. **Journal of Geodesy**, v. 85, n. 8, p. 457–473, 2011.

ALTAMIMI, Z.; COLLILIEUX, X.; MÉTIVIER, L. **Analysis and results of ITRF2008, (IERS Technical Note ; No. 37)**. Frankfurt am Main, Germany: Geodäsie, Verlag des Bundesamts für Kartographie und, 2012.

BLICK, G. et al. **Reference Frames in Practice Manual**. Copenhagen: INTERNATIONAL FEDERATION OF SURVEYORS (FIG), 2014.

BLITZKOW, D. et al. O CONCEITO ATUAL DOS REFERENCIAIS USADOS EM GEODÉSIA. **Revista Brasileira de Cartografia**, p. 633–648, 2011.

BOWRING, B. R. Transformation from spatial to geographical coordinates. **Survey Review**, v. 23, n. 181, p. 323–327, 1976.

BRUYNINX, C. et al. **Guidelines for EUREF Densifications IAG sub-commission for the European Reference Frame**, 2013.

CAI, C.; GAO, Y. Precise Point Positioning Using Combined GPS and GLONASS Observations. **Journal of Global Positioning Systems**, v. 6, n. 1, p. 13–22, 2007.

CAI, C. **Precise point positioning using dual-frequency GPS and GLONASS measurements** Dissertação, University of Calgary, 2009.

CAI, C.; GAO, Y. GLONASS-based precise point positioning and performance analysis. **Advances in Space Research**, v. 51, n. 3, p. 514–524, 2013.

DAWSON, R. How Significant Is A Boxplot Outlier ? **Journal of Statistics Education**, v. 19, n. 2, p. 1–13, 2011.

DOW, J. M.; NEILAN, R. E.; RIZOS, C. The International GNSS Service in a changing landscape of Global Navigation Satellite Systems. **Journal of Geodesy**, v. 83, n. 3-4, p. 191–198, 2009.

ESTEY, L. H.; MEERTENS, C. M. TEQC: The Multi-Purpose Toolkit for GPS/GLONASS Data. **GPS Solutions**, v. 3, n. 1, p. 42–49, 1999.

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

FERRÃO, P. F. F. N. **Positioning with Combined GPS and GLONASS Observations** Dissertação, Técnico Lisboa, 2013.

GIBBONS, G.; DIVIS, D. A.; GUTIERREZ, P. The GNSS Quartet: Harmonizing GPS, GLONASS, BeiDou and Galileo. **Inside GNSS**, 2013.

GRINTER, T.; ROBERTS, C. Precise Point Positioning : Where are we now ? **Proceedings of IGSS Symposium 2011 (IGSS2011), 15-17 November, Sydney, Australia, 15pp**, n. November, 2011.

GUO, Q. Precision comparison and analysis of four online free PPP services in static positioning and tropospheric delay estimation. **GPS Solutions**, n. 2006, 11 out. 2014.

HOFMANN-WELLENHOF, B.; LICHTENEGGER, H.; WASLE, E. **GNSS - Global Navigation Satellite Systems: GPS, GLONASS, Galileo and more**. New York: SpringerWien, 2008.

HOPFIELD, H. S. Two-Quartic Tropospheric Refractivity Profile for Correcting Satellite Data. **Journal of Geophysical Research**, v. 74, n. 18, p. 4487–4499, 1969.

IGS. **About the IGS Network**. Disponível em: <<http://kb.igs.org/hc/en-us/articles/202457218-About-the-IGS-Network>>. Acesso em: 19 mar. 2015.

IGS. **IGS**. Disponível em: <www.igs.org>.

IGS Network. Disponível em: <<http://igs.org/network>>. Acesso em: 12 maio. 2015.

ITRF. Disponível em: <<http://itrf.ensg.ign.fr/>>. Acesso em: 23 mar. 2015.

JEREZ, G. O. et al. **ANÁLISE DO PROCESSAMENTO COMBINADO GPS/GLONASS NO POSICIONAMENTO POR PONTO E RELATIVO COM DIFERENTES INTERVALOS DE TEMPO**XXVI Congresso Brasileiro de Cartografia V Congresso Brasileiro de Geoprocessamento XXV Expositocarta. **Anais...2014**Disponível em: <http://www.cartografia.org.br/cbc/trabalhos/2/288/CT02-9_1403882339.pdf>

KOUBA, J. A GUIDE TO USING INTERNATIONAL GNSS SERVICE (IGS) PRODUCTS. 2009.

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.

LEICK, A. **GPS Satellite Surveying**. 3. ed. United States: John Wiley, 2004.

MATSUOKA, M. T. et al. Potencialidades do serviço on-line de Posicionamento por Ponto Preciso (CSRS-PPP) em aplicações geodésicas. **Gaea - Journal of Geoscience**, v. 5, n. 1, p. 42–48, 6 ago. 2009.

MIKHAIL, E. M.; ACKERMANN, F. **Observations and least squares**. New York: A Dun-Donnelley, 1976.

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

MONTENBRUCK, O. et al. IGS-MGEX: preparing the ground for multi-constellation GNSS science. **Inside GNSS**, v. 1, n. 9, p. 42–49, 2014.

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

PETIT, G.; LUZUM, B. **IERS Conventions (2010)**, **IERS Technical Note 36**. Frankfurt am Main, Germany: [s.n.].

R CORE TEAM, A. **R: A language and environment for statistical computing**. **R Foundation for Statistical Computing** Vienna, Austria, 2014. Disponível em: <<http://www.r-project.org/>>

RAMOS, M. DE P. et al. **ANÁLISE DO EFEITO DE CARGA OCEÂNICA NO POSICIONAMENTO POR PONTO PRECISO** Colóquio Brasileiro de Ciências Geodésicas. **Anais...**Curitiba: 2013

SAASTAMOINEN, J. Contributions to the Theory of Atmospheric Refraction. **Bulletin Géodésique**, v. 167, p. 13–34, 1973.

SANTOS, M. C. DOS et al. INTEGRAÇÃO ENTRE GPS E GLONASS. **Boletim de Ciências Geodésicas**, v. 6, n. 2, p. 15–24, 2001.

SCHWERTMAN, N. C.; OWENS, M. A.; ADNAN, R. A simple more general boxplot method for identifying outliers. **Computational Statistics and Data Analysis**, v. 47, n. 1, p. 165–174, 2004.

SEEBER, G. **Satellite Geodesy**. 2nd. ed. Berlin, New York: Walter de Gruyter, 2003.

SILVA, E. G. DE S.; MARQUES, H. A. **PPP COM INTEGRAÇÃO GPS / GLONASS : FUNDAMENTOS ENVOLVIDOS E ANÁLISES DE RESULTADOS** Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação. **Anais...**Recife: 2014

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

URLICHICH, Y. et al. GLONASS modernization. **GPS World**, v. 22, n. 11, p. 34–39, 2011.

VAZ, J. A.; PISSARDINI, R. D. S.; FONSECA JUNIOR, E. S. DA. Comparação Da Cobertura E Acurácia Entre Os Sistemas Glonass E Gps Obtidas Dos Dados De Observação De Uma Estação Da Rede Brasileira De Monitoramento Contínuo. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 65, n. 3, p. 529–539, 2013.

WEBER, R. et al. Precise GLONASS orbit determination within the IGS/IGLOS - Pilot Project. **Advances in Space Research**, v. 36, n. 3, p. 369–375, 2005.

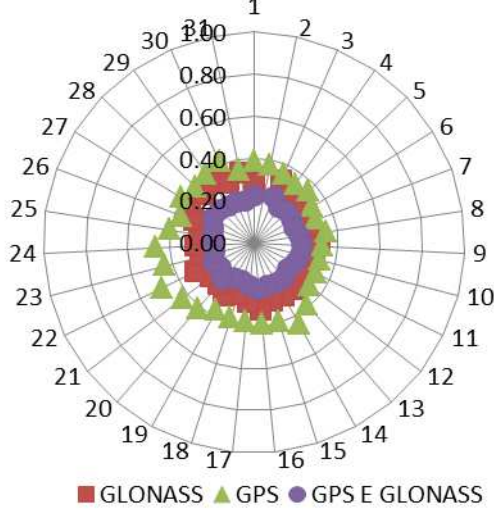
WEBER, R.; FRAGNER, E. The quality of precise GLONASS ephemerides. **Advances in Space Research**, v. 30, n. 2, p. 271–279, 2002.

WHITEHOUSE. **U.S. Space-based positioning, navigation, and timing policy.** 2004.
Disponível
em:<<https://www.whitehouse.gov/files/documents/ostp/Issues/FactSheetSPACE-BASEDPOSITIONINGNAVIGATIONTIMING.pdf>>

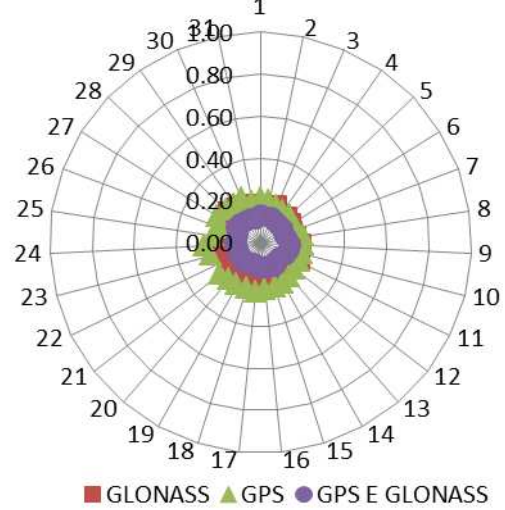
APÊNDICE

APÊNDICE A – Resultados (gráficos de aranha, histogramas e tabelas de classificação) das estações OHI2, HOB2, SUTM, BRAZ, MBAR, KOUR, PDEL, STJO, KIRU, THU3.

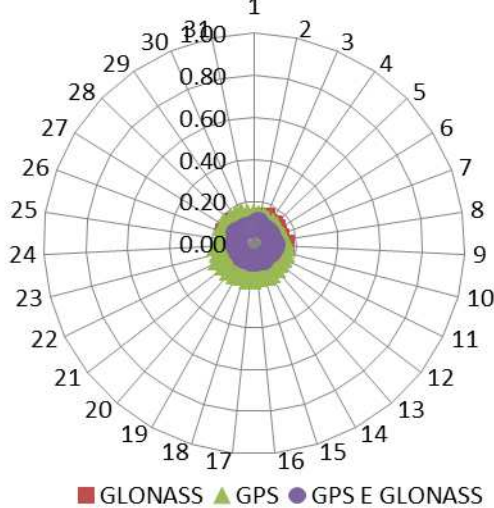
OHI2: Acurácia da Componente Planimétrica 30min



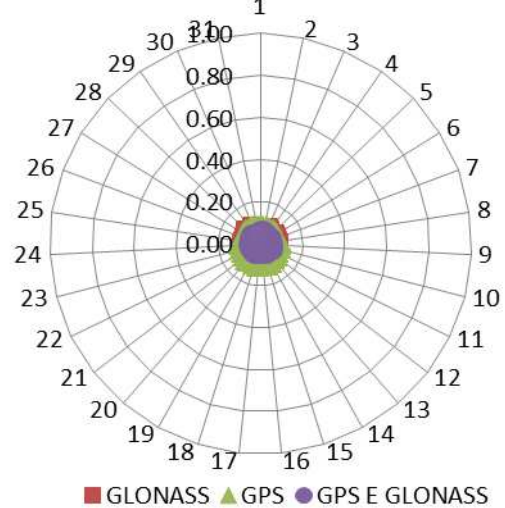
OHI2: Acurácia da Componente Planimétrica 45min



OHI2: Acurácia da Componente Planimétrica 60min



OHI2: Acurácia da Componente Planimétrica 90min



OHI2: Acurácia da Componente Planimétrica 120min

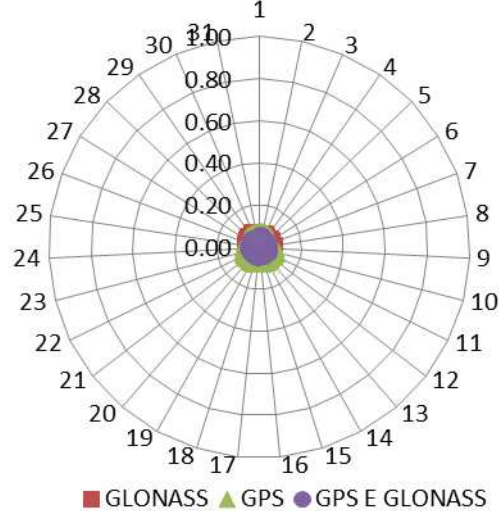
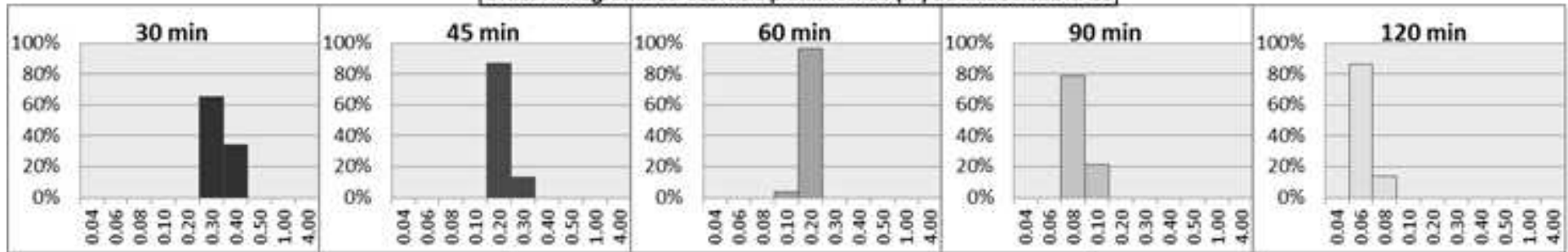
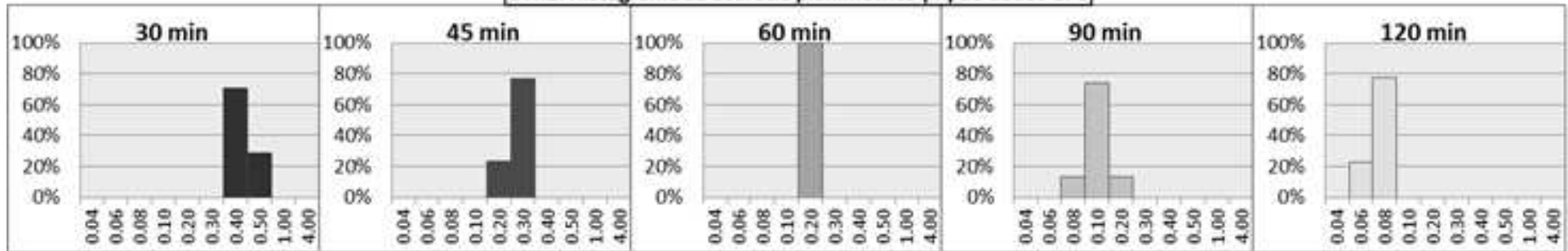


Gráfico da variação temporal da acurácia planimétrica da estação OHI2 (lat: -63°).

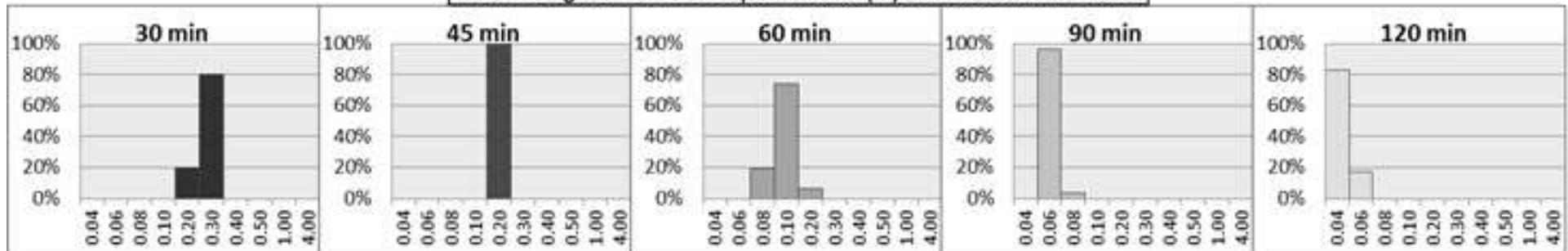
OHI2: Histograma da acurácia planimétrica (m) de dados GLONASS



OHI2: Histograma da acurácia planimétrica (m) de dados GPS



OHI2: Histograma da acurácia planimétrica (m) de dados GLONASS e GPS

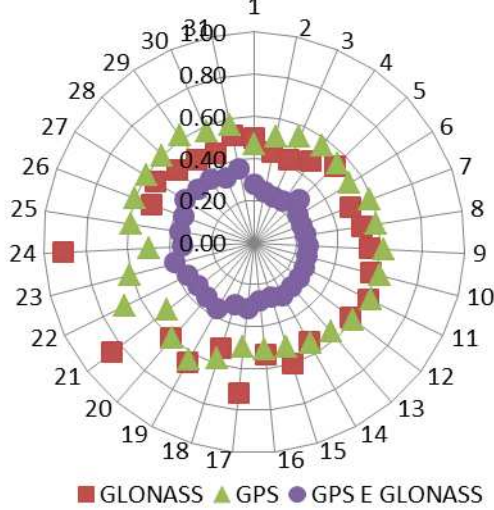


Histograma da acurácia planimétrica da estação OHI2 (lat: -63°).

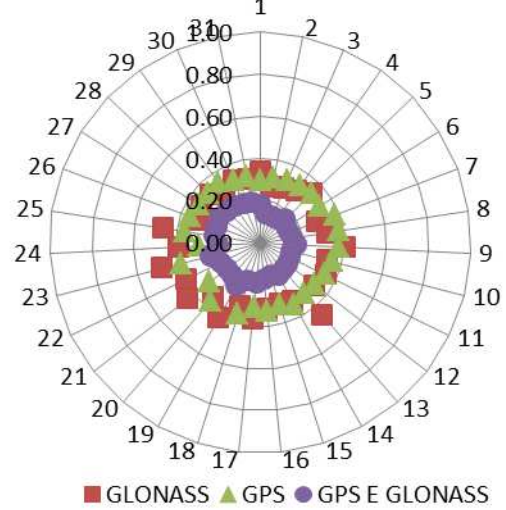
Classificação dos sistemas segundo a acurácia planimétrica para a estação OHI2 (lat: - 63°) em percentagem.

	1º LUGAR			2º LUGAR			3º LUGAR		
	R	G	GR	R	G	GR	R	G	GR
30 min	0.0	0.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0
45 min	0.0	0.0	100.0	93.1	6.9	0.0	6.9	93.1	0.0
60 min	0.0	0.0	100.0	92.9	7.1	0.0	7.1	92.9	0.0
90 min	0.0	0.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0
120 min	0.0	0.0	100.0	96.4	3.6	0.0	3.6	96.4	0.0

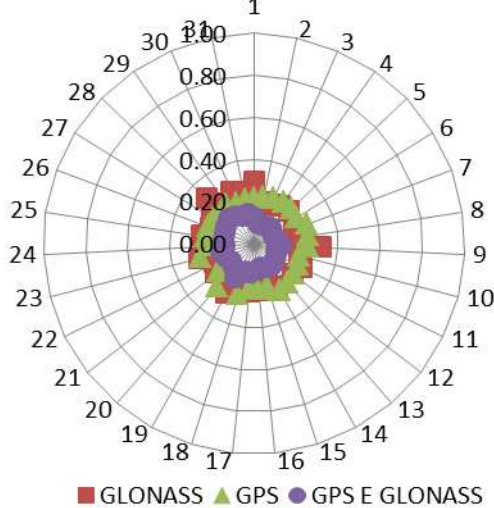
HOB2: Acurácia da Componente Planimétrica 30min



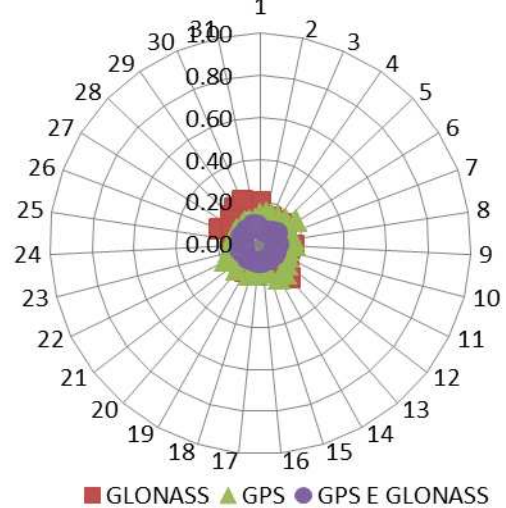
HOB2: Acurácia da Componente Planimétrica 45min



HOB2: Acurácia da Componente Planimétrica 60min



HOB2: Acurácia da Componente Planimétrica 90min



HOB2: Acurácia da Componente Planimétrica 120min

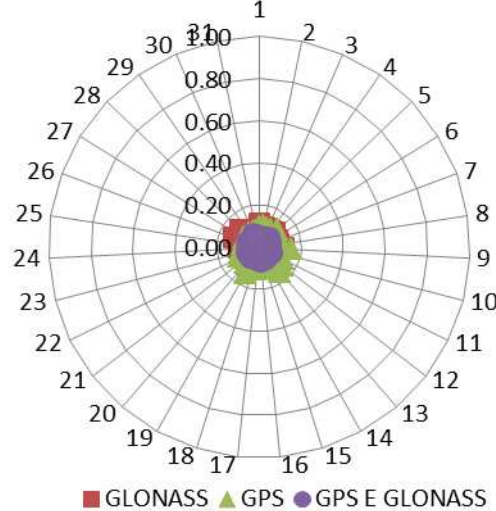
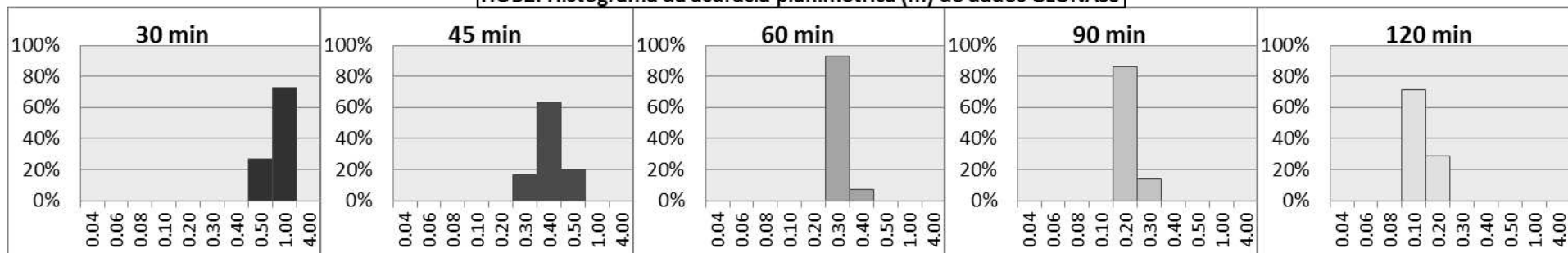
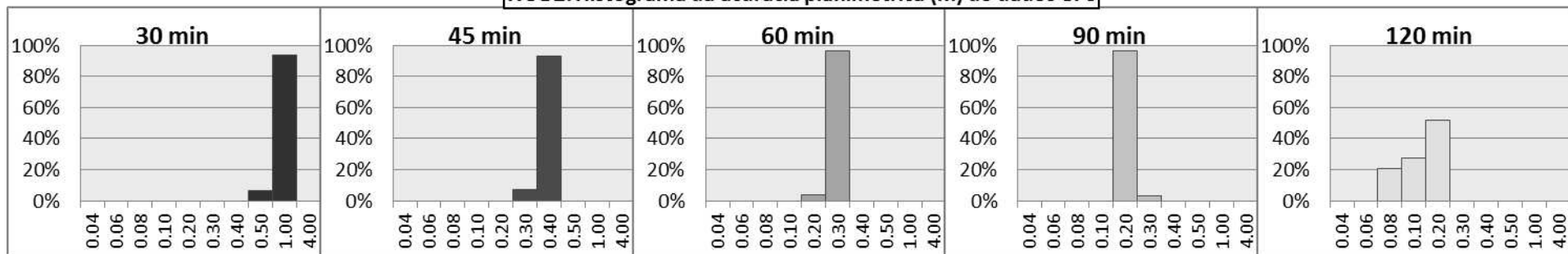


Gráfico da variação temporal da acurácia planimétrica da estação HOB2 (lat: -43°).

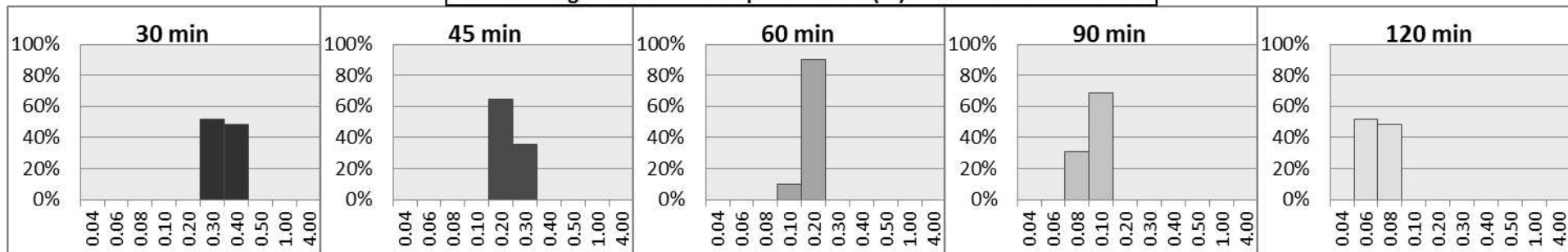
HOB2: Histograma da acurácia planimétrica (m) de dados GLONASS



HOB2: Histograma da acurácia planimétrica (m) de dados GPS



HOB2: Histograma da acurácia planimétrica (m) de dados GLONASS e GPS

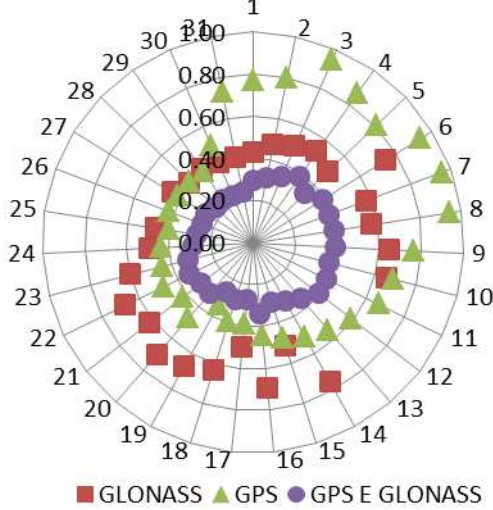


Histograma da acurácia planimétrica da estação HOB2 (lat: -43°).

