Investigação da performance de material atenuante do efeito do multicaminho no posicionamento GNSS via smartphone Xiaomi Mi 8.

Msc. Allan Gomes

Santiago, 09 de Novembro de 2022

Colaboradores: Drª. Claudia Pereira Krueger
Dr. Paulo Sergio de Oliveira Junior
Luis Fernando Ditzel Ferraro

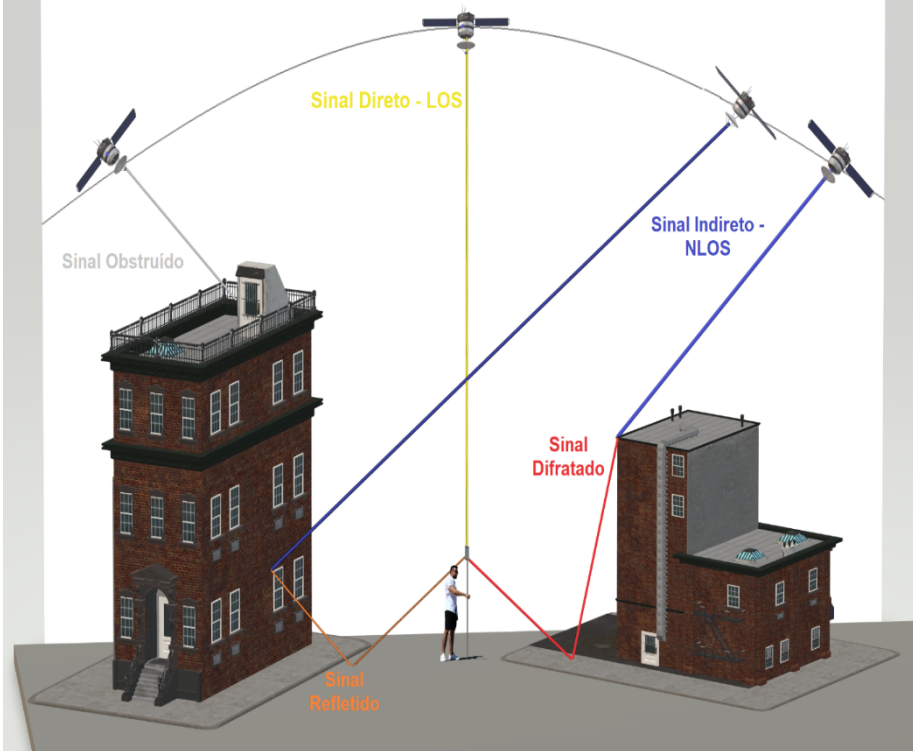
Estrutura da Apresentação

- CONTEXTUALIZAÇÃO
- METODOLOGIA
- RESULTADOS
- CONSIDERAÇÕES
- REFERÊNCIAS

GNSS

- Sistema Global de Navegação por Satélite (GNSS)
  - Posição Velocidade e Tempo (PVT)
  - Posição Navegação e Tempo (PNT)

- Vulnerabilidades do GNSS (ZHAO; ZHAN; YAN, 2013)
  - Interferências eletromagnéticas,
  - Distúrbios ionosféricos, e
  - Efeito do Multicaminho



FONTE: O autor (2022)

Efeito do Multicaminho

- A magnitude do erro provocado pelo multicaminho em qualquer medida GNSS depende de quatro fatores (PETROPOULOS; PRASHANT, 2021):
  - *Hardware* e do *firmware* do receptor
  - Tipo de antena
  - Geometria do satélite-antena, e
  - Superfície refletora

FONTE: O autor (2022)

Atenuador do Efeito do Multicaminho (AEM)

- Laboratório de Geodésia Espacial e Hidrografia (LAGEH)
- AEM-LAGEH 3 proporcionou a minimização de 28% do efeito do multicaminho enquanto que a antena Choke Ring reduziu o percentual em 34%, para a portadora L1 (KRUEGER et al. (2012).

