

MEMÓRIAS  
DA  
ACADEMIA DAS CIÊNCIAS  
DE  
LISBOA

CLASSE DE CIÊNCIAS

TOMO XLV

---

**Sistemas globais de navegação por  
satélite GNSS**

JOSÉ JOAQUIM PEREIRA OSÓRIO

---



ACADEMIA DAS CIÊNCIAS  
DE LISBOA

LISBOA • 2018



# Sistemas globais de navegação por satélite GNSS

JOSÉ JOAQUIM PEREIRA OSÓRIO  
jposorio@fc.up.pt

## INTRODUÇÃO

Em comunicações anteriores [2,3] foram abordados aspectos essenciais da evolução das Técnicas Espaciais para a Localização e Navegação por Satélite, com o reconhecimento de uma área em permanente desenvolvimento e a apresentação dos modernos Sistemas Globais de Navegação por Satélite, GNSS – *Global Navigation Satellite Systems*. O enorme interesse destes Sistemas, em aplicações da mais diversa natureza (Figura 1), tem provocado uma especial atenção em alguns países, aquilo que por vezes se designa por “*THE WORLDWIDE RACE IN GNSS*”.

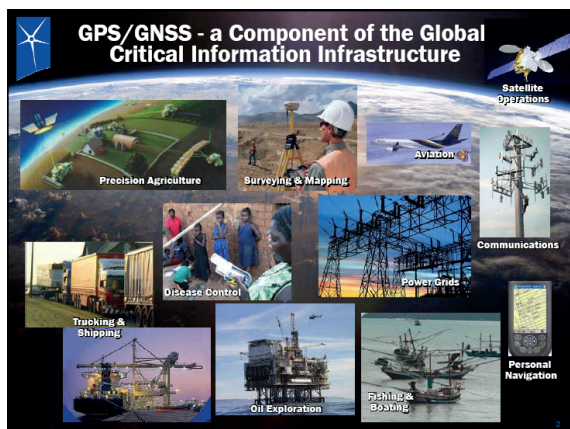
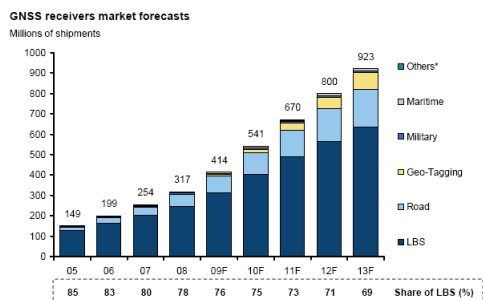


FIGURA 1  
GNSS – Aplicações.



Note: \* Aviation, surveying & mapping, timing & synchronizing  
Source: ABI Research; LEK

European GNSS Supervisory Authority

FIGURA 2  
Previsão do mercado de receptores GNSS.

Esta grande diversidade de aplicações dos GNSS permite prever uma significativa evolução, nos próximos anos, no mercado de receptores (Figura 2):

## SISTEMAS GLOBAIS OPERACIONAIS

Os dois Sistemas Globais já operacionais, GPS – *Global Positioning System* (EUA) e GLONASS – *Global Navigation Satellite System* (Rússia), foram já apresentados em comunicação anterior [2]. Agora, serão abordados, apenas, aspectos do seu estado actual e dos desenvolvimentos previstos.



- IIIF:** Todas as capacidades dos satélites IIR-M, mais  
 Terceiro Sinal Civil – L5 L5 – 1176,45 MHz  
 2 Relógios de Rubídio e 1 de Césio  $\lambda = 25,50$  cm  
 Duração prevista de 12 anos

**Bloco III**

- Compatibilidade com todos os anteriores  
 Quarto Sinal Civil – L1C  
 Erro nas distâncias 4 vezes menor que em IIF  
 Maior disponibilidade  
 Melhor integridade

**Novos sinais civis**

Segundo sinal civil – L2C

- Concebido para satisfazer objectivos comerciais  
 Maior exactidão através da correcção ionosférica  
 1º satélite em órbita: Setembro de 2005 (GPS IIR-14M)  
 24 satélites:  $\approx$  2016

Terceiro sinal civil – L5

- Concebido para satisfazer as necessidades de socorros urgentes  
 1º satélite em órbita: Março de 2009 (GPS IIR-20M)  
 24 satélites:  $\approx$  2018

Quarto sinal civil – L1C

- Concebido com parceiros internacionais para a interoperabilidade dos diferentes GNSS  
 Início previsto com os satélites do BLOCO III  
 1º satélite em órbita:  $\approx$  2014  
 24 satélites:  $\approx$  2021

O espectro dos respectivos sinais está representado na Figura 6:

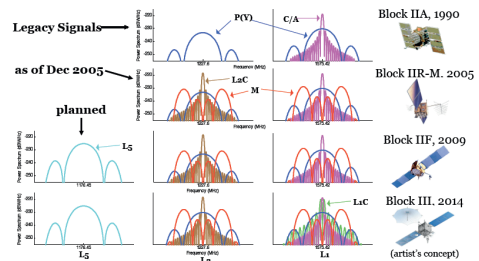


FIGURA 6  
Espectro dos sinais.

Seguem-se alguns dados relativos à Constelação GPS actual (Figura 7):

GPS CONSTELLATION									
SATELITE	ORBITAL	LAUNCH	STATUS	PLANE	OR BRANCH				
NUMBER	TYPE	DATE	PRG	CLASS	NUMBER	PRG	CLASS	NUMBER	PRG
**IIR-1	14	14 FEB 1993			15002				
**IIR-2	13	20 JUN 1993			20001				
**IIR-3	14	18 AOU 1993			20185				
**IIR-4	13	20 JUN 1993			20202				
**IIR-5	17	11 DEC 1993			20361				
**IIR-6	18	28 JUN 1993			20452				
**IIR-7	20	24 MAR 1993			20513				
**IIR-8	21	02 AOU 1993			20714				
**IIR-9	13	05 OCT 1993			20830				
**IIR-10	12	24 NOV 1993	Rb	ES	20939				
**IIR-11	24	04 JUL 1993	Ca	DS	21020				
**IIR-12	25	22 FEB 1994	Rb	AS	21060				
**IIR-13	18	10 JUN 1993			21201				
**IIR-14	24	07 JUL 1993	Rb	FS	22014				
**IIR-15	27	09 SEP 1993	Ca	AA	22126				
**IIR-16	32	22 NOV 1993			22231				
**IIR-17	29	14 DEC 1993			22279				
**IIR-18	23	03 FEB 1994			24444				
**IIR-19	21	28 MAR 1993			22261				
**IIR-20	27	13 MAR 1993			22407				
**IIR-21	29	24 JUN 1993	Ca	AL	22700				
**IIR-22	35	30 AOU 1993	Rb	ES	22719				
**IIR-23	34	24 OCT 1993	Rb	AA	22871				
**IIR-24	36	10 MAR 1994	Rb	DS	23027				
**IIR-25	33	28 MAR 1994	Ca	DS	23183				
**IIR-26	30	28 JUL 1994	Ca	BS	23383				
**IIR-27	30	12 SEP 1994	Ca	BS	24120				
**IIR-28	38	30 NOV 1993	Ca	AL	23300				

FIGURA 7  
GPS – Constelação actual.

