

## COMPARATIVO DE RECEPTORES GNSS EMBARCADO EM EQUIPAMENTO DE NAVEGAÇÃO E DE PRECISÃO

Jucielho Pedro da Silva <sup>1</sup>  
Fernando Eduardo Borges Da Silva <sup>2</sup>  
Matheus Dantas Das Chagas <sup>3</sup>  
Isa Gabriela Delgado De Araújo <sup>4</sup>  
Marcelo Alves De Souza <sup>5</sup>  
Francisco Hermínio Ramalho De Araújo <sup>6</sup>  
Mônica Raylla Dantas Magno <sup>7</sup>  
José Yure Gomes Dos Santos <sup>8</sup>  
Marco Túlio Mendonça Diniz <sup>9</sup>

### RESUMO

Um dos grandes desafios enfrentados pela ciência brasileira é a limitada disponibilidade de recursos financeiros. Nesse contexto, estratégias e tecnologias que promovam a redução de custos tornam-se fundamentais. Esta pesquisa apresenta uma análise comparativa entre receptores GNSS embarcados de alto e baixo custo, com o intuito de verificar se os modelos mais acessíveis atendem aos critérios mínimos de precisão exigidos para aplicação em pesquisas geomorfológicas. Nesta percepção o objetivo do presente texto é avaliar a acurácia dos receptores GNSS de alguns aparelhos utilizados no meio acadêmico-científico e no cotidiano, para calcular seu erro sistemático, e assim observar a possibilidade de utilização destes determinados aparelho em validação e mapeamentos geomorfológicos. Para o desenvolvimento desta análise comparativa foi usado como ponto de referência o marco geodésico do IBGE (estação 92429) e como equipamentos de testes: um GNSS de precisão (GNSS geodésico modelo CHCNAV i90), dois aparelhos celulares do tipo *smartphone* modelos Redmi Note 8 Pro e Poco F5 Pro ambos da Xiaomi®, um Receptor de navegação Garmin® modelo Motana 650 e um GNSS de VANT da DJI® modelo Mavic Air 2s. Para o levantamento com - CHCNAV i90 utilizou-se a técnica de *Real Time Kinematic* (RTK). Para os aparelhos celulares, ambos foram deixados sobre o local de interesse por 2 minutos, para estabilização do sinal de comunicação com os satélites. Utilizando o aplicativo *Mobile Topographer*, um aplicativo que permite fazer levantamentos topográficos utilizando o GNSS embarcado nos aparelhos. O Receptor de navegação Motana 650, assim como com os celulares, coletou-se um único ponto, por 2 minutos. Para o VANT, os dados foram obtidos de um aerolevanteamento que utilizou estereoscopia de imagens resultando em um ortomosaico com resolução espacial de 3,5 cm, com georreferenciamento tendo as coordenadas das fotos. Com base nos resultados, concluímos que os

<sup>1</sup> Doutorando do curso de Geografia da Universidade Federal da Paraíba – UFPB, PB – PPGG-UFPB, [jucyelho@hotmail.com](mailto:jucyelho@hotmail.com);

<sup>2</sup> Doutorando do Curso de Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte – PPGe/UFRN, [fernando100borges00.1@gmail.com](mailto:fernando100borges00.1@gmail.com);

<sup>3</sup> Doutorando do Curso de Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte – PPGe/UFRN, [matheuschagas@outlook.com](mailto:matheuschagas@outlook.com);

<sup>4</sup> Doutorando pelo Curso de Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte – PPGe/UFRN, [isiinhad@gmail.com](mailto:isiinhad@gmail.com);

<sup>5</sup> Mestrando do Curso de Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte/GEOCERES, [marceloalvess450@gmail.com](mailto:marceloalvess450@gmail.com);

<sup>6</sup> Doutorando pelo Curso de Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte – PPGe/UFRN, [herminio.hvbr@gmail.com](mailto:herminio.hvbr@gmail.com);

<sup>7</sup> Mestranda do Curso de Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte/GEOCERES, [monicaraylla08@gmail.com](mailto:monicaraylla08@gmail.com);

<sup>8</sup> Professor Associado da Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN, [jose.yure.santos@ufrn.br](mailto:jose.yure.santos@ufrn.br);

<sup>9</sup> Professor orientador: Doutor e Professor Associado da Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN, [tuliogeografia@gmail.com](mailto:tuliogeografia@gmail.com).