FONTE: Visk (2015)

Métodos de Posicionamento via *smartphones*

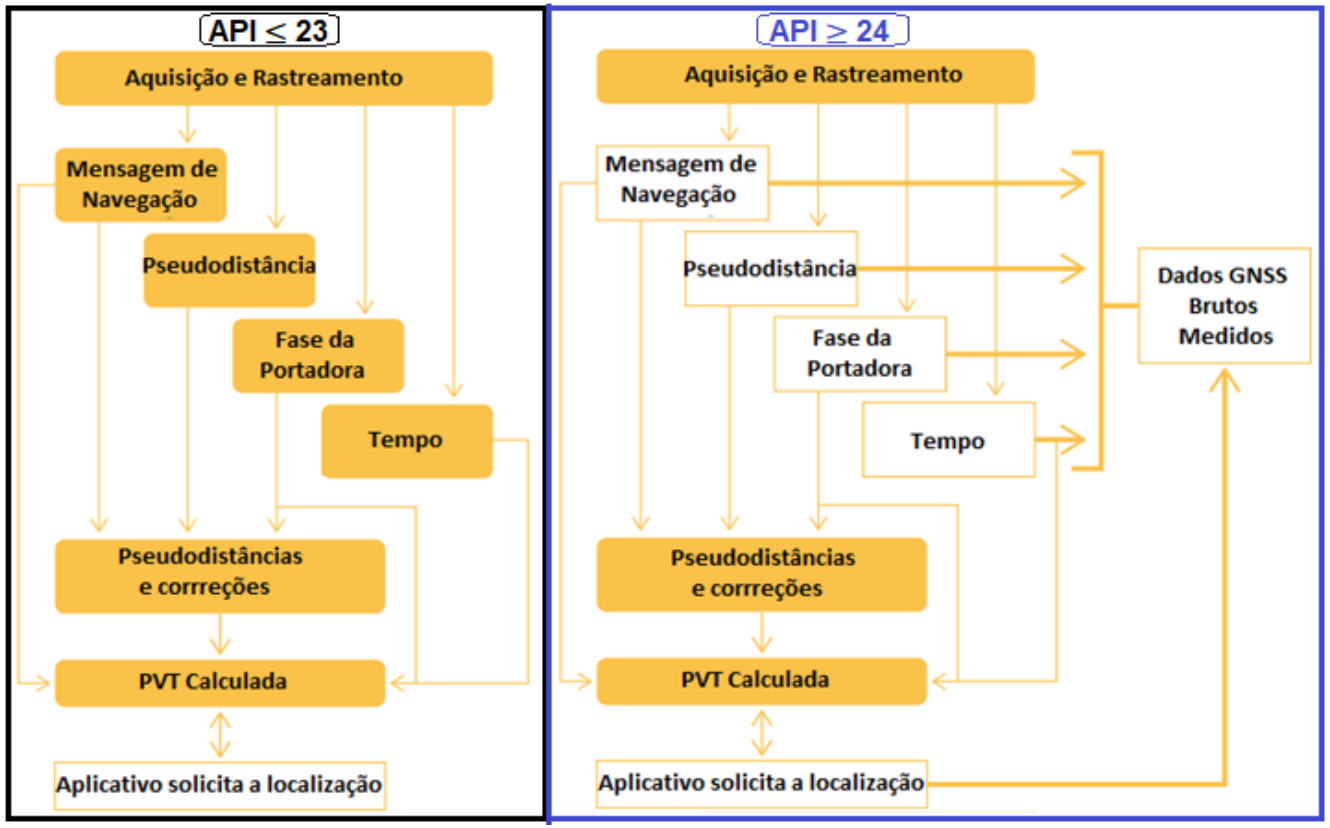
- Heuberger et al. (2011):
  - **Sensor GNSS**;
  - Sistema Global para Comunicações Móveis (GSM: originalmente, *Groupe Special Mobile*) e;
  - Rede de Área Local (*Local Area Network* - LAN).

- Qualidade do posicionamento:
  - 2 - 3 m* em condições ideais (PESYNA; HEATH; HUMPHREYS, 2014);

Sistema Operacional (S.O.)

- Conferência Google I-O (MALKOS, 2016).
  - Dispositivos móveis com S.O **Android**.
  - *Application Programming Interface*