**GLONASS – Sistema Global de Navegação por Satélite**

- 24 Satélites
- 3 Planos orbitais, separados 120°
- 8 Satélites por plano orbital, separados 45°
- Inclinação 64°,9
- Altitude média 19100 km
- Período orbital 11h 16m

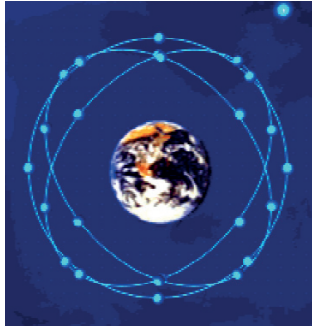


FIGURA 8  
Constelação GLONASS.

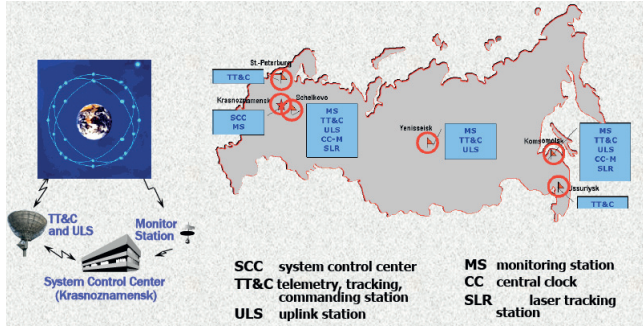


FIGURA 9  
GLONASS – Segmento de Controlo Terrestre.

Cada satélite da constelação tem uma frequência própria de emissão – técnica FDMA (Frequency Division Multiple Access):

$$L1 \in [1598.0625, 1609.3125]$$

$$L1 = 1602 \text{ MHz} + (n \times 0.5625) \text{ MHz}$$

$$L2 \in [1242.9375, 1251.6875]$$

$$L2 = 1246.0 \text{ MHz} + (n \times 0.4375) \text{ MHz}$$

onde n (canal de RF) é um inteiro. Dois satélites em posições opostas, relativamente à Terra, têm o mesmo valor de n.

Dois tipos de Serviço:

Padrão – Código C/A na L1

Disponível a qualquer utilizador

Precisão – Código P nas duas frequências

Militares e utilizadores especiais

Apresentam-se, a seguir, dados actuais da Constelação GLONASS (Figura 10):

GLONASS constellation status, 14.11.2009r.

Total satellites in constellation		19 SC
Operational		10 SC
In commissioning phase		-
In decommissioning phase		3 SC

GLONASS Constellation Status at 14.11.2009 based on both the almanac analysis and navigation messages received at 16:00 14.11.09 (UTC) in IAC. PNT Tallinnash

Orb. pl.	Orb slot	RF chnl	# OC	Launched	Operation begins	Operation ends	Life-time (months)	In almanac	Satellite health status In ephemeris (UTC)	Comments
I	2	-4	728	25.12.06	20.01.09	17.01.09	10,7	+	+ 14.59 14.11.09	In operation
	3	05	727	25.12.06			10,7	+	+ 14.59 14.11.09	In operation
	6	-4	701	10.12.03	08.12.04	18.06.09	71,2	-	-09.33 08.07.09	Maintenance
II	7	05	712	26.12.04	07.10.05		69,7	+	+ 16.30 14.11.09	In operation
	8	06	729	25.12.06	12.02.09		10,7	+	+ 16.31 14.11.09	In operation
	9	-2	722	25.12.07	25.01.08		22,7	+	+ 16.30 14.11.09	In operation (L1 only)
	10	-7	717	25.12.06	03.04.07		34,7	+	+ 14.59 14.11.09	In operation
	11	00	723	25.12.07	22.01.08		22,7	+	+ 14.59 14.11.09	In operation
	13	-2	701	25.12.07	08.02.08		22,7	+	+ 15.59 14.11.09	In operation
III	14	-7	715	25.12.06	03.04.07		34,7	+	+ 16.14 14.11.09	In operation
	15	00	716	25.12.06	12.10.07		34,7	+	+ 16.30 14.11.09	In operation
	17	04	718	26.10.07	04.12.07		24,7	+	+ 14.59 14.11.09	In operation
III	18	-3	724	25.09.06	26.10.08		13,6	+	+ 14.59 14.11.09	In operation
	19	03	720	26.10.07	25.11.07		24,7	+	+ 14.59 14.11.09	In operation
	20	02	719	26.10.07	25.11.07		24,7	+	+ 16.41 14.11.09	In operation
	21	04	725	25.09.06	05.11.08		13,6	+	+ 16.30 14.11.09	In operation
III	22	-3	725	25.09.06	13.11.08	31.08.09	13,6	-	-00.31 31.08.09	Maintenance
	23	03	714	25.12.05	31.08.06		49,7	+	+ 16.30 14.11.09	In operation
	24	02	713	25.12.05	31.08.06	02.11.09	49,7	-	-12.02 02.11.09	Maintenance

FIGURA 10  
GLONASS – Constelação actual.

