

# Estudo preliminar do Sistema de Satélites de Posicionamento Global - GNSS

Eduardo F. Braschi<sup>1</sup>, Denilson P. S. Santos<sup>2</sup>, Crystopher C. Brito<sup>3</sup>  
FESJ/UNESP, São João da Boa Vista, SP

O uso da navegação e do posicionamento preciso são uma ferramenta muito útil para o ser humano, que vem sendo utilizadas desde os primórdios da humanidade, no começo eram feitas de maneira imprecisa, porém ótimas para a época, utilizando corpos celestes e estrelas por exemplo, uma grande ajuda nesse processo foi o descobrimento da bússola pelos chineses, que revolucionou as navegações da época. Porém ainda era impossibilitado descobrir a posição exata de um barco no mar, com o avanço da eletrônica e de tecnologias, vários sistemas de posicionamento foram surgindo, melhorando cada vez mais o conceito de posicionamento, porém ainda sim eram imprecisos ou tinham uma zona de atuação limitada. Uma solução definitiva para esse problema veio na década de 1970, quando os Estados Unidos desenvolveram o NAVSTAR-GPS (Global Positioning System - Sistema de Posicionamento Global), e subsequentes, baseados em tecnologia de constelações de satélites artificiais, A junção desses sistemas é denominada de GNSS (Global Navigation Satellite System - Sistema Global de Navegação por Satélite)[2-4].

O GNSS denomina o conjunto de satélites que possibilita a navegação terrestre em escala global, integrantes desse sistema são: O GPS, GLONASS (Globalnaya navigatsionnaya sputnikovaya sistema - Sistema de Navegação Global por Satélite), Galileo e BeiDou (ou COMPASS). O GPS foi desenvolvido pelo Departamento de Defesa (DoD - Department of Defense) dos Estados Unidos na década de 1970, derivado da fusão de dois programas: **Timation e System 621B**. Devido a sua alta precisão o sistema está sob responsabilidade da Marinha e da Força Aérea, o sistema entrou em operação em 27 de abril de 1985, constando com 24 satélites com orbitas MEO (**Medium Earth Orbit** - Órbita terrestre média), sendo acrescentados mais 6 até junho de 2007.

O sistema GPS entrega ao usuário sua posição em qualquer local da superfície terrestre, independente hora do dia e quaisquer condições climáticas, devido a disponibilidade de no mínimo 4 satélites sobre o usuário. Geometricamente só necessita de 3 satélites para o cálculo da posição, basta conhecer as coordenadas dos satélites, tornando possível encontrar as coordenadas de um usuário, porém devido a dessincronia entre os relógios presente nos satélites e do usuário terrestre isto acaba gerando um quarto fator ao problema, sendo necessário o quarto satélite para realizar o posicionamento.

Existem dois serviços proporcionados pelo GPS, o SPS (Standard Positioning Service - Serviço de Posicionamento Padrão) e PPS (Precise Positioning Service - Serviço de Posicionamento Preciso). O SPS proporciona posicionamento a todos usuários do globo sem qualquer cobrança de taxa, com uma acurácia vertical de 100m e horizontal de 140m, com uma precisão de 340 nanossegundos nas medidas de tempo, já o PPS possui uma acurácia maior, sendo na vertical 27,7m e 22m na horizontal, com uma precisão de 200 ns, porém, é somente restrito as forças armadas e autorizados, ambos serviços possuem uma confiabilidade de 95%. O SPS tem uma precisão bem maior do que especificado, porém, o DoD limita sua acurácia devido a riscos de segurança que tal

---

<sup>1</sup>eduardo-favatti.braschi@unesp.br

<sup>2</sup>denilson.santos@unesp.br

<sup>3</sup>crystopher.brito@unesp.br

sistema pode oferecer, essa limitação foi removida no dia 2 de maio de 2000, tornando O SPS 10 vezes mais preciso.

O sistema GLONASS, similar ao GPS, foi criado com o mesmo intuito de posicionamento em tempo real, originado na extinta URSS no início da década de 1970, pela Soviet Union's Scientific Production Association of Applied Mechanics (Associação de Produção Científica de Mecânica Aplicada da União Soviética) e atualmente pela Russian Federation Space Forces (Forças Espaciais da Federação Russa).

Assim como o GPS, o GLONASS é um sistema militar, operando em uma órbita MEO, com disponibilidade a uso de civis, sua operação começou no final de 1995, oferecendo 24 satélites que gradualmente foram diminuindo devido à falta de lançamentos para a substituição, chegando a 10 satélites no fim de 2006, a precisão do sistema era da ordem de 99,7%, 75m na vertical e 60m na horizontal.

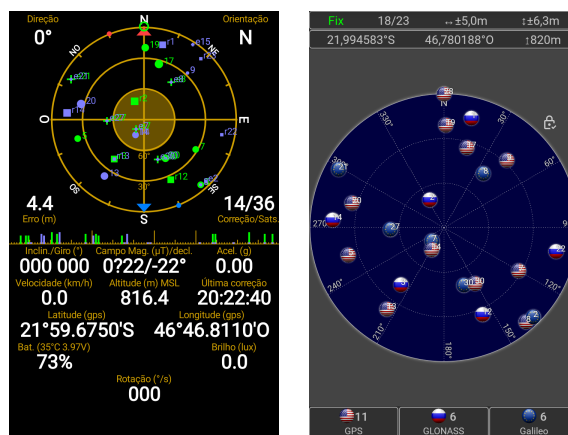


Figura 1: Scan de GNSS em São João da Boa Vista, às 20:22 27/03/2022

O sistema BeiDou é projetado e financiado pela China, também com características militares, sua operação é um pouco diferente dos demais, utilizando uma combinação de 5 satélites GEO (**Geostationary Earth Orbit** - Órbita Geoestacionária) e 30 em órbitas MEO, devido a isso sua cobertura acaba sendo mais local, cobrindo a China e Oceania, gradativamente aumentando sua cobertura. Como outras nações não podiam participar do GPS, a União Europeia decidiu desenvolver o próprio sistema de navegação por volta de 1999, nomeado Galileo[1], sendo o sistema mais recente de todos a entrar em operação. Sua operação e controle é feita por civis, trabalhando de maneira aberta, sendo compatível com GPS e GLONASS.

## Referências

- [1] J. P. Bartolomé et al. “Overview of Galileo system”. Em: **GALILEO Positioning Technology**. Springer, 2015, pp. 9–33.
- [2] J. F. G. Monico. **Posicionamento pelo GNSS: Descrição, fundamentos e aplicações**. Vol. 2. Unesp, 2008.
- [3] O. Montenbruck et al. “GNSS satellite geometry and attitude models”. Em: **Advances in Space Research** 56.6 (2015), pp. 1015–1029.
- [4] D. P. S. Santos et al. “Constelação de Nanossatélites para fins de Telecomunicações”. Em: **Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics** 6.2 (2018).