

ReNEP

Estado, Produtos e Utilizadores

Manuela Vasconcelos

Ana Carla Bernardes

03 de Dezembro de 2018

GNSS - Global Navigation Satellite Systems



[<https://www.telematics-talks.com/trends/in-depth/how-many-gnss-satellites-work-on-the-earths-orbit/>]

NAVSTAR GPS

- Criado e desenvolvido em 1973 pelo *Department of Defense* dos EUA com o objectivo de garantir navegação de precisão, contínua e globalmente, em tempo real e sob quaisquer condições atmosféricas
- Totalmente operacional em 17/07/1995
- Inicialmente: 24 satélites em 6 órbitas, a 26500km
- Actualmente: 31 satélites operacionais





GPS CONSTELLATION STATUS FOR 11/27/2018

Plane	Slot	SVN	PRN	Block-Type	Clock	Outage Date	Nanu-Type	Nanu-Subject
A	1	65	24	IIF	CS			
A	2	52	31	IIR-M	RB			
A	3	64	30	IIF	RB			
A	4	48	7	IIR-M	RB			
B	1	56	16	IIR	RB			
B	2	62	25	IIF	RB			
B	3	44	28	IIR	RB			
B	4	58	12	IIR-M	RB			
B	5	71	26	IIF	RB			
C	1	57	29	IIR-M	RB			
C	2	66	27	IIF	RB			
C	3	72	8	IIF	CS			
C	4	53	17	IIR-M	RB			
C	5	59	19	IIR	RB			
D	1	61	2	IIR	RB			
D	2	63	1	IIF	RB			
D	3	45	21	IIR	RB			
D	4	67	6	IIF	RB			
D	5	46	11	IIR	RB			
D	6	34	18	IIA	RB	17 NOV 2018	UNUSUFN	2018053 - SVN34 (PRN18) UNUSABLE JDAY 321/1701 - UNTIL FURTHER NOTICE
E	1	69	3	IIF	RB			
E	2	73	10	IIF	RB			
E	3	50	5	IIR-M	RB			
E	4	51	20	IIR	RB			
E	6	47	22	IIR	RB			
F	1	70	32	IIF	RB			
F	2	55	15	IIR-M	RB			
F	3	68	9	IIF	RB			
F	4	60	23	IIR	RB			
F	5	41	14	IIR	RB			
F	6	43	13	IIR	RB			

GLONASS

- Sistema Russo análogo ao GPS
- Primeiro lançamento em 1982
- 24 satélites em 3 órbitas circulares a 19100km
- Actualmente: 24 satélites operacionais

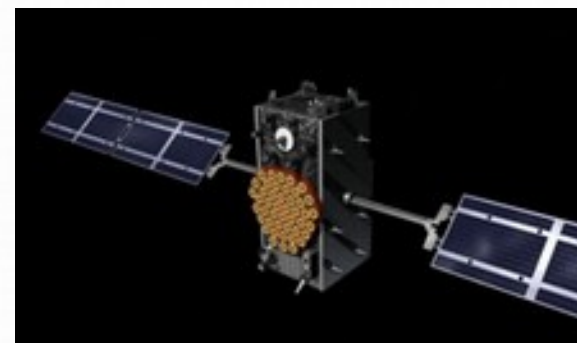
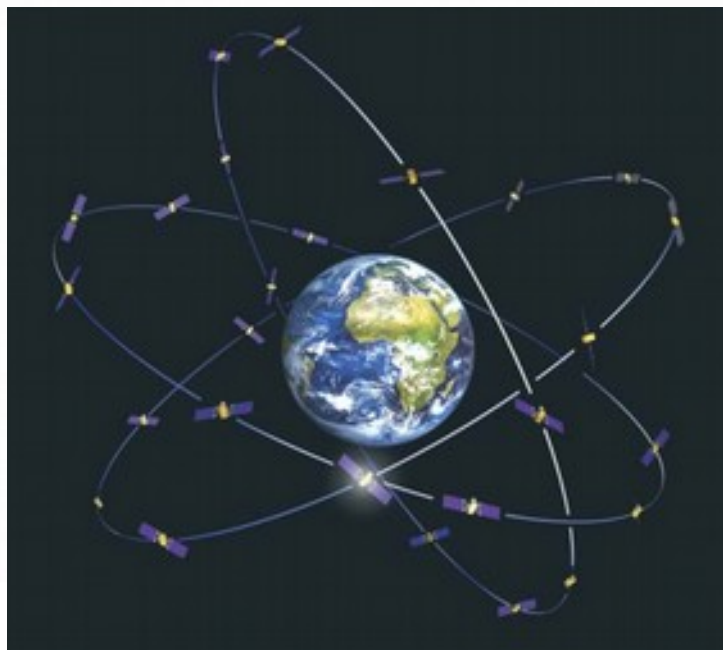




GLONASS CONSTELLATION STATUS AT 27.11.2018 BASED ON BOTH THE ALMANAC ANALYSIS AND NAVIGATION MESSAGES RECEIVED AT 10:00 27.11.18 (UTC) IN IAC PNT TSNIMASH

Orb. slot	Orb. pl.	RF chnl	# GC	Launched	Operation begins	Operation ends	Life-time (months)	Satellite health status		Comments
								In almanac	In ephemeris (UTC)	
1	1	01	730	14.12.09	30.01.10		107.5	+	+ 10:32 27.11.18	In operation
2	1	-4	747	26.04.13	04.07.13		67.1	+	+ 10:32 27.11.18	In operation
3	1	05	744	04.11.11	08.12.11		84.8	+	+ 10:32 27.11.18	In operation
4	1	06	742	02.10.11	25.10.11		85.9	+	+ 10:32 27.11.18	In operation
5	1	01	756	17.06.18	29.08.18		5.4	+	+ 10:32 27.11.18	In operation
6	1	-4	733	14.12.09	24.01.10		107.5	+	+ 10:32 27.11.18	In operation
7	1	05	745	04.11.11	18.12.11		84.8	+	+ 10:32 27.11.18	In operation
8	1	06	743	04.11.11	20.09.12		84.8	+	+ 10:32 27.11.18	In operation
9	2	-2	702	01.12.14	15.02.16		47.9	+	+ 10:32 27.11.18	In operation
10	2	-7	717	25.12.06	03.04.07		143.2	+	+ 10:32 27.11.18	In operation
11	2	00	753	29.05.16	27.06.16		30.0	+	+ 10:32 27.11.18	In operation
12	2	-1	723	25.12.07	22.01.08		131.2	+	+ 10:32 27.11.18	In operation
13	2	-2	721	25.12.07	08.02.08		131.2	+	+ 10:32 27.11.18	In operation
14	2	-7	752	22.09.17	16.10.17		14.2	+	+ 10:32 27.11.18	In operation
15	2	00	757	03.11.18	27.11.18		0.8	+	+ 10:32 27.11.18	In operation
16	2	-1	736	02.09.10	04.10.10		98.9	+	+ 10:32 27.11.18	In operation
17	3	04	751	07.02.16	28.02.16		33.7	+	+ 10:32 27.11.18	In operation
18	3	-3	754	24.03.14	14.04.14		56.2	+	+ 10:32 27.11.18	In operation
19	3	03	720	26.10.07	25.11.07		133.2	+	+ 10:32 27.11.18	In operation
20	3	02	719	26.10.07	27.11.07		133.2	+	+ 10:32 27.11.18	In operation
21	3	04	755	14.06.14	03.08.14		53.5	+	+ 10:32 27.11.18	In operation
22	3	-3	731	02.03.10	28.03.10		104.9	+	+ 10:32 27.11.18	In operation
23	3	03	732	02.03.10	28.03.10		104.9	+	+ 10:32 27.11.18	In operation
24	3	02	735	02.03.10	28.03.10		104.9	+	+ 10:32 27.11.18	In operation
15	2		716	25.12.06	12.10.07	24.11.18	143.2			Spares
20	3	-5	701	26.02.11			93.1			Flight Tests

- Sistema Europeu
- Primeiros lançamentos: Dez2005, Abr2008
- Previsto: 30 satélites em 3 planos orbitais a 30000km
- Actualmente: 18 satélites em órbita



Comparação das órbitas de satélites

Comparison_satellite_navigation_orbits.svg

GNSS	Coverage	First Launch	Status	Current Number	Planned Number
GPS	Worldwide	1974	Completed	30 (+2)	24
GLONASS	Worldwide	1982	Completed	24 (+2)	24
Galileo	Europe	2005	In progress	18 (+8)	30
Beidou	China	2000	In progress	17 (+21)	35
QZSS	Japan, Australia, New Zealand	2006	In progress	4	4
IRNSS	India, Pakistan, Afghanistan	2013	In progress	8	7



[Adaptado de: <https://www.telematics-talks.com/trends/in-depth/how-many-gnss-satellites-work-on-the-earths-orbit/>]