Evolução prevista do Sistema GLONASS (Figura 11):

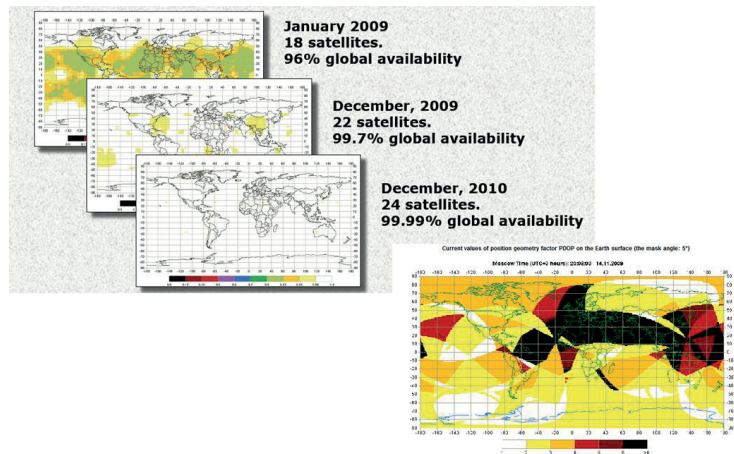


FIGURA 11  
Evolução prevista.

A evolução do Sistema GLONASS, em termos de exactidão, está representada na Figura 12 e o programa de modernização na Figura 13:

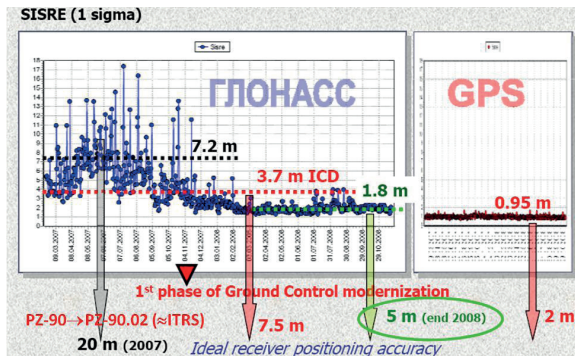


FIGURA 12  
Evolução na Exactidão.

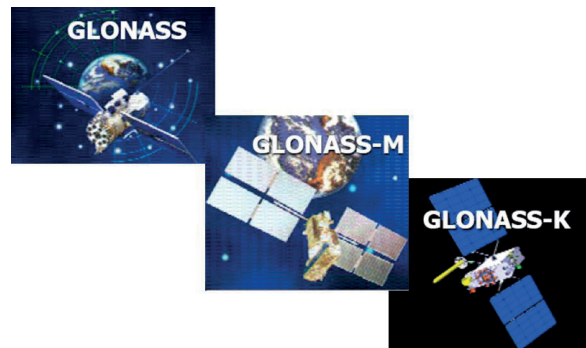


FIGURA 13  
Programa de modernização.

O Programa de Modernização inclui, ainda:

- Continuação do plano de desenvolvimento da navegação por satélite
- Missão experimental dos satélites “Glonass-K” – 2010
- Plano de melhoria da exactidão do GLONASS
- Modernização do segmento de controlo terrestre
  - Extensão da rede de controlo terrestre
  - Aperfeiçoamento do sistema de tempo e da órbita
  - Extensão da rede de monitorização
- Modernização do sinal baseada no CDMA
- Novos sinais nos satélites “Glonass-K”

- Interoperabilidade com o GPS e com o futuro Sistema Galileo
  - Sinais
  - Referência geodésica
  - Sistema de tempo
- Outras modernizações do Sistema GLONASS baseadas em novos satélites.

Convirá destacar os seguintes aspectos:

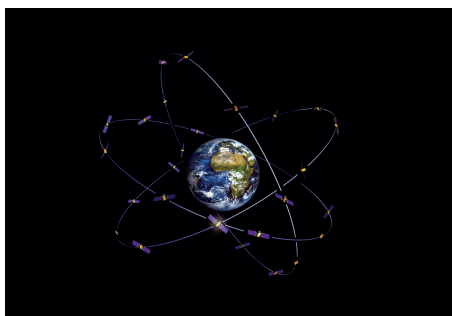
- O Programa GLONASS continua com alta prioridade na política do Governo Russo
- O Programa GLONASS está em fase de desenvolvimento e está garantido até 2020
- O aperfeiçoamento do GLONASS é um grande objectivo
  - Desempenho comparável ao do GPS e do futuro Galileo no final de 2011
  - Constelação completa, 24 satélites, no final de 2010
  - Implementação de novos sinais para melhorar a qualidade dos serviços a disponibilizar a utilizadores tanto militares como civis
- Compatibilidade e interoperabilidade com os outros GNSS.

### SISTEMAS GLOBAIS EM FASE DE IMPLEMENTAÇÃO

Dos Sistemas Globais presentemente em fase de implementação destacam-se dois: Galileo – Sistema Europeu de Navegação por Satélite (UE) e COMPASS/Beidou – Chinese GNSS (China).

#### GALILEO

A configuração nominal do Sistema e as características dos satélites são as seguintes:



27+3 satélites  
3 Planos orbitais  
Inclinação 56°  
Órbitas circulares  
Altitude 23222 km  
Período 14h 22m

FIGURA 14  
Constelação Galileo

Dimensão 2,7x1,1x1,2 m  
Painéis solares com 13 m  
10 sinais da banda L, para navegação, entre os 1200 e os 1600 MHz  
Banda C para comunicação com o Segmento de Controlo  
Peso de 700 kg  
Relógio principal: Maser de Hidrogénio (0,45ns/12 horas)  
Relógio atómico de Rubídio como recurso (1,8ns/12 horas)

Os 10 sinais de navegação serão distribuídos por 4 tipos de serviço, disponíveis à escala mundial e independentemente de outros Sistemas:

OS – Open Service (Interoperabilidade com o GPS)

Gratuito para o utilizador; mercado de massas; localização e informação de tempo simples;

SOL – Safety-Of-Life Service

Oferecido e garantido a casos críticos dos transportes, por exemplo, marinha e aviação; integridade; autenticação do sinal;

CS – Commercial Service

Codificado; exactidão elevada; serviços garantidos;

PRS – Public Regulated Services

Codificado; integridade; disponibilidade contínua.

Além destes 4 serviços, o Galileo representará uma contribuição importante da Europa no esforço internacional em operações de Busca e Salvamento:

Search and Rescue

Quase tempo real; preciso; possibilidade de ligação bidireccional.

O plano de frequências está indicado na Figura 15.

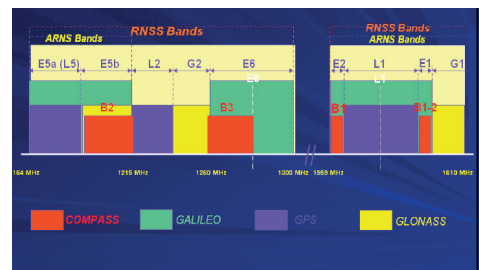


FIGURA 15  
Plano de frequências.