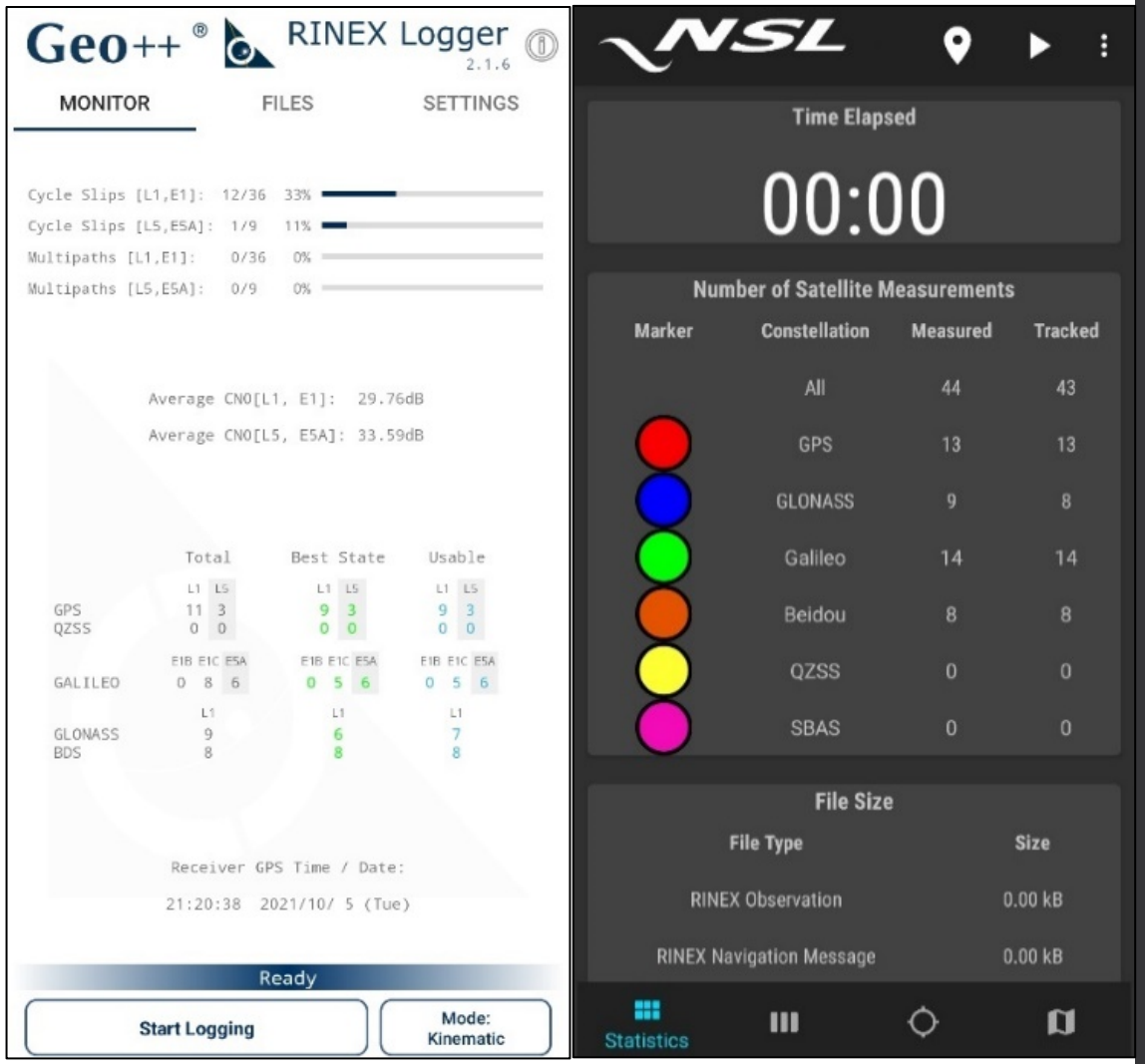
- Possibilita:
  - Cálculo de Pseudodistância
  - Correções (ex.:NTRIP)
  - Conversão (ex.: RTCM e RINEX)
  - Dados de Relógio
  - Mensagem de Navegação
  - Fusão de informações
  - Dentre outros.



FONTE: Adaptado de GSA (S.N)

Inovações

- Arquivos RINEX
  - *Geo ++ RINEX Logger;*
  - *rinex ON.*
- Sensores GNSS modernos
  - Broadcom BCM47755
- *Smartphone* Xiaomi Mi 8 (2018)
  GPS (L1 e L5),
  GLONASS (L1),
  Galileo (E1 e E5a),
  BeiDou (B1C) e
  QZSS (L1 e L5)



FONTE: O autor (2022)