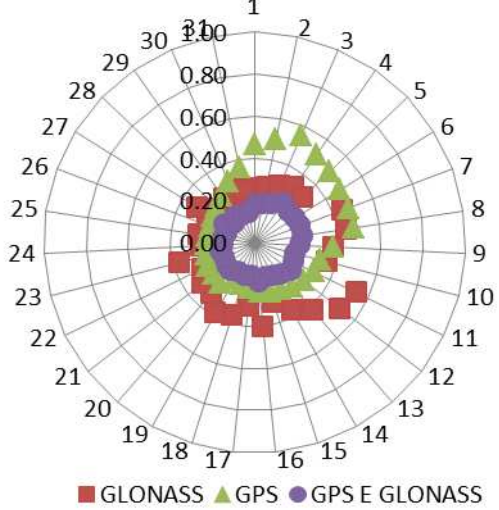
Classificação dos sistemas segundo a acurácia planimétrica para a estação HOB2 (-43°) em percentagem.

	1º LUGAR			2º LUGAR			3º LUGAR		
	R	G	GR	R	G	GR	R	G	GR
30 min	0.0	0.0	100.0	69.2	30.8	0.0	30.8	69.2	0.0
45 min	0.0	0.0	100.0	60.7	39.3	0.0	39.3	60.7	0.0
60 min	0.0	0.0	100.0	48.1	51.9	0.0	51.9	48.1	0.0
90 min	0.0	0.0	100.0	66.7	33.3	0.0	33.3	66.7	0.0
120 min	0.0	0.0	100.0	62.5	37.5	0.0	37.5	62.5	0.0

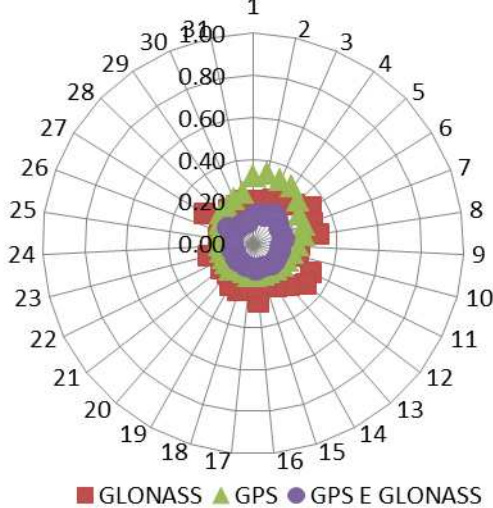
SUTM: Acurácia da Componente Planimétrica 30min



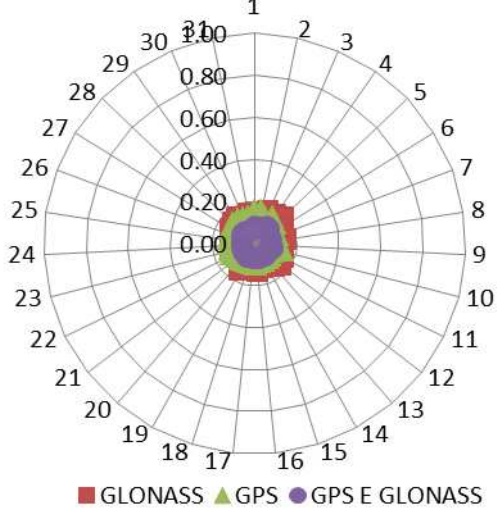
SUTM: Acurácia da Componente Planimétrica 45min



SUTM: Acurácia da Componente Planimétrica 60min



SUTM: Acurácia da Componente Planimétrica 90min



SUTM: Acurácia da Componente Planimétrica 120min

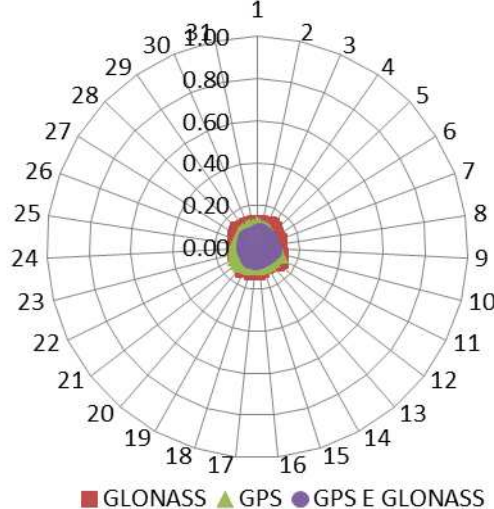
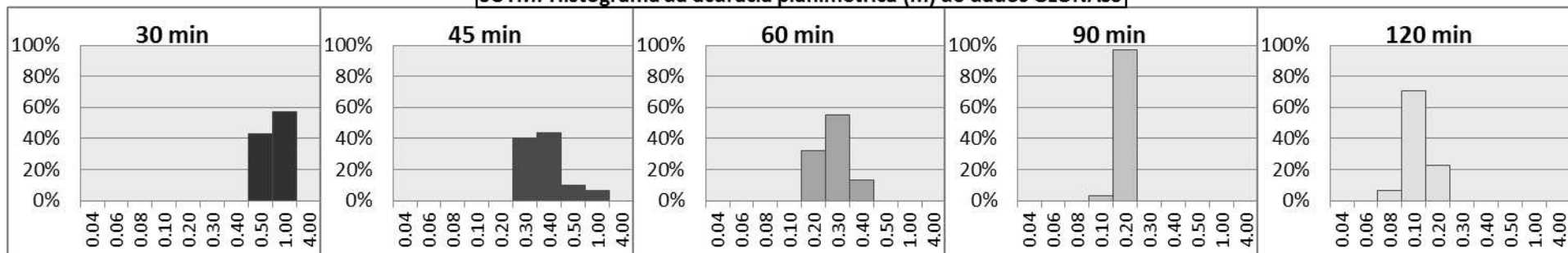
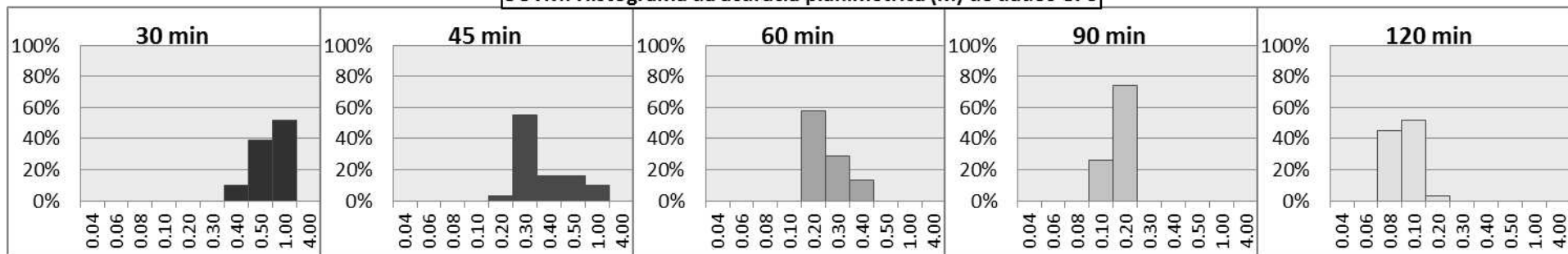


Gráfico da variação temporal da acurácia planimétrica da estação SUTM (lat: -32°).

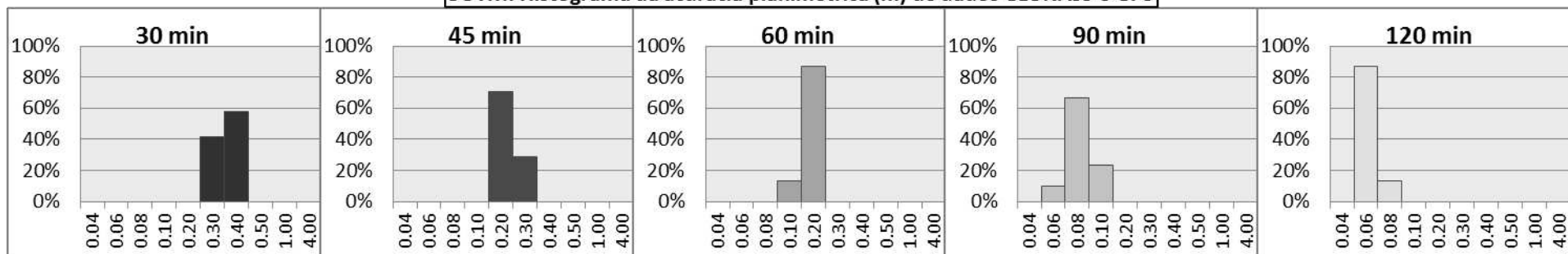
SUTM: Histograma da acurácia planimétrica (m) de dados GLONASS



SUTM: Histograma da acurácia planimétrica (m) de dados GPS



SUTM: Histograma da acurácia planimétrica (m) de dados GLONASS e GPS

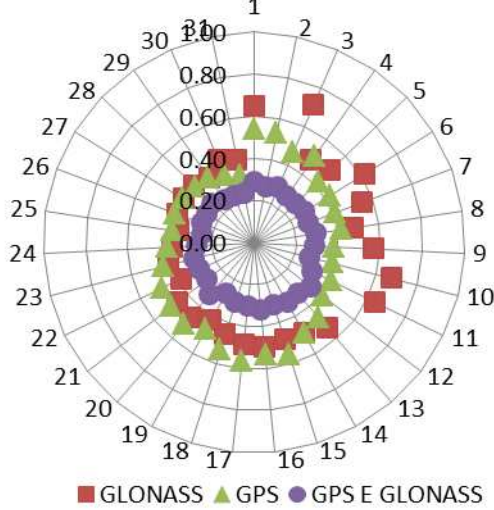


Histograma da acurácia planimétrica da estação SUTM (lat: -32°).

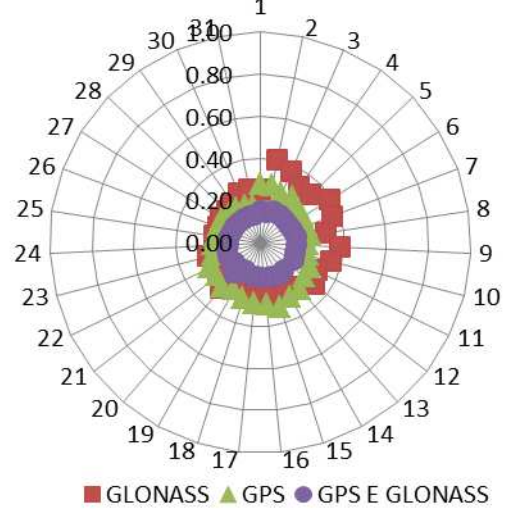
Classificação dos sistemas segundo a acurácia planimétrica para a estação SUTM (-32°) em porcentagem.

	1º LUGAR			2º LUGAR			3º LUGAR		
	R	G	GR	R	G	GR	R	G	GR
30 min	0.0	0.0	100.0	46.4	53.6	0.0	53.6	46.4	0.0
45 min	0.0	0.0	100.0	40.0	60.0	0.0	60.0	40.0	0.0
60 min	0.0	0.0	100.0	29.0	71.0	0.0	71.0	29.0	0.0
90 min	0.0	0.0	100.0	23.3	76.7	0.0	76.7	23.3	0.0
120 min	0.0	0.0	100.0	19.4	80.6	0.0	80.6	19.4	0.0

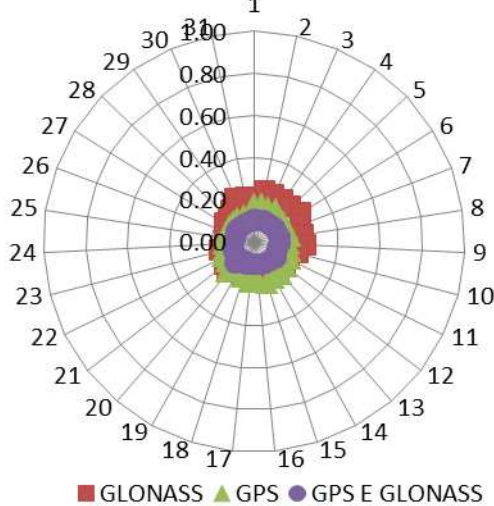
BRAZ: Acurácia da Componente Planimétrica 30min



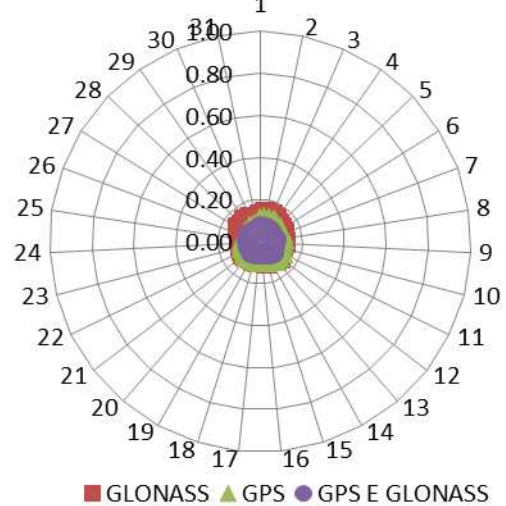
BRAZ: Acurácia da Componente Planimétrica 45min



BRAZ: Acurácia da Componente Planimétrica 60min



BRAZ: Acurácia da Componente Planimétrica 90min



BRAZ: Acurácia da Componente Planimétrica 120min

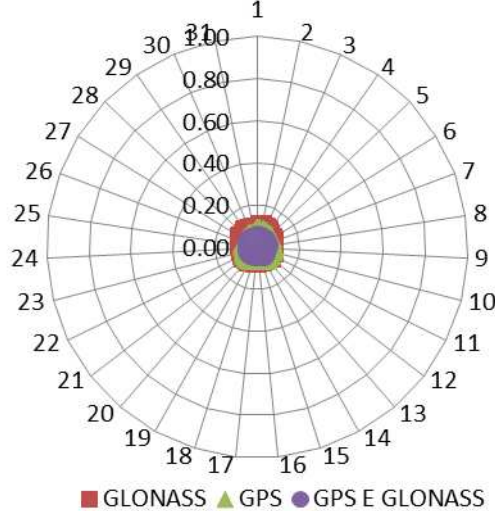
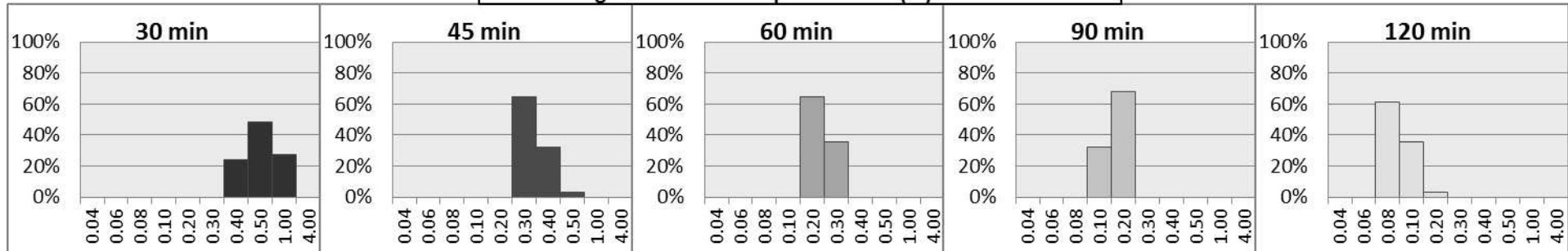
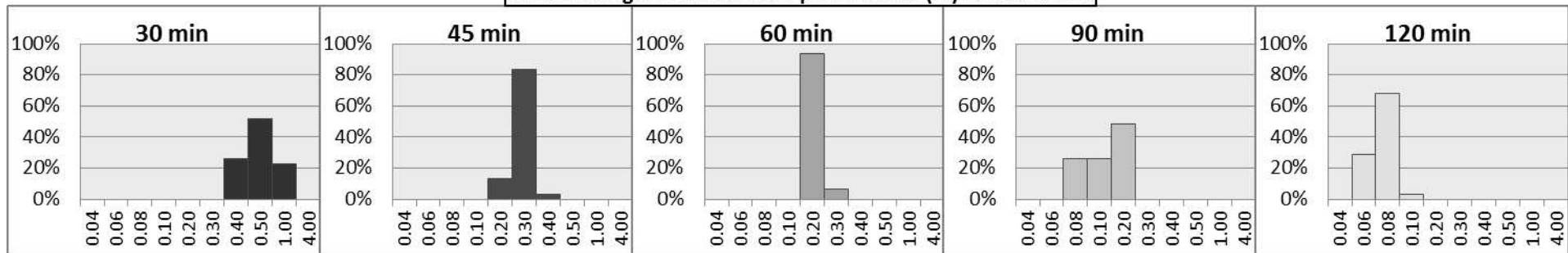


Gráfico da variação temporal da acurácia planimétrica da estação BRAZ (lat: -16°).

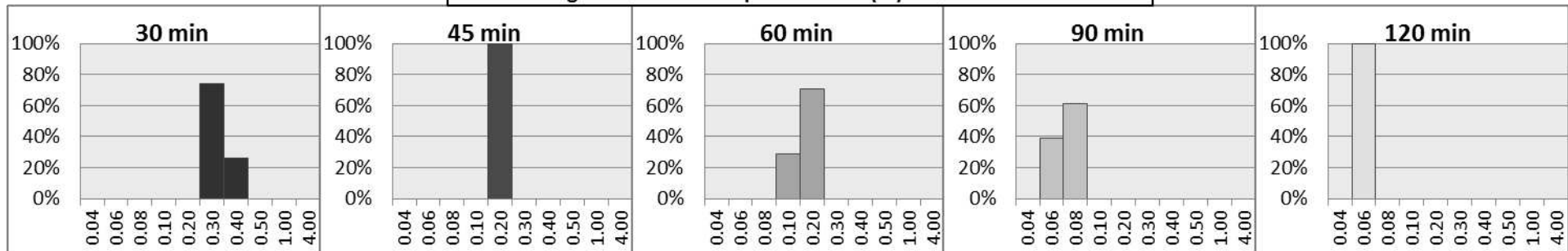
BRAZ: Histograma da acurácia planimétrica (m) de dados GLONASS



BRAZ: Histograma da acurácia planimétrica (m) de dados GPS



BRAZ: Histograma da acurácia planimétrica (m) de dados GLONASS e GPS

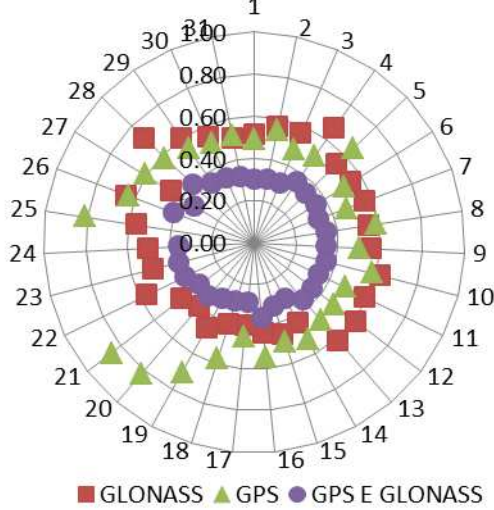


Histograma da acurácia planimétrica da estação BRAZ (lat: -16°).

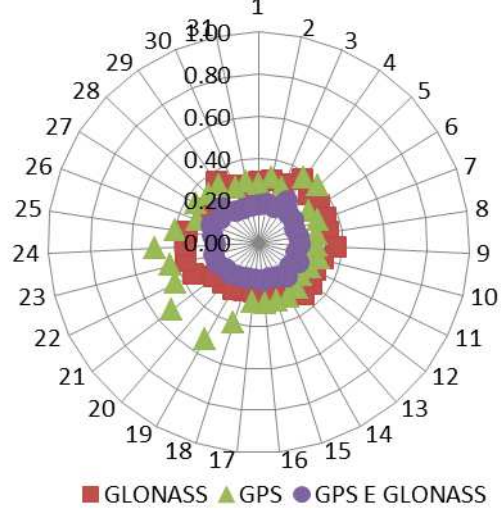
Classificação dos sistemas segundo a acurácia planimétrica para a estação BRAZ (lat: -16°) em porcentagem.

	1º LUGAR			2º LUGAR			3º LUGAR		
	R	G	GR	R	G	GR	R	G	GR
30 min	0.0	0.0	100.0	55.2	44.8	0.0	44.8	55.2	0.0
45 min	0.0	0.0	100.0	36.7	63.3	0.0	63.3	36.7	0.0
60 min	0.0	0.0	100.0	32.3	67.7	0.0	67.7	32.3	0.0
90 min	0.0	0.0	100.0	12.9	87.1	0.0	87.1	12.9	0.0
120 min	0.0	0.0	100.0	12.9	87.1	0.0	87.1	12.9	0.0

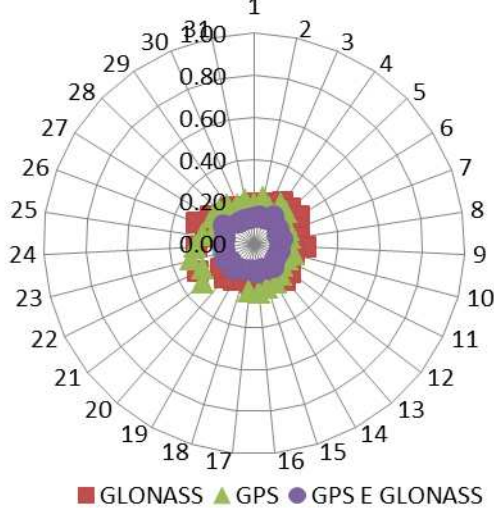
MBAR: Acurácia da Componente Planimétrica 30min



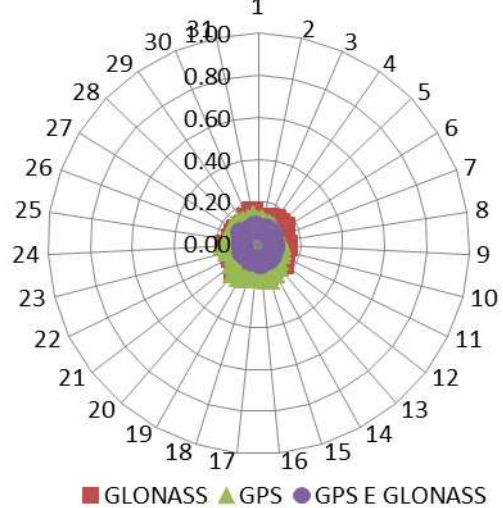
MBAR: Acurácia da Componente Planimétrica 45min



MBAR: Acurácia da Componente Planimétrica 60min



MBAR: Acurácia da Componente Planimétrica 90min



MBAR: Acurácia da Componente Planimétrica 120min

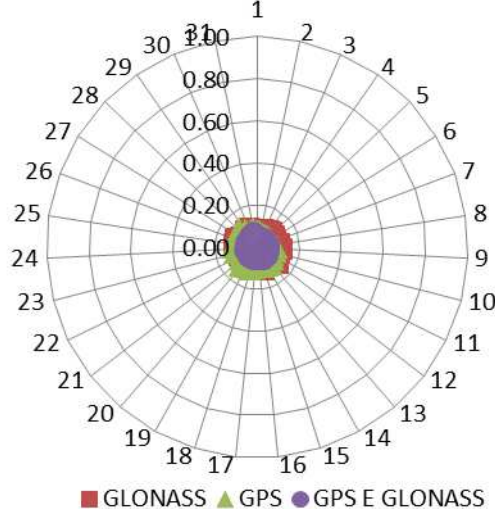
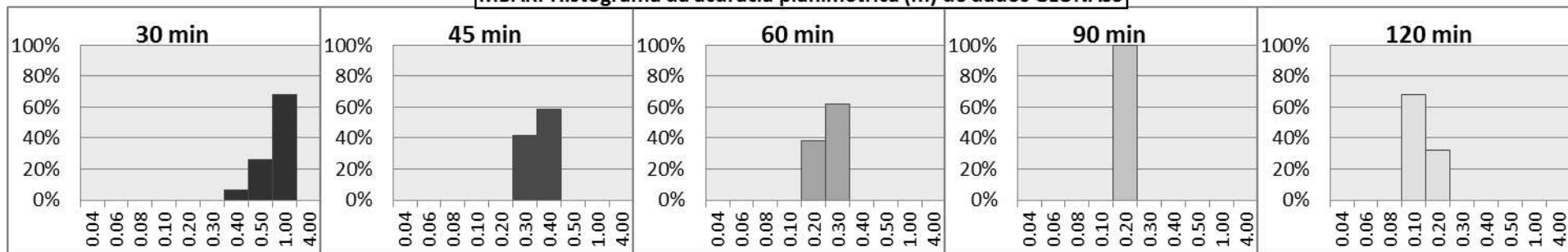
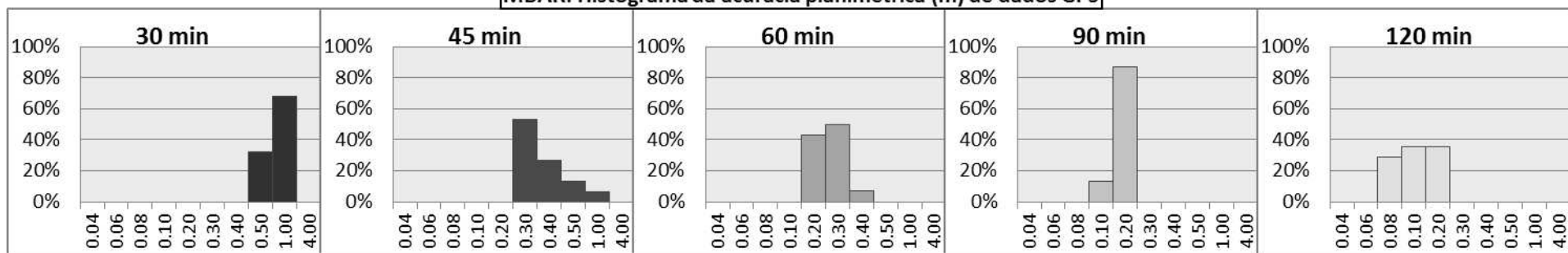


Gráfico da variação temporal da acurácia planimétrica da estação MBAR (lat: -1°).