Até agora, foram colocados em órbita 2 satélites experimentais: GIOVE A e GIOVE B.

GIOVE A: Galileo In-Orbital Validation Element

Lançado em Dezembro de 2005, está operacional desde Janeiro de 2006 (Figura 16).



FIGURA 16  
GIOVE A

As principais missões previstas com este primeiro satélite experimental são as seguintes:

- Assegurar a utilização das frequências atribuídas, pela União Internacional de Telecomunicações, ao Sistema Galileo
- Validar, em órbita, tecnologias críticas tais como os relógios atómicos
- Testar as novas características dos sinais emitidos, tais como a sua resistência a interferências e a multicaminho

- Permitir o desenvolvimento de receptores para o Sistema Galileo
- Estudar a radiação nas zonas onde os satélites Galileo irão orbitar a Terra.

### GIOVE B

Colocado em órbita, em 27 de Abril de 2008, com o objectivo de testar os padrões frequência (Primeiro Maser de Hidrogénio no Espaço) e os novos sinais Galileo (Figura 17).

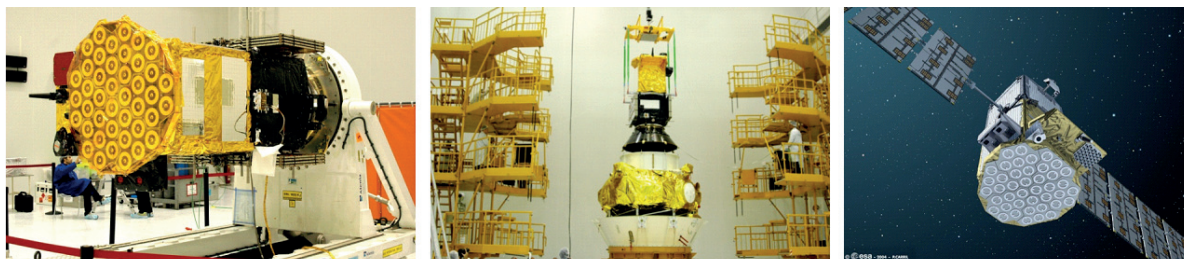


FIGURA 17  
GIOVE B

Presentemente, prevê-se a colocação em órbita de dois satélites em 2010 e outros dois em 2011 (IOV – In-Orbit Validation Phase).

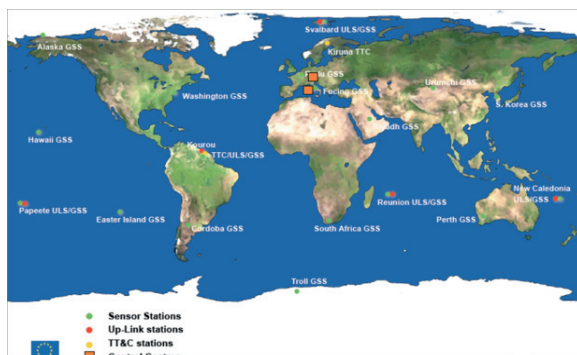


FIGURA 18  
Segmento de Controlo do IOV.



FIGURA 19  
Estação de Controlo, Fucino.

Como exemplo de Estação de Controlo do IOV apresenta-se a Estação de Fucino, Itália (Figura 19). A situação actual do Galileo pode ser resumida do seguinte modo:

- GIOVE A e GIOVE B operacionais
- Fase de Validação em Órbita em curso, com 2 satélites previstos para 2010 e 2 para 2011
- Aprovada a fase seguinte “Full Deployment (FOC)”
- Contratos previstos até ao final de 2009
- Serviços Galileo disponíveis em 2013

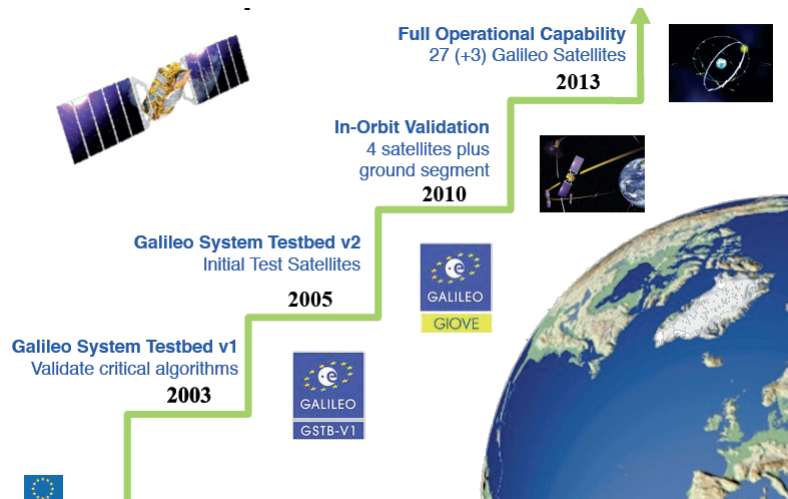


FIGURA 20  
Evolução do Galileo.

COMPASS/Beidou

A decisão de desenvolver um Sistema independente de Navegação por Satélite remonta aos anos 80.

**Primeira fase:**

O primeiro satélite Beidou (Figura 21) foi colocado em órbita no ano 2000; o sistema de demonstração Beidou foi concluído e utilizado em 2003.

Foram iniciados diferentes serviços, incluindo localização, tempo e comunicações de mensagens curtas, na região da China.



FIGURA 21  
Primeiro satélite Beidou.

**Segunda fase:**

O primeiro satélite MEO foi colocado em órbita em Abril de 2007 (Figura 22); prevê-se o início do serviço regional em 2010 e do serviço global entre 2015 –2020. Como um sistema global, espera-se que o COMPASS venha a cobrir toda a área Ásia – Pacífico pela primeira vez em 2010.

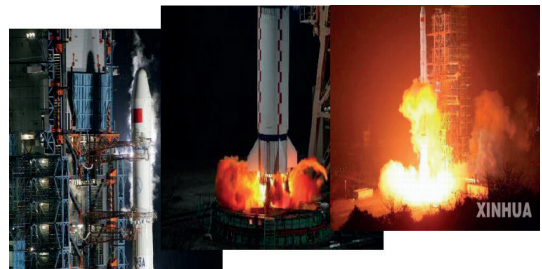


FIGURA 22  
Primeiro satélite MEO.