GNSS embarcados em aparelhos celulares mais modernos apresentam acurácia posicional superior à do GNSS de navegação Montana 650, tal desempenho evidencia seu potencial para aplicações em validação e mapeamentos geomorfológicos de detalhe, em escalas de até 1:5.000.

**Palavras-chave:** Topografia, Receptores GNSS, Smartphone

## INTRODUÇÃO

O avanço tecnológico constante, ocorrido nas últimas décadas, trouxeram avanços nas mais diversas áreas científicas, com o sensoriamento remoto e topografia se beneficiando enormemente, com novos equipamentos, meios e técnicas cada vez mais sofisticadas, de fácil aplicabilidade e a um custo relativamente acessível. Os sistemas de navegação evoluíram bastante, com redes de satélites cada vez maiores, facilitando uma maior captura de dados de posicionamento, muito mais precisos, Alves (2021, P. 12).

Os dispositivos celulares, apresentaram rápidos e constantes avanços no decorrer dos últimos anos, onde passaram a ser chamados de inteligentes (smart), Gomes, Oliveira Júnior e Krueger (2022, p. 519). Os *Smartphones*, receberam esse nome também por embarcar diversas funcionalidades, dentre elas podemos citar a utilização de sistemas de GPS - Global Positioning System. Segundo (GSA, 2017<sup>a</sup> *apud* Gomes, Oliveira Júnior e Krueger, 2022) cerca de 50% dos aplicativos disponíveis para dispositivos *android* ou *iOS* utilizavam sistemas de localização, com esse número tendo crescido desde então.

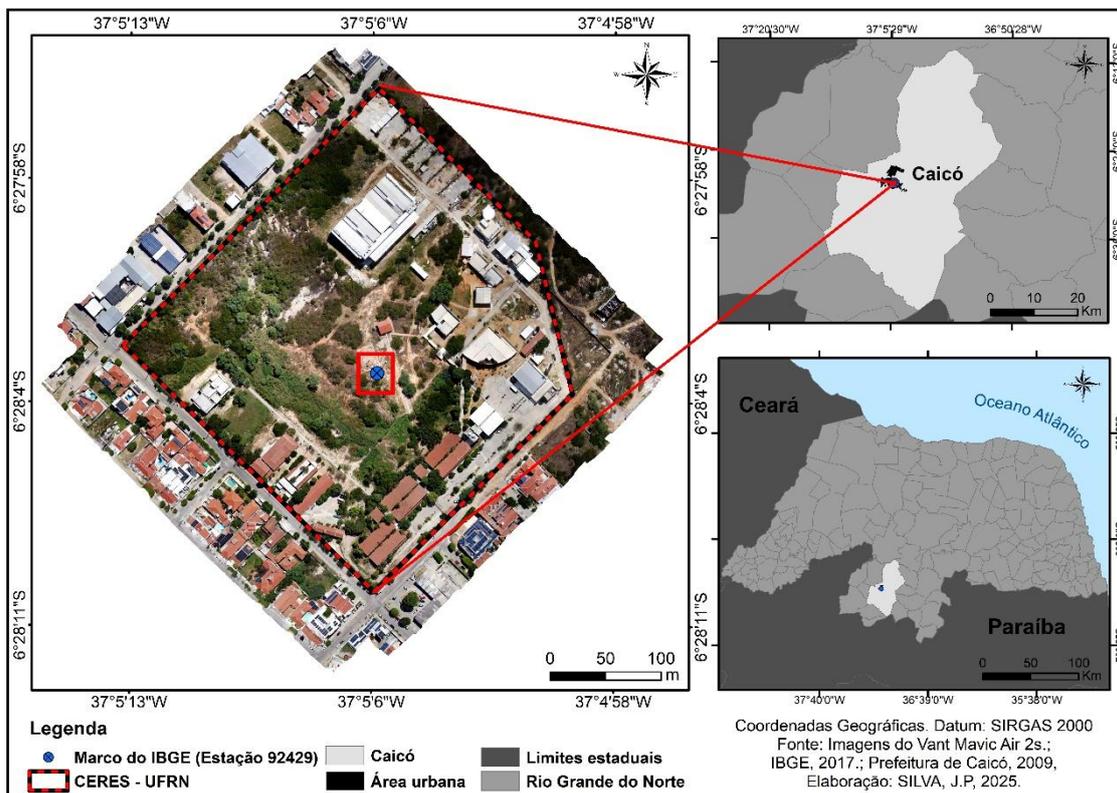
Além do avanço na tecnologia e melhoria nos dados obtidos, a miniaturização de sensores de GNSS possibilitou embarca-los nos mais diversos aparelhos, resultando em funcionalidades, no mundo moderno, impensáveis há algumas décadas atrás, brevemente podemos citar o Google Maps, Google Earth, Uber, Ifood e a esmagadora maioria das grandes varejistas, que trabalham com sistemas de geolocalização.