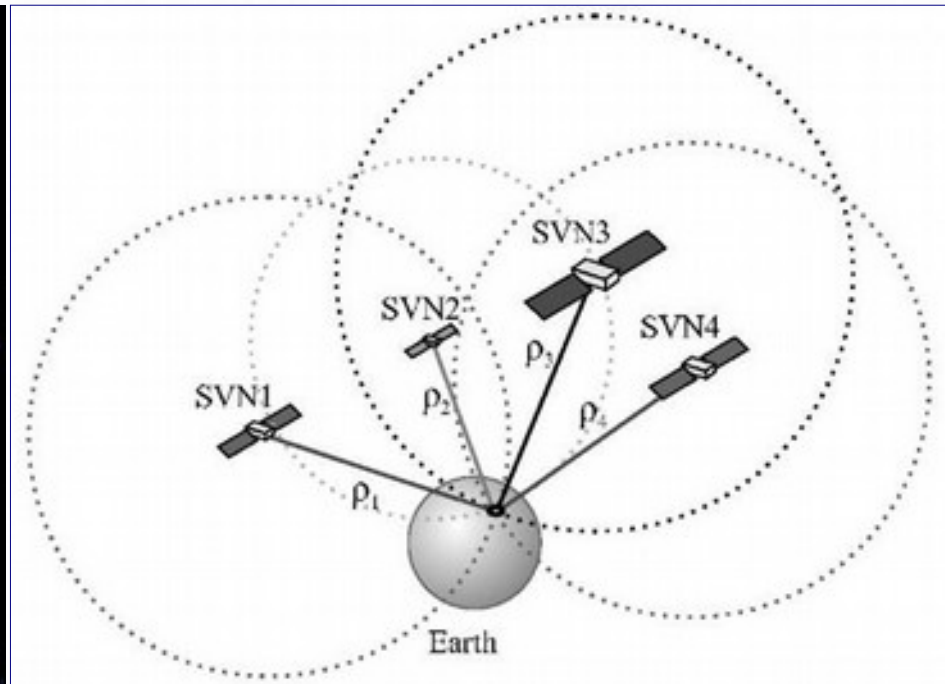
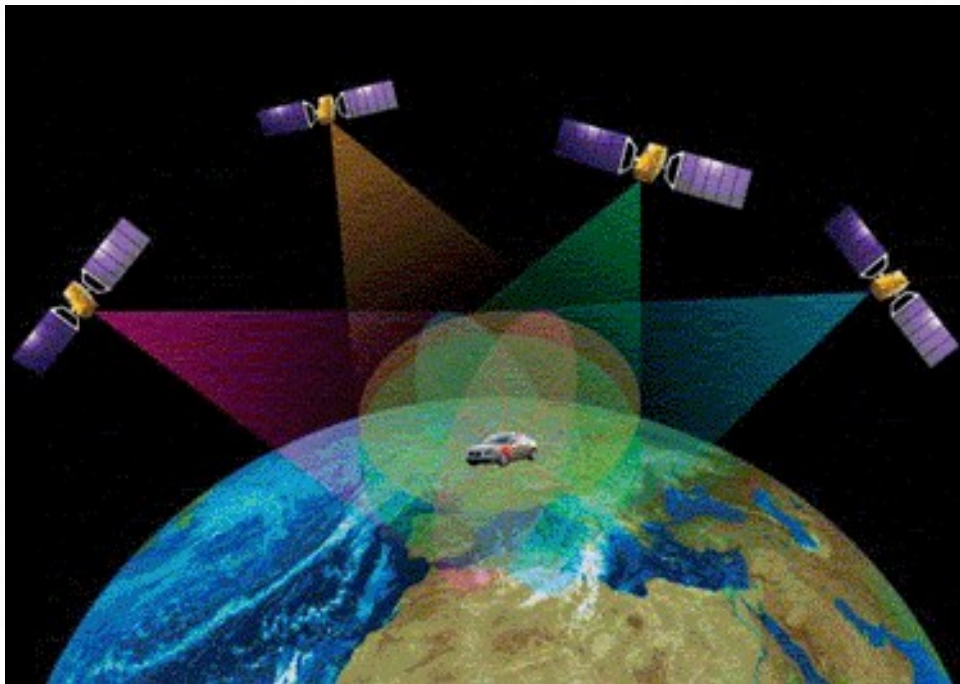
A Beehive of Satellites



[https://www.nasa.gov/multimedia/imagegallery/image_feature_1283.html]

Modo de Funcionamento

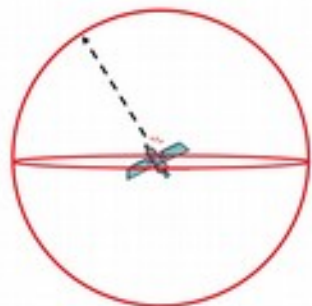
As coordenadas de um ponto à superfície da Terra são obtidas através da medição das distâncias desse ponto a vários satélites



Modo de Funcionamento

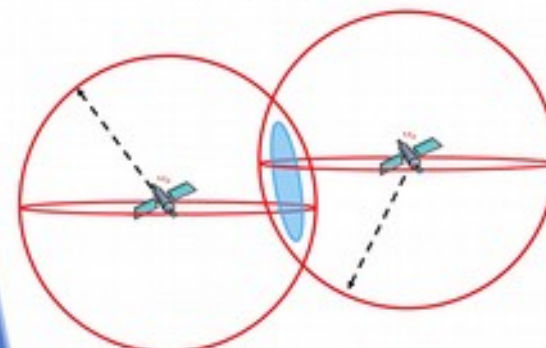
How GPS Works

If the GPS receiver only obtains signals from 1 Satellite, then it "knows" that it is located somewhere on this sphere...



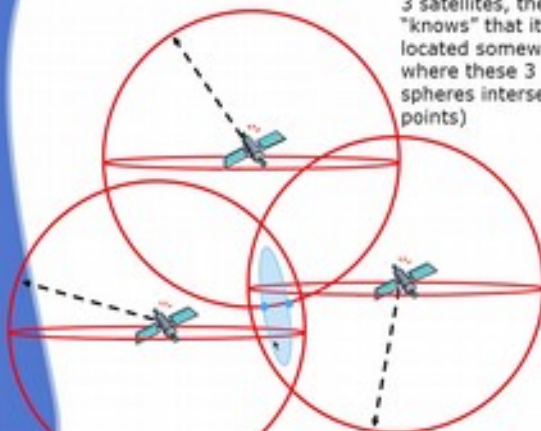
How GPS Works

If the GPS receiver only obtains signals from 2 satellites, then it "knows" that it is located somewhere where these 2 spheres intersect



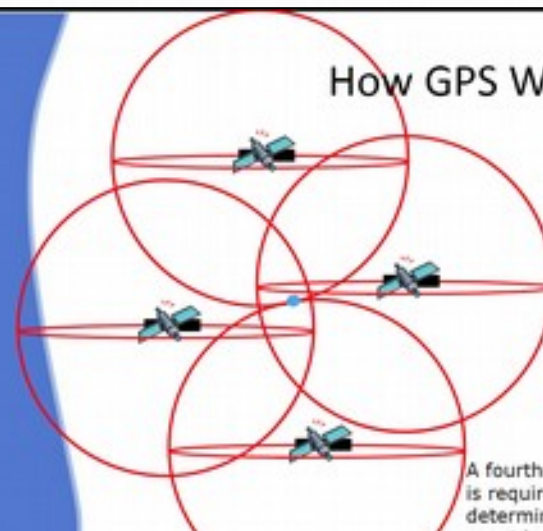
How GPS Works

If the GPS receiver obtains signals from 3 satellites, then it "knows" that it is located somewhere where these 3 spheres intersect (2 points)



How GPS Works

A fourth satellite is required to determine the exact location and elevation.



Modo de Funcionamento

https://www.youtube.com/watch?v=FU_pY2sTwTA

ReNEP - Início

- 1997: Primeira Estação Permanente (EP) GPS instalada em Cascais, nas imediações do Marégrafo



Fonte: IGP/INAG

1999 - 2000



V.N. de Gaia



Lagos



Ponta Delgada

Funcionamento:

- Pós-processamento
- Ficheiros diários a 30 s
- Recolha “manual” dos ficheiros

Objectivos:

- Manutenção do Referencial Geodésico
- Apoio a trabalhos de posicionamento
- Contribuição para os Sistemas de Referência Globais e Regionais



Até 2005



Motivação

- A configuração da rede não permitia a cobertura eficaz de todo o território nacional
- Tornava-se fundamental a transmissão de dados em tempo real para dar resposta ao crescente número de utilizadores destas técnicas de posicionamento

Objectivos:

- Manutenção do **Referencial** Geo-espacial Nacional
- Posicionamento em **Tempo Real**



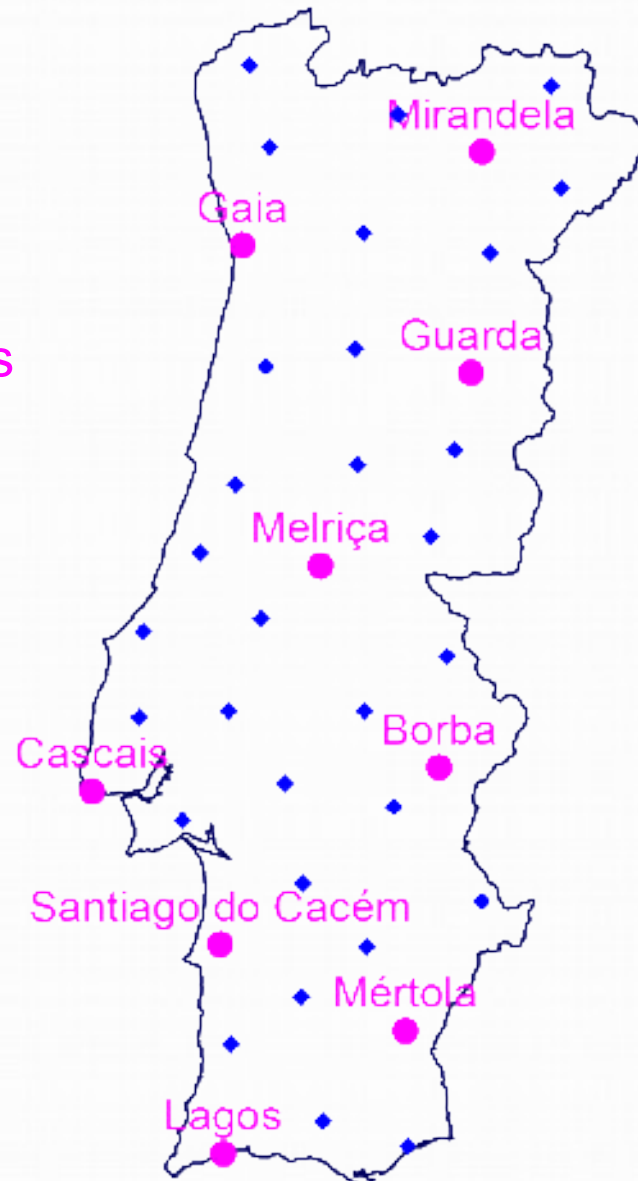
2006 – Projecto de Expansão da ReNEP

- **Serviço Público:** Dados Disponibilizados Gratuitamente
- **Projecto Cooperativo:** Colaboração com outras instituições públicas ou privadas
- **Transmissão de Dados:** centralizada pelo IGP
- **Funcionamento:**
 - RTK “cobertura em rede”
 - Distribuição homogénea, com uma distância entre estações inferior a 80 km, por forma a garantir uma sobreposição eficaz
 - *Streaming* contínuo
 - Distribuição dos dados em formatos *standard*