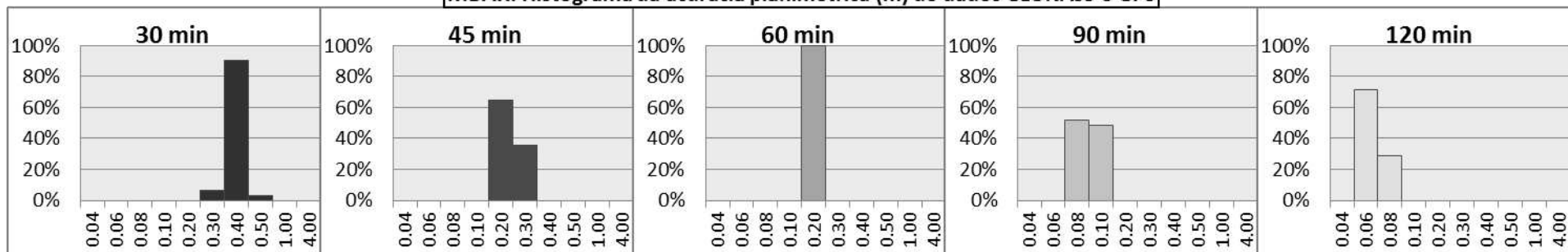
MBAR: Histograma da acurácia planimétrica (m) de dados GLONASS



MBAR: Histograma da acurácia planimétrica (m) de dados GPS



MBAR: Histograma da acurácia planimétrica (m) de dados GLONASS e GPS

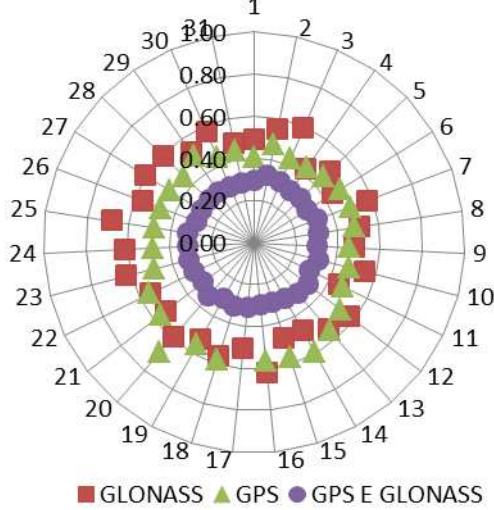


Histograma da acurácia planimétrica da estação MBAR (lat: -1°).

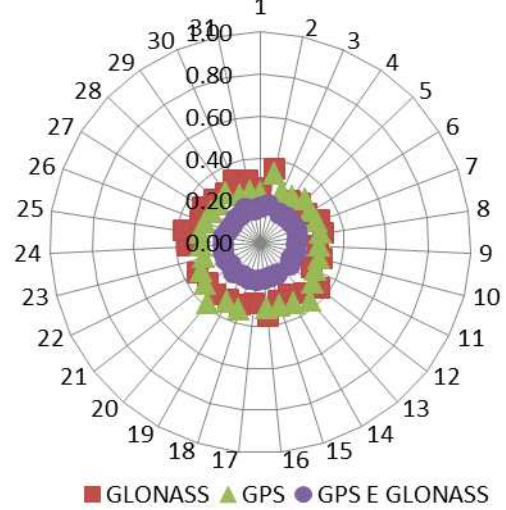
Classificação dos sistemas segundo a acurácia planimétrica para a estação MBAR (lat: -1°) em percentagem.

	1º LUGAR			2º LUGAR			3º LUGAR		
	R	G	GR	R	G	GR	R	G	GR
30 min	0.0	0.0	100.0	44.4	55.6	0.0	55.6	44.4	0.0
45 min	0.0	0.0	100.0	57.1	42.9	0.0	42.9	57.1	0.0
60 min	0.0	0.0	100.0	46.2	53.8	0.0	53.8	46.2	0.0
90 min	0.0	0.0	100.0	40.7	59.3	0.0	59.3	40.7	0.0
120 min	0.0	0.0	100.0	33.3	66.7	0.0	66.7	33.3	0.0

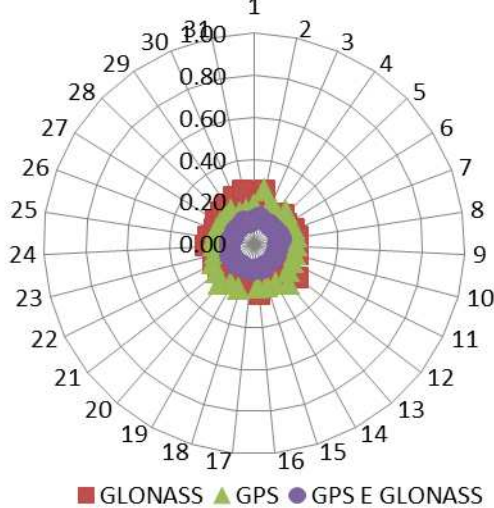
KOUR: Acurácia da Componente Planimétrica 30min



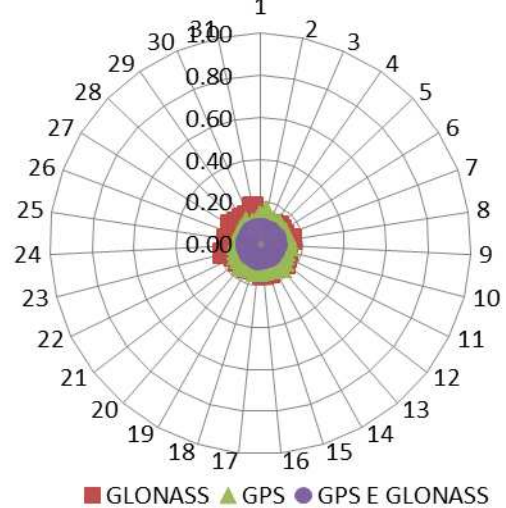
KOUR: Acurácia da Componente Planimétrica 45min



KOUR: Acurácia da Componente Planimétrica 60min



KOUR: Acurácia da Componente Planimétrica 90min



KOUR: Acurácia da Componente Planimétrica 120min

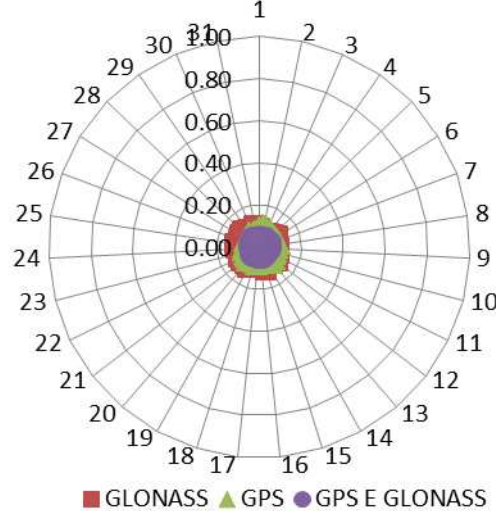
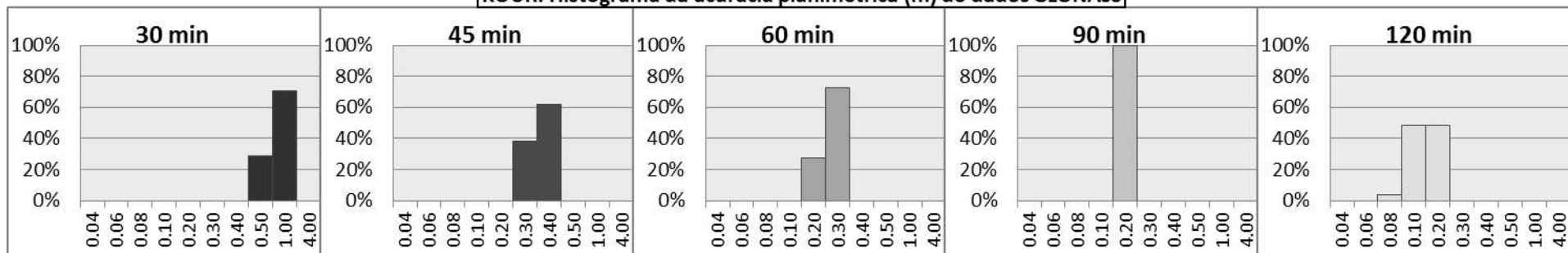
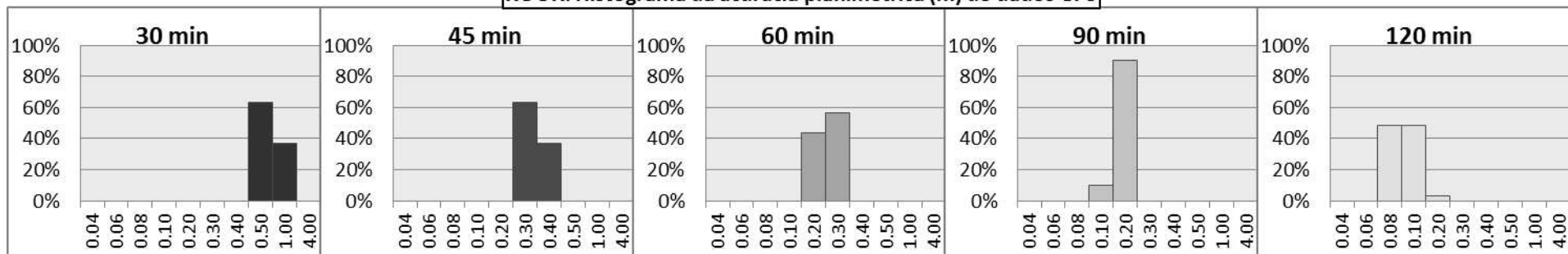


Gráfico da variação temporal da acurácia planimétrica da estação KOUR (lat: 5°).

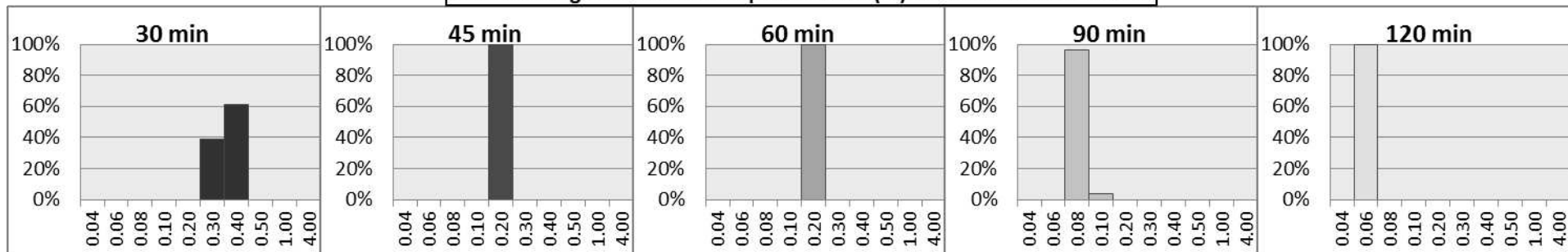
KOUR: Histograma da acurácia planimétrica (m) de dados GLONASS



KOUR: Histograma da acurácia planimétrica (m) de dados GPS



KOUR: Histograma da acurácia planimétrica (m) de dados GLONASS e GPS

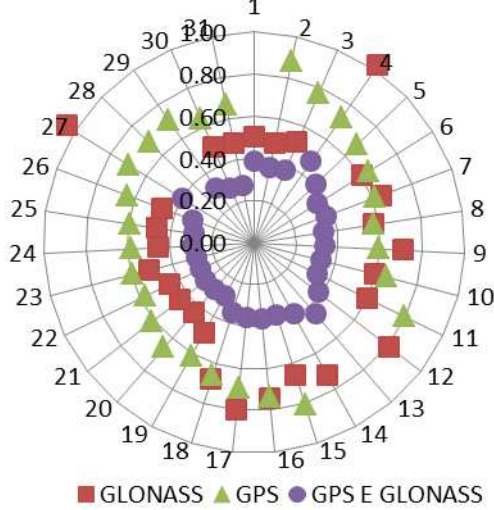


Histograma da acurácia planimétrica da estação KOUR (lat: 5°).

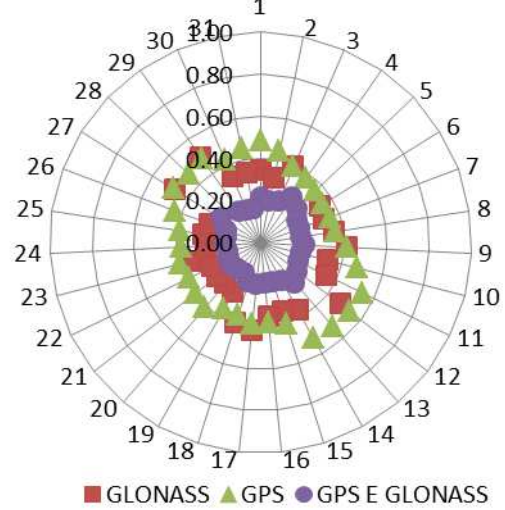
Classificação dos sistemas segundo a acurácia planimétrica para a estação KOUR (lat: 5°) em porcentagem.

	1º LUGAR			2º LUGAR			3º LUGAR		
	R	G	GR	R	G	GR	R	G	GR
30 min	0.0	0.0	100.0	36.7	63.3	0.0	63.3	36.7	0.0
45 min	0.0	0.0	100.0	40.7	59.3	0.0	59.3	40.7	0.0
60 min	0.0	0.0	100.0	44.4	55.6	0.0	55.6	44.4	0.0
90 min	0.0	0.0	100.0	35.7	64.3	0.0	64.3	35.7	0.0
120 min	0.0	0.0	100.0	14.8	85.2	0.0	85.2	14.8	0.0

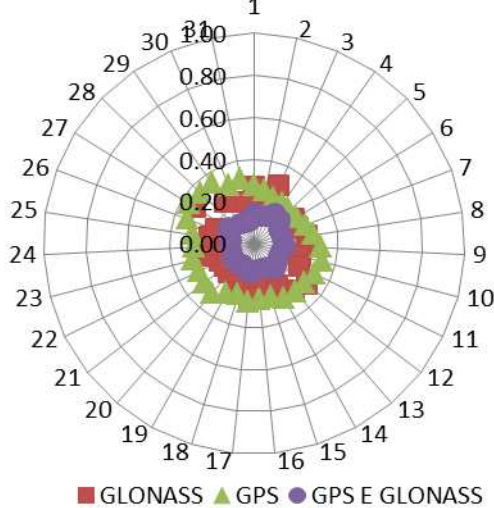
PDEL: Acurácia da Componente Planimétrica 30min



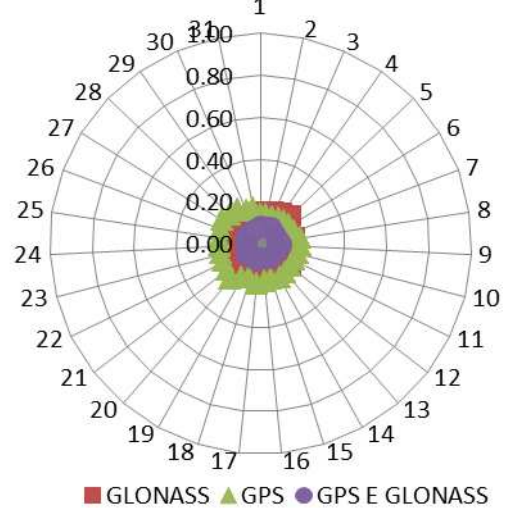
PDEL: Acurácia da Componente Planimétrica 45min



PDEL: Acurácia da Componente Planimétrica 60min



PDEL: Acurácia da Componente Planimétrica 90min



PDEL: Acurácia da Componente Planimétrica 120min

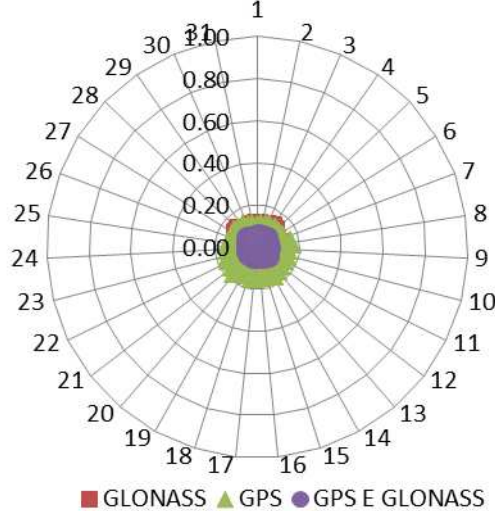
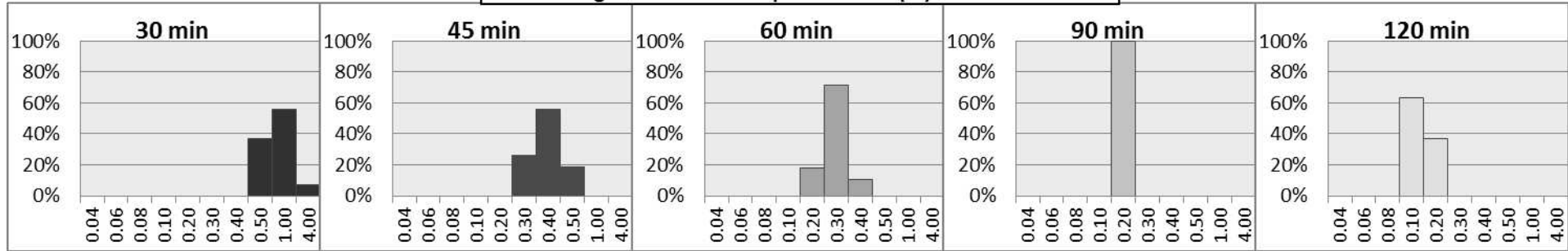
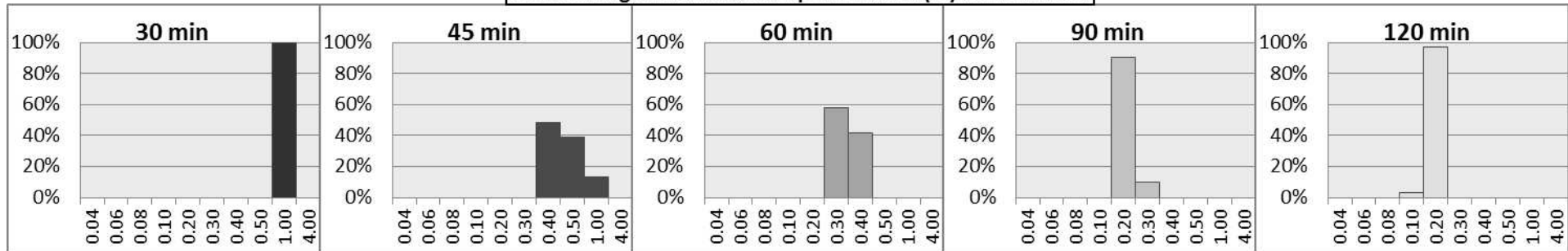


Gráfico da variação temporal da acurácia planimétrica da estação PDEL (lat: 38°).

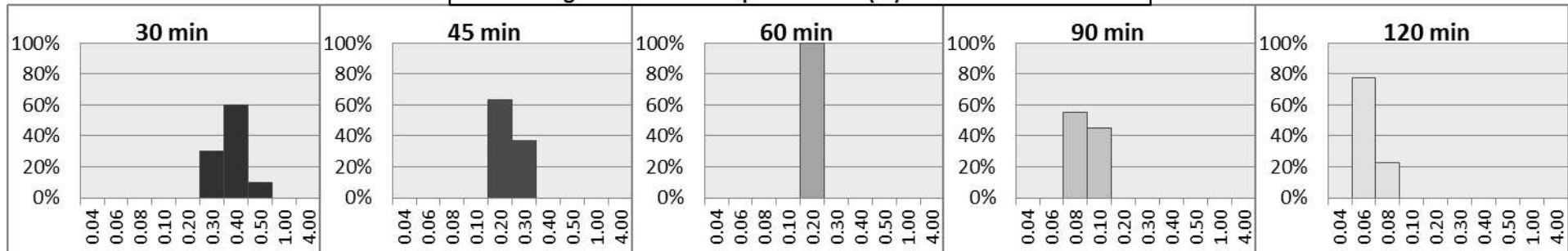
PDEL: Histograma da acurácia planimétrica (m) de dados GLONASS



PDEL: Histograma da acurácia planimétrica (m) de dados GPS



PDEL: Histograma da acurácia planimétrica (m) de dados GLONASS e GPS

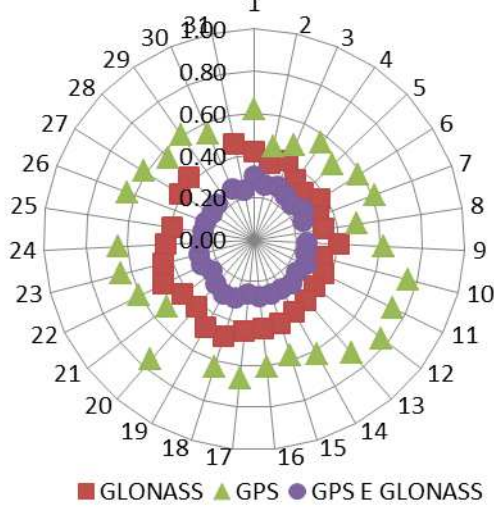


Histograma da acurácia planimétrica da estação PDEL (lat: 38°).

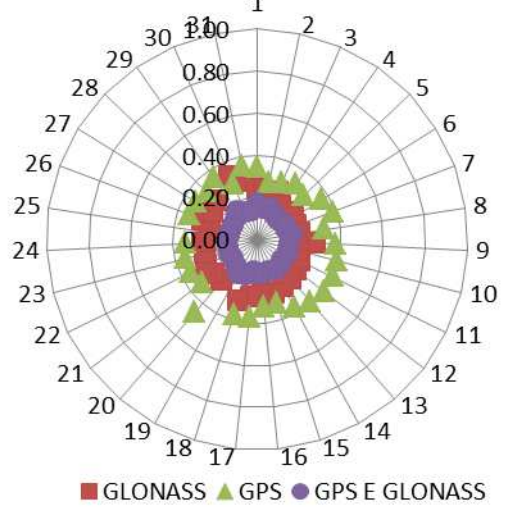
Classificação dos sistemas segundo a acurácia planimétrica para a estação PDEL (lat: 38°) em percentagem.

	1º LUGAR			2º LUGAR			3º LUGAR		
	R	G	GR	R	G	GR	R	G	GR
30 min	0.0	0.0	100.0	66.7	33.3	0.0	33.3	66.7	0.0
45 min	0.0	0.0	100.0	88.9	11.1	0.0	11.1	88.9	0.0
60 min	0.0	0.0	100.0	92.9	7.1	0.0	7.1	92.9	0.0
90 min	0.0	0.0	100.0	82.8	17.2	0.0	17.2	82.8	0.0
120 min	0.0	0.0	100.0	90.0	10.0	0.0	10.0	90.0	0.0

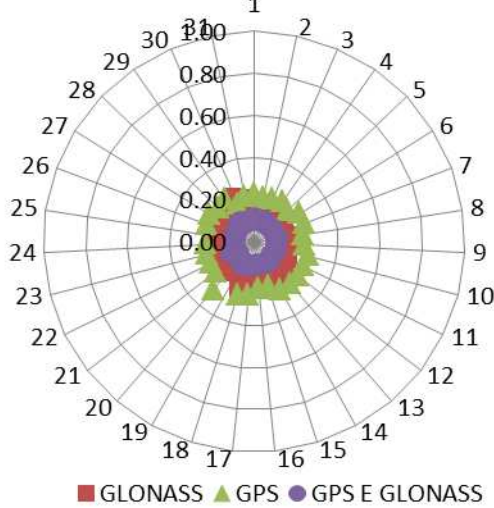
STJO: Acurácia da Componente Planimétrica 30min



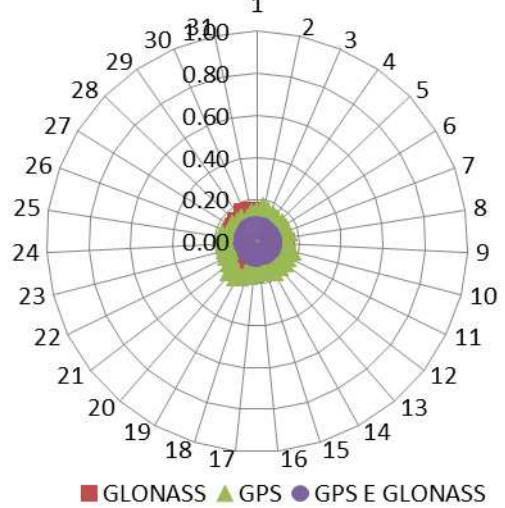
STJO: Acurácia da Componente Planimétrica 45min



STJO: Acurácia da Componente Planimétrica 60min



STJO: Acurácia da Componente Planimétrica 90min



STJO: Acurácia da Componente Planimétrica 120min

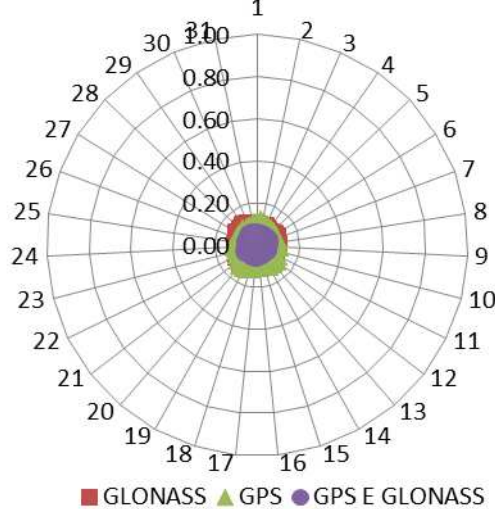
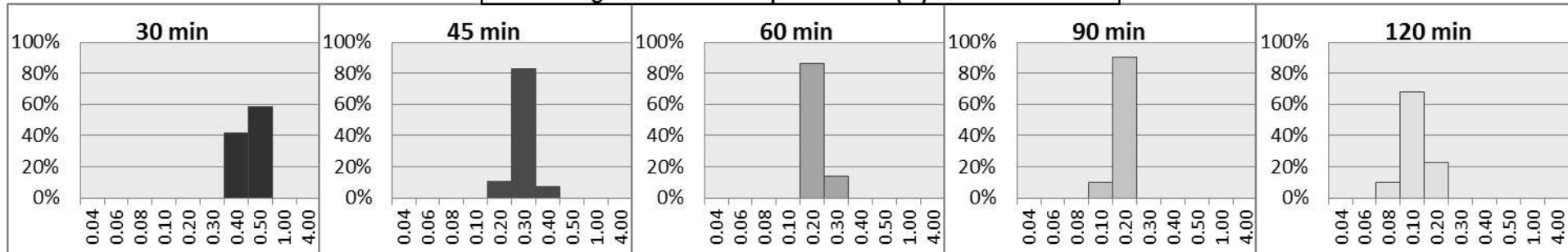
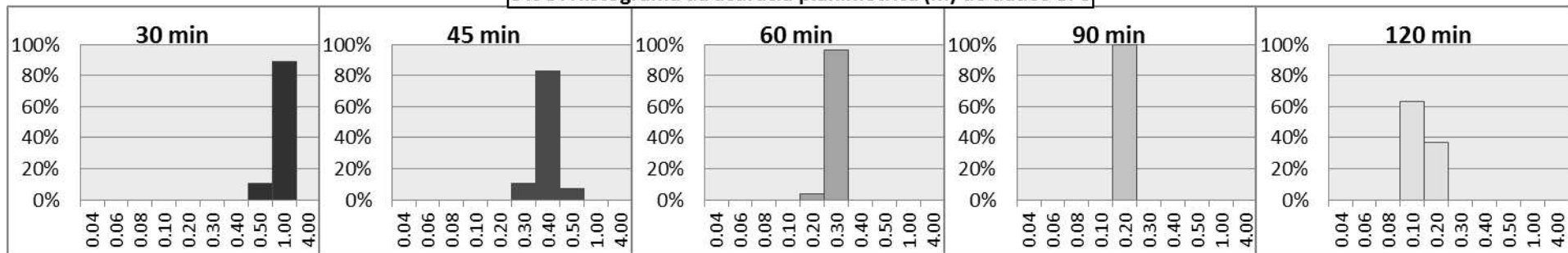


Gráfico da variação temporal da acurácia planimétrica da estação STJO (lat: 48°).