As frequências utilizadas no COMPASS/Beidou são B1, B2,B3 (Figura 15).  
Haverá dois tipos de Serviços Globais e dois tipos de Serviços Regionais:

### *Serviços globais*

- Serviço Aberto: Acesso livre aos utilizadores
  - Exactidão no posicionamento – 10 m
  - Exactidão no tempo – 20 ns
  - Exactidão na velocidade – 0,2 m/s
- Serviço Autorizado: Elevada integridade, mesmo em condições desfavoráveis.

### *Serviços regionais*

- Serviço diferencial em áreas extensas
  - Exactidão no posicionamento – 1 m
- Serviço de mensagens curtas

Há interesse na cooperação internacional com os seguintes objectivos:

- Compatibilidade e Interoperabilidade
  - Com sistemas múltiplos, tanto no que respeita aos sinais como às referências geodésicas e de tempo UN/ICG (United Nations/International Committee on GNSS)
  - Com os Sistemas GPS e Galileo
- Teste de Receptores GNSS e sua certificação
- Desenvolvimento de futuras tecnologias de Navegação
- Implementação de serviços de Busca e Salvamento baseados nos GNSS

## SISTEMAS DE EXTENSÃO ESPACIAIS

Os Sistemas de Extensão Espaciais, SBAS – *Satellite Based Augmentation Systems*, Figura 23, são sistemas de satélites geostacionários, auxiliares do posicionamento em tempo real e da navegação, como extensão aos GNSS, com o objectivo de melhorar os seus níveis de exactidão, integridade e disponibilidade. Os satélites emitem, ainda, um sinal da banda L, como o L1 dos satélites GPS, aumentando desta forma o número de satélites disponíveis para a fixação de posições.

O EGNOS – *European Geostationary Navigation Overlay Service* é um Sistema de Extensão Espacial que

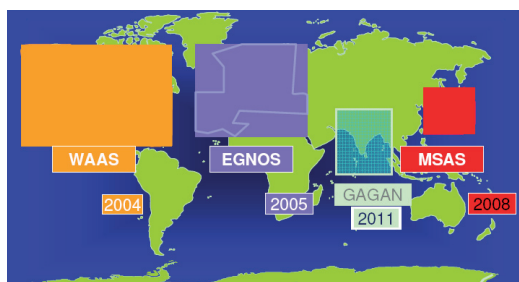


FIGURA 23  
Sistemas de Extensão Espaciais.

permite melhorar a exactidão dos sinais de navegação por satélite na Europa. Consiste em repetidores a bordo de três satélites geostacionários, localizados a longitudes europeias (Figura 24), ligados a uma rede de cerca de 40 estações terrestres e quatro centros de controlo (Figura 25). As estações terrestres EGNOS recebem sinais dos satélites GPS; a informação sobre a exactidão e a segurança destes sinais é disponibilizada aos utilizadores através de retransmissores a bordo dos satélites

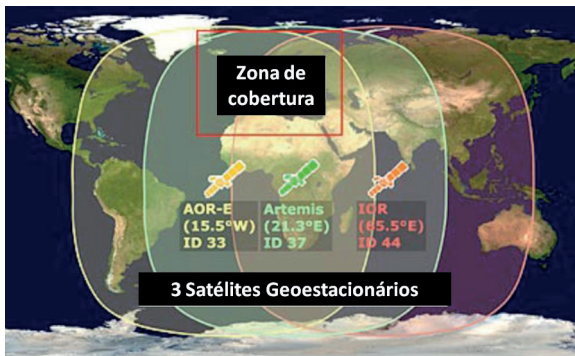


FIGURA 24  
EGNOS – Segmento Espacial.

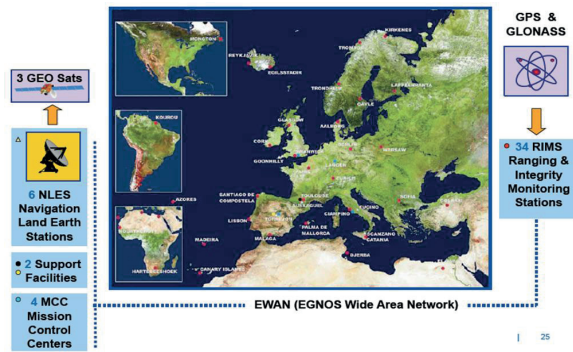


FIGURA 25  
EGNOS – Segmento de Controlo Terrestre.

geoestacionários. Deste modo, o posicionamento pode ser feito a menos de 2 metros, muito superior aos 20 metros quando se recorre unicamente ao GPS.

O Estado actual do Sistema EGNOS pode ser resumido:

- O EGNOS está já a difundir sinais considerados de excelente qualidade
- Em 1 de Abril de 2009, a responsabilidade do Programa foi transferida da Agência Espacial Europeia (ESA) para a Comissão Europeia (EC)
- Em 1 de Outubro de 2009 foi anunciado oficialmente o início dos serviços do EGNOS
- O Serviço Aberto (Open Service) está agora disponível, sendo um serviço gratuito
- A certificação do Sistema EGNOS está prevista para 2010
- Está a ser estudada a extensão do Serviço a outras áreas geográficas
- Procura-se um novo retransmissor para substituir o satélite Artemis em 2011.

O WAAS – *Wide Area Augmentation System* é um auxiliar da navegação aérea desenvolvido pela Administração Federal dos Estados Unidos como extensão ao GPS, com o objectivo de melhorar os seus níveis de exactidão, integridade e disponibilidade. Pretende-se com o WAAS garantir que qualquer aeronave possa recorrer ao GPS em todas as fases do voo, incluindo aproximações de precisão a qualquer aeroporto dentro da sua área de cobertura (Figuras 26 a 28).



FIGURA 26  
WAAS.

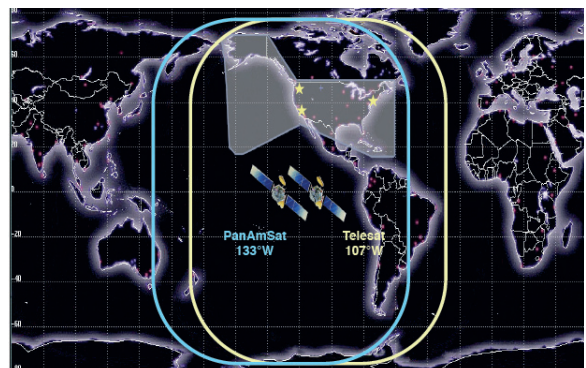


FIGURA 27  
WAAS – Segmento Espacial.