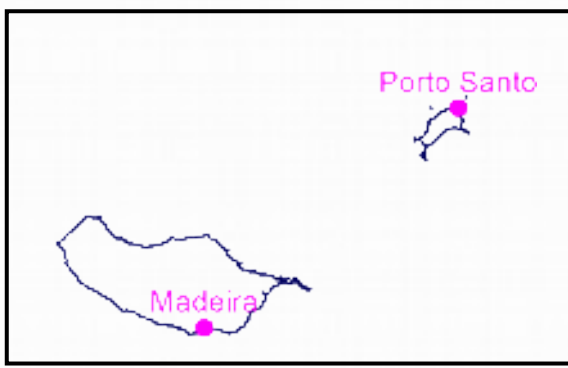
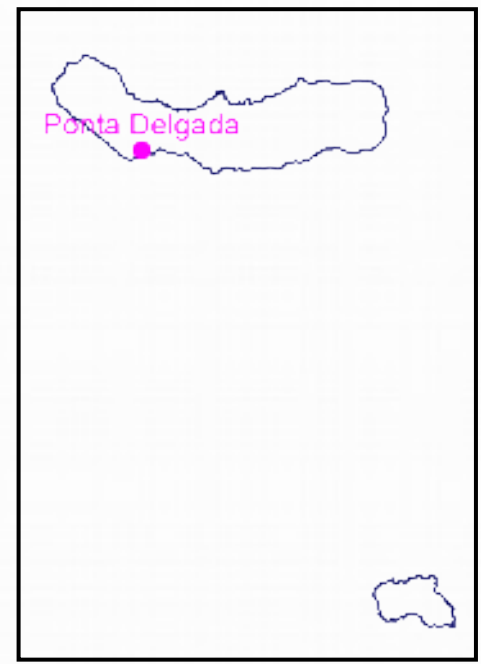
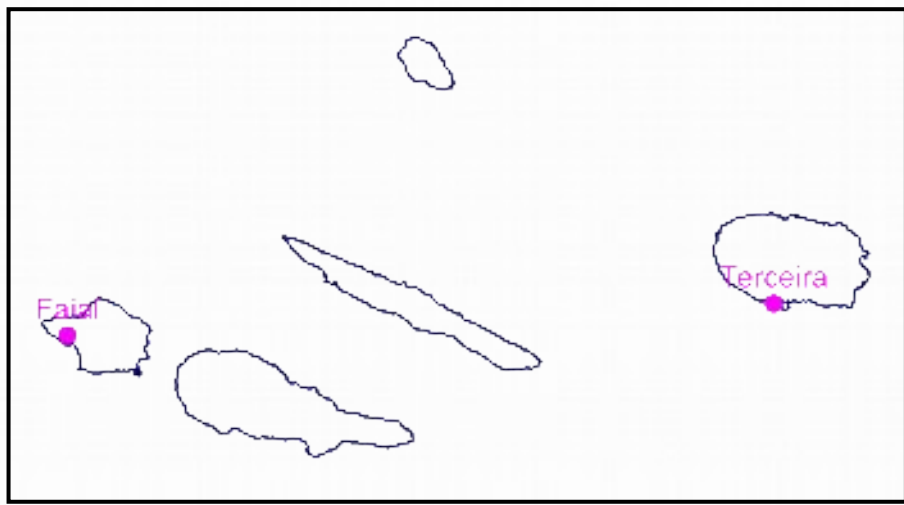
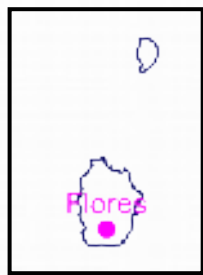