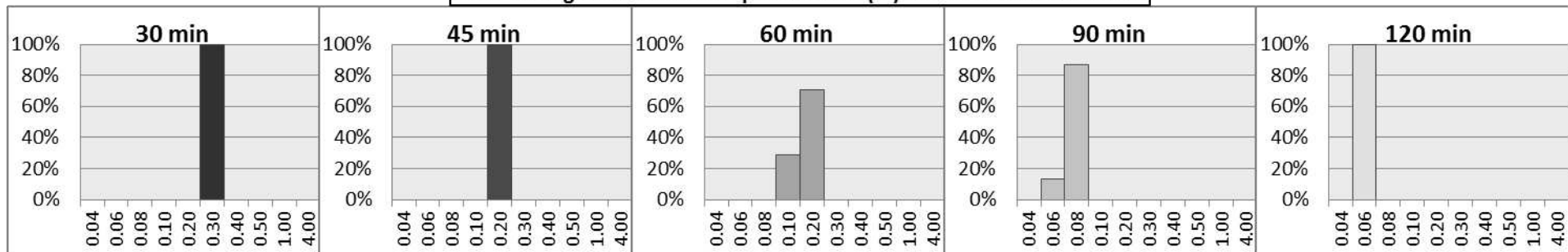
STJO: Histograma da acurácia planimétrica (m) de dados GLONASS



STJO: Histograma da acurácia planimétrica (m) de dados GPS



STJO: Histograma da acurácia planimétrica (m) de dados GLONASS e GPS

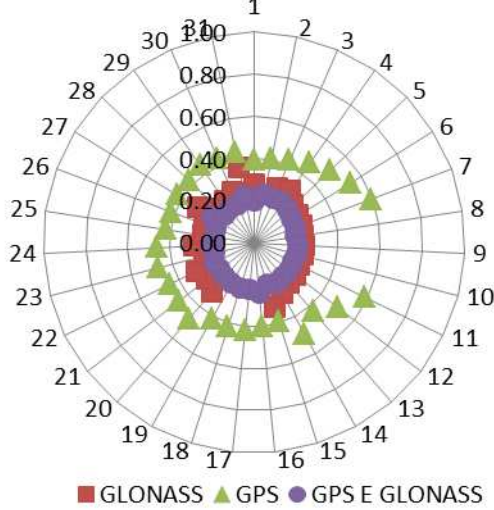


Histograma da acurácia planimétrica da estação STJO (lat: 48°).

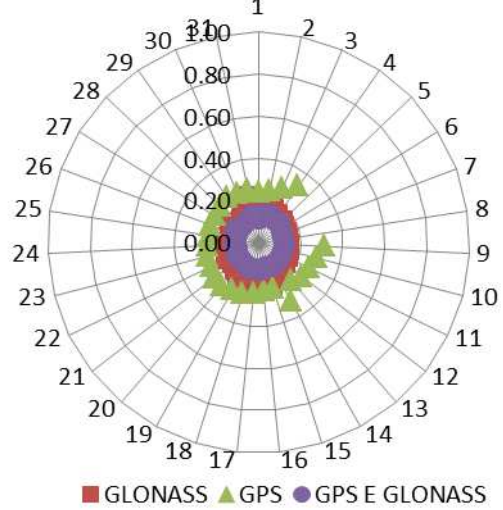
Classificação dos sistemas segundo a acurácia planimétrica para a estação STJO (lat: 48°) em percentagem.

	1º LUGAR			2º LUGAR			3º LUGAR		
	R	G	GR	R	G	GR	R	G	GR
30 min	0.0	0.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0
45 min	0.0	0.0	100.0	96.4	3.6	0.0	3.6	96.4	0.0
60 min	0.0	0.0	100.0	96.4	3.6	0.0	3.6	96.4	0.0
90 min	0.0	0.0	100.0	89.7	10.3	0.0	10.3	89.7	0.0
120 min	0.0	0.0	100.0	73.3	26.7	0.0	26.7	73.3	0.0

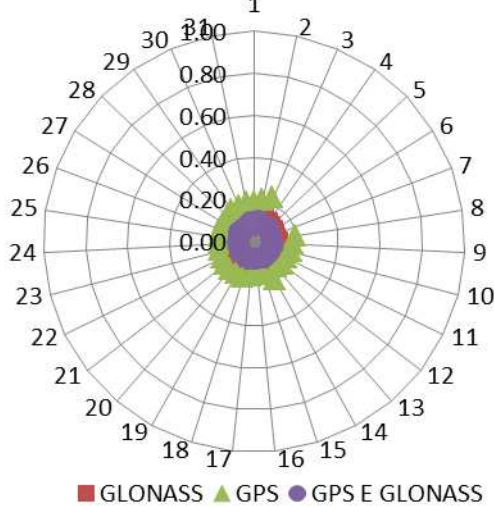
KIRU: Acurácia da Componente Planimétrica 30min



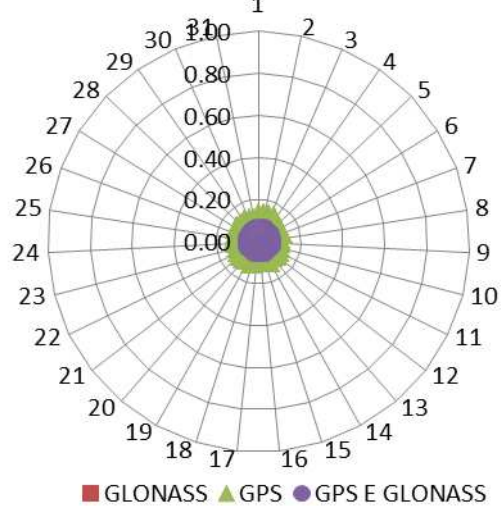
KIRU: Acurácia da Componente Planimétrica 45min



KIRU: Acurácia da Componente Planimétrica 60min



KIRU: Acurácia da Componente Planimétrica 90min



KIRU: Acurácia da Componente Planimétrica 120min

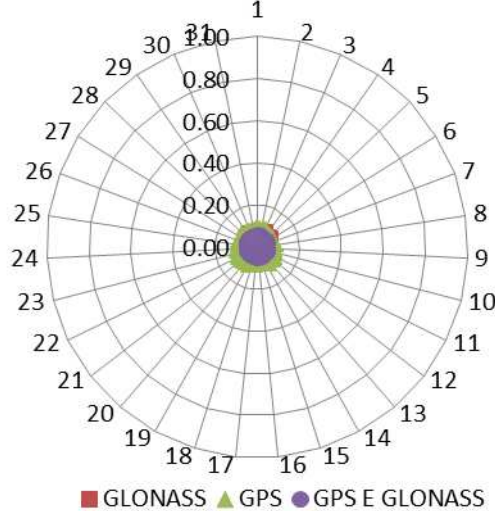
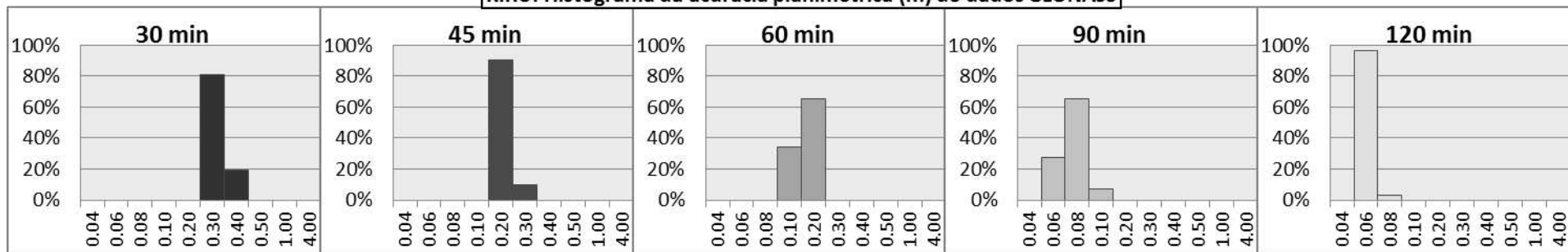
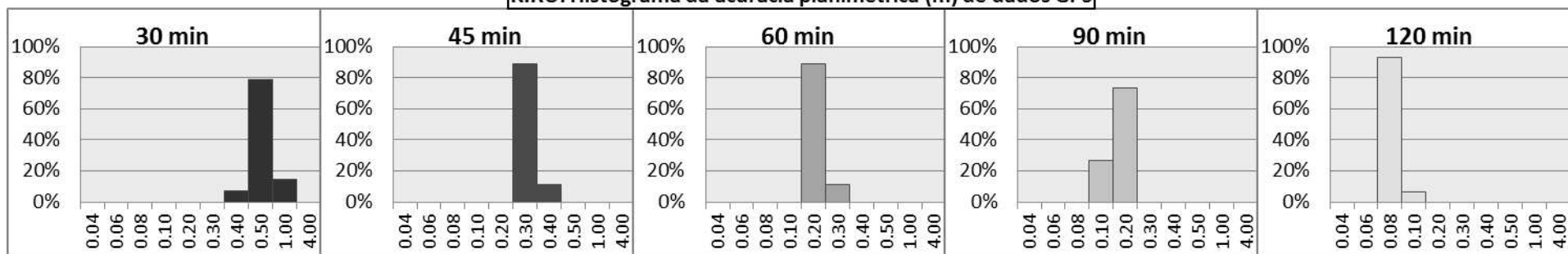


Gráfico da variação temporal da acurácia planimétrica da estação KIRU (lat: 68°).

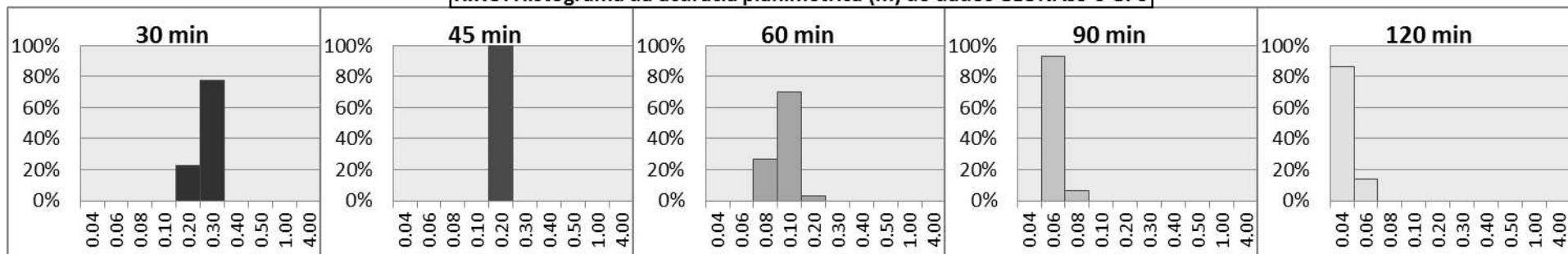
KIRU: Histograma da acurácia planimétrica (m) de dados GLONASS



KIRU: Histograma da acurácia planimétrica (m) de dados GPS



KIRU: Histograma da acurácia planimétrica (m) de dados GLONASS e GPS

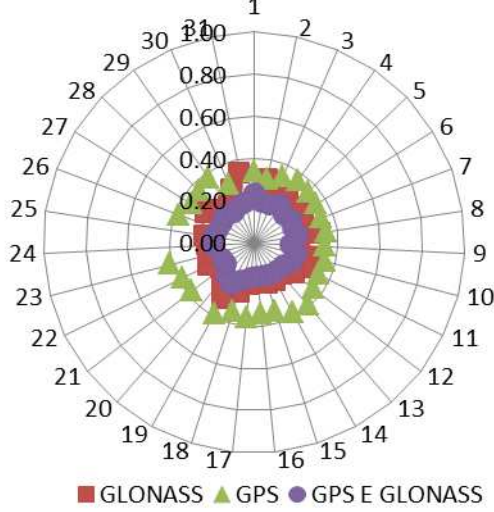


Histograma da acurácia planimétrica da estação KIRU (lat: 68°).

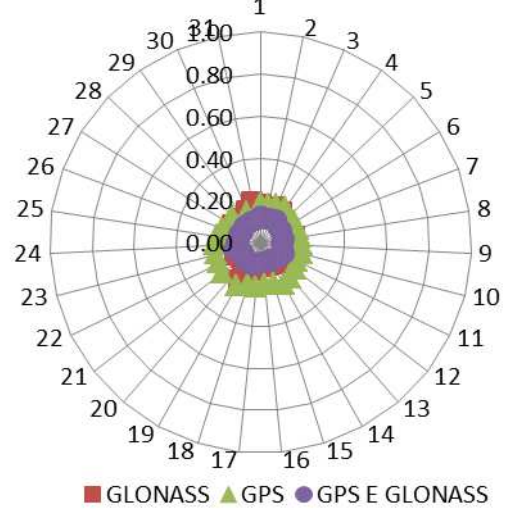
Classificação dos sistemas segundo a acurácia planimétrica para a estação KIRU (lat: 68°) em porcentagem.

	1º LUGAR			2º LUGAR			3º LUGAR		
	R	G	GR	R	G	GR	R	G	GR
30 min	0.0	0.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0
45 min	0.0	0.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0
60 min	0.0	0.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0
90 min	0.0	0.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0
120 min	0.0	0.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0

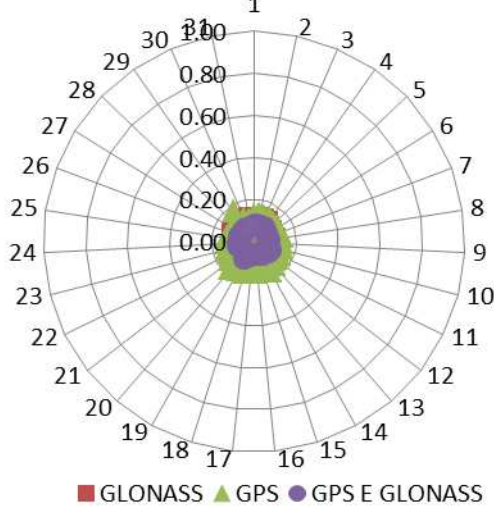
THU3: Acurácia da Componente Planimétrica 30min



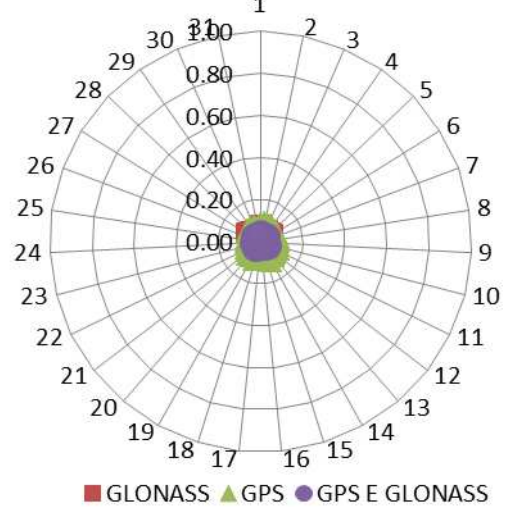
THU3: Acurácia da Componente Planimétrica 45min



THU3: Acurácia da Componente Planimétrica 60min



THU3: Acurácia da Componente Planimétrica 90min



THU3: Acurácia da Componente Planimétrica 120min

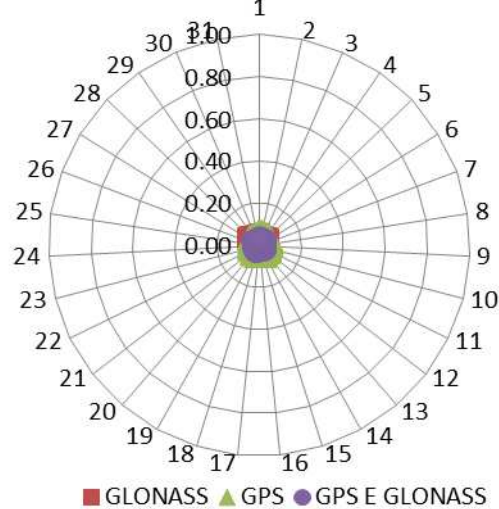
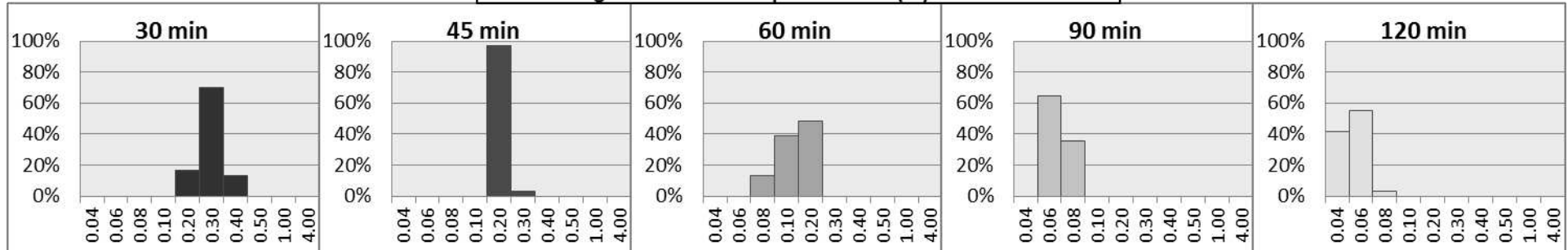
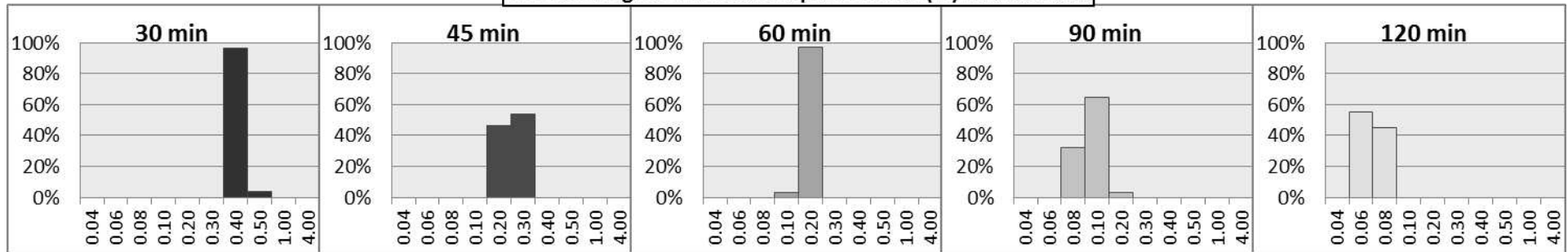


Gráfico da variação temporal da acurácia planimétrica da estação THU3 (lat: 77°).

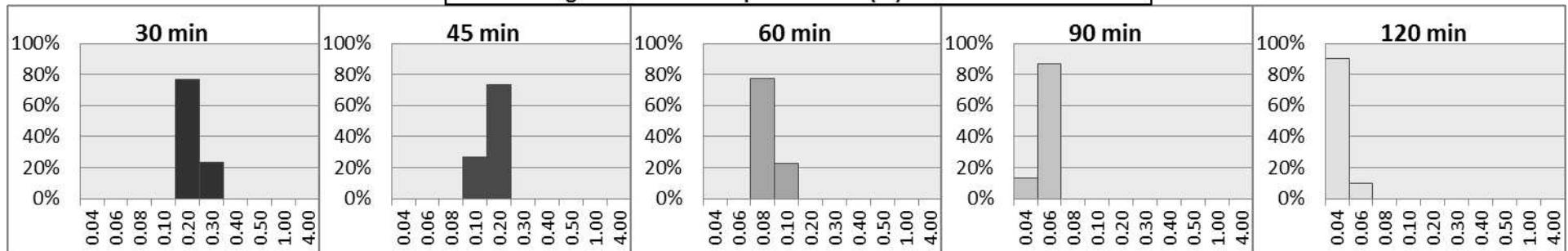
THU3: Histograma da acurácia planimétrica (m) de dados GLONASS



THU3: Histograma da acurácia planimétrica (m) de dados GPS



THU3: Histograma da acurácia planimétrica (m) de dados GLONASS e GPS

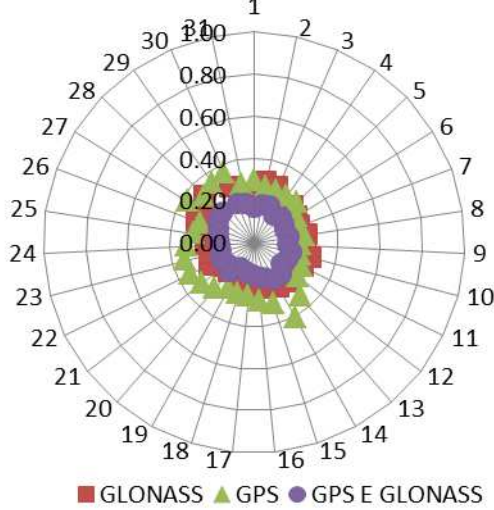


Histograma da acurácia planimétrica da estação THU3 (lat: 77°).

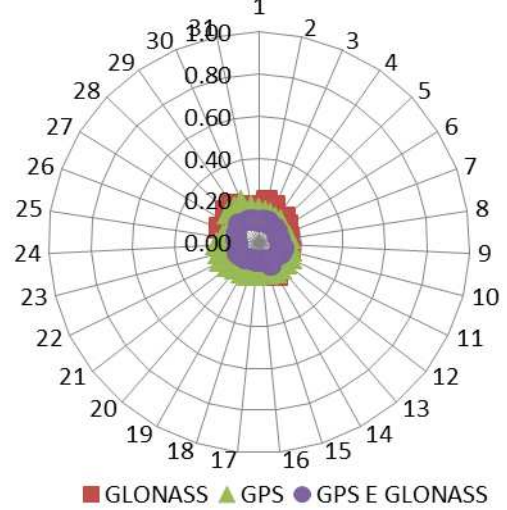
Classificação dos sistemas segundo a acurácia planimétrica para a estação THU3 (lat: 77°) em percentagem.