Pesquisas

- Acurácia de dispositivos móveis

Publicação	Dispositivo móvel utilizado na pesquisa	Acurácia 2D aproximada (m)
(SIKIRICA et al., 2017)	Huawei P10	5,00 – 10,00
(ZHANG et al., 2018)	Tablet Google Nexus 9	< 0,60
(SPECHT et al., 2018)	Samsung Galaxy: Y, S3 Mini, S4, S5, S6 e S7	3,67 – 9,62
(LACHAPELLE; GRATTON, 2019)	Huawei Mate 20X	1,00
(LIU et al., 2019)	Tablet Google Nexus 9, Huawei P10 e Samsung S8	< 2,00
(FORTUNATO et al., 2019)	Xiaomi Mi 8	1,00 – 2,00
(ROBUSTELLI et al., 2020)	Xiaomi Mi 8 e Samsung S8	0,51 (Mi 8) e 5,64 (S8)
(GOMES; KRUEGER, 2020)	Xiaomi Mi 8	0,22 – 1,00
(GOMES; KLEIN; KRUEGER, 2021)	Xiaomi Mi 8	0,12 – 0,88

FONTE: Gomes (2022)

Pesquisas

- Nos dispositivos móveis o **efeito do multicaminho** é ainda mais acentuado devido à baixa qualidade da antena GNSS em suprimir esse erro (GOGOI et al., 2018; HÅKANSSON, 2019; ZHANG et al., 2019).

- De acordo com GENG et al. (2019), as observações GNSS brutas coletadas por *smartphones* são seriamente afetadas pelo **efeito do multicaminho**, consequentemente, a acurácia final do posicionamento também é afetada significativamente.

- WEN et al. (2020) destacam que a vulnerabilidade dos efeitos provocados pelo **multicaminho** a antena GNSS presente no smartphone é um impedimento crítico na obtenção do posicionamento preciso.

Objetivo

Verificar a efetividade do AEM-LAGEH 3 no posicionamento GNSS realizado pelo *smartphone* Xiaomi Mi 8

Área de Estudo

FONTE: O autor (2022).

Materiais

- *Smartphone* Xiaomi Mi 8: Android 8.1 Oreo (API=27) e 9.0 Pie (API=28)
- AEM-LAGEH 3
- Telha de alumínio

FONTE: O autor (2022).

Softwares

- *Aplicativo*: Geo++RinexLogger

- *TEQC*
  - "teqc +qc"
  - Relação sinal-ruido (*Signal-to-Noise Ratio* - SNR)
  - MP1 (L1) e MP5 (L5)

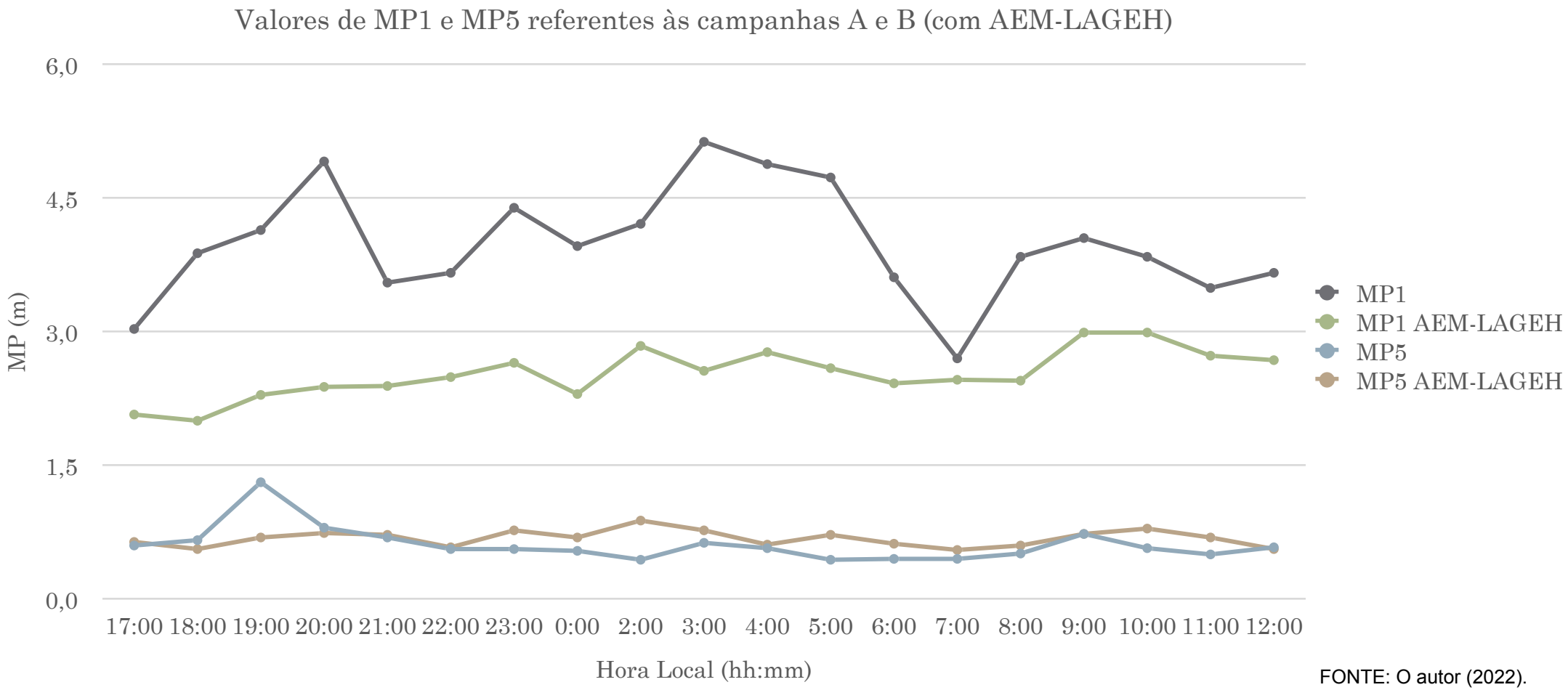
- Serviço online IBGE-PPP (IBGE, s.n)
  - Posicionamento Por Ponto Preciso
  - Máscara de Elevação igual a 10º
  - Efeméride Rápida
  - GPS + GLONASS
  - Observável L1