2006 – Projecto de Expansão da ReNEP

- Estações Fundamentais
- ◆ Estações de Tipo 2



2006 – Projecto de Expansão da ReNEP



● Estações Fundamentais

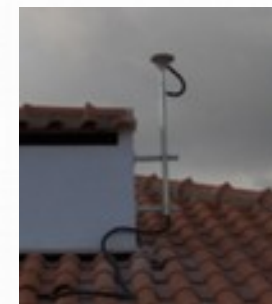
Projecto de Expansão da ReNEP

- **Nov 2006:** Início da distribuição de correcções diferenciais



- **Jul 2007:** Primeira estação de um Parceiro

- **2007 a 2009:**
 - 28 EP Instaladas
 - 4 EP Parceiros



- **Abr 2007:** Ficheiros horários a 5s

- **Mar 2009:** Novos Produtos para RTK



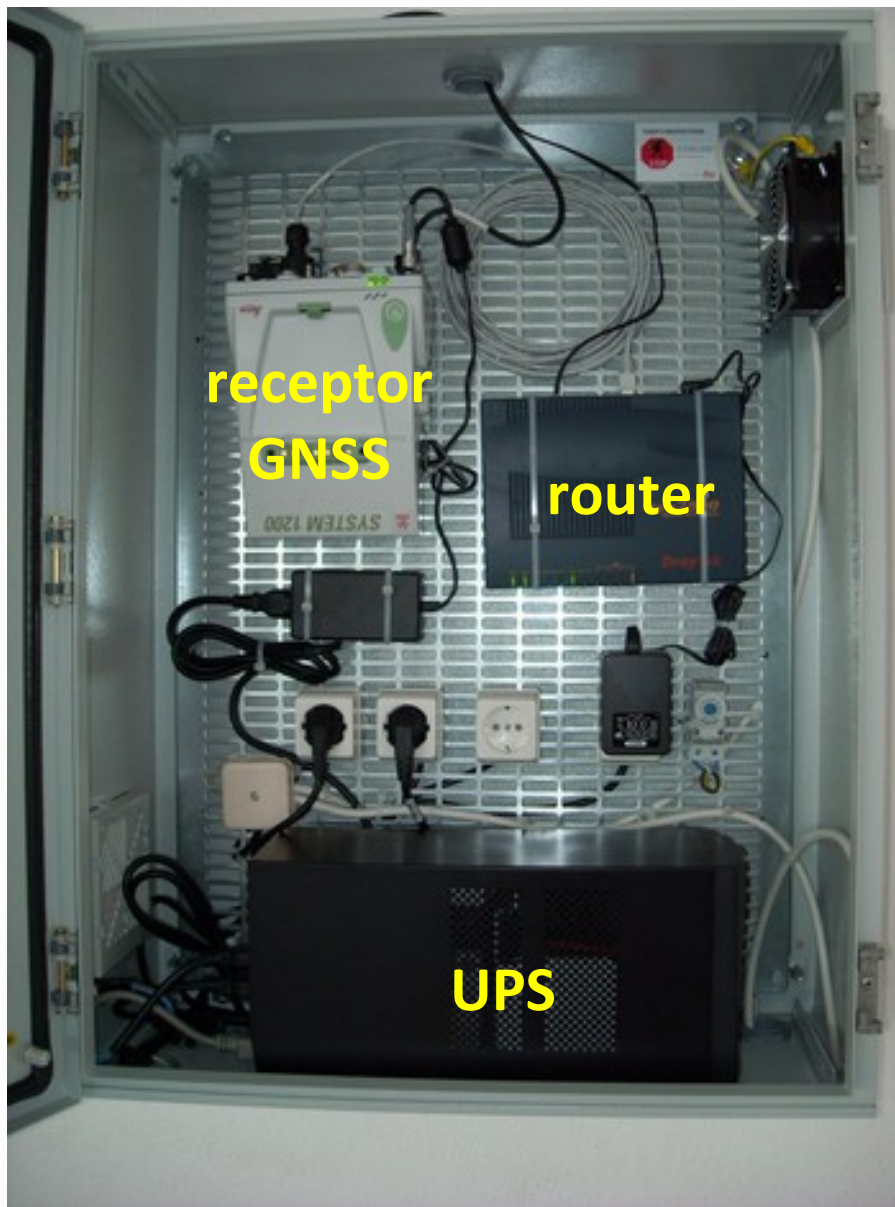
- **2015:** Conclusão da Rede



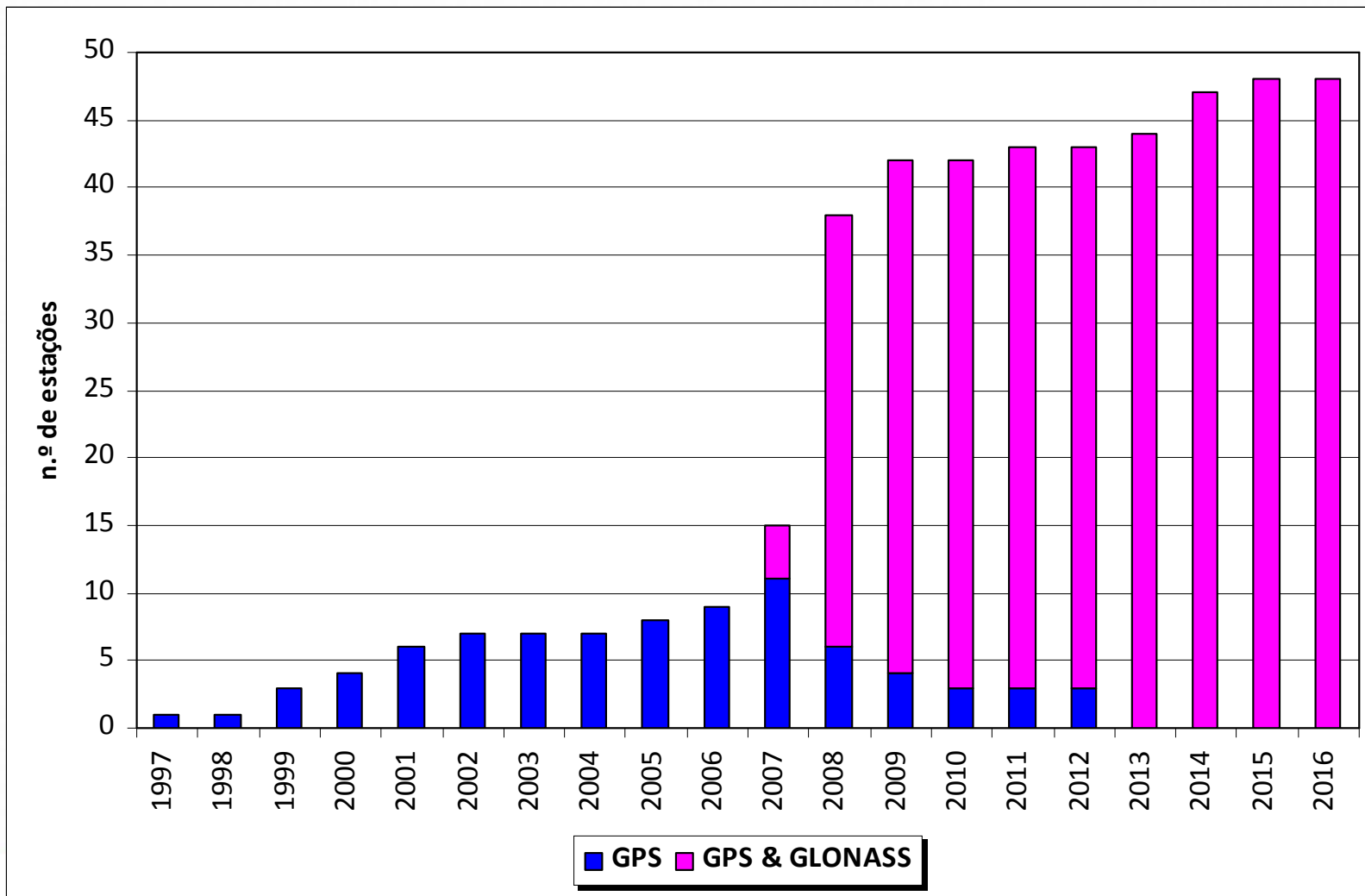
Composição de uma Estação



antena GNSS



Evolução do Número de Estações



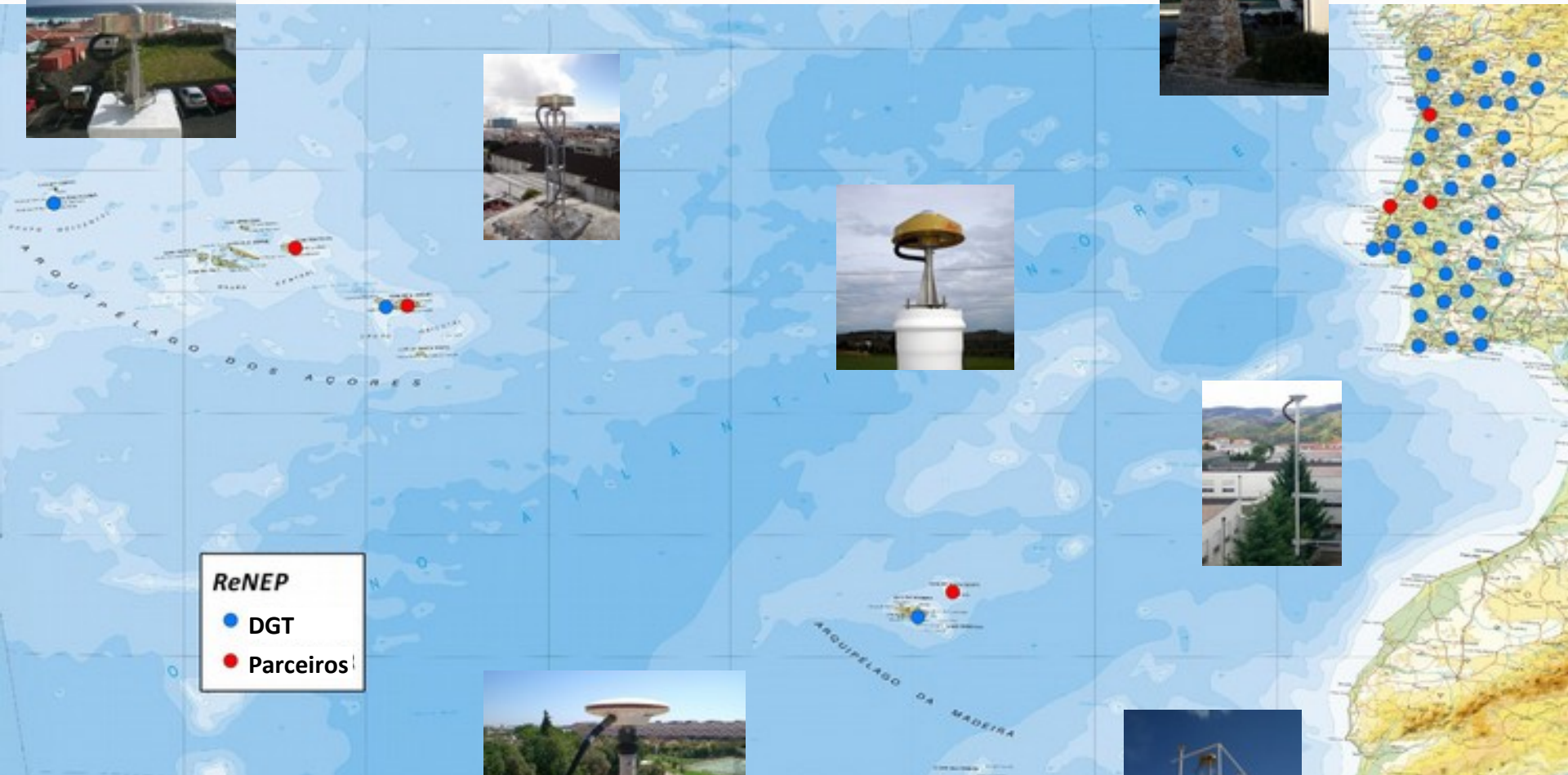
Instalação



Instalação



Estado Actual



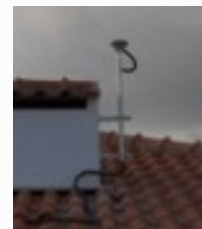
- ReNEP**
- DGT
 - Parceiros

Funcionamento

48 Estações: 42 Continente + 4 R. A. Açores + 2 R. A. Madeira



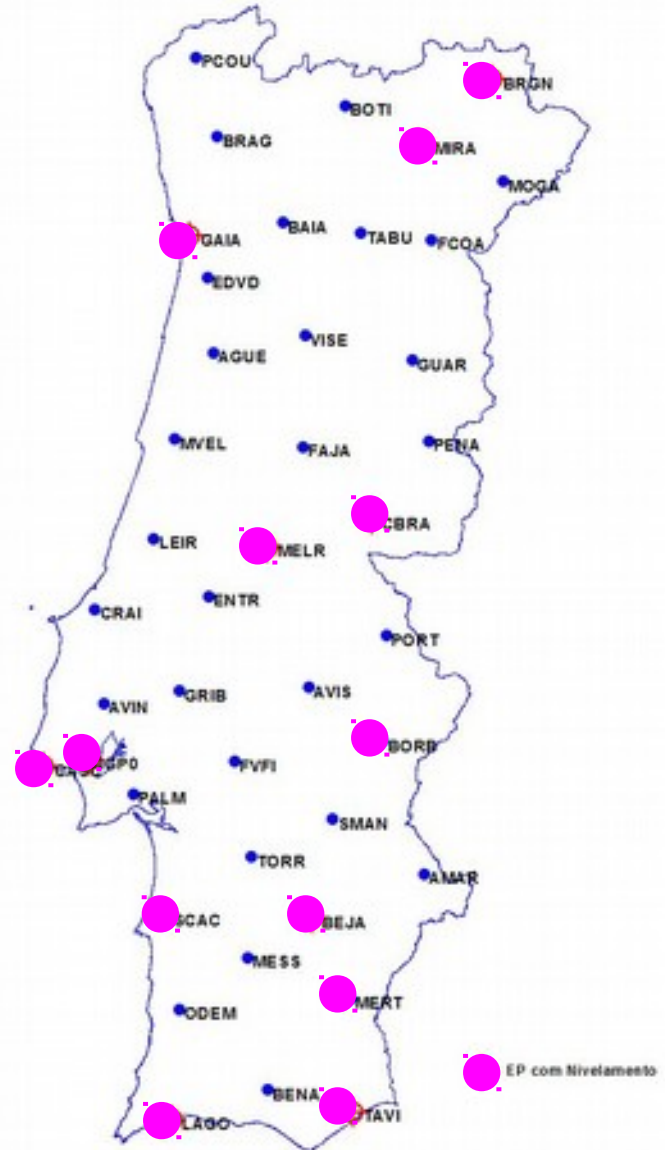
- 42 DGT + 6 Parceiros
- GPS&GLONASS



- Modo RTK “cobertura em rede”
- *Streaming* contínuo
- Mensagem RTCM (*Radio Technical Commission for Maritime Services*) sobre protocolo NTRIP (*Networked Transport of RTCM via Internet Protocol*)
- Ficheiros RINEX (*Receiver Independent Exchange Format*) com taxa de recolha de 5 segundos

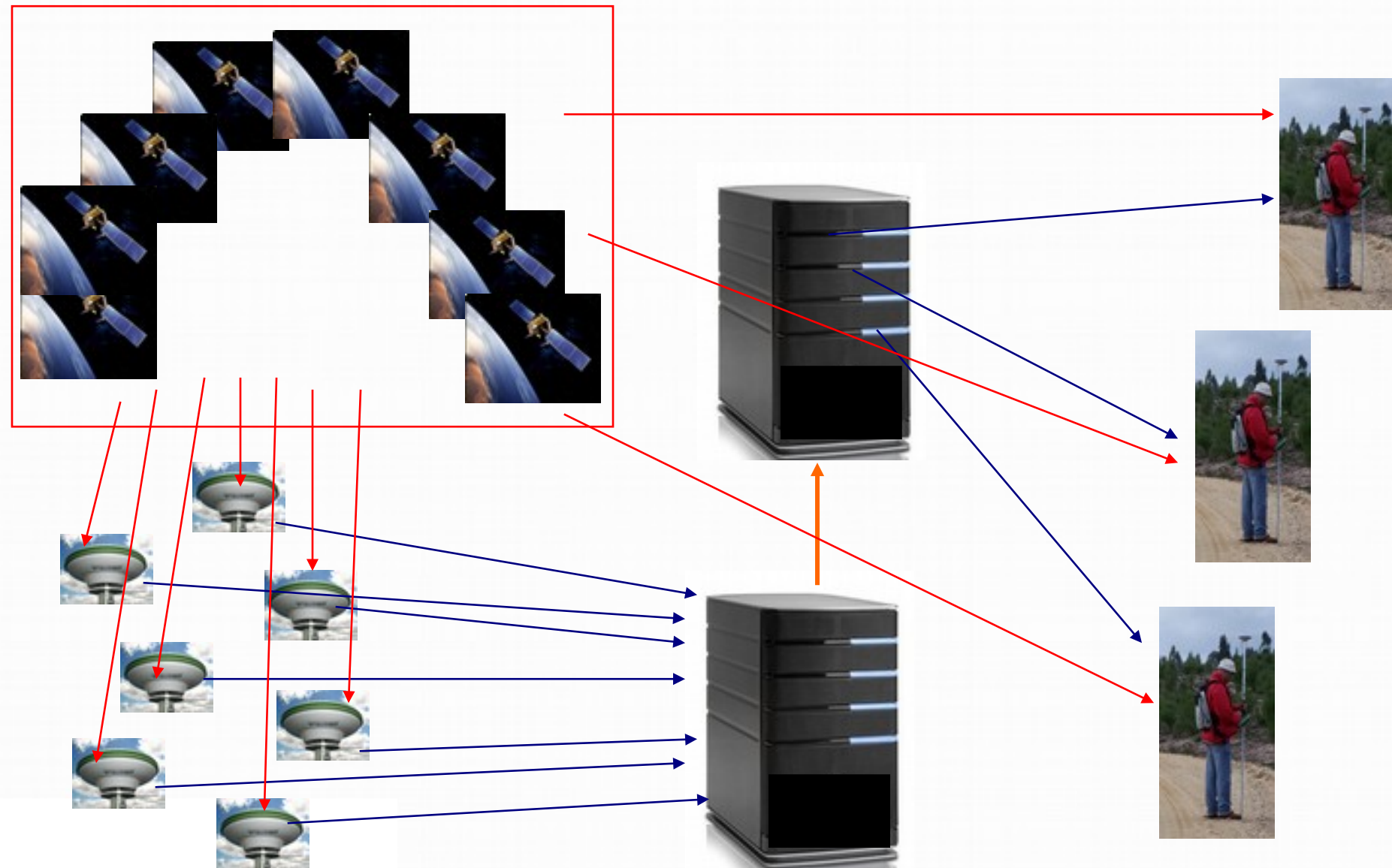
- **Sistemas de Referência:**
 - Continente: ETRS89
 - Regiões Autónomas: ITRF93