Essas atividades, embora a princípio pareçam simples, e extremamente comuns em nosso cotidiano necessitam de informações precisas de localização e rastreamento, para um correto funcionamento de suas funcionalidades, que no caso contrário pode acarretar em transtornos e prejuízos. Além da utilização nas atividades acima, podemos citar aqui o uso na agricultura moderna de precisão, que necessita substancialmente de dados precisos de geolocalização, RAMOS (2023, p. 13).

Nesse contexto, o objetivo do presente texto é avaliar a precisão dos sensores de alguns tipos de aparelhos utilizados tanto na vida acadêmica-científica, quanto técnica e do cotidiano,

Para calcular seu erro sistemático e assim observar a possibilidade de utilização de determinado aparelho em mais de uma função.

**Figura 01:** Mapa de localização da área de estudo.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2025.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Para o desenvolvimento desta análise comparativa foi usado como ponto de referência o marco geodésico do IBGE (estação 92429) e como equipamentos de testes: um GNSS de precisão (GPS geodésico modelo CHCNAV i90), dois aparelhos celulares do tipo smartphone modelos Redmi Note 8 Pro e Poco F5 Pro ambos da marca xiaomi, um GPS de navegação da marca Garmin modelo Motana 650 e um VANT (Drone) da marca DJI modelo Mavic Air 2s.

Para o levantamento do ponto com GPS - CHCNAV i90 foi utilizado a técnica RTK (Real Time Kinematic) na qual foram coletados dois pontos, um ponto fixo denominado de Base que ficou imóvel rastreando por 2 horas, para conseqüentemente ser ajustado ao Sistema Geodésico Brasileiro – SGB pela técnica PPP - Posicionamento por Ponto Preciso, e o segundo



ponto foi coletado sobre o local de interesse (Marco do IBGE), com rastreamento de 5 segundos, o qual teve seu posicionamento corrigido e ajustado em relação ao ponto base por meio de RTK.

A técnica adotada com os aparelhos celulares foi diferente, com ambos sendo deixados sobre o local de interesse (Marco do IBGE) por 2 minutos cada aparelho para estabilização do sinal de comunicação com os satélites. Para este levantamento foi utilizado o aplicativo Mobile Topographer na versão Free no smartphone Redmi Note 8 Pro e o Mobile Topographer Pro para o smartphone Poco F5 Pro, este Mobile Topographer é um aplicativo para dispositivos Android que permite fazer levantamentos topográficos utilizando o GNSS embarcado no aparelho.

O levantamento com o GPS de navegação Garmin Motana 650, assim como com os celulares foi feita a coleta de um único ponto, sobre o local de interesse (Marco do IBGE). Decorrente do equipamento ter fins de navegação e posicionamento topográfico não precisou de aplicativos específicos. Para parâmetros de padronização foi deixado sobre o local rastreando e estabilizando os sinais de satélites por 2 minutos.