	1º LUGAR			2º LUGAR			3º LUGAR		
	R	G	GR	R	G	GR	R	G	GR
30 min	0.0	0.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0
45 min	3.7	0.0	96.3	92.6	3.7	3.7	3.7	96.3	0.0
60 min	0.0	0.0	100.0	96.8	3.2	0.0	3.2	96.8	0.0
90 min	0.0	0.0	100.0	96.8	3.2	0.0	3.2	96.8	0.0
120 min	0.0	0.0	100.0	96.8	3.2	0.0	3.2	96.8	0.0

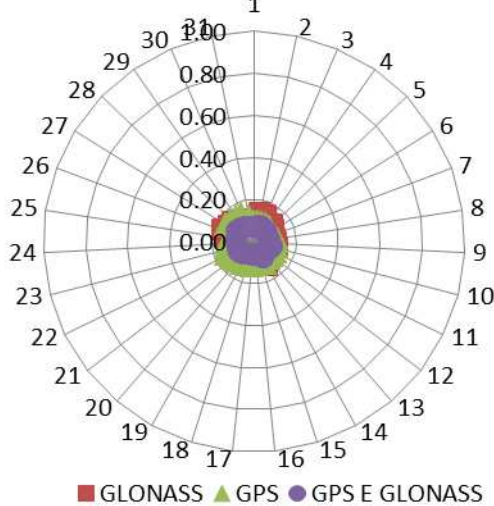
OHI2: Acurácia da Componente Altimétrica 30min



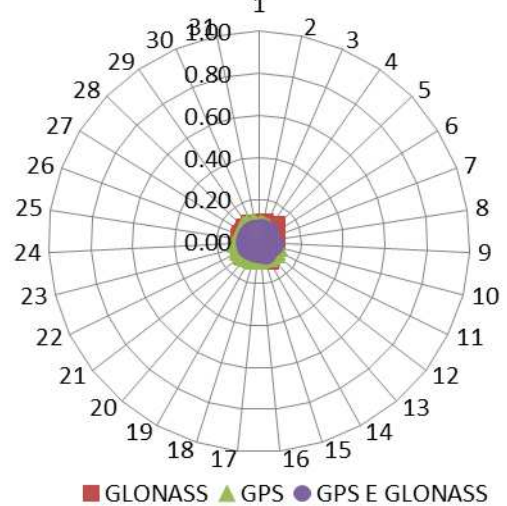
OHI2: Acurácia da Componente Altimétrica 45min



OHI2: Acurácia da Componente Altimétrica 60min



OHI2: Acurácia da Componente Altimétrica 90min



OHI2: Acurácia da Componente Altimétrica 120min

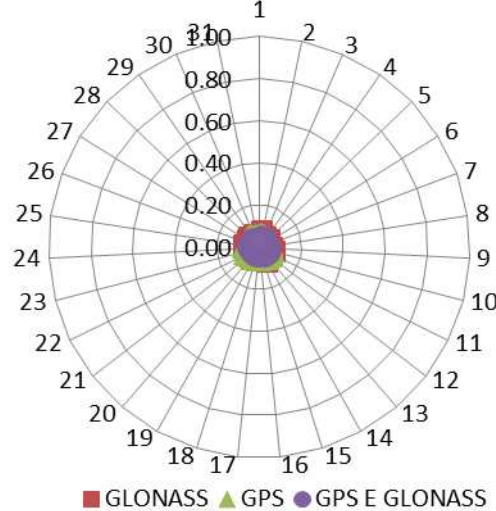
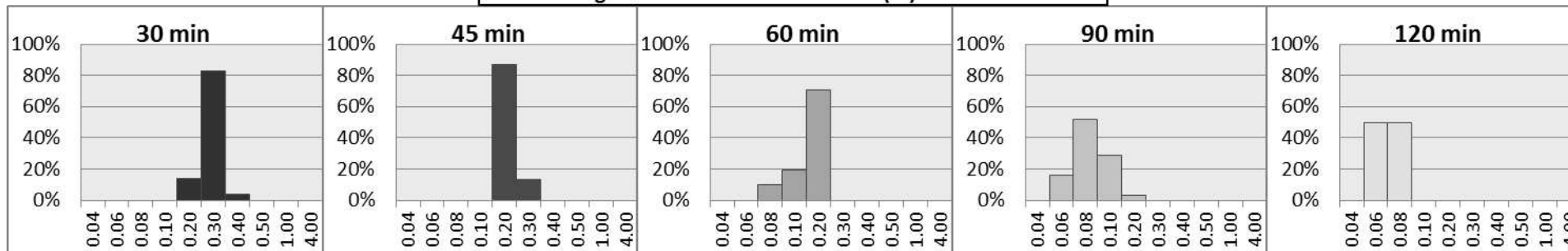
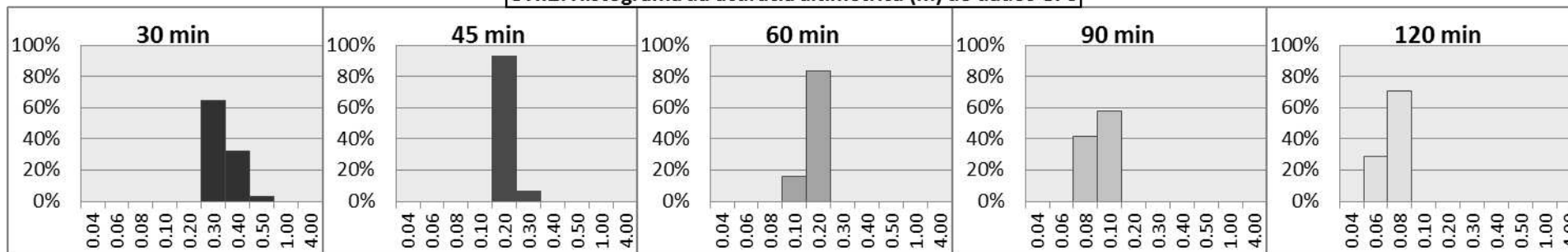


Gráfico da variação temporal da acurácia altimétrica da estação OHI2 (lat: -63°)..

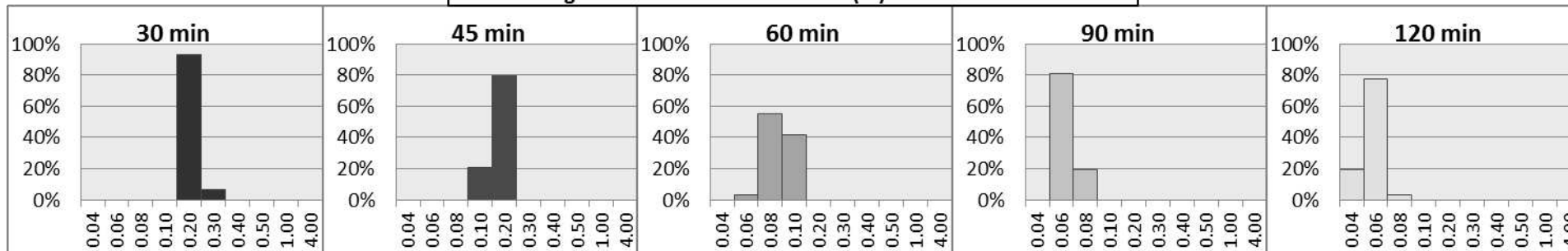
OH12: Histograma da acurácia altimétrica (m) de dados GLONASS



OH12: Histograma da acurácia altimétrica (m) de dados GPS



OH12: Histograma da acurácia altimétrica (m) de dados GLONASS e GPS

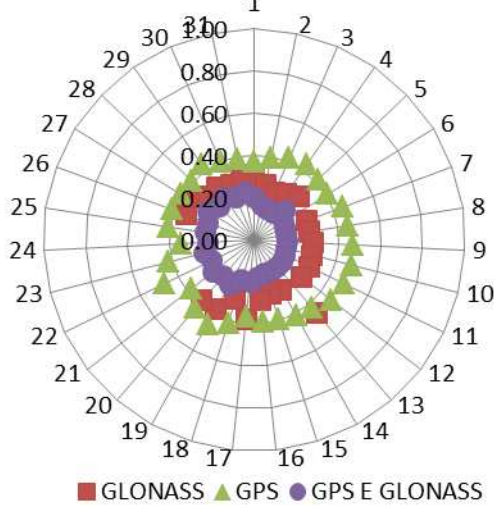


Histograma da acurácia altimétrica da estação OH12 (lat: -63°).

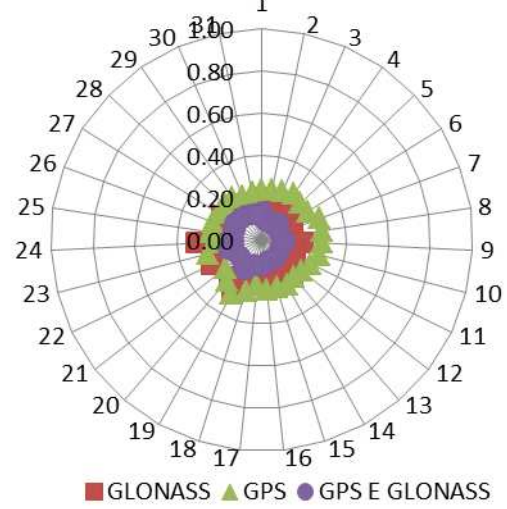
**Classificação dos sistemas segundo a acurácia altimétrica para a estação OHI2 (-63°)
em percentagem.**

	1º LUGAR			2º LUGAR			3º LUGAR		
	R	G	GR	R	G	GR	R	G	GR
30 min	0.0	0.0	100.0	65.5	34.5	0.0	34.5	65.5	0.0
45 min	0.0	0.0	100.0	65.5	34.5	0.0	34.5	65.5	0.0
60 min	0.0	0.0	100.0	71.0	29.0	0.0	29.0	71.0	0.0
90 min	0.0	0.0	100.0	64.5	35.5	0.0	35.5	64.5	0.0
120 min	0.0	0.0	100.0	73.3	26.7	0.0	26.7	73.3	0.0

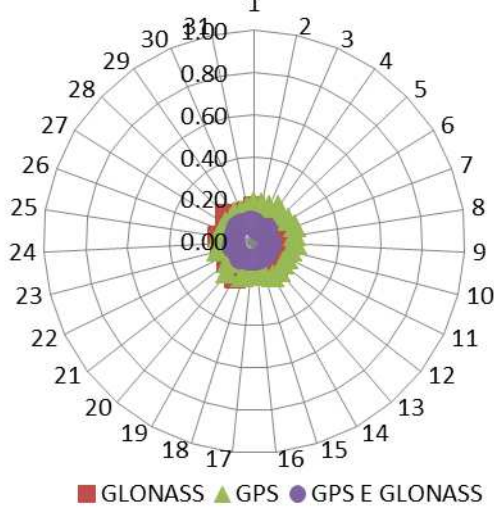
HOB2: Acurácia da Componente Altimétrica 30min



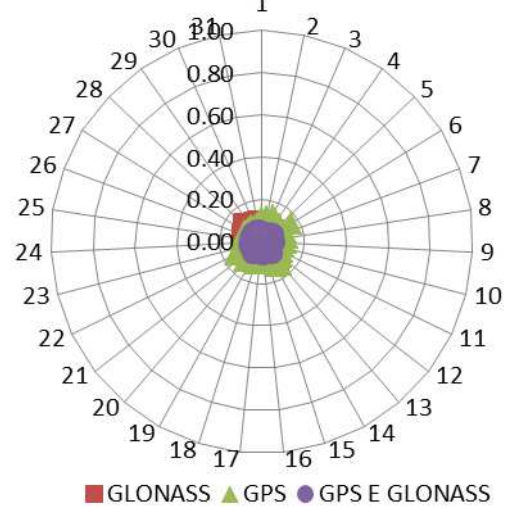
HOB2: Acurácia da Componente Altimétrica 45min



HOB2: Acurácia da Componente Altimétrica 60min



HOB2: Acurácia da Componente Altimétrica 90min



HOB2: Acurácia da Componente Altimétrica 120min

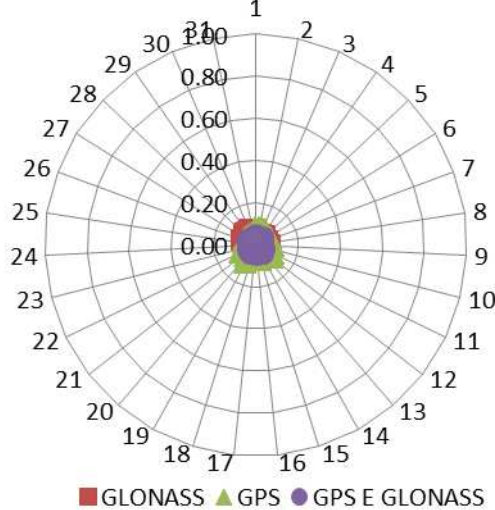
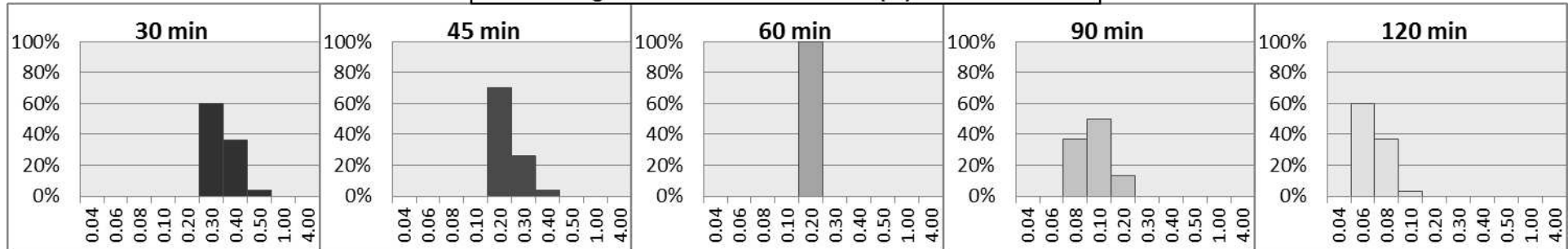
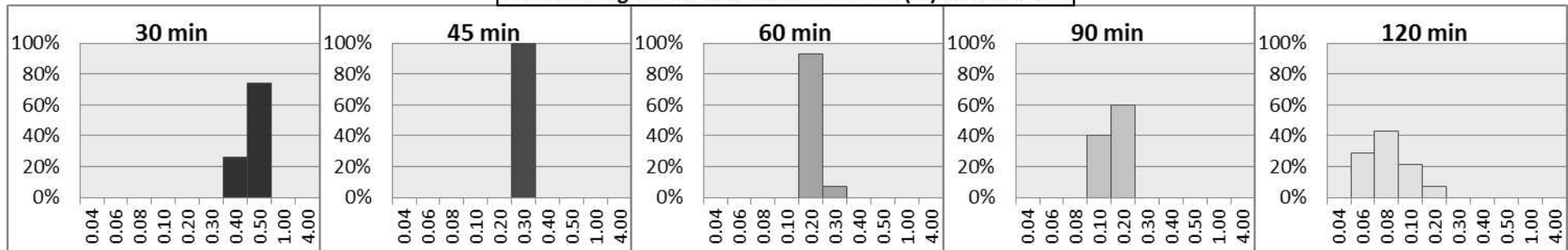


Gráfico da variação temporal da acurácia altimétrica da estação HOB2 (lat: -43°).

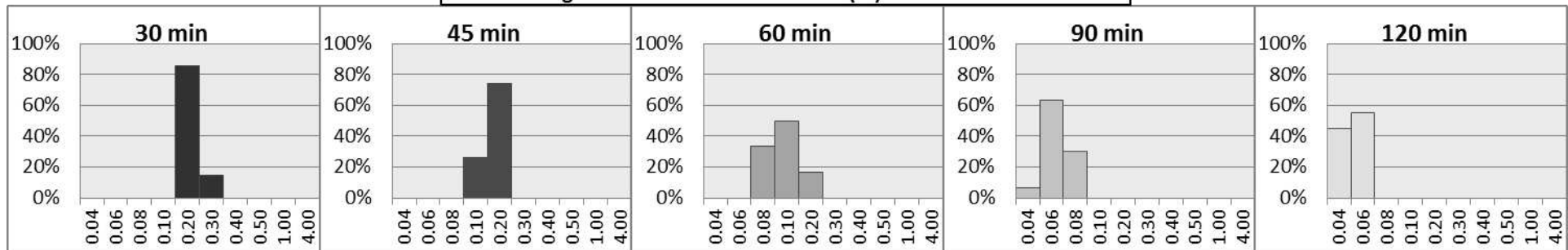
HOB2: Histograma da acurácia altimétrica (m) de dados GLONASS



HOB2: Histograma da acurácia altimétrica (m) de dados GPS



HOB2: Histograma da acurácia altimétrica (m) de dados GLONASS e GPS

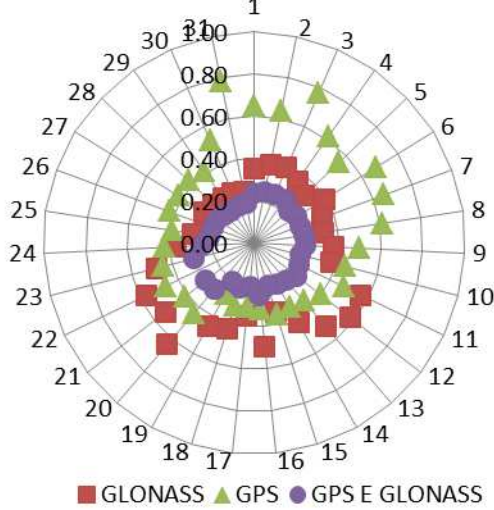


Histograma da acurácia altimétrica da estação HOB2 (lat: -43°).

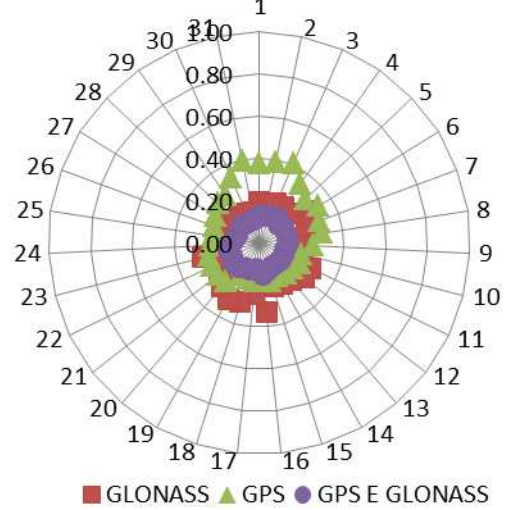
**Classificação dos sistemas segundo a acurácia altimétrica para a estação HOB2 (-43°)
em percentagem.**

	1º LUGAR			2º LUGAR			3º LUGAR		
	R	G	GR	R	G	GR	R	G	GR
30 min	0.0	0.0	100.0	92.0	8.0	0.0	8.0	92.0	0.0
45 min	0.0	0.0	100.0	96.2	3.8	0.0	3.8	96.2	0.0
60 min	0.0	0.0	100.0	82.1	17.9	0.0	17.9	82.1	0.0
90 min	0.0	0.0	100.0	79.3	20.7	0.0	20.7	79.3	0.0
120 min	0.0	0.0	100.0	77.8	22.2	0.0	22.2	77.8	0.0

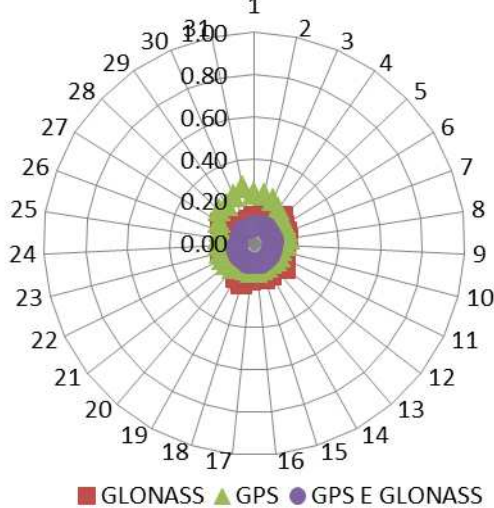
SUTM: Acurácia da Componente Altimétrica 30min



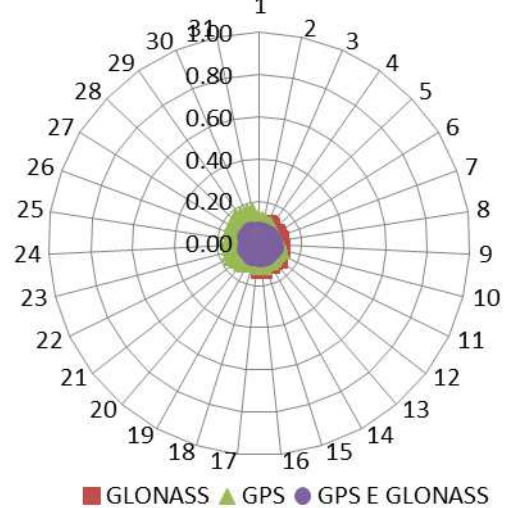
SUTM: Acurácia da Componente Altimétrica 45min



SUTM: Acurácia da Componente Altimétrica 60min



SUTM: Acurácia da Componente Altimétrica 90min



SUTM: Acurácia da Componente Altimétrica 120min

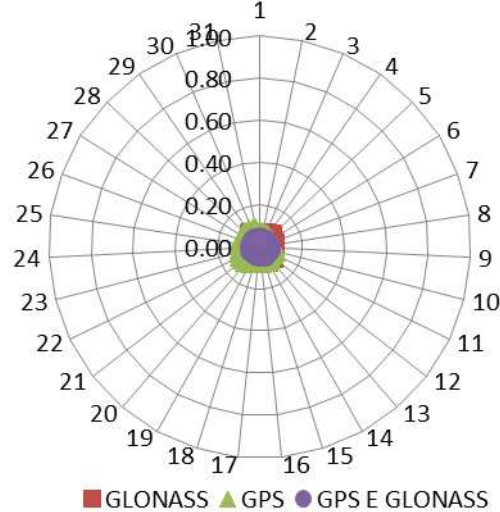
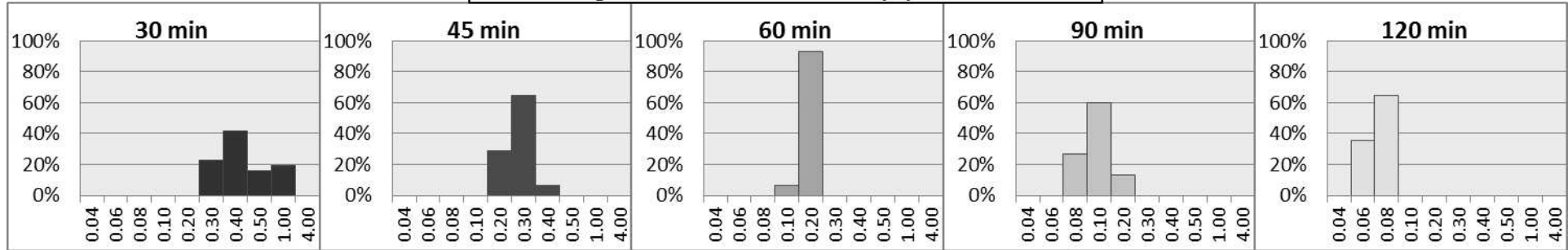
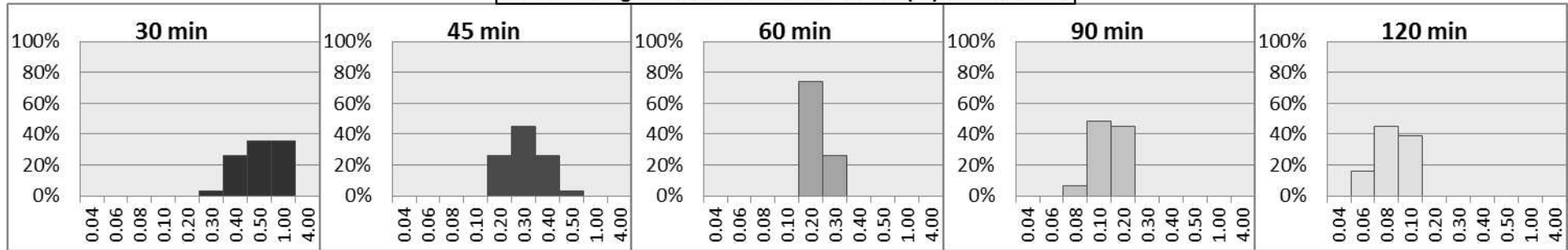


Gráfico da variação temporal da acurácia altimétrica da estação SUTM (lat: -32°)..

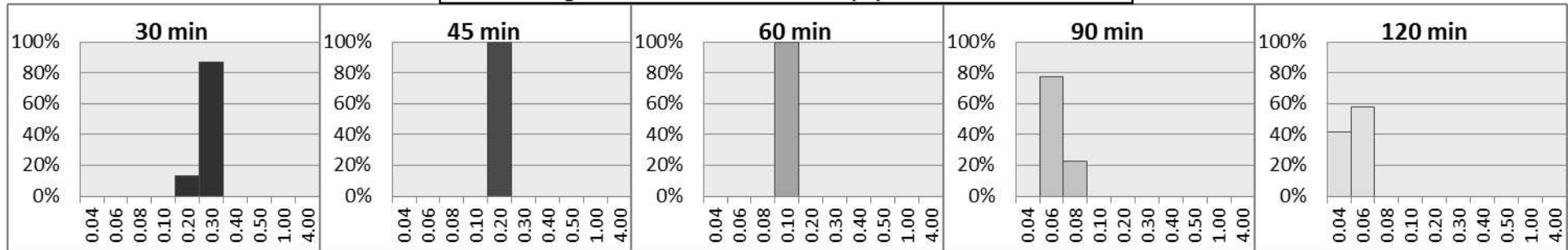
SUTM: Histograma da acurácia altimétrica (m) de dados GLONASS



SUTM: Histograma da acurácia altimétrica (m) de dados GPS



SUTM: Histograma da acurácia altimétrica (m) de dados GLONASS e GPS

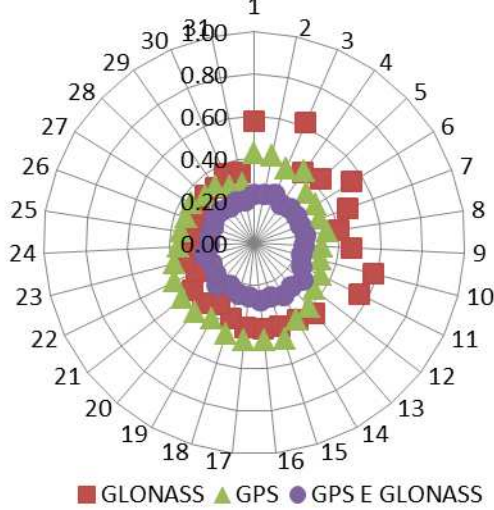


Histograma da acurácia altimétrica da estação SUTM (lat: -32°).