EP com Nivelamento Geométrico



PDEL

Funcionamento RTK



Produtos

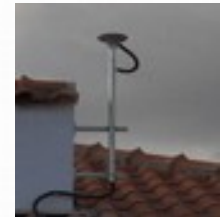
➤ Pós-processamento:

- Ficheiros horários a 5s
- Outras taxas de recolha a pedido
- Formato RINEX 2.11
- Estações EPN & IGS: ficheiros horários e diários a 30s

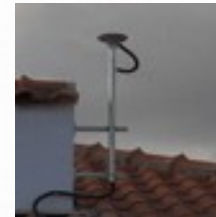
➤ Tempo Real:

- Base Única Manual
- Estação mais próxima
- Rede
- Mensagens RTCM 3.1 (e 2.3)

Base Única Manual

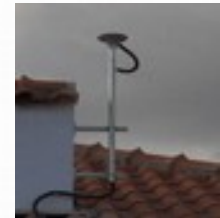
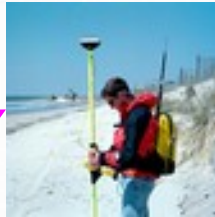


Estação Mais Próxima

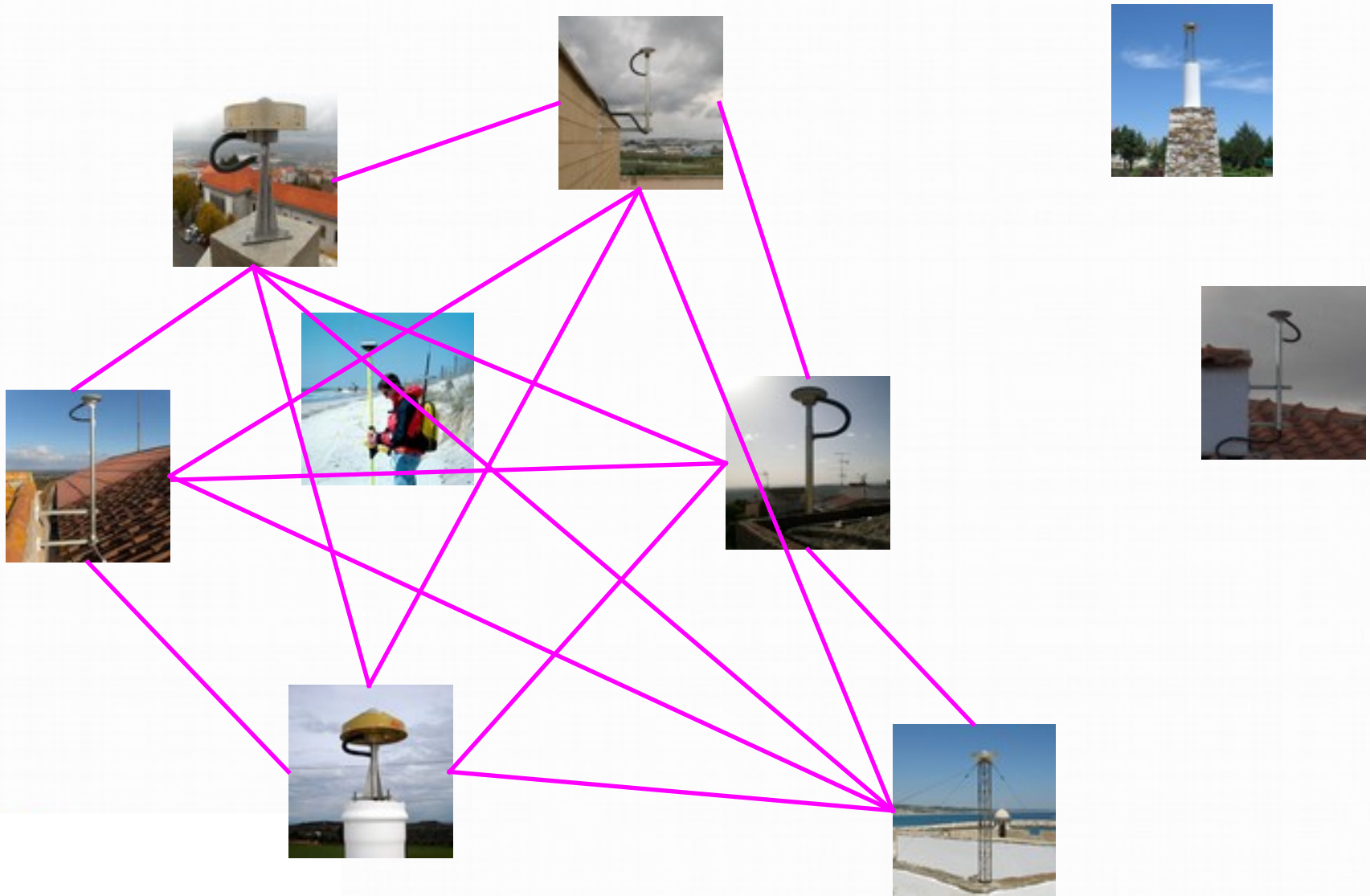


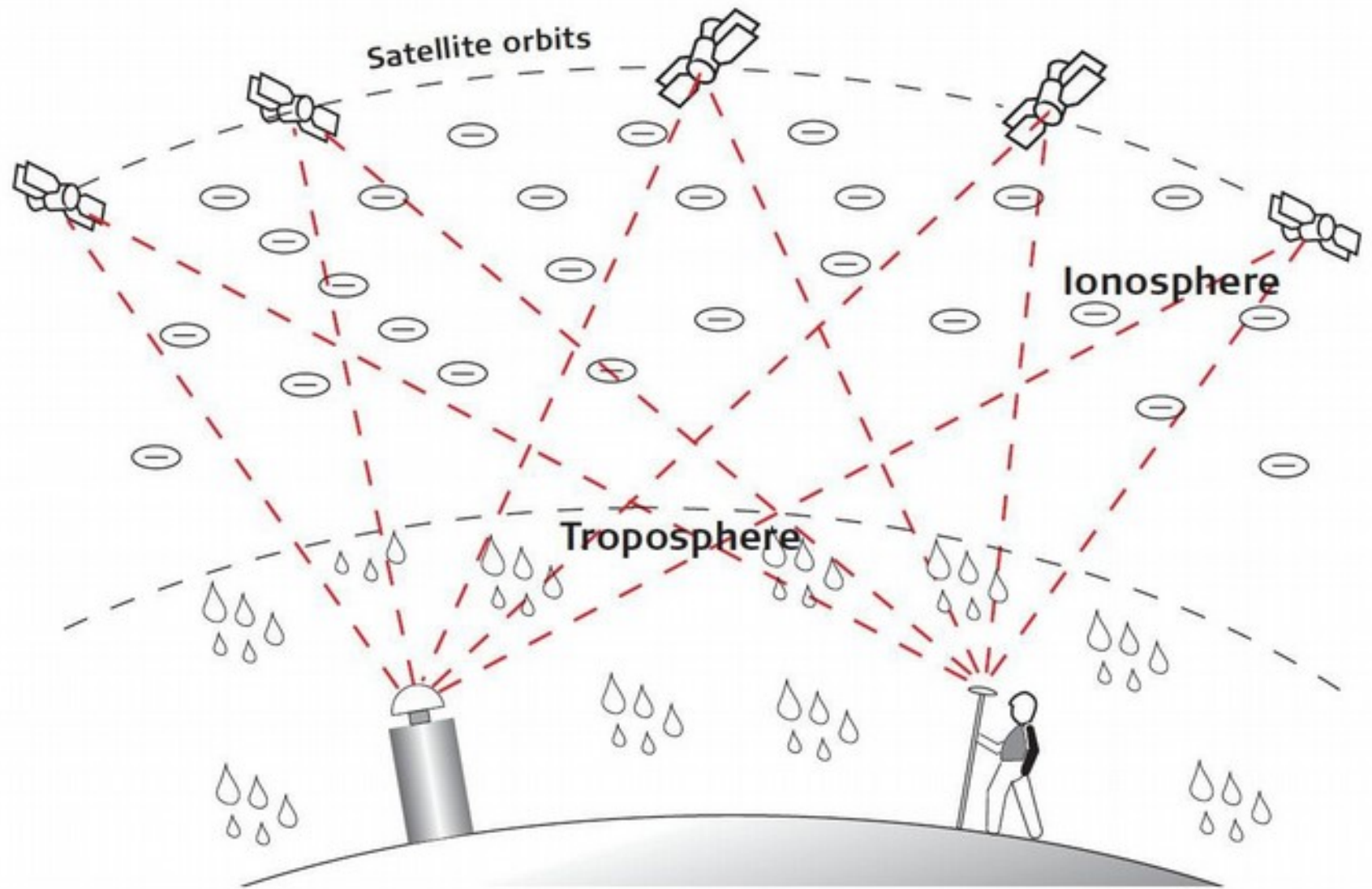
Estação Mais Próxima

X

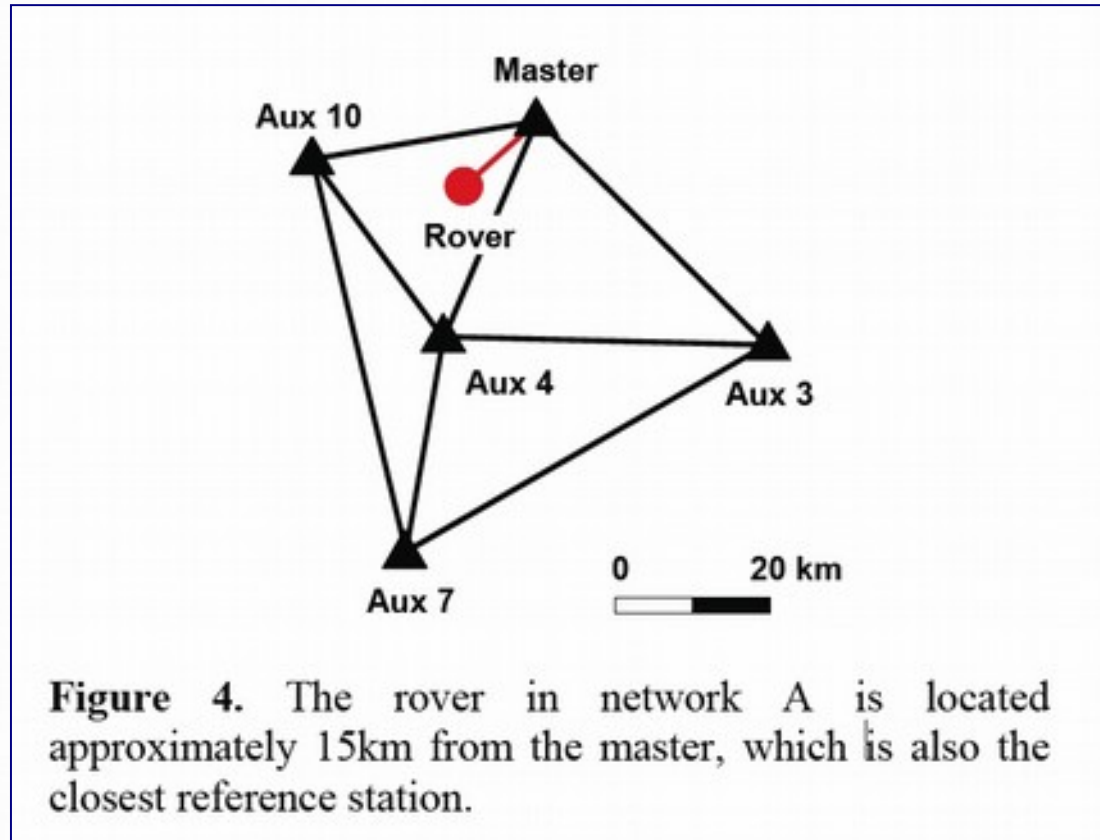


Rede





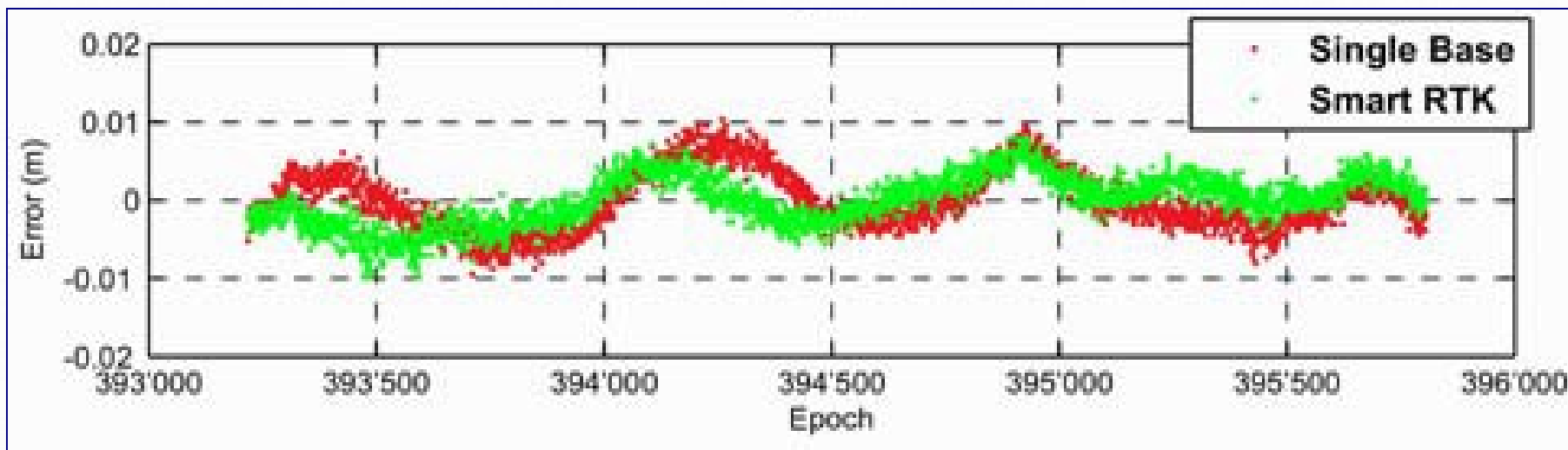
Comparação entre os diferentes métodos



[Takac, F. and Lienhart, W., (2008)]

Comparação entre os diferentes métodos

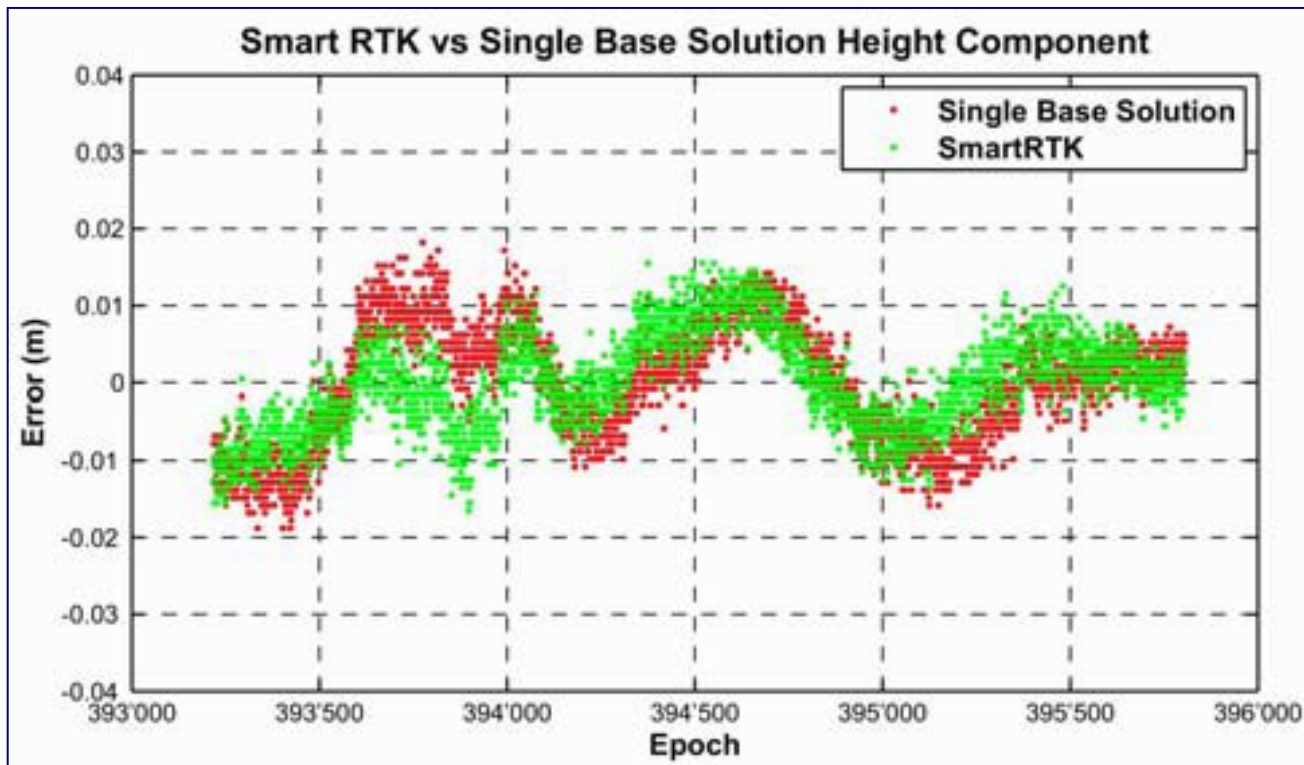
Planimetria



[Takac, F. and Lienhart, W., (2008)]

Comparação entre os diferentes métodos

Altimetria



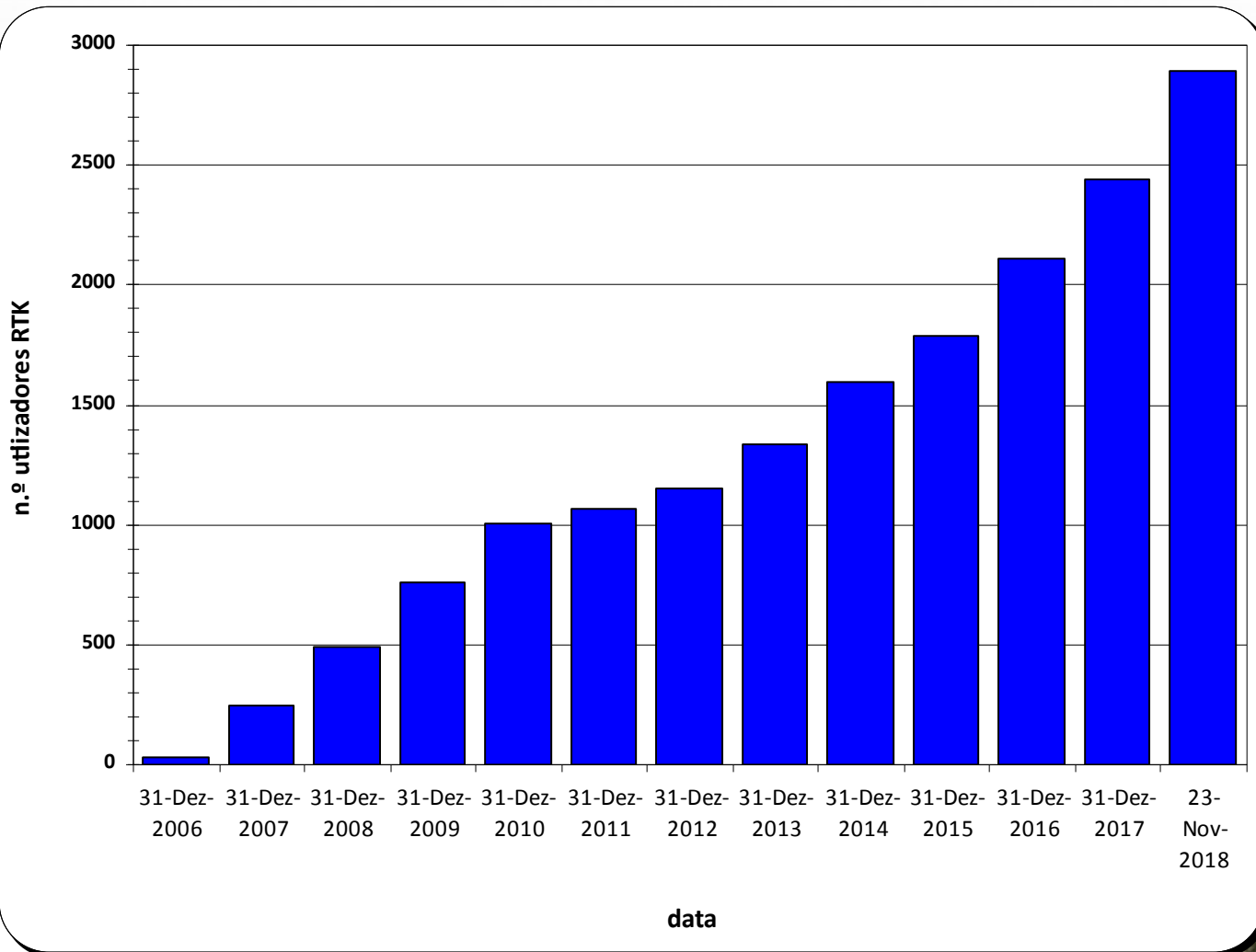
[Takac, F. and Lienhart, W., (2008)]

Manutenção

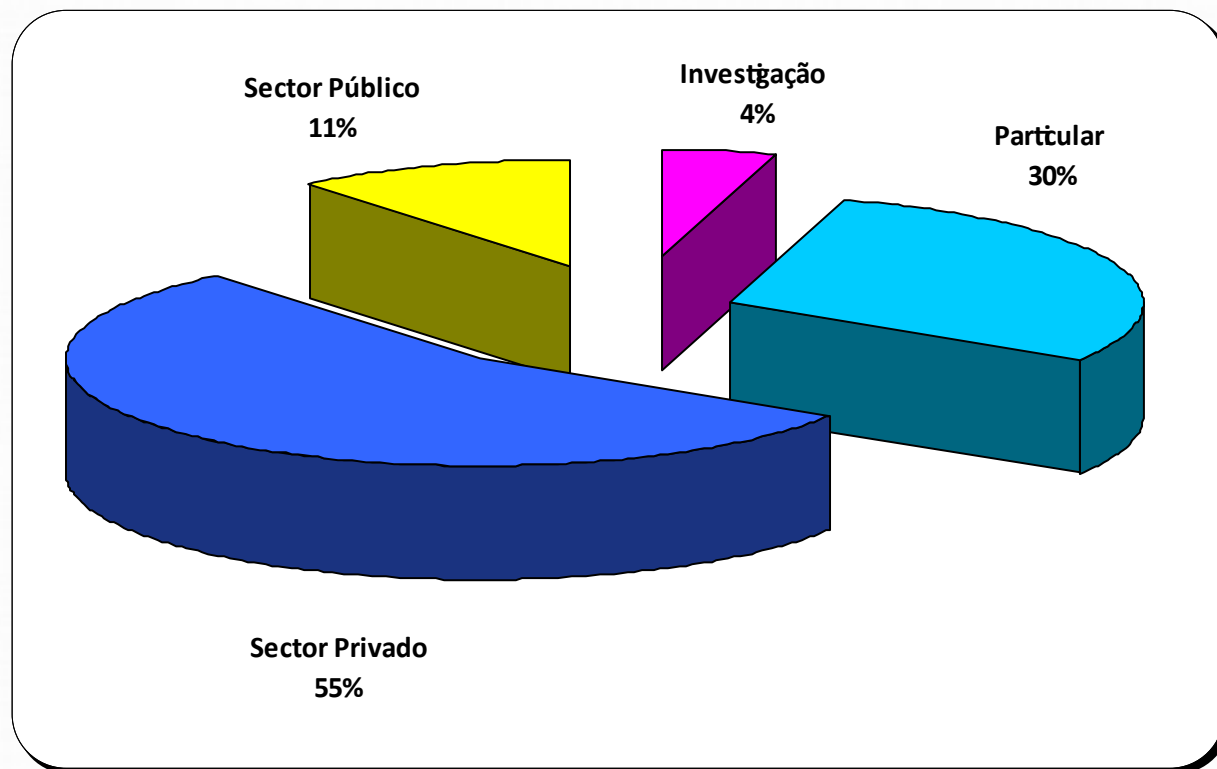
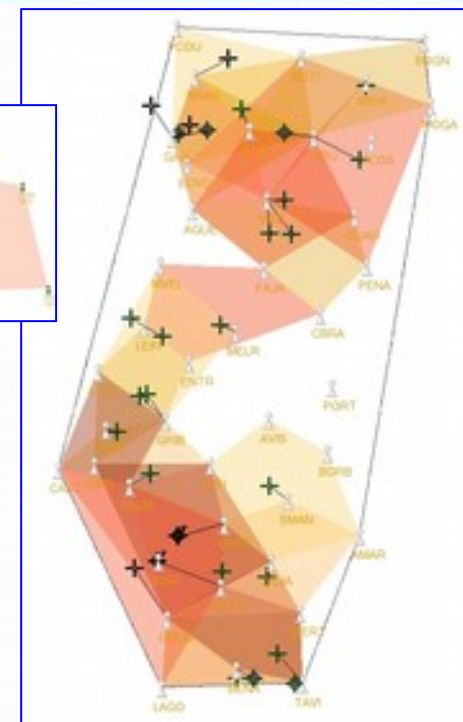
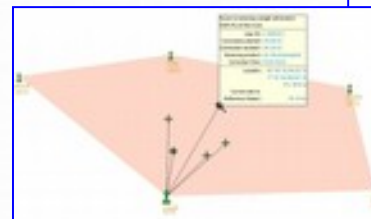


Utilizadores

cerca de 2900 utilizadores registados para os serviços RTK

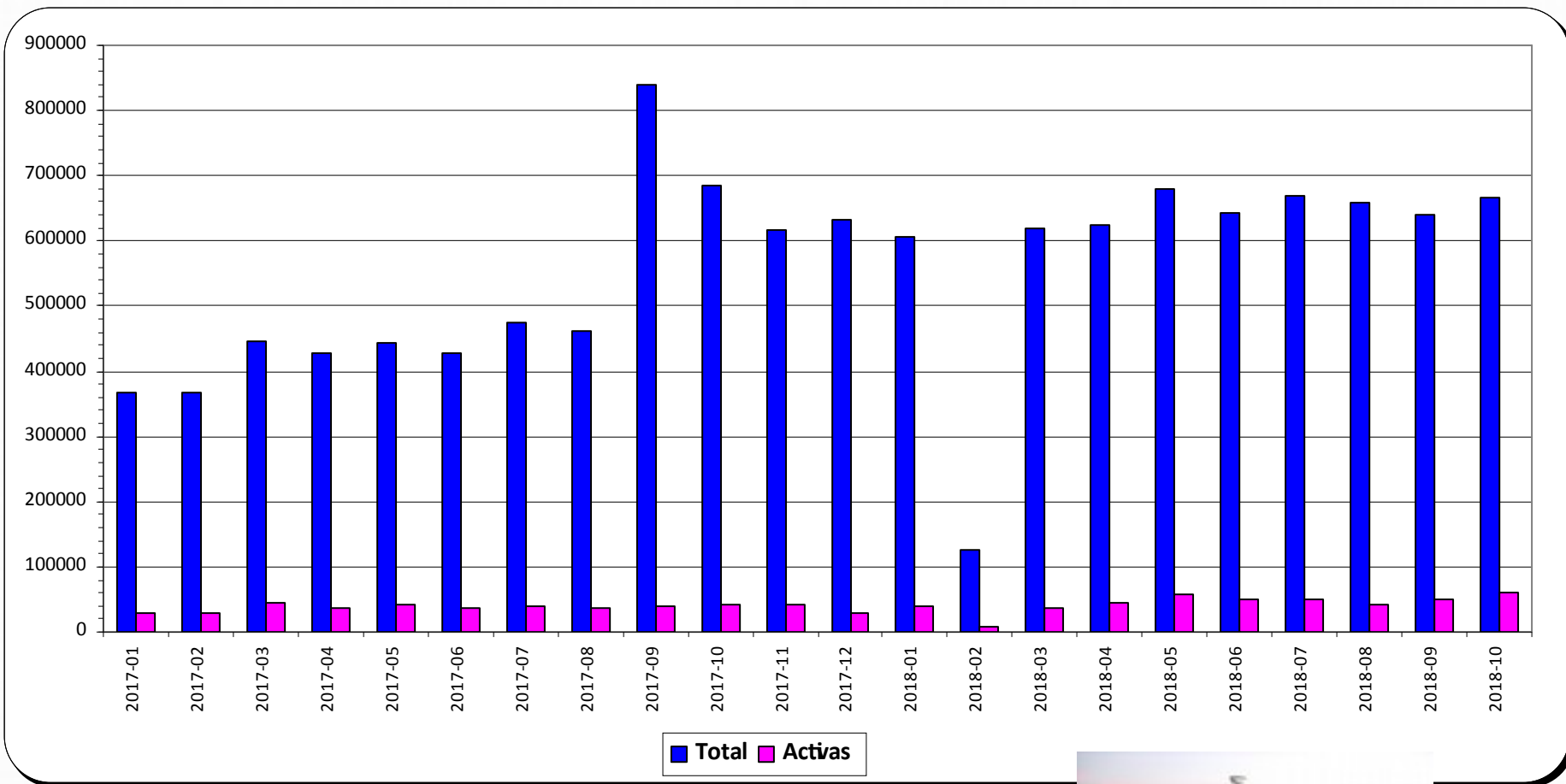


Utilizadores



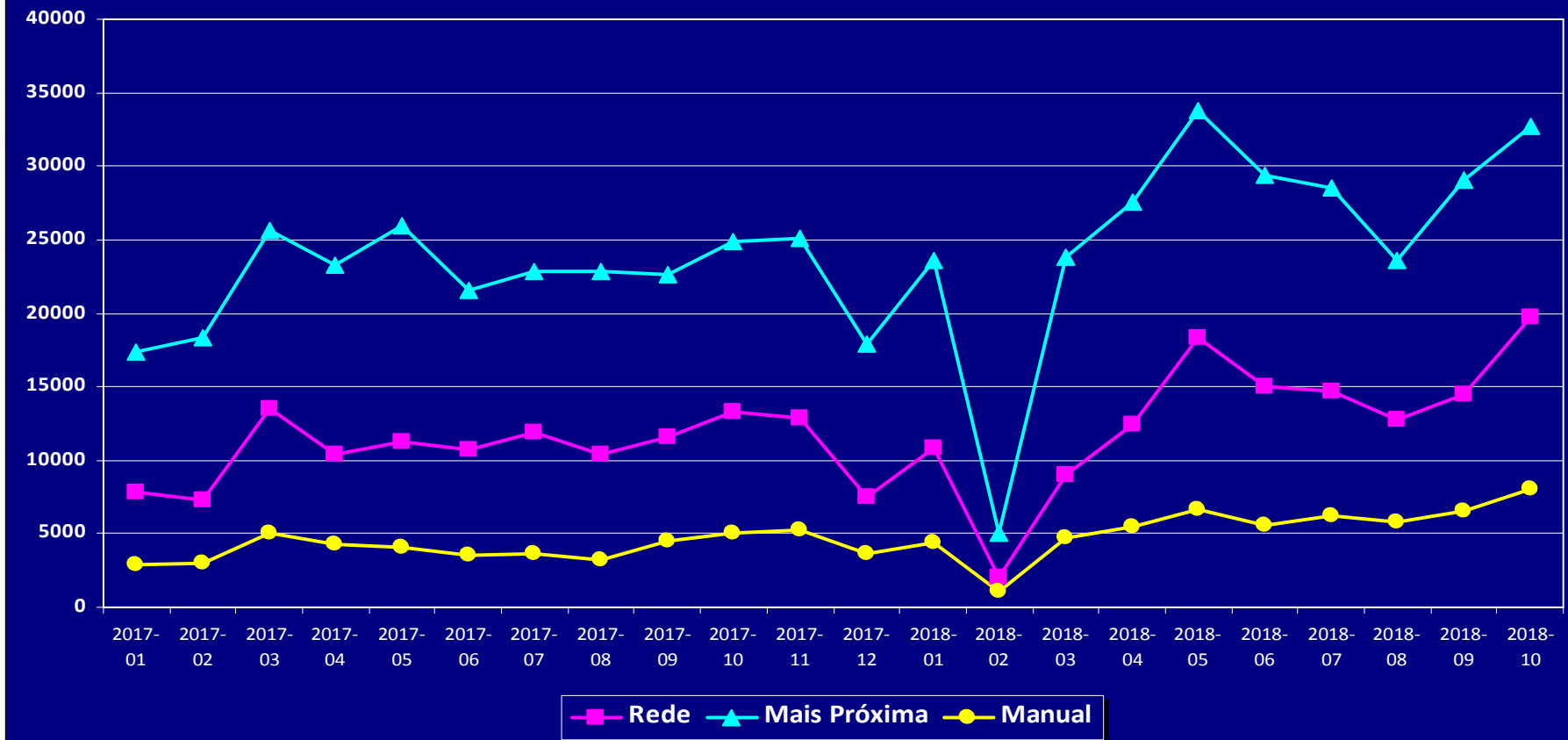
Utilizadores

Mais de 600 000 ligações mensais ao servidor

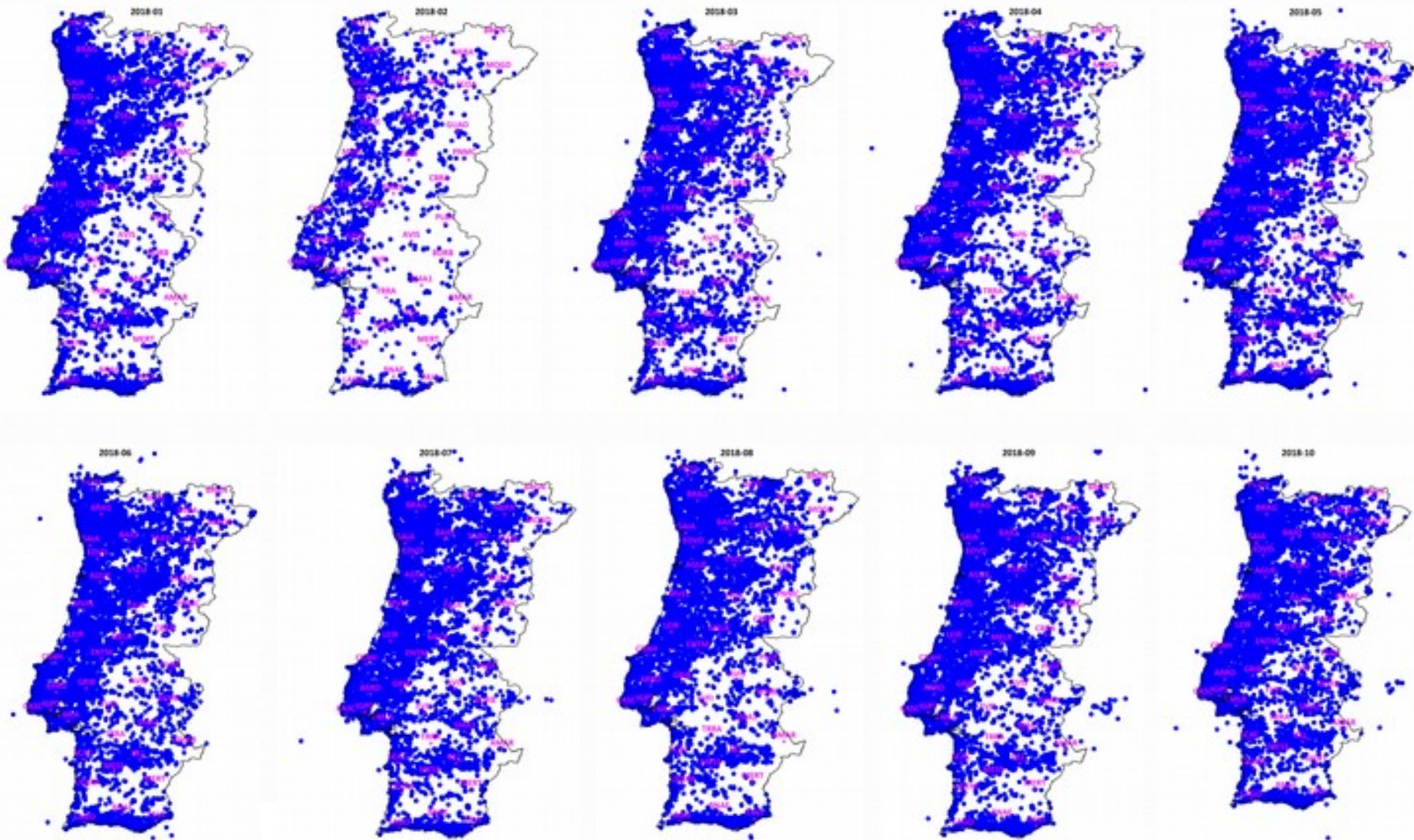


Utilização dos Produtos RTK

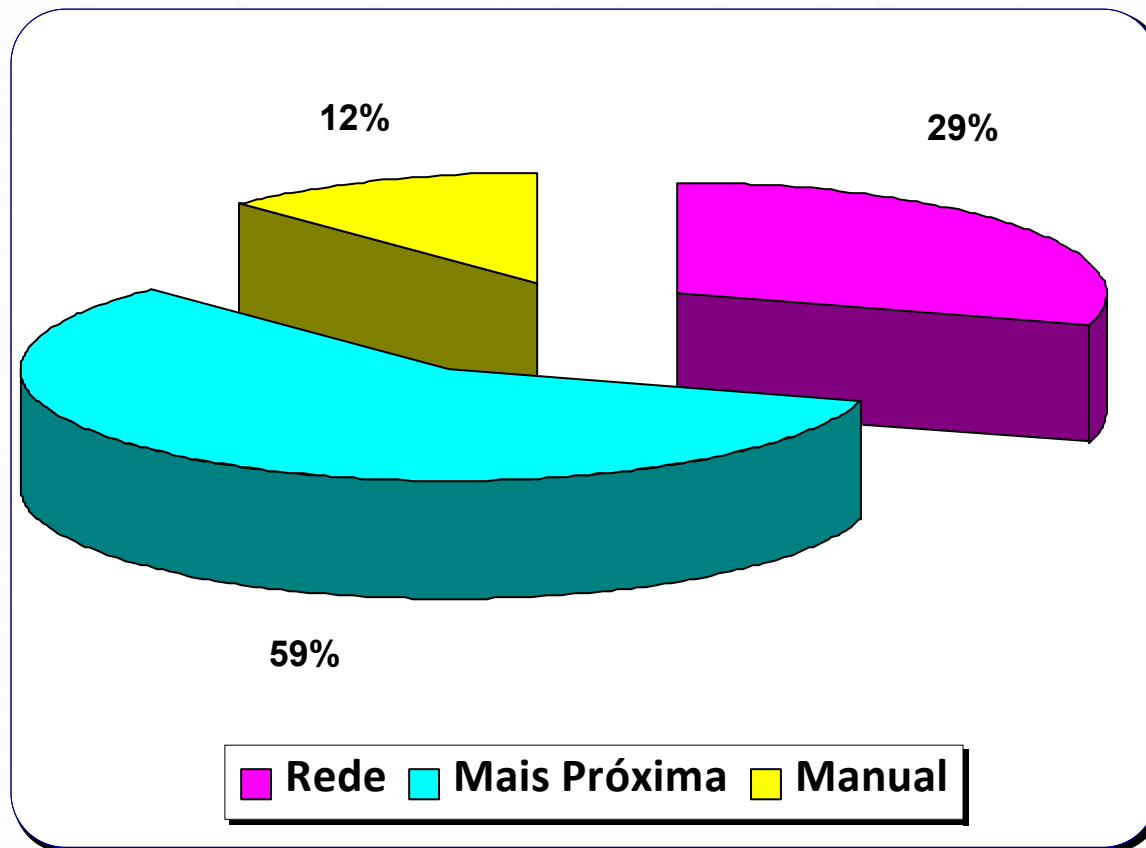
ligações mensais ao servidor_r



Utilização RTK - 2018



Produtos RTK - 2018



Tempo médio de ligação ao servidor: 31m03s

Exactidão RTK

Observações GNSS-RTK em VG

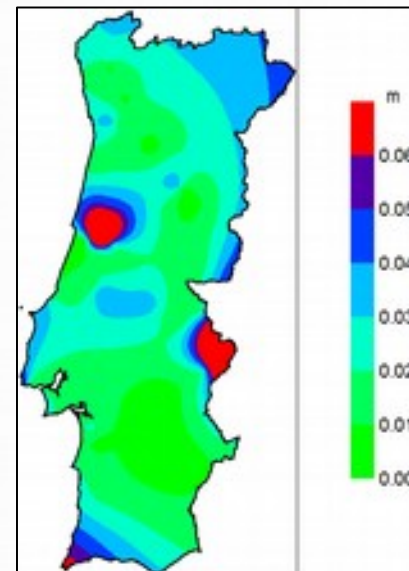


Resíduos (m)	M	P	2D	h
Máximo	0.033	0.045	0.068	0.134
Média	-0.003	0.006	0.019	0.001
Mínimo	-0.051	-0.055	0.004	-0.174
e.m.q.	0.015	0.017	0.023	0.051

Para 95% dos VG:

$\text{dif } 2\text{D} < 5 \text{ cm}$

$|\text{dif } h| < 10 \text{ cm}$



Transformação de Coordenadas – Continente