Para obtenção do ponto com o Drone Mavic Air 2s foi feito um aerolecamento com altitude de voo de 100 m e sobreposição lateral e frontal de 80%, com a obtenção destas imagens foram processadas no software de estereoscopia de imagens (Metashape) no qual foi gerado um ortomosaico com resolução espacial de 3,5 cm, sem pontos de controle, utilizando-se como georreferenciamento as coordenadas das fotos obtidas pelo receptor GNSS embarcado no Drone. Com este ortomosaico foi levado para um software de SIG (ArcGis) e identificado o local de interesse (Marco do IBGE) e coletado as coordenadas deste ponto.

Para a obtenção da imagem de fundo apresentadas nos mapas foram utilizadas as mesmas imagens do aerolecamento porém reprocessadas utilizando pontos de controle coletados com GNSS CHCNAV – i90.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Com isto foi possível obter os erros sistemáticos de cada equipamento e como esperado o GNSS CHCNAV – i90 foi o que se demonstrou com melhor resultado com erro no eixo X de 1 cm e no eixo Y de 0,4 cm conforme a figura 02.

**Figura 02.** Quadro de comparação dos erros sistemáticos nos eixos X e Y dos GNSS.

| Fuso 24S  | Marco do IBGE | GNSS (CHCNAV I90) | Redmi Note 8 Pro        | Poco F5 Pro            | Garmin Motana 650 | VANT Mavic Air 2s |
|---|---------------|-------------------|-------------------------|------------------------|-------------------|-------------------|
| UTM_S   | 9284707,386   | 9284707,39        | 9284709,518             | 9284708,36             | 9284706           | 9284708,922       |
| UTM_E   | 711799,84     | 711799,85         | 711800,661              | 711798,955             | 711801            | 711800,671        |
| Erro Y  |               | 0,004             | 2,132                   | 0,974                  | -1,386            | 1,536             |
| Erro X  |               | 0,010             | 0,821                   | -0,885                 | 1,160             | 0,831             |
| Meio de obtenção  | Site IBGE     | PPP - IBGE        | Mobile Topographer Free | Mobile Topographer Pro | GPS de navegação  | Mosaico           |
| <b>Tempo de observação:</b> 2 min para os celulares (Redmi Note 8 Pro e Poco F5 Pro) e GPS Garmin; +/- 2h de Rastreamento para o GPS (CHCNAV I90); Mosaico a 100m de altura sem pontos de poio. |               |                   |                         |                        |                   |                   |

**Fonte:** Elaborado pelos autores, 2025.

Como pode ser observado nesta figura os demais aparelhos apresentaram erros na casa de metros por ser um sistema de obtenção única das coordenadas sem processamento ou ajustamento (posicionamento absoluto).

Ainda nesta figura é possível perceber que o segundo equipamento com melhor resultado foi o celular Poco F5 Pro com erros em X de -0,885 m e no Y de 0,974 m. Esse fato surpreende, pois, o Garmin Motana 650 é um GNSS feito com a finalidade de navegação por satélite e posicionamento topográfico, este ficando com erro sistemático no eixo X de 1,16 m e no eixo Y de -1,386 m.

Embora na análise comparativa não ter sido possível padronizar, no sentido de usar a mesma versão do aplicativo de coleta (Mobile Topographer), para os aparelhos celulares, já se esperava uma superioridade do Poco F5 em relação ao Redmi Note 8 Pro devido suas configurações técnicas apresentar superioridade na quantidade de constelações de satélites rastreáveis por cada aparelho e mais bandas de comunicação conforme a figura XX.