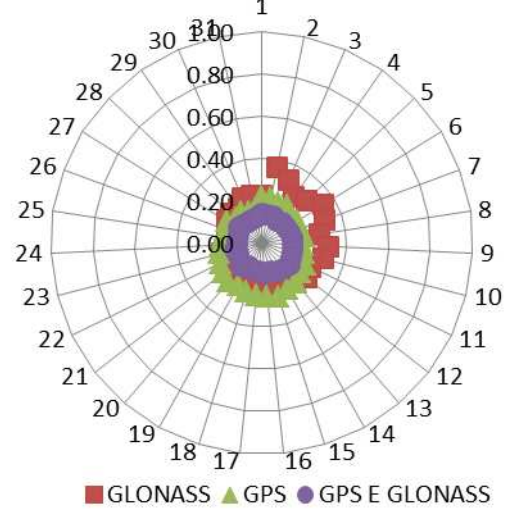
**Classificação dos sistemas segundo a acurácia altimétrica para a estação SUTM (-32°)
em percentagem.**

	1º LUGAR			2º LUGAR			3º LUGAR		
	R	G	GR	R	G	GR	R	G	GR
30 min	0.0	0.0	100.0	63.3	36.7	0.0	36.7	63.3	0.0
45 min	0.0	0.0	100.0	60.0	40.0	0.0	40.0	60.0	0.0
60 min	0.0	0.0	100.0	63.0	37.0	0.0	37.0	63.0	0.0
90 min	0.0	0.0	100.0	63.3	36.7	0.0	36.7	63.3	0.0
120 min	0.0	0.0	100.0	64.5	35.5	0.0	35.5	64.5	0.0

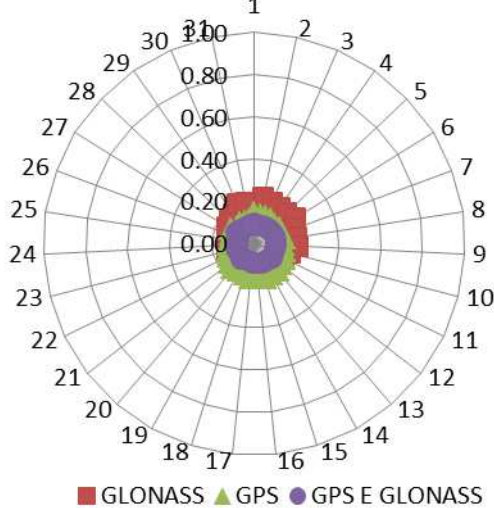
BRAZ: Acurácia da Componente Altimétrica 30min



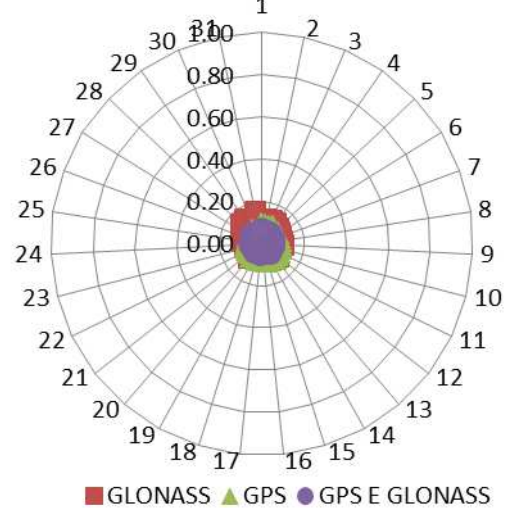
BRAZ: Acurácia da Componente Altimétrica 45min



BRAZ: Acurácia da Componente Altimétrica 60min



BRAZ: Acurácia da Componente Altimétrica 90min



BRAZ: Acurácia da Componente Altimétrica 120min

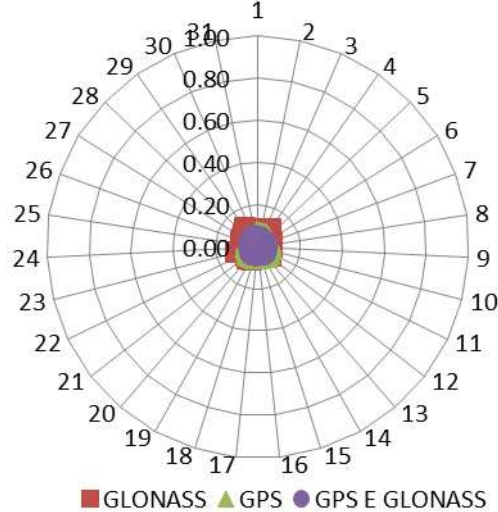
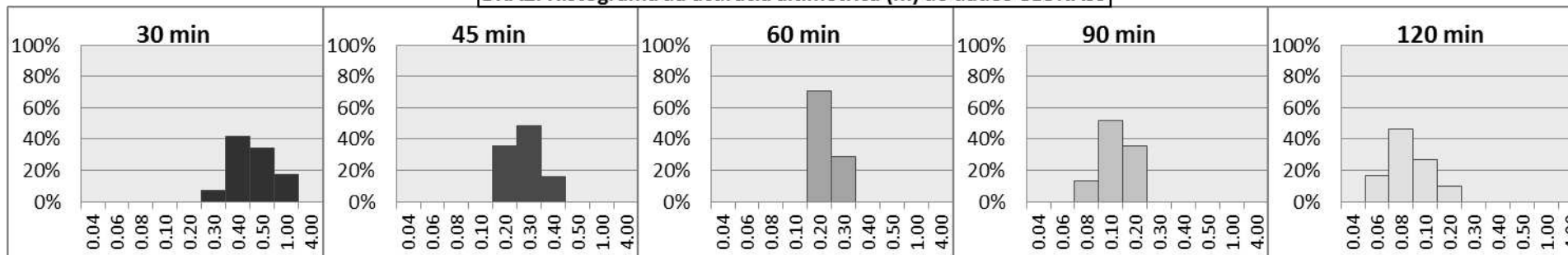
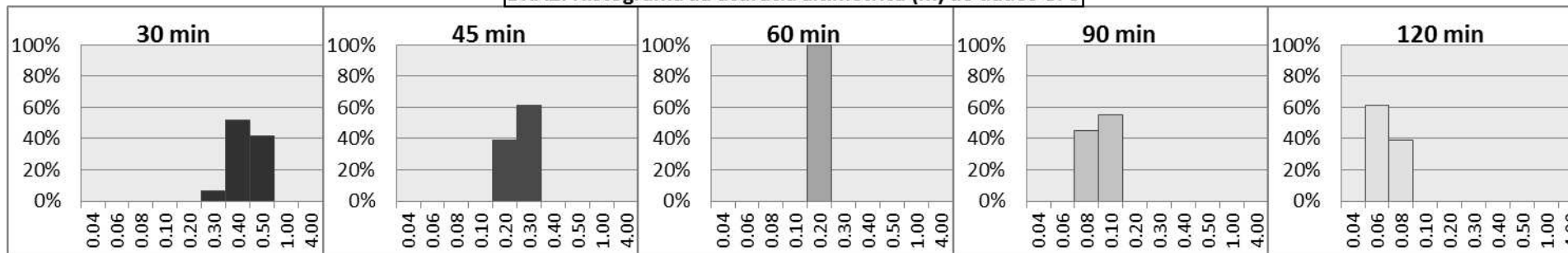


Gráfico da variação temporal da acurácia altimétrica da estação BRAZ (lat: -16°).

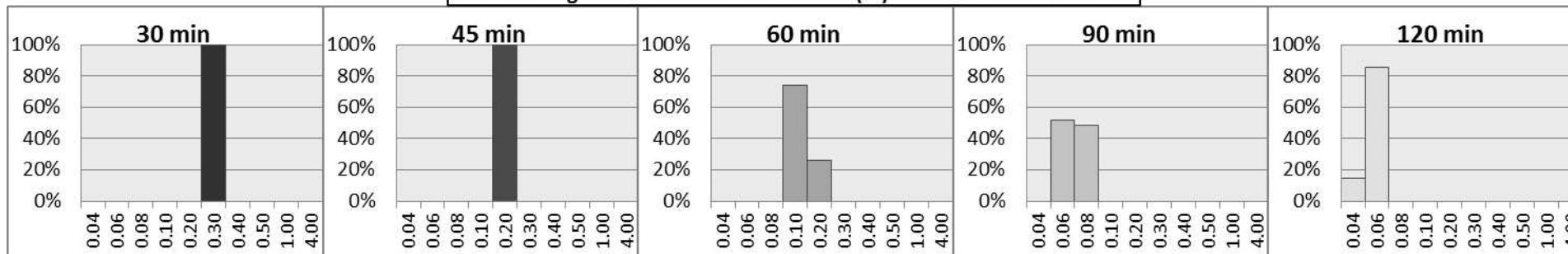
BRAZ: Histograma da acurácia altimétrica (m) de dados GLONASS



BRAZ: Histograma da acurácia altimétrica (m) de dados GPS



BRAZ: Histograma da acurácia altimétrica (m) de dados GLONASS e GPS

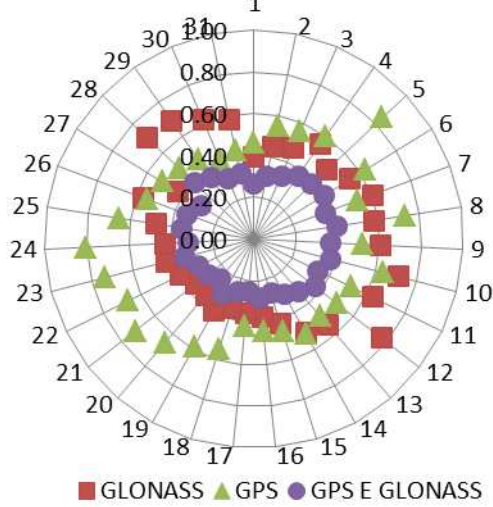


Histograma da acurácia altimétrica da estação BRAZ (lat: -16°).

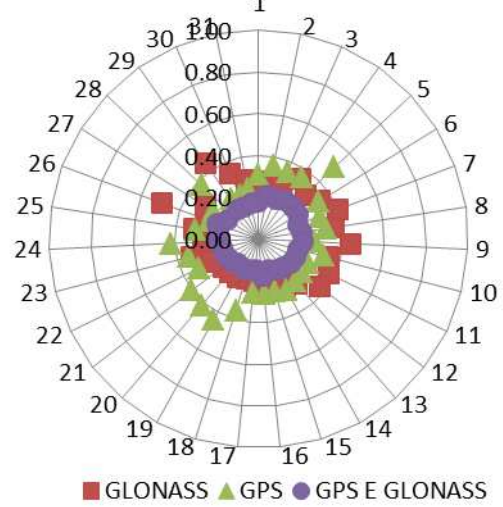
**Classificação dos sistemas segundo a acurácia altimétrica para a estação BRAZ (-16°)
em percentagem.**

	1º LUGAR			2º LUGAR			3º LUGAR		
	R	G	GR	R	G	GR	R	G	GR
30 min	0.0	0.0	100.0	51.7	48.3	0.0	48.3	51.7	0.0
45 min	0.0	0.0	100.0	48.4	51.6	0.0	51.6	48.4	0.0
60 min	0.0	0.0	100.0	41.9	58.1	0.0	58.1	41.9	0.0
90 min	0.0	0.0	100.0	25.8	74.2	0.0	74.2	25.8	0.0
120 min	0.0	3.7	96.3	14.8	81.5	3.7	85.2	14.8	0.0

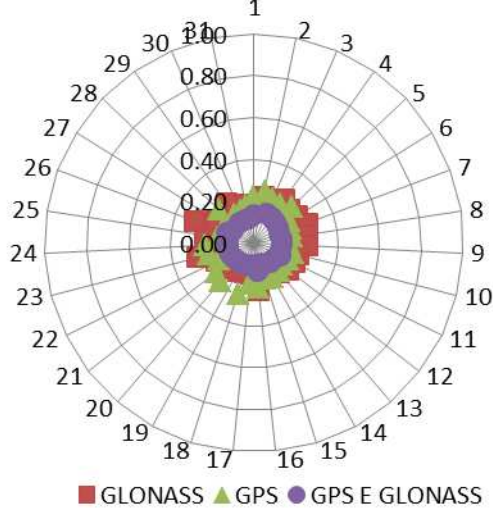
MBAR: Acurácia da Componente Altimétrica 30min



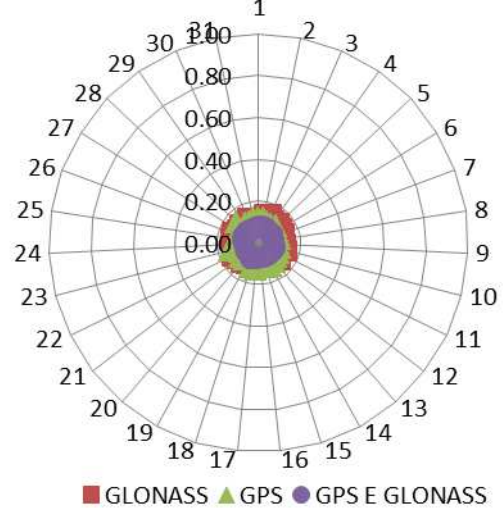
MBAR: Acurácia da Componente Altimétrica 45min



MBAR: Acurácia da Componente Altimétrica 60min



MBAR: Acurácia da Componente Altimétrica 90min



MBAR: Acurácia da Componente Altimétrica 120min

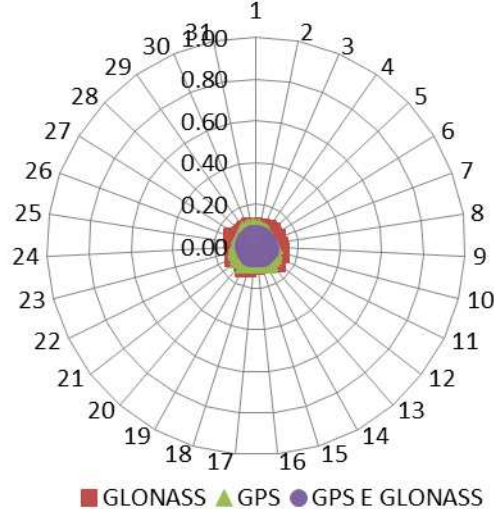
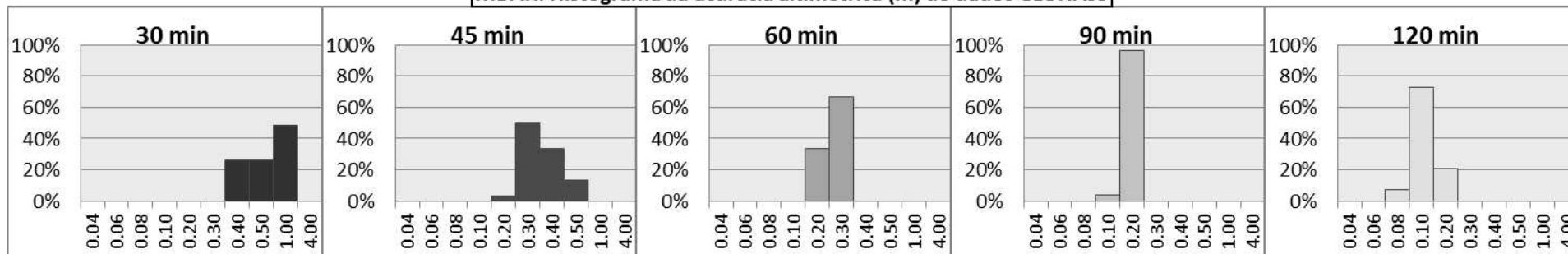
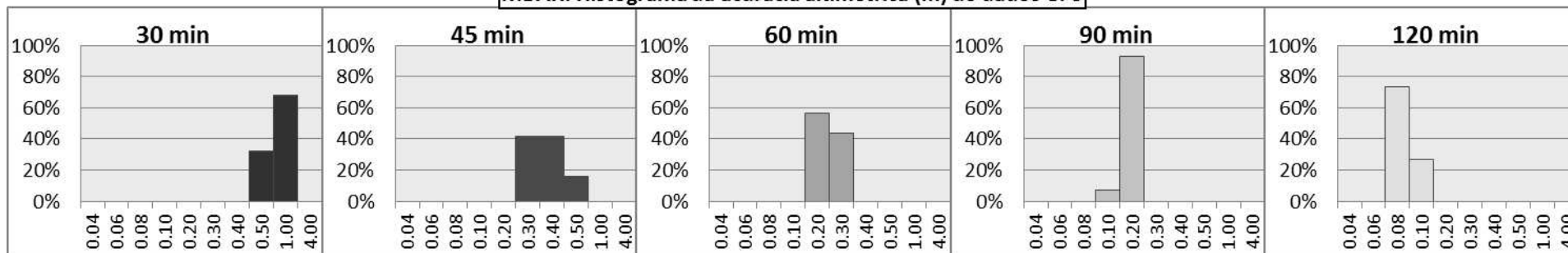


Gráfico da variação temporal da acurácia altimétrica da estação MBAR (lat: -1°).

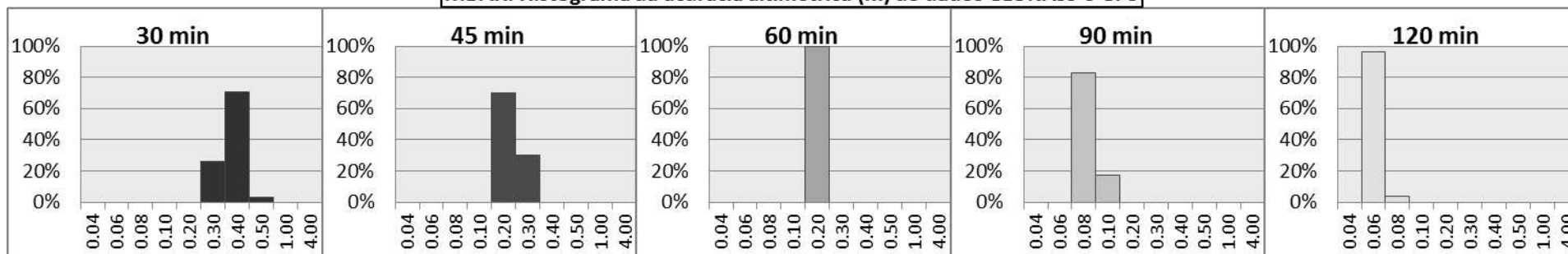
MBAR: Histograma da acurácia altimétrica (m) de dados GLONASS



MBAR: Histograma da acurácia altimétrica (m) de dados GPS



MBAR: Histograma da acurácia altimétrica (m) de dados GLONASS e GPS

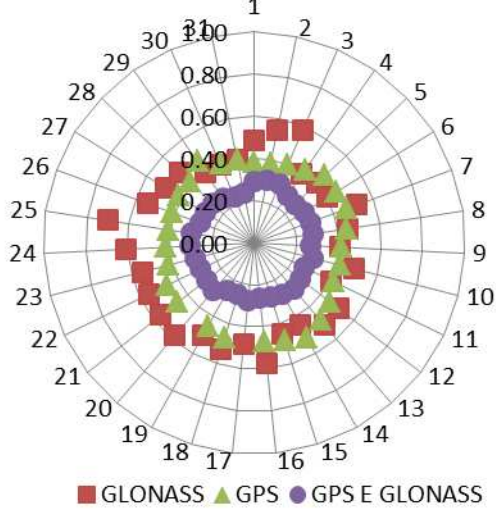


Histograma da acurácia altimétrica da estação MBAR (lat: -1°).

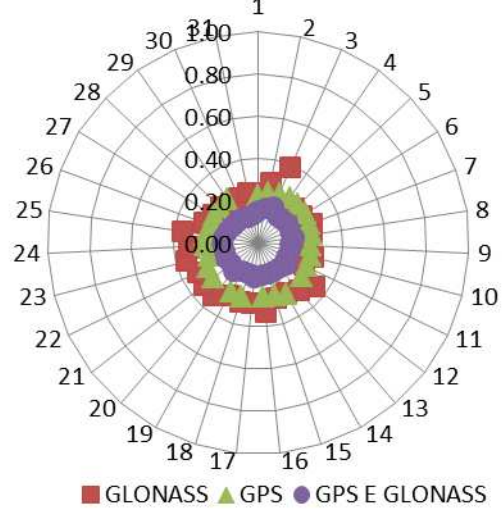
**Classificação dos sistemas segundo a acurácia altimétrica para a estação MBAR (-1°)
em percentagem.**

	1º LUGAR			2º LUGAR			3º LUGAR		
	R	G	GR	R	G	GR	R	G	GR
30 min	0.0	0.0	100.0	64.5	35.5	0.0	35.5	64.5	0.0
45 min	0.0	0.0	100.0	50.0	50.0	0.0	50.0	50.0	0.0
60 min	0.0	0.0	100.0	35.7	64.3	0.0	64.3	35.7	0.0
90 min	0.0	0.0	100.0	32.1	67.9	0.0	67.9	32.1	0.0
120 min	0.0	0.0	100.0	7.4	92.6	0.0	92.6	7.4	0.0

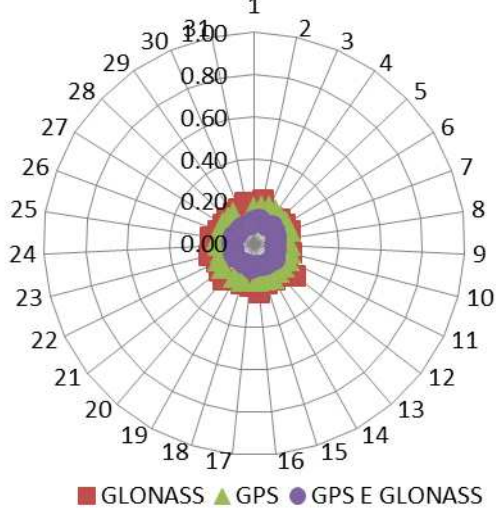
KOUR: Acurácia da Componente Altimétrica 30min



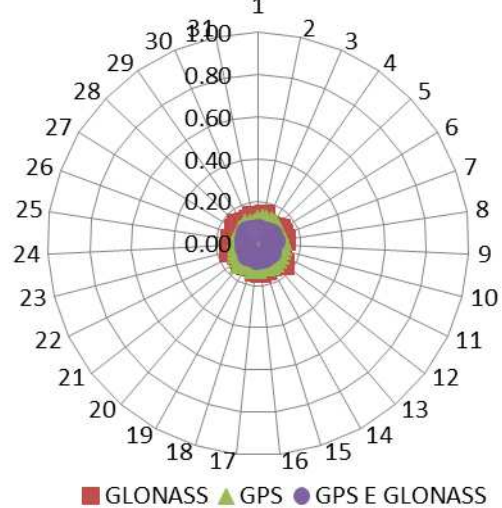
KOUR: Acurácia da Componente Altimétrica 45min



KOUR: Acurácia da Componente Altimétrica 60min



KOUR: Acurácia da Componente Altimétrica 90min



KOUR: Acurácia da Componente Altimétrica 120min

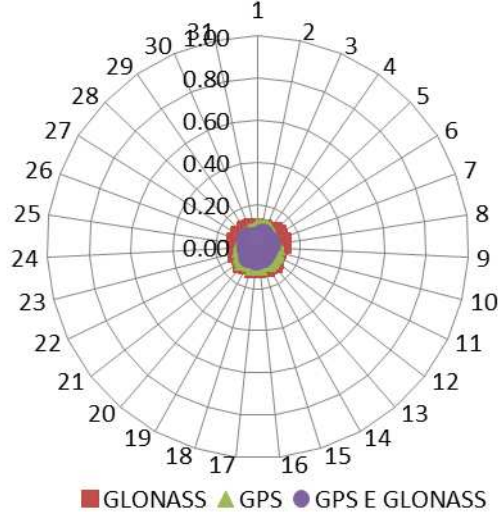
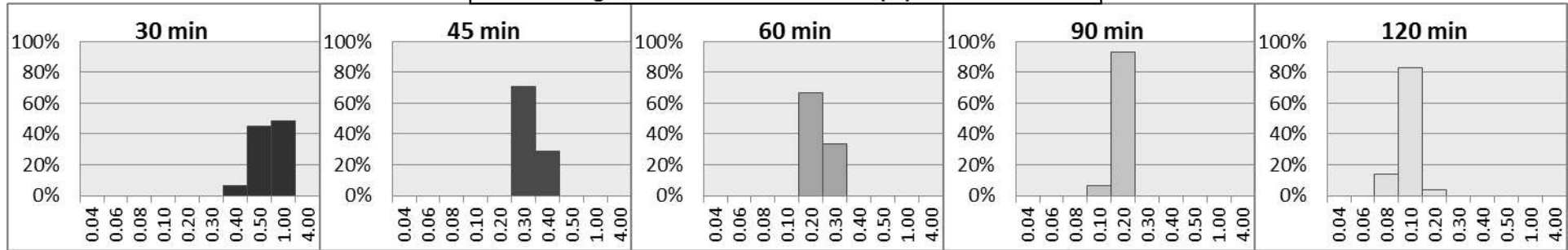
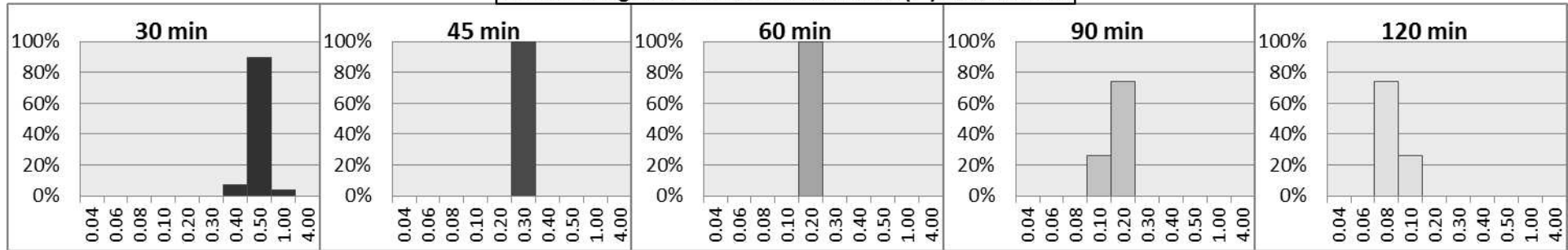


Gráfico da variação temporal da acurácia altimétrica da estação KOUR (lat: 5°).

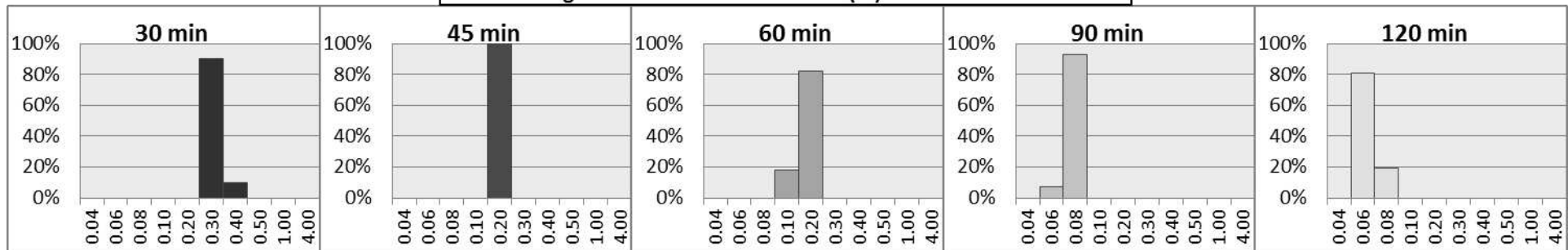
KOUR: Histograma da acurácia altimétrica (m) de dados GLONASS



KOUR: Histograma da acurácia altimétrica (m) de dados GPS



KOUR: Histograma da acurácia altimétrica (m) de dados GLONASS e GPS

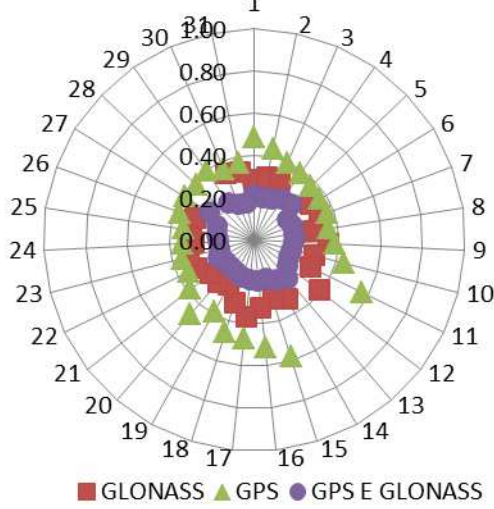


Histograma da acurácia altimétrica da estação KOUR (lat: 5°).