Campanhas

Campanha A					Cada campanha possui 19 arquivos RINEX	Campanha B AEM-LAGEH				
Arquivo	Data (dd-mm-yyyy)	First Epoch (hh:mm:ss)	Last Epoch (hh:mm:ss)	Duração (hh:mm)		Arquivo	Data (dd-mm-yyyy)	First Epoch (hh:mm:ss)	Last Epoch (hh:mm:ss)	Duração (hh:mm)
Geo+1640.22o	13-06-2022	17:00:03	18:00:00	0:59		Geo+1661.22o	15-06-2022	17:00:01	18:00:00	0:59
Geo+1641.22o	13-06-2022	18:00:01	18:59:59	0:59		Geo+1662.22o	15-06-2022	18:00:01	19:00:00	0:59
Geo+1642.22o	13-06-2022	19:00:00	19:59:59	0:59		Geo+1663.22o	15-06-2022	19:00:01	19:59:59	0:59
Geo+1643.22o	13-06-2022	20:00:00	21:00:00	1:00		Geo+1664.22o	15-06-2022	20:00:00	20:59:59	0:59
Geo+1644.22o	13-06-2022	21:00:01	22:00:00	0:59		Geo+1665.22o	15-06-2022	21:00:00	21:59:59	0:59
Geo+1645.22o	13-06-2022	22:00:01	23:00:00	0:59		Geo+1666.22o	15-06-2022	22:00:00	23:00:00	1:00
Geo+1646.22o	13-06-2022	23:00:01	00:00:00	0:59		Geo+1667.22o	15-06-2022	23:00:01	00:00:00	0:59
Geo+1650.22o	14-06-2022	00:00:01	01:00:00	0:59		Geo+1670.22o	16-06-2022	00:00:01	01:00:00	0:59
Geo+1652.22o	14-06-2022	02:00:01	03:00:00	0:59		Geo+1672.22o	16-06-2022	02:00:00	02:59:59	0:59
Geo+1653.22o	14-06-2022	03:00:01	04:00:00	0:59		Geo+1673.22o	16-06-2022	03:00:00	03:59:59	0:59
Geo+1654.22o	14-06-2022	04:00:01	05:00:00	0:59		Geo+1674.22o	16-06-2022	04:00:00	04:59:59	0:59
Geo+1655.22o	14-06-2022	05:00:01	05:59:59	0:59		Geo+1675.22o	16-06-2022	05:00:00	05:59:59	0:59
Geo+1656.22o	14-06-2022	06:00:00	06:59:59	0:59		Geo+1676.22o	16-06-2022	06:00:00	07:00:00	1:00
Geo+1657.22o	14-06-2022	07:00:00	07:59:59	0:59		Geo+1677.22o	16-06-2022	07:00:01	08:00:00	0:59
Geo+1658.22o	14-06-2022	08:00:00	08:59:59	0:59		Geo+1678.22o	16-06-2022	08:00:01	09:00:00	0:59
Geo+1659.22o	14-06-2022	09:00:00	09:59:59	0:59		Geo+1679.22o	16-06-2022	09:00:01	10:00:00	0:59
Geo+16510.22o	14-06-2022	10:00:00	10:59:59	0:59		Geo+16710.22o	16-06-2022	10:00:01	11:00:00	0:59
Geo+16511.22o	14-06-2022	11:00:00	11:59:59	0:59		Geo+16711.22o	16-06-2022	11:00:01	12:00:00	0:59
Geo+16512.22o	14-06-2022	12:00:00	13:00:00	1:00		Geo+16712.22o	16-06-2022	12:00:01	13:00:00	0:59