**Figura 03** – Comparativo técnico do GNSS dos celulares.



|  |  |
|--|--|
|  <b>Poco F5 Pro</b><br>Global · 8GB · 256GB   |  <b>Redmi Note 8 Pro</b><br>India · 6GB · 128GB |
| <ul style="list-style-type: none"><li>• A-GPS</li><li>• GLONASS</li><li>• Beidou</li><li>• QZSS</li><li>• Galileo</li><li>• GPS (L1+L5)</li><li>• GLONASS (L1)</li><li>• BeiDou (B1)</li><li>• Galileo (E1+E5a)</li><li>• BeiDou (B2)</li><li>• QZSS (L1 + L5)</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• GPS</li><li>• A-GPS</li><li>• GLONASS</li><li>• Beidou</li><li>• Galileo</li></ul>       |

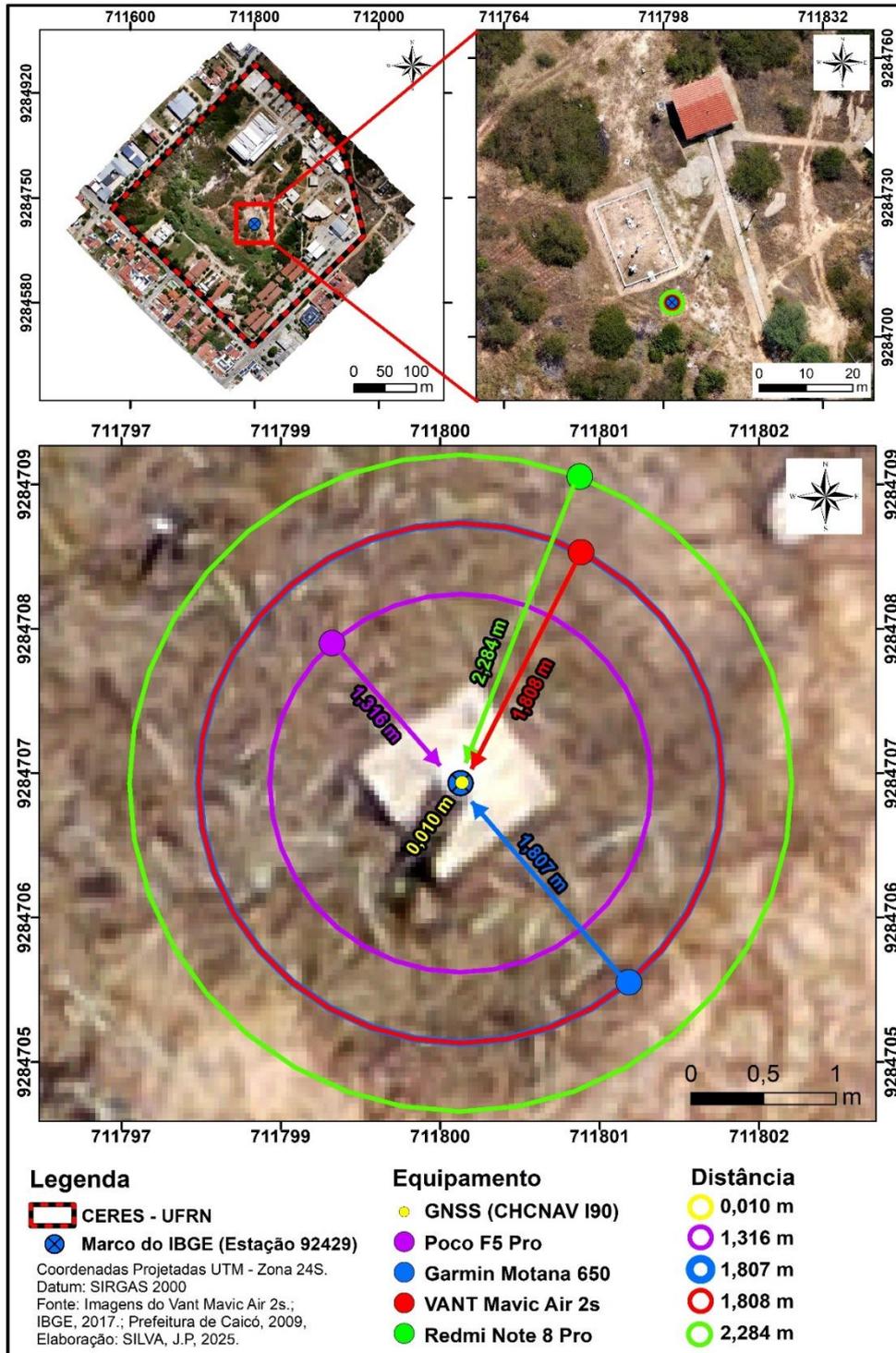
**Fonte:** (KIMOVEL, 2025).