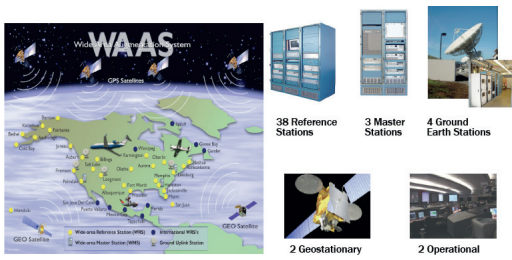


FIGURA 28  
Segmento de Controlo Terrestre.

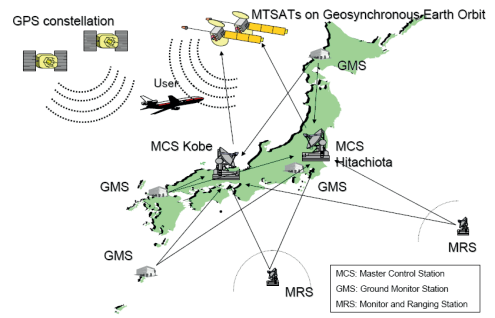


FIGURA 29  
MSAS.

O MSAS – *MTSAT Satellite-based Augmentation System* é um Sistema de Extensão Espacial, desenvolvido pelas autoridades japonesas, destinado a cobrir toda a sua área geográfica (Figura 29).

O Segmento Espacial e o Segmento de Controlo Terrestre do MSAS estão representados, respectivamente, na Figura 30 e na Figura 31:

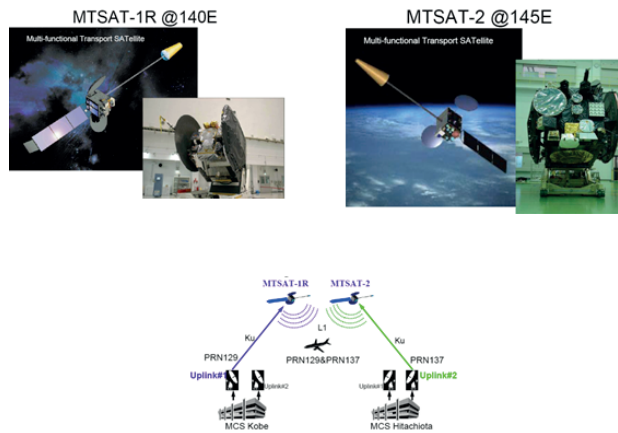


FIGURA 30  
MSAS – Segmento Espacial.

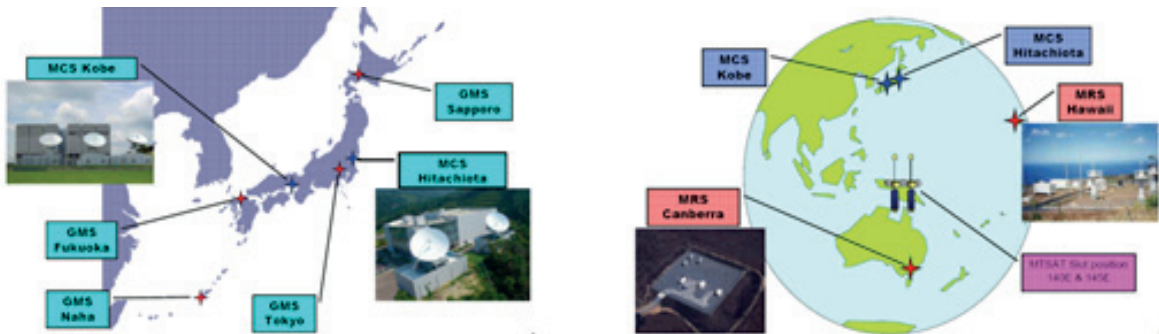


FIGURA 31  
MSAS – Segmento de Controlo Terrestre.



FIGURA 32  
QZSS.

O QZSS – *Quasi-Zenith Satellite System* (Figura 32) está concebido de modo a que, pelo menos, um de três satélites esteja próximo do zénite na região do Japão. As órbitas geossíncronas dos três satélites são elípticas e inclinadas em diferentes planos orbitais de tal modo que o seu traço na Terra seja sempre o mesmo, isto é, os seus elementos orbitais estão sujeitos às seguintes limitações:  $a = 42.164 \text{ km}$ ,  $e = 0,06 - 0,09$ ,  $i = 39 - 47^\circ$ .

O Segmento Espacial e o Segmento de Controlo Terrestre do QZSS estão representados, respectivamente, na Figura 33 e na Figura 34:

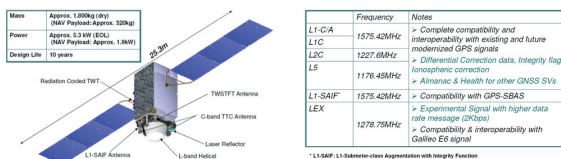


FIGURA 33  
QZSS – Segmento Espacial.

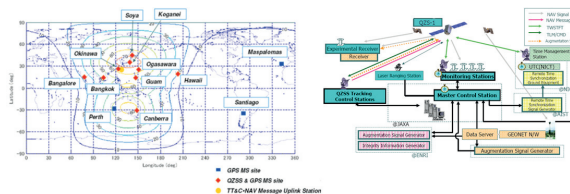


FIGURA 34  
QZSS – Segmento de Controlo Terrestre.

O GAGAN – *GPS Aided GEO Augmented Navigation* é um Sistema de Extensão Espacial, com satélites geossíncronos, na zona do oceano Índico, Figura 35 e Figura 36.

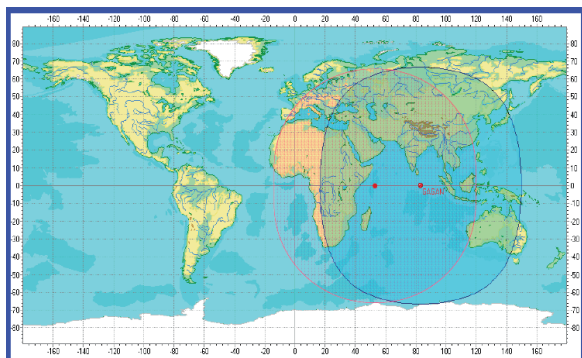


FIGURA 35  
GAGAN.