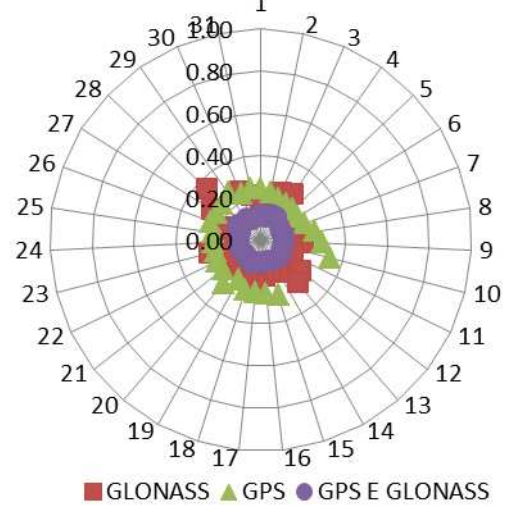
**Classificação dos sistemas segundo a acurácia altimétrica para a estação KOUR (5°)
em percentagem.**

	1º LUGAR			2º LUGAR			3º LUGAR		
	R	G	GR	R	G	GR	R	G	GR
30 min	0.0	0.0	100.0	34.5	65.5	0.0	65.5	34.5	0.0
45 min	0.0	0.0	100.0	30.8	69.2	0.0	69.2	30.8	0.0
60 min	0.0	0.0	100.0	24.0	76.0	0.0	76.0	24.0	0.0
90 min	0.0	0.0	100.0	20.7	79.3	0.0	79.3	20.7	0.0
120 min	0.0	0.0	100.0	6.9	93.1	0.0	93.1	6.9	0.0

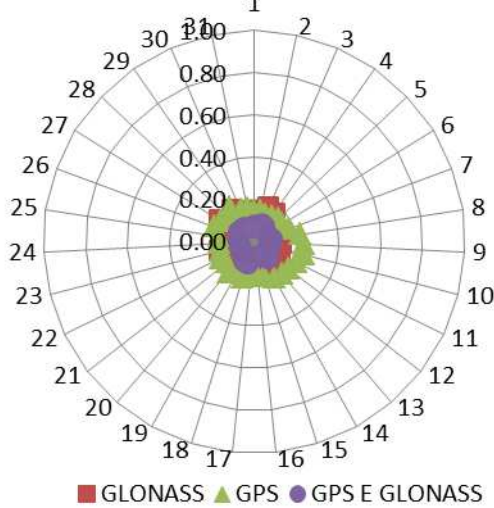
PDEL: Acurácia da Componente Altimétrica 30min



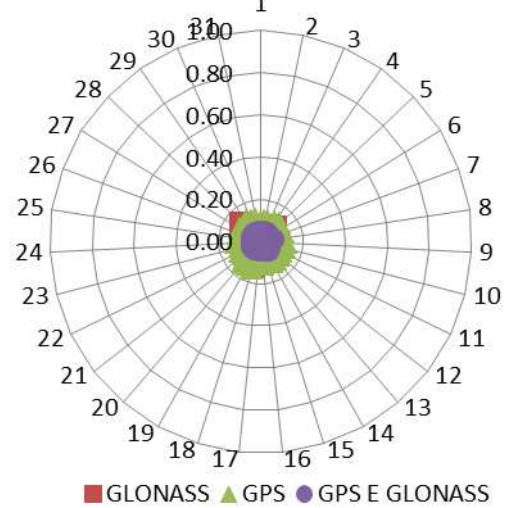
PDEL: Acurácia da Componente Altimétrica 45min



PDEL: Acurácia da Componente Altimétrica 60min



PDEL: Acurácia da Componente Altimétrica 90min



PDEL: Acurácia da Componente Altimétrica 120min

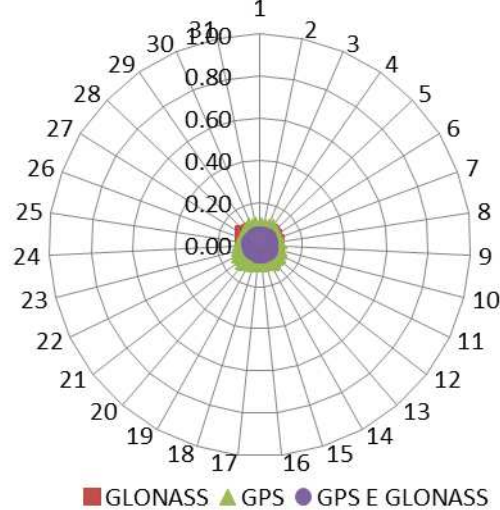
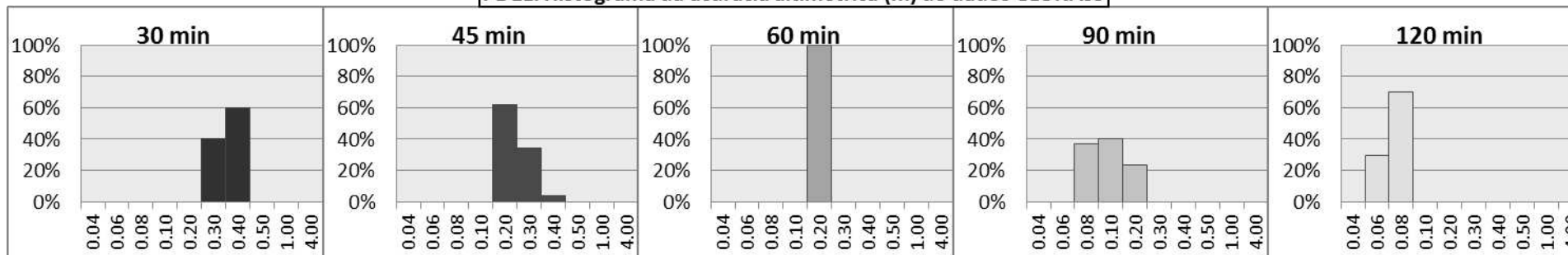
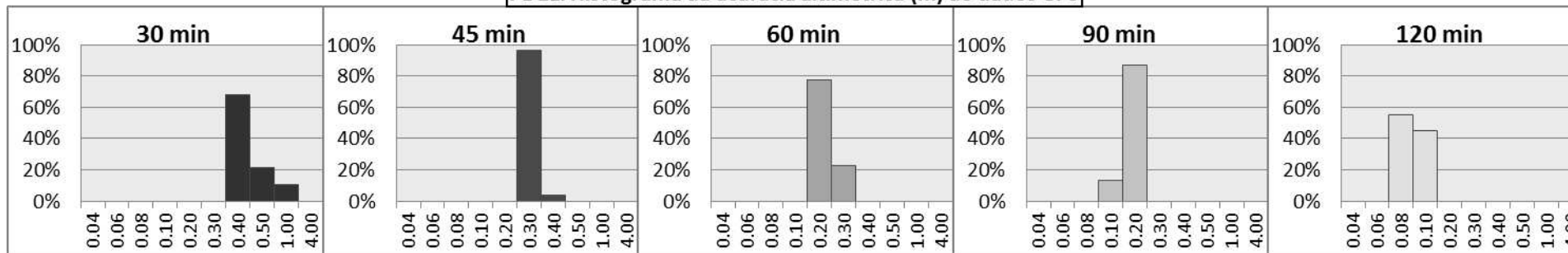


Gráfico da variação temporal da acurácia altimétrica da estação PDEL (lat: 38°).

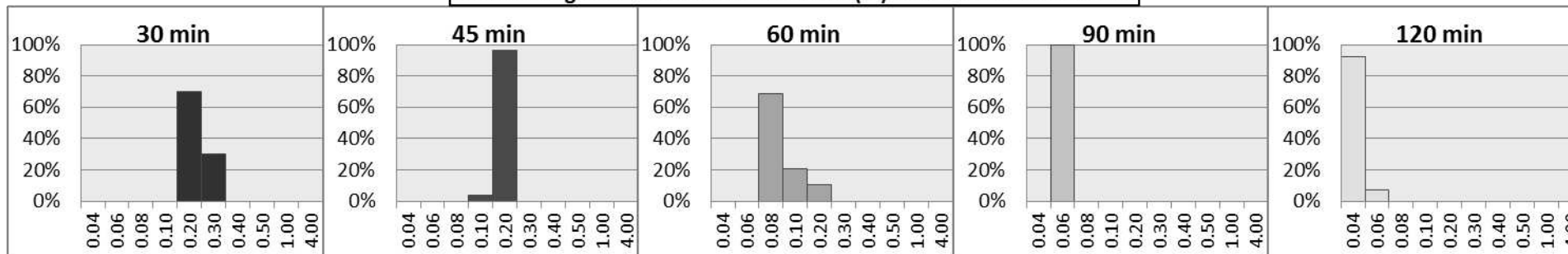
PDEL: Histograma da acurácia altimétrica (m) de dados GLONASS



PDEL: Histograma da acurácia altimétrica (m) de dados GPS



PDEL: Histograma da acurácia altimétrica (m) de dados GLONASS e GPS

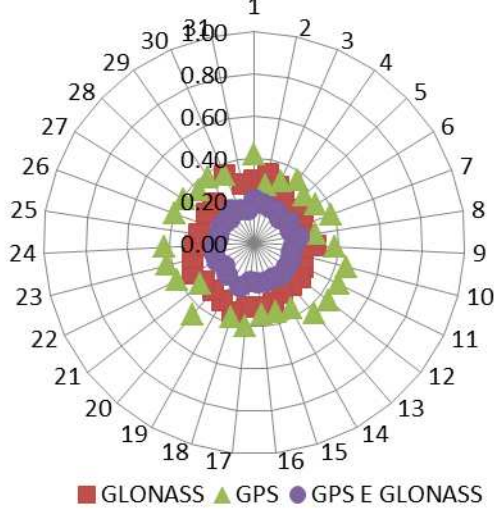


Histograma da acurácia altimétrica da estação PDEL (lat: 38°).

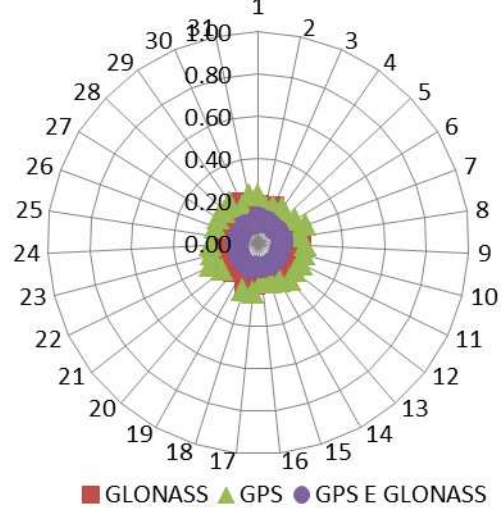
**Classificação dos sistemas segundo a acurácia altimétrica para a estação PDEL (38°)
em percentagem.**

	1º LUGAR			2º LUGAR			3º LUGAR		
	R	G	GR	R	G	GR	R	G	GR
30 min	0.0	0.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0
45 min	0.0	0.0	100.0	79.2	20.8	0.0	20.8	79.2	0.0
60 min	0.0	0.0	100.0	82.8	17.2	0.0	17.2	82.8	0.0
90 min	0.0	0.0	100.0	100.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.0
120 min	0.0	0.0	100.0	96.2	3.8	0.0	3.8	96.2	0.0

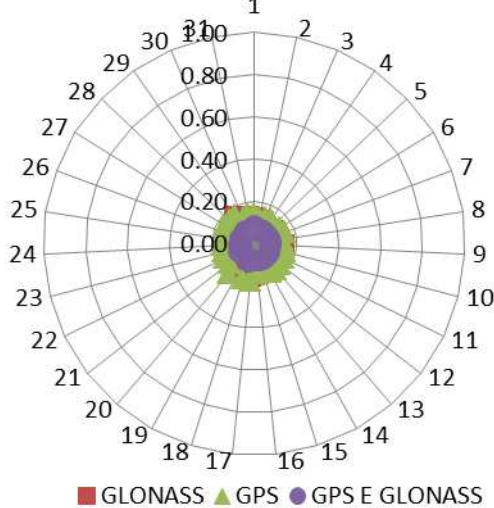
STJO: Acurácia da Componente Altimétrica 30min



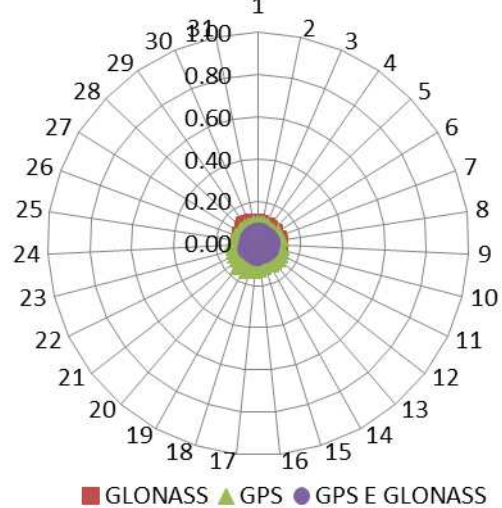
STJO: Acurácia da Componente Altimétrica 45min



STJO: Acurácia da Componente Altimétrica 60min



STJO: Acurácia da Componente Altimétrica 90min



STJO: Acurácia da Componente Altimétrica 120min

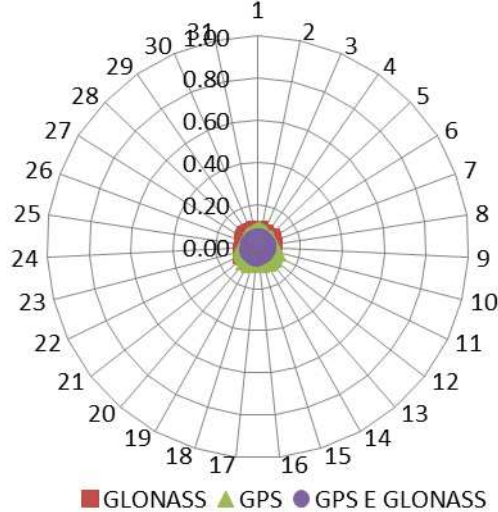
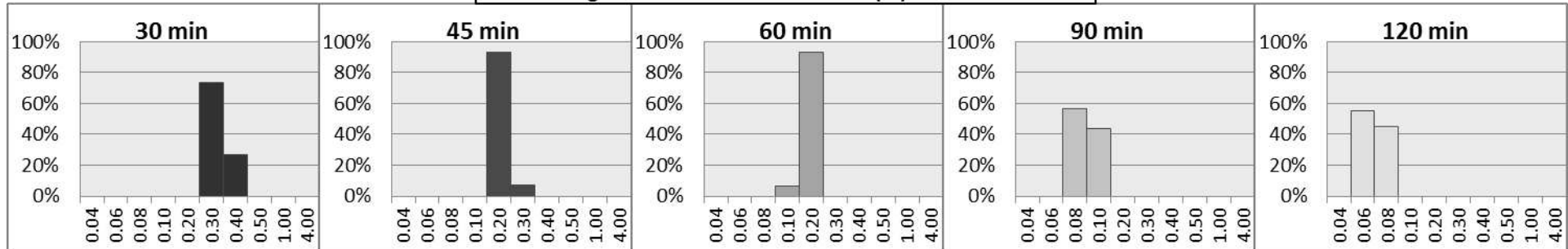
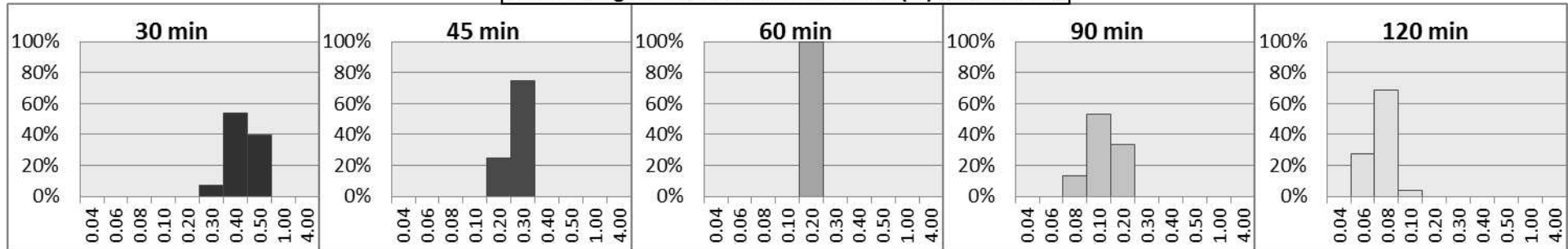


Gráfico da variação temporal da acurácia altimétrica da estação STJO (lat: 48°).

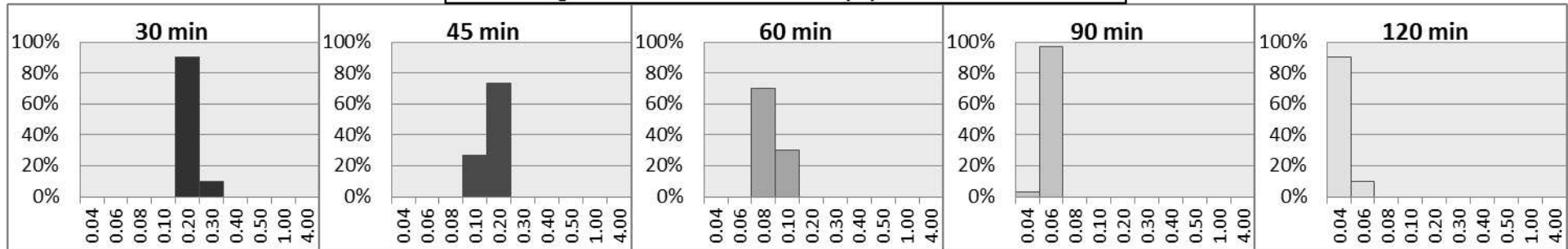
STJO: Histograma da acurácia altimétrica (m) de dados GLONASS



STJO: Histograma da acurácia altimétrica (m) de dados GPS



STJO: Histograma da acurácia altimétrica (m) de dados GLONASS e GPS

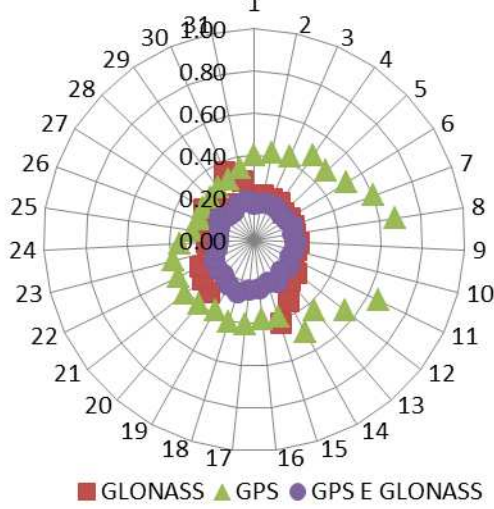


Histograma da acurácia altimétrica da estação STJO (lat: 48°).

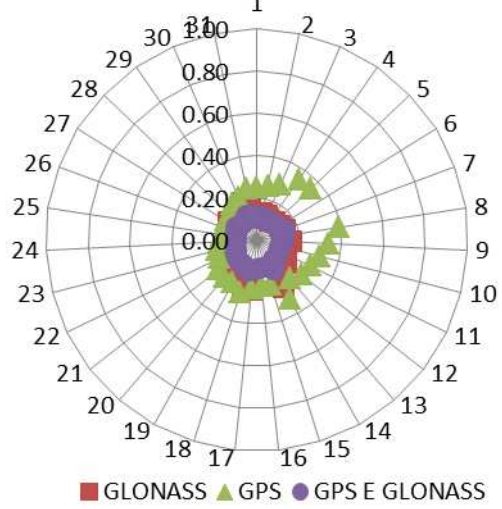
**Classificação dos sistemas segundo a acurácia altimétrica para a estação STJO (48°)
em porcentagem.**

	1º LUGAR			2º LUGAR			3º LUGAR		
	R	G	GR	R	G	GR	R	G	GR
30 min	0.0	0.0	100.0	92.6	7.4	0.0	7.4	92.6	0.0
45 min	0.0	0.0	100.0	96.3	3.7	0.0	3.7	96.3	0.0
60 min	0.0	0.0	100.0	96.6	3.4	0.0	3.4	96.6	0.0
90 min	0.0	0.0	100.0	79.3	20.7	0.0	20.7	79.3	0.0
120 min	0.0	0.0	100.0	65.5	34.5	0.0	34.5	65.5	0.0

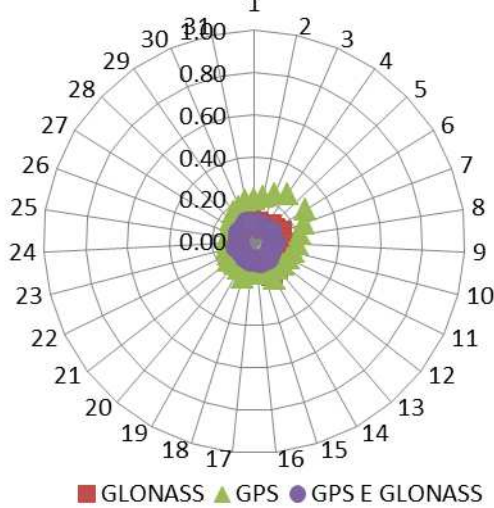
KIRU: Acurácia da Componente Altimétrica 30min



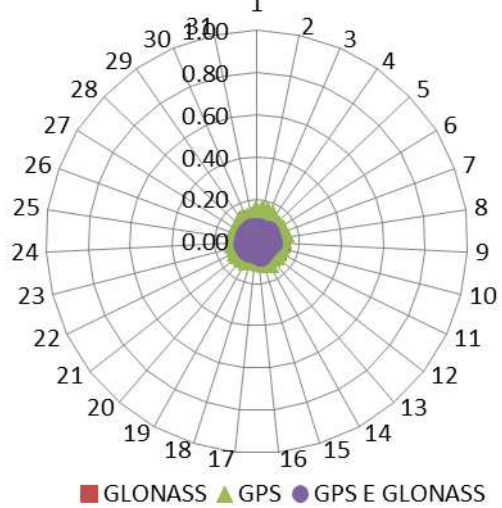
KIRU: Acurácia da Componente Altimétrica 45min



KIRU: Acurácia da Componente Altimétrica 60min



KIRU: Acurácia da Componente Altimétrica 90min



KIRU: Acurácia da Componente Altimétrica 120min

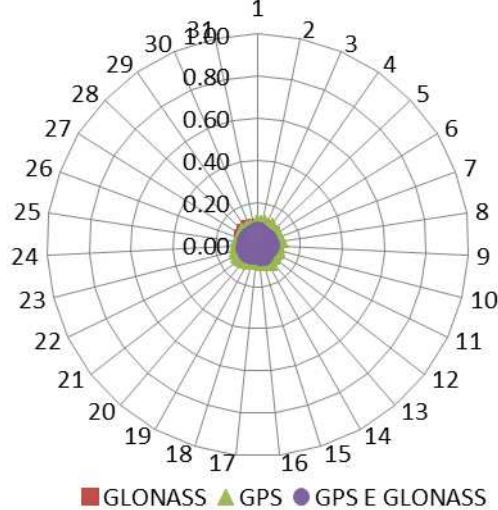
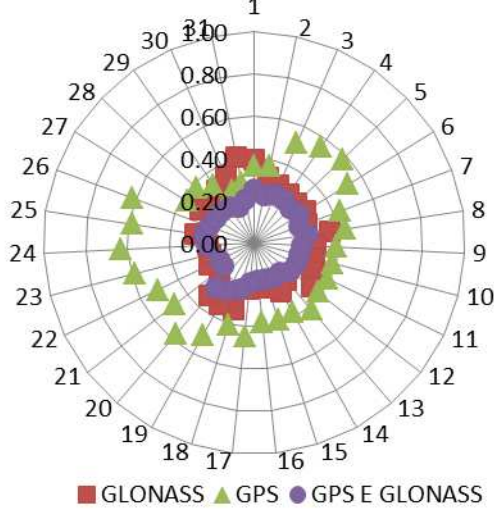


Gráfico da variação temporal da acurácia altimétrica da estação KIRU (lat: 68°).