Com isso o erro sistemático do Redmi Note 8 Pro em X foi 0,821 m e no Y 2,132 se configurando como o pior do resultados desta análise comparativa.

O outro equipamento que despertou a curiosidade, em saber seu erro sistemático quando usado só as coordenadas do seu GNSS embarcado foi a dos drones, neste caso específico foi aferido a do DJI Mavic Air 2s que apresentou um erro no eixo X de 0,831 no eixo Y de 1,536.

Além destes erros nos eixos X e Y do plano cartesiano, foi possível pelas coordenadas, plotar esses pontos em ambiente SIG e quantificar a distância do ponto aferido ou obtido de cada equipamento com o ponto de referência (marco geodésico do IBGE (estação 92429), em linha reta, conforme a figura 04.

**Figura 04:** Mapa de situação da análise comparativa dos GNSS, em relação ao marco geodésico do IBGE em Caicó - RN, 2025.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2025.

Com base nesta figura percebe-se que o ponto na cor azul é o marco de referência do IBGE e os demais são os pontos em análise, onde o amarelo é a representação do GNSS CHCNAV i90 ficando quase sobreposto ao azul, pois o erro (distância em linha reta) foi de 0,010 m (1cm), o



segundo ponto com melhor acurácia posicional foi obtido pelo smartphane Poco F5 Pro com erro de 1,316 m, em terceiro ficou o GPS de navegação Garmin Motana 650 com erro de 1,807m quase empatando com o VANT (Drone) Mavic Air 2s (1,808) que ficou em quarto por diferença de 1 milímetro, em quinto e último colocado com maior erro posicional ficou o smartphane smartphone Redmi Note 8 Pro.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o estudo apresentado, foi possível constatar, que os avanços tecnológicos recentes foram responsáveis por equiparar aparelhos multi-função, como os *smartphones*, a equipamentos de uso profissional como o GPS de navegação Garmin Motana 650, com este sendo superado, mesmo sendo projetado para função específica de geolocalização. Com base nesse fato, fica evidente que para algumas funções a viabilidade do uso de aparelhos celulares é aceitável, contudo para estudos que necessitem de uma levada precisão ainda é necessário a utilização de GPS's geodésicos.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Programa Bolsas FUNBIO - Conservando o Futuro do Fundo Brasileiro para a Biodiversidade pelo financiamento das pesquisas do autor (6). Agradecemos o financiamento do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), para os autores (1, 3 e 9), e da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES - Código de Financiamento 001) para os autores (2, 4, 5 e 7). Estendemos os agradecimentos ao CERES-UFRN, ao grupo de pesquisa do Laboratório de Geoprocessamento e Geografia Física – LAGGEF-UFRN.

## REFERÊNCIAS

ALVES, I. S. L.. Sistema GNSS-RTK de baixo custo em veículos aéreos não tripulados para aplicações na agricultura. 2021. 50 f. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2021.

RAMOS, A. M.. Avaliação da precisão e acurácia do posicionamento de máquinas agrícolas a partir do GNSS na região oeste do Paraná. 2023. **Trabalho de Conclusão de Curso** (Bacharelado em Agronomia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Santa Helena, 2023.



GOMES, A.; OLIVEIRA JÚNIOR, P. S.; 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, 2022.

EUROPEAN GNSS AGENCY (GSA). White Paper on using GNSS Raw Measurements on Android Devices. p. 1-48. **Relatório Técnico**, 2017a..

EUROPEAN GNSS AGENCY (GSA). GNSS Market Report, Issue 5. p. 1-100. **Relatório Técnico**, 2017b.