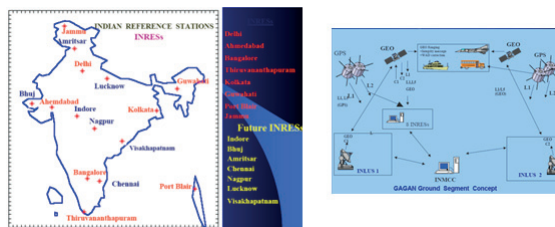


FIGURA 36  
GAGAN – Segmento de Controlo Terrestre.

O IRNSS – *Indian Regional Navigation Satellite System* está planeado para ser um Sistema de Navegação autónomo, sobre a região da Índia. Será constituído por 7 satélites, sendo 2 Geosíncronos e 3 Geoestacionários. Atendendo ao reduzido número de satélites, será transmitido um modelo ionosférico constituído por uma grelha de 80 pontos, para aumentar a precisão do posicionamento aos utilizadores de uma só frequência (Figura 37).

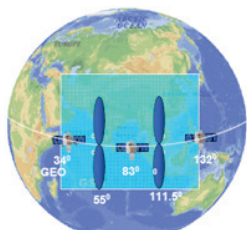


FIGURA 37  
IRNSS.



Service Type	Signals	Frequency Band
Standard Positioning Service	1 MHz BPSK	L5 (1176.45 MHz) S (2492.08 MHz)
Restricted Services	BOC(5,2)	L5 (1176.45 MHz) S (2492.08 MHz)

FIGURA 38  
Satélite IRNSS e características dos sinais.

O calendário previsto para a implementação do Sistema é o seguinte: 1 satélite no final de 2009, 3 satélites entre 2010 e 2011, esperando-se completar a constelação durante 2012.

## SISTEMAS DE EXTENSÃO LOCAL

Presentemente, estão ao dispor dos utilizadores diferentes tipos de Sistema de Extensão Local, como, por exemplo, os Sistemas baseados em observações terrestres, GBAS – *Ground Based Augmentation Systems*, que, a seguir, se indicam.

LAAS – *Local Area Augmentation System*, para apoio à navegação aérea (Figura 39).

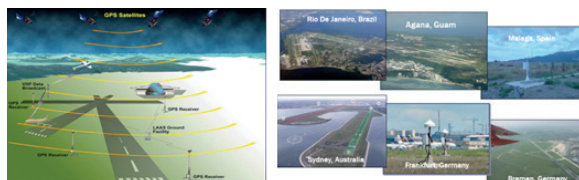


FIGURA 39  
LAAS.

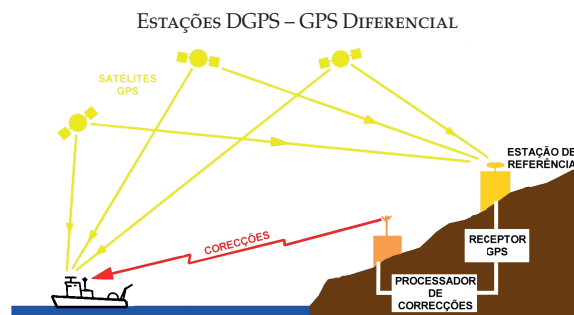


FIGURA 40  
GPS Diferencial.

Com este procedimento, o erro associado à posição obtida com o DGPS (nível de confiança de  $2\sigma$ ) varia entre 0,5 m e 1 m, perto da estação DGPS, aumentando cerca de 0,2 m por cada 100 km de distância à estação DGPS.

DGPS EM Portugal

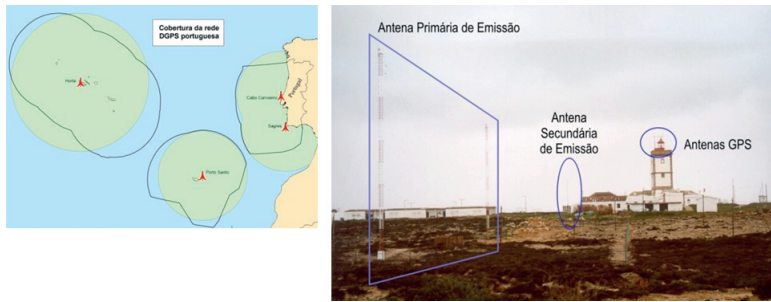


FIGURA 41  
Estações DGPS em Portugal.

GEONET – Rede de Estações GNSS Permanentes

Com base num projecto de cooperação nacional, sob a nossa responsabilidade e envolvendo a Faculdade de Ciências da Universidade do Porto (FCUP), a Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra (FCTUC), o Instituto Politécnico da Guarda (IPG), o Instituto de Investigação Científica Tropical (IICT) e a Academia da Força Aérea (AFA), foi criada a Rede GEONET – Rede de Estações GNSS Permanentes (Figura 42).

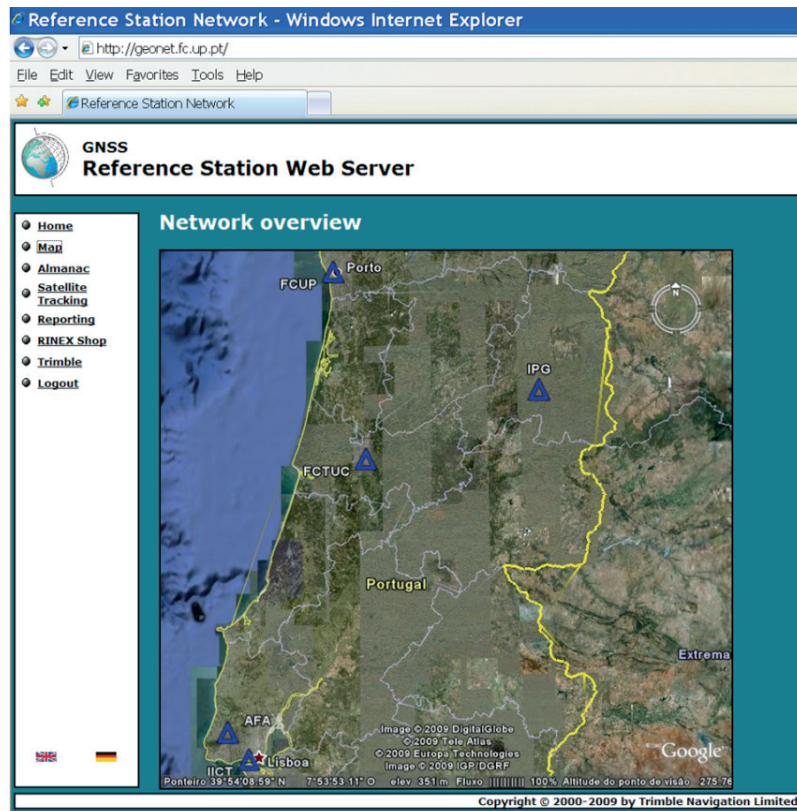


FIGURA 42  
GEONET – Localização das Estações.