FONTE: O autor (2022).

Multicaminho



FONTE: O autor (2022).

Multicaminho

	Campanha A		Campanha B (AEM-LAGEH)	
	MP1	MP5	MP1	MP5
Média (m)	3,98	0,61	2,53	0,68
Desvio Padrão (m)	0,63	0,20	0,27	0,09

FONTE: O autor (2022).

- Percentual de “melhora” ao empregar o AEM-LAGEH
  - MP1 = Cerca de 36%
  - MP5 = Cerca de -11%
    - **Atenção para os Desvios-Padrão!!**

- Superioridade da componente MP5 em relação a componente MP1
  - Campanha A = Cerca de 85%
  - Campanha B (AEM-LAGEH) = Cerca de 73%

Acurácia

- Discrepância (Δ) $= coordenada\ Verdadeira - Coordenada\ calculada\ (IBGE - PPP)$

- $\text{Acurácia}_{\text{Norte, Este,AltitudeElipsoidal}} = \sqrt{\Delta^2_{\text{Norte, } Este,AltitudeElipsoidal} + \sigma^2_{\text{Norte, Este,Alt}itudeElipsoidal}}$

- $\text{Acurácia 2D} = \sqrt{\text{Acurácia } Norte^2 + \text{Acurácia Este}^2}$

- $\text{Acurácia 3D} = \sqrt{\text{Acurácia } Norte^2 + \text{Acurácia Este}^2 + \text{Acurácia Altitude Elipsoidal}^2}$

Coordenadas SIRGAS

	Latitude(gms)	Longitude(gms)	Alt. Geo.(m)	UTM N(m)	UTM E(m)	MC
Em 2000.4 (É a que deve ser usada)[4]	-25° 26′ 55,0589″	-49° 13′ 52,3300″	925,23	7184194.965	677853.193	-51
Na data do levantamento[5]	-25° 26′ 55,0503″	-49° 13′ 52,3319″	925,23	7184195.230	677853.144	-51
Sigma(95%)[6] (m)	0,360	0,346	1,103			

FONTE: O autor (2022).

Acurácia

Campanha	Número de Observações	Acurácia (m)				
		Este	Norte	Altitude Elipsoidal	2D	3D
A	19	0,27	2,07	2,27	2,09	3,09
B AEM-LAGEH	19	0,15	0,18	0,52	0,23	0,56

FONTE: O autor (2022).

- "Melhora" ao empregar o AEM-LAGEH:
  - Cerca de **89%** em relação a **Acurácia 2D**
  - Cerca de **82%** em relação a **Acurácia 3D**

Considerações

- IBGE-PPP
  - Posicionamento Por Ponto Preciso
  - Máscara de Elevação igual a 10º
  - Efeméride Rápida
  - GPS + GLONASS
  - Observável L1

FONTE: O autor (2022).

FONTE: O autor (2022).