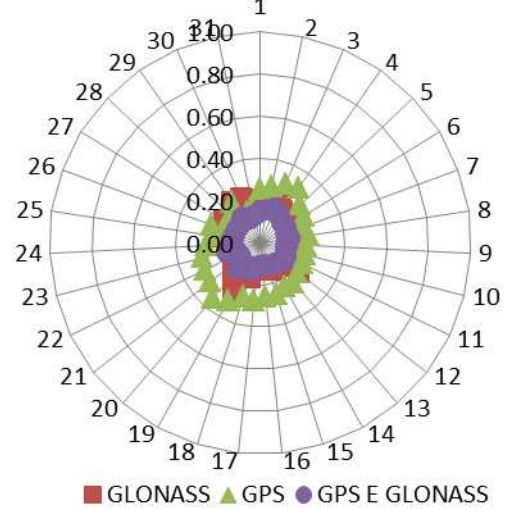
**Classificação dos sistemas segundo a acurácia altimétrica para a estação KIRU (68°)
em percentagem.**

	1º LUGAR			2º LUGAR			3º LUGAR		
	R	G	GR	R	G	GR	R	G	GR
30 min	0.0	0.0	100.0	92.0	8.0	0.0	8.0	92.0	0.0
45 min	0.0	0.0	100.0	96.3	3.7	0.0	3.7	96.3	0.0
60 min	0.0	0.0	100.0	96.4	3.6	0.0	3.6	96.4	0.0
90 min	0.0	0.0	100.0	96.4	3.6	0.0	3.6	96.4	0.0
120 min	0.0	0.0	100.0	93.1	6.9	0.0	6.9	93.1	0.0

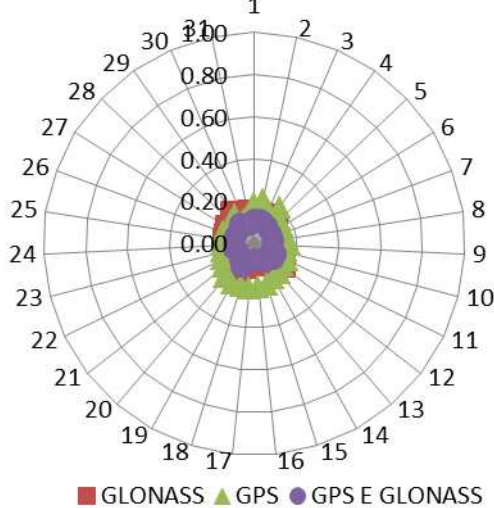
THU3: Acurácia da Componente Altimétrica 30min



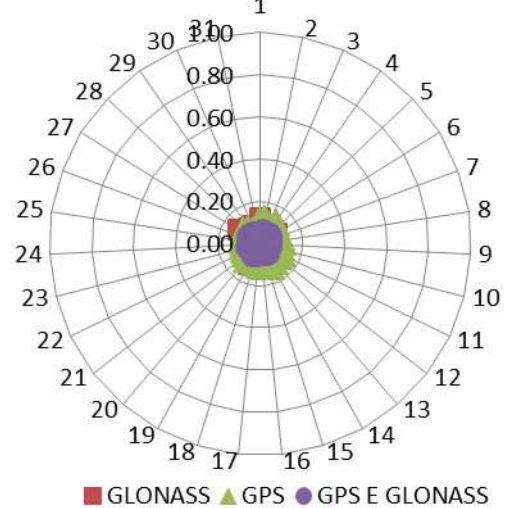
THU3: Acurácia da Componente Altimétrica 45min



THU3: Acurácia da Componente Altimétrica 60min



THU3: Acurácia da Componente Altimétrica 90min



THU3: Acurácia da Componente Altimétrica 120min

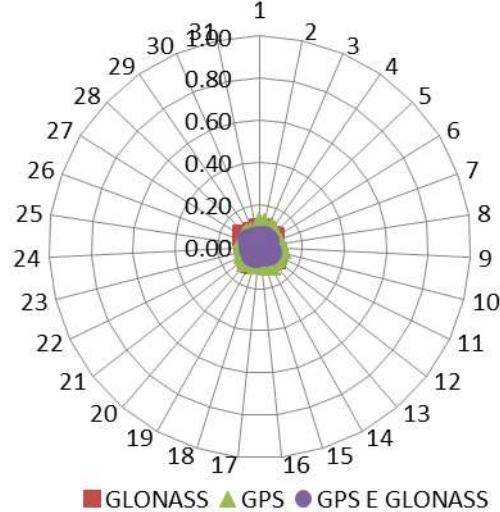
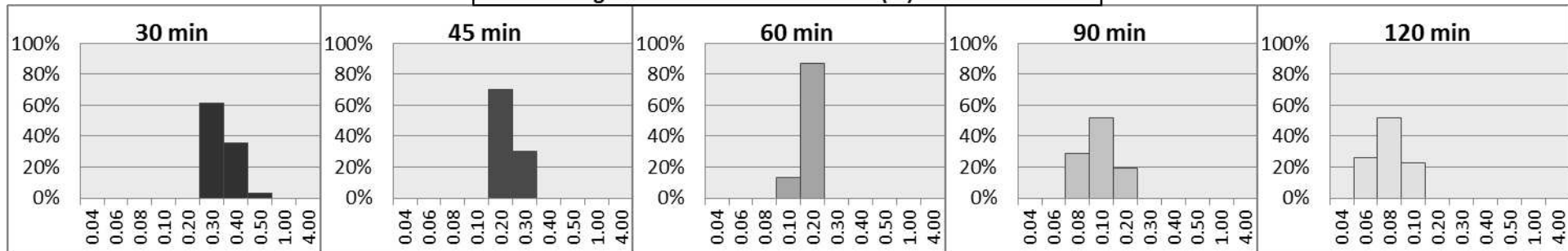
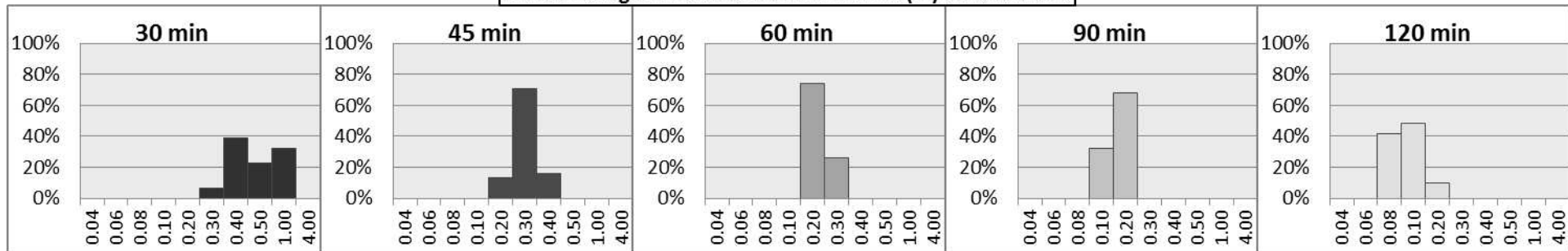


Gráfico da variação temporal da acurácia altimétrica da estação THU3 (lat: 77°).

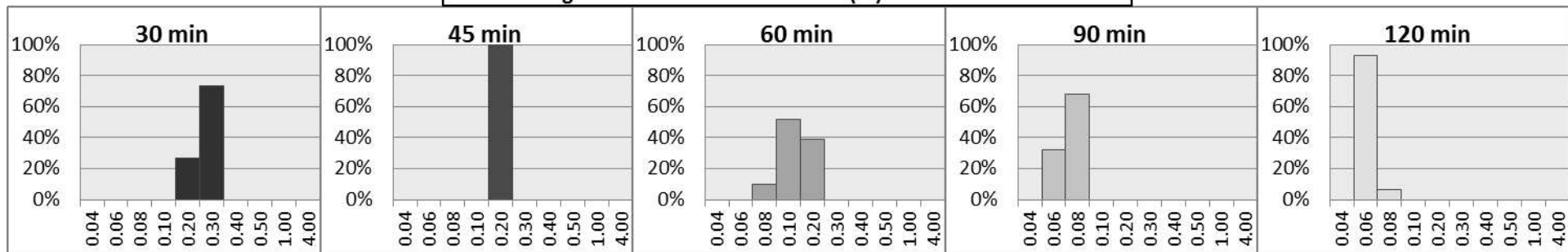
THU3: Histograma da acurácia altimétrica (m) de dados GLONASS



THU3: Histograma da acurácia altimétrica (m) de dados GPS



THU3: Histograma da acurácia altimétrica (m) de dados GLONASS e GPS



Histograma da acurácia altimétrica da estação THU3 (lat: 77°).

**Classificação dos sistemas segundo a acurácia altimétrica para a estação THU3 (77°)
em percentagem.**

	1º LUGAR			2º LUGAR			3º LUGAR		
	R	G	GR	R	G	GR	R	G	GR
30 min	3.3	0.0	96.7	86.7	10.0	3.3	10.0	90.0	0.0
45 min	3.4	0.0	96.6	82.8	13.8	3.4	13.8	86.2	0.0
60 min	0.0	0.0	100.0	80.6	19.4	0.0	19.4	80.6	0.0
90 min	0.0	0.0	100.0	75.0	25.0	0.0	25.0	75.0	0.0
120 min	0.0	0.0	100.0	80.0	20.0	0.0	20.0	80.0	0.0

APÊNDICE B – Tabelas contendo os valores de acurácia em metros detectadas como outlier e eliminadas da análise, para cada estação.

ESTAÇÃO: SYOG						
	GLONASS		GPS		GPS e GLONASS	
	Intervalo: 30 minutos					
	Acurácia				Acurácia	
DATA	Planim.	Altim.			Planim.	Altim.
2/ago	0.4437				0.2873	
11/ago					0.2224	
27/ago	0.3207				0.2211	
29/ago					0.1739	
31/ago					0.1755	
DATA	Intervalo: 45 minutos					
2/ago	0.2511				0.1622	
13/ago					0.1265	
27/ago	0.1754				0.1252	
31/ago					0.1026	
DATA	Intervalo: 60 minutos					
2/ago	0.1562				0.1059	
27/ago	0.1230				0.0886	
29/ago					0.0710	
30/ago	0.1317					
31/ago					0.0705	
DATA	Intervalo: 90 minutos					
2/ago	0.0802				0.0573	
12/ago		0.0883				
19/ago	0.0712					
30/ago	0.0784					
DATA	Intervalo: 120 minutos					
12/ago		0.0629				
28/ago		0.0644				
30/ago	0.0541					

ESTAÇÃO: OH12						
	GLONASS		GPS		GPS e GLONASS	
	Intervalo: 30 minutos					
	Acurácia		Acurácia		Acurácia	
DATA	Planim.	Altim.	Planim.	Altim.	Planim.	Altim.
2/ago	0.4504				0.2783	
11/ago	0.3775					
29/ago		0.3849				0.2228
31/ago		0.3646				
DATA	Intervalo: 45 minutos					
2/ago	0.2852				0.1561	
22/ago			0.2716			
27/ago				0.2255		0.1333
29/ago						0.1315
DATA	Intervalo: 60 minutos					
2/ago	0.1893					
11/ago	0.1677					
27/ago	0.1630					
DATA	Intervalo: 90 minutos					
2/ago	0.1088					
5/ago	0.1082				0.0639	
11/ago	0.1035					
30/ago					0.0623	
DATA	Intervalo: 120 minutos					
2/ago	0.0867					
5/ago	0.0943	0.0977			0.0505	
30/ago					0.0445	

ESTAÇÃO: MAC1						
	GLONASS		GPS		GPS e GLONASS	
	Intervalo: 30 minutos					
	Acurácia		Acurácia		Acurácia	
DATA	Planim.	Altim.	Planim.	Altim.	Planim.	Altim.
26/ago	0.7716		0.6031	0.4654		0.2558
27/ago	1.7538	1.2039	0.7066	0.4963	0.5592	0.3636
30/ago	1.0618	0.5844			0.4309	0.2766
DATA	Intervalo: 45 minutos					
26/ago			0.3695	0.2763		
27/ago	0.9737	0.5615	0.4272	0.2790	0.3449	0.2132
30/ago	0.6179	0.2699				
DATA	Intervalo: 60 minutos					
22/ago			0.2366			
26/ago			0.2347			
27/ago	0.6227	0.4061	0.2852		0.2399	0.1407
30/ago	0.4061	0.1944				
DATA	Intervalo: 90 minutos					
3/ago					0.1098	
26/ago		0.1376				
27/ago	0.2802	0.2084			0.1296	
29/ago		0.1109				
30/ago	0.2450	0.1316				
DATA	Intervalo: 120 minutos					
3/ago	0.1543				0.0993	
27/ago	0.1777	0.1122			0.0912	
30/ago	0.1478					

ESTAÇÃO: HOB2						
	GLONASS		GPS		GPS e GLONASS	
	Intervalo: 30 minutos					
	Acurácia		Acurácia		Acurácia	
DATA	Planim.	Altim.	Planim.	Altim.	Planim.	Altim.
6/ago	1.4083	0.8904				
13/ago	0.9558					
21/ago		0.5743				
22/ago	1.0568	0.6987				
23/ago	1.0388	0.7768				
24/ago		0.7209				
25/ago	1.1887	0.9539				
DATA	Intervalo: 45 minutos					
6/ago	0.9550	0.5546				
19/ago			0.4209			
21/ago		0.3376				
22/ago			0.4576	0.3159		
23/ago		0.3364				
25/ago		0.3619				
DATA	Intervalo: 60 minutos					
6/ago	0.5646	0.2985				
13/ago	0.3267					
19/ago			0.3529	0.2394		0.1284
22/ago			0.3377	0.2384		
DATA	Intervalo: 90 minutos					
6/ago	0.4965	0.2612				
13/ago					0.1246	
19/ago			0.2630	0.1829	0.1230	0.0825
31/ago	0.2560					
DATA	Intervalo: 120 minutos					
6/ago	0.3754	0.1990	0.1765	0.1414	0.0930	0.0605
9/ago					0.0847	0.0607
13/ago				0.1134	0.0930	
14/ago			0.1621	0.1156		
19/ago					0.0824	
30/ago	0.1896					
31/ago	0.1768					

ESTAÇÃO: SUTM						
	GLONASS		GPS		GPS e GLONASS	
	Intervalo: 30 minutos					
	Acurácia		Acurácia		Acurácia	
DATA	Planim.	Altim.	Planim.	Altim.	Planim.	Altim.
11/ago	1.1446					
12/ago	1.1011					
13/ago	1.0041					
22/ago						0.3245
DATA	Intervalo: 45 minutos					
6/ago	0.5742					
27/ago						0.1590
DATA	Intervalo: 60 minutos					
16/ago		0.2408				0.1122
25/ago						0.0734
26/ago						0.0731
27/ago						0.1623
DATA	Intervalo: 90 minutos					
2/ago					0.0995	
5/ago		0.1327				

ESTAÇÃO: CHPI						
	GLONASS		GPS		GPS e GLONASS	
	Intervalo: 30 minutos					
	Acurácia		Acurácia		Acurácia	
DATA	Planim.	Altim.	Planim.	Altim.	Planim.	Altim.
3/ago		0.6670				
12/ago					0.3861	0.3091
14/ago			0.7235	0.5759		
16/ago			0.8388	0.6566		
19/ago			1.0076	0.7897		
30/ago			0.3763			
31/ago			0.3739	0.3032		
DATA	Intervalo: 45 minutos					
2/ago	0.5208	0.4056				
8/ago					0.2183	0.1734
9/ago						0.1669
14/ago			0.5059	0.3969		
16/ago			0.6063	0.4728		
19/ago			0.5308	0.4208		
DATA	Intervalo: 60 minutos					
14/ago			0.4157	0.3266		
16/ago			0.3454	0.2757		
DATA	Intervalo: 90 minutos					
14/ago			0.1686	0.1345		
DATA	Intervalo: 120 minutos					
31/ago		0.1142				0.0591

ESTAÇÃO: BRAZ						
	GLONASS		GPS		GPS e GLONASS	
	Intervalo: 30 minutos					
	Acurácia		Acurácia		Acurácia	
DATA	Planim.	Altim.	Planim.	Altim.	Planim.	Altim.
2/ago	1.4589	1.3637				
12/ago	0.8584	0.7273				
DATA	Intervalo: 45 minutos					
12/ago					0.2032	
DATA	Intervalo: 120 minutos					
4/ago						0.0584
23/ago						0.0636
27/ago						0.0595
31/ago		0.1285				

ESTAÇÃO: MBAR						
	GLONASS		GPS		GPS e GLONASS	
	Intervalo: 30 minutos					
	Acurácia		Acurácia		Acurácia	
DATA	Planim.	Altim.	Planim.	Altim.	Planim.	Altim.
22/ago			0.8875			
23/ago			0.9107			
24/ago			0.9787			
25/ago					0.4135	
DATA	Intervalo: 45 minutos					
20/ago			0.5622			
26/ago	0.4961					
28/ago	0.5338	0.6539				0.3841
DATA	Intervalo: 60 minutos					
2/ago						0.1667
18/ago			0.3146			
19/ago			0.4195	0.4443		
20/ago			0.3490			
23/ago	0.3193					
28/ago	0.3644	0.3381			0.1763	0.2273
DATA	Intervalo: 90 minutos					
16/ago	0.1871	0.1686		0.1499		0.0948
19/ago				0.1500		
20/ago					0.1101	
23/ago	0.1983	0.2029				0.1123
28/ago	0.2809				0.1156	
DATA	Intervalo: 120 minutos					
16/ago	0.1545	0.1324			0.0730	0.0733
17/ago				0.1008		0.0618
23/ago		0.1390				0.0722
26/ago						0.0715
27/ago					0.0789	
28/ago	0.1768				0.0986	
31/ago	0.1796					

ESTAÇÃO: KOUR						
	GLONASS		GPS		GPS e GLONASS	
	Intervalo: 30 minutos					
	Acurácia		Acurácia		Acurácia	
DATA	Planim.	Altim.	Planim.	Altim.	Planim.	Altim.
17/ago			0.7473	0.6466		
20/ago				0.5737		
	Intervalo: 45 minutos					
3/ago	0.4242				0.1950	
13/ago				0.3048	0.1969	
17/ago			0.4128	0.3534		
20/ago				0.3188		
23/ago	0.4291					
30/ago				0.2214		
31/ago				0.2237		
	Intervalo: 60 minutos					
3/ago	0.3187	0.2798			0.1415	0.1442
8/ago				0.2062		
13/ago					0.1441	
17/ago			0.2695	0.2301		
20/ago				0.2152		0.1248
23/ago	0.2761					
30/ago				0.1460		0.0895
31/ago				0.1488		
	Intervalo: 90 minutos					
2/ago	0.1963					0.0915
3/ago	0.2094	0.1885			0.0934	0.0990
8/ago					0.0892	
	Intervalo: 120 minutos					
2/ago	0.1811				0.0615	
3/ago	0.1402	0.1214			0.0700	
8/ago	0.1472				0.0877	
23/ago	0.1400				0.0642	
28/ago		0.1167				

ESTAÇÃO: PIMO						
	GLONASS		GPS		GPS e GLONASS	
	Intervalo: 30 minutos					
	Acurácia		Acurácia		Acurácia	
DATA	Planim.	Altim.	Planim.	Altim.	Planim.	Altim.
2/ago	2.2122					
12/ago					0.4601	
19/ago			1.0700			
20/ago			1.2797		0.4823	0.5111
22/ago			1.1189			
DATA	Intervalo: 45 minutos					
2/ago	1.3330	1.6327				
18/ago			0.7385	0.6969		
19/ago			0.8049	0.7804		
20/ago			0.9089	0.8483		0.3016
21/ago			0.5958	0.5905		
26/ago	1.8973	1.6852				
DATA	Intervalo: 60 minutos					
2/ago	0.7830	0.9481				0.2278
16/ago			0.4547	0.4241		
18/ago			0.5048	0.5059		0.1963
19/ago			0.3956	0.3954		
20/ago			0.4667	0.4239		
26/ago	0.9421	0.9314				
DATA	Intervalo: 90 minutos					
2/ago				0.2143		0.1881
14/ago				0.2115		
15/ago				0.2283		
18/ago			0.2131		0.1091	0.1444
23/ago						0.1540
26/ago	0.5820	0.4706				
31/ago					0.1007	
DATA	Intervalo: 120 minutos					
2/ago				0.2055		0.1630
18/ago		0.2175			0.0807	0.1379
25/ago	0.1980					
26/ago	0.3695	0.2355			0.0709	
31/ago					0.0763	

ESTAÇÃO: MAS1						
	GLONASS		GPS		GPS e GLONASS	
	Intervalo: 30 minutos					
	Acurácia		Acurácia		Acurácia	
DATA	Planim.	Altim.	Planim.	Altim.	Planim.	Altim.
4/ago	0.6503	0.4012			0.4648	
18/ago				0.9092		
20/ago	0.5947					
DATA	Intervalo: 45 minutos					
4/ago	0.3281					
18/ago	0.3248					
30/ago		0.2215				
31/ago		0.2642				
DATA	Intervalo: 60 minutos					
29/ago		0.1808				
30/ago		0.1941				
31/ago		0.2107				
DATA	Intervalo: 90 minutos					
3/ago	0.1506					
17/ago				0.1886		
18/ago				0.1735		
20/ago				0.1708		
DATA	Intervalo: 120 minutos					
1/ago					0.0732	

ESTAÇÃO: PDEL						
	GLONASS		GPS		GPS e GLONASS	
	Intervalo: 30 minutos					
	Acurácia		Acurácia		Acurácia	
DATA	Planim.	Altim.	Planim.	Altim.	Planim.	Altim.
1/ago			0.9799			
4/ago		0.4699				
5/ago	1.2231	0.7209				
12/ago			1.0415	0.7714		
13/ago	1.4564	0.6018	1.1745	0.8665		
14/ago			1.1465	0.8505		
27/ago		0.5734				
28/ago	1.5866	0.8836			0.5422	0.3154
29/ago	1.2821	1.1011				
DATA	Intervalo: 45 minutos					
4/ago	0.6244					
5/ago	0.7768	0.3993				0.1465
11/ago				0.3986		
12/ago				0.3859		
13/ago	0.5745			0.3724		0.1535
14/ago				0.3631		
28/ago	0.6960				0.3574	0.2127
29/ago		0.4024				
DATA	Intervalo: 60 minutos					
4/ago	0.3765					
5/ago	0.4747	0.2350				0.1184
28/ago	0.4556	0.2328			0.2377	0.1467
DATA	Intervalo: 90 minutos					
5/ago					0.1063	0.0781
8/ago				0.1399		
18/ago						0.0860
19/ago		0.1411				0.0885
28/ago	0.2116				0.1094	0.0786
DATA	Intervalo: 120 minutos					
8/ago				0.1267		
10/ago		0.0820				0.0489
12/ago	0.1504					
18/ago		0.1011		0.1148		0.0671
19/ago		0.0982				0.0516
28/ago		0.0866				0.0533

ESTAÇÃO: STJO						
	GLONASS		GPS		GPS e GLONASS	
	Intervalo: 30 minutos					
	Acurácia		Acurácia		Acurácia	
DATA	Planim.	Altim.	Planim.	Altim.	Planim.	Altim.
8/ago					0.3113	
19/ago			1.5333	1.0376		0.2189
25/ago			1.0300	0.6223		
29/ago	0.7467	0.4406			0.3067	
30/ago	0.5634					
31/ago			0.9650	0.6186		
DATA	Intervalo: 45 minutos					
19/ago	0.3396	0.2318	0.5592	0.3627		0.1523
20/ago				0.2768		
25/ago			0.5563	0.3291		
29/ago	0.4155	0.2435				
DATA	Intervalo: 60 minutos					
19/ago	0.2468	0.1753	0.3158	0.2216		0.0997
25/ago			0.3521	0.2168		
29/ago	0.2790					
DATA	Intervalo: 90 minutos					
17/ago		0.1008				
19/ago				0.1476		
22/ago					0.0797	
29/ago	0.1511					
DATA	Intervalo: 120 minutos					
10/ago			0.1351			
17/ago				0.0925		
19/ago				0.0972		

ESTAÇÃO: ONSA						
	GLONASS		GPS		GPS e GLONASS	
	Intervalo: 30 minutos					
	Acurácia		Acurácia		Acurácia	
DATA	Planim.	Altim.	Planim.	Altim.	Planim.	Altim.
4/ago	0.4933				0.3783	
9/ago						0.2077
12/ago		0.2705				0.2147
31/ago			0.9432			
DATA	Intervalo: 45 minutos					
3/ago					0.2264	
9/ago		0.1730				
12/ago		0.1782				
28/ago			0.5688			
30/ago			0.5487			
31/ago			0.6278			
DATA	Intervalo: 60 minutos					
3/ago	0.1894				0.1600	
9/ago		0.1298				
12/ago		0.1221				
30/ago		0.1112				
31/ago		0.1100				
DATA	Intervalo: 90 minutos					
1/ago				0.1407		
2/ago				0.1340		
3/ago	0.1130				0.0849	
30/ago		0.0804				
31/ago		0.0859				
DATA	Intervalo: 120 minutos					
1/ago				0.1011	0.0537	0.0577
2/ago					0.0533	
3/ago	0.0760				0.0567	
5/ago					0.0526	
21/ago				0.0787		

ESTAÇÃO:KIRU						
	GLONASS		GPS		GPS e GLONASS	
	Intervalo: 30 minutos					
	Acurácia		Acurácia		Acurácia	
DATA	Planim.	Altim.	Planim.	Altim.	Planim.	Altim.
2/ago	0.4211					
8/ago			0.6436			
9/ago			0.7765	0.8719		
10/ago			0.7081	0.8040		
16/ago	0.4282	0.5303				
17/ago	0.4742	0.6740				
18/ago	0.5964	0.8621				
19/ago	0.4911	0.6558				
DATA	Intervalo: 45 minutos					
2/ago	0.2690					
5/ago			0.3593			
6/ago			0.4172	0.4402		
7/ago			0.3971	0.4268		
8/ago			0.3556			
15/ago		0.2935				
16/ago		0.2777				
DATA	Intervalo: 60 minutos					
2/ago	0.1901					
3/ago					0.1025	
4/ago			0.2568			
5/ago			0.2686	0.3557		
6/ago			0.2687			
7/ago			0.2393			0.1111
14/ago						0.1124
31/ago	0.1636					
DATA	Intervalo: 90 minutos					
2/ago	0.0983					
5/ago			0.1970	0.2148	0.0948	
6/ago		0.1184				
7/ago		0.1241				0.0970
31/ago	0.1096					
DATA	Intervalo: 120 minutos					
3/ago					0.0455	
5/ago		0.0797	0.1070		0.0563	
7/ago		0.0805				0.0712
31/ago	0.0655					

ESTAÇÃO: THU3						
	GLONASS		GPS		GPS e GLONASS	
	Intervalo: 30 minutos					
	Acurácia		Acurácia		Acurácia	
DATA	Planim.	Altim.	Planim.	Altim.	Planim.	Altim.
1/ago	0.3709					
20/ago			0.4493			
23/ago					0.2830	0.3304
24/ago			0.4521			
25/ago			0.4565			
31/ago			0.2783			
DATA	Intervalo: 45 minutos					
19/ago					0.1477	0.1903
20/ago			0.2601			
29/ago			0.2676			
31/ago		0.2836	0.1500			
DATA	Intervalo: 90 minutos					
1/ago						0.0831
11/ago						0.0842
12/ago						0.0854
DATA	Intervalo: 120 minutos					
1/ago						0.0654