Nas Figuras 43 e 44 são apresentados alguns aspectos da Estação GNSS da FCUP.

Todas as restantes Estações da GEONET estão equipadas com Receptores GNSS análogos ao da FCUP e a Estação do IPG, também, com uma Estação Meteorológica. A título de exemplo, inclui-se a informação sobre as condições de observação em todas as Estações num dado momento (Figura 45).



FIGURA 43  
Estação GNSS da FCUP.

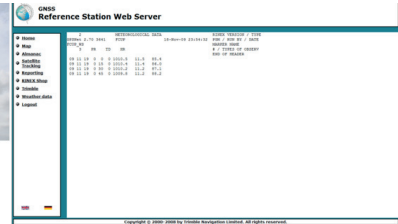


FIGURA 44  
Estação Meteorológica da FCUP.

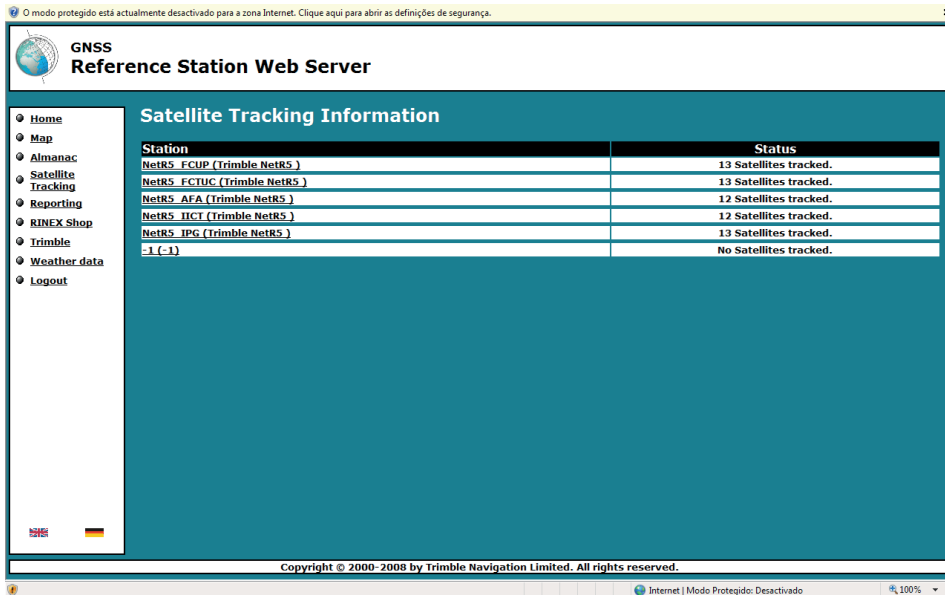


FIGURA 45  
GEONET – 2009.11.19, 0h 45m.

## CONCLUSÃO

Em comunicação anterior, foi feita, de passagem, uma breve introdução aos Sistemas Globais de Navegação por Satélite então existentes, o Sistema Global de Posicionamento (GPS), sistema americano, e o Sistema Global de Navegação por Satélite (GLONASS), sistema russo. Nesta exposição, foi dada particular atenção ao seu estado actual de desenvolvimento e às fases de modernização previstas para os próximos anos.

A grande diversidade de aplicações, desde as mais correntes até às que requerem uma maior exactidão, tem despertado muito interesse nos países mais desenvolvidos, em diferentes zonas geográficas,

seja na criação de novos Sistemas Globais ou de Sistemas de Extensão.

Relativamente aos primeiros, há que referir o Sistema Galileo, da responsabilidade da Comissão Europeia, e o Sistema Chinês COMPASS/Beidou, ambos em clara fase de implementação.

Quanto aos Sistemas de Extensão, devemos distinguir, ainda, Sistemas Espaciais de Sistemas de Extensão Local. Presentemente, estão em fase de desenvolvimento diferentes Projectos Espaciais, cobrindo áreas geográficas específicas, onde se destacam: EGNOS (Europa), WAAS (EUA), QZSS e MSAS (Japão) e GAGAN/IRNSS (Índia).

No âmbito de Sistemas Locais foram considerados os LAAS – *Local Area Augmentation Systems* e o DGPS – GPS Diferencial. Neste contexto, foi apresentada a Rede GEONET, Rede de Estações GNSS Permanentes, da nossa responsabilidade.

### BIBLIOGRAFIA

- [1] Monteiro, S., *A rede DGPS portuguesa*, Comunicação, FCUP, Porto, 2005.
- [2] Osório, J. Pereira, *Posicionamento e Navegação por Satélite: Dos Satélites Balão ao Sistema Galileo*, Memórias da Academia das Ciências de Lisboa, Classe de Ciências, T. XLIII, Vol. I, pp. 275-300, 2006.
- [3] Osório, J. Pereira, *Sistemas de Referência Internacionais*, Academia das Ciências de Lisboa, 2008 (para publicação).
- [4] Munich Satellite Navigation Summit 2009, Munich, Germany, 3-5 March 2009.
- [5] Third Meeting of the International Committee on *Global Navigation Satellite Systems (ICG)*, organized jointly by the US State Department and the Jet Propulsion Laboratory, Pasadena, USA, 8 – 12 December 2008.
- [6] United Nations/China/European Space Agency *Training Course on the Use and Applications of Global Navigation Satellite Systems*, Beijing, China, 4 – 8 December 2006.
- [7] <http://www.munich-satellite-navigation-summit.org/Summit2009>
- [8] <http://www.oosa.unvienna.org/oosa/SAP/gnss/icg/icg03/presentations.html>.

(COMUNICAÇÃO APRESENTADA À CLASSE DE CIÊNCIAS  
NA SESSÃO DE 19 DE NOVEMBRO DE 2009)