- Acurácia de aproximadamente 20 cm com o emprego do AEM-LAGEH
  - Multicaminho está diretamente associado a qualidade posicional

- *Design* do AEM-LAGEH 3

Referências

- Geng, J., Jiang, E., Li, G., Xin, S., Wei, N., 2019. An improved Hatch filter algorithm towards sub-meter positioning using only android raw GNSS measurements without external augmentation corrections. Remote Sens Basel 11, 20. https:--doi.org-10.3390-rs11141679
- GOGOI, Neil; MINETTO, Alex; LINTY, Nicola; DOVIS, Fabio. A ControlledEnvironment Quality Assessment of Android GNSS Raw Measurements. Electronics, [S. l.], v. 8, n. 1, p. 5, 2018. DOI: 10.3390-electronics8010005.
- GOMES, A.; OLIVEIRA JÚNIOR, P. S. DE; KRUEGER, C. P. Posicionamento pelo GNSS via smartphones: breve histórico e contextualização de novas ferramentas e tecnologias. Revista Brasileira de Cartografia, v. 74, n. 3, p. 518–535, 2022. EDUFU - Editora da Universidade Federal de Uberlandia. Disponível em: <https:--seer.ufu.br-index.php-revistabrasileiracartografia-article-view-64507>. Acesso em: 25-10-2022.

Referências

- GSA. USING GNSS RAW MEASUREMENTS ON ANDROID DEVICES. [s.l: s.n.]. Disponível em: <https:--www.gsa.europa.eu-gnss-raw-measurements-task-force.>. Acesso em: 2 out. 2018.
- Håkansson, M., 2019. Characterization of GNSS observations from a Nexus 9 Android tablet. GPS Solut. 23, 21. https:--doi.org-10.1007-s10291-018-0818-7
- HEUBERGER, Albert; ELST, Günter; HANKE, Randolf. Microelectronic Systems - Circuits, Systems and Applications. Berlin: Springer Berlin Heidelberg, 2011. DOI: 10.1007-978-3-642-23071-4.
- IBGE. Manual do Usuário Aplicativo Online IBGE-PPP. Rio de Janeiro. Disponível em: https:--ww2.ibge.gov.br-home-geociencias-geodesia-ppp-manual_ppp.pdf.

Referências

- KRUEGER, Claudia Pereira; HUINCA, Suelen Cristina Movio; LEANDRO, Diuliana; VISK, Anderson Renato. A INOVAÇÃO DE PRODUTOS QUE CONTRIBUIRÃO PARA O. In: III SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOMÁTICA 2012, Presidente Prudente. Anais [...]. Presidente Prudente p. 218–222.
- MALKOS, Steve. Google to Provide Raw GNSS Measurements: User Location Takes Center Stage in New Android OS. GPS World, [S. l.], 2016.
- PESYNA, Kenneth M.; HEATH, Robert W. Jr.; HUMPHREYS, Todd E. Centimeter Positioning with a Smartphone-Quality GNSS Antenna. In: ION GNSS CONFERENCE 2014, Tampa. Anais [...]. Tampa p. 10.
- PETROPOULOS, George p. ..; PRASHANT, K. Srivastav. (ORG.). GPS and GNSS Technology in Geosciences. [s.l.] : Elsevier, 2021. DOI: 10.1016-c2018-0-04209-7.

Referências

- VISKI, Anderson Renato; KRUEGER, Claudia Pereira; BLENINGER, Tobias. USO DE ISOLANTE ELETROMAGNETICO NA ATENUAÇÃO DO EFEITO MULTICAMINHO NO POSICIONAMENTO GPS DE PLATAFORMAS EULERIANAS EM MASSAS DE ÁGUA Use of Insulation in Electromagnetic Mitigation in Effect Multipath GPS Positioning Platform Eulerian Masses in Water. Revista Brasileira de Cartografia, , p. 12, 2015.
- Zhang, Z., Li, B., Gao, Y., Shen, Y., 2019. Real-time carrier phase multipath detection based on dual-frequency C-N0 data 23, 7. https:--doi.org-10.1007-s10291-018-0799-6
- ZHAO, Xin; ZHAN, Xingqun; YAN, Kai. Geo-spatial Information Science GNSS vulnerabilities: simulation, verification, and mitigation platform design. [S. l.], 2013. DOI: 10.1080-10095020.2013.817109.
- Wen, Q., Geng, J., Li, G., Guo, J., 2020. Precise point positioning with ambiguity resolution using an external survey-grade antenna enhanced dual-frequency android GNSS data. Measurement 157, 107634. https:--doi.org-10.1016-J.MEASUREMENT.2020.107634

Agradecimentos

- Associação Internacional de Geodésia (IAG)
- Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas (PPGCG)
- Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)
- Simpósio SIRGAS 2022

OBRIGADO

Contato:
Allan Gomes
e-mail: allangms@ufpr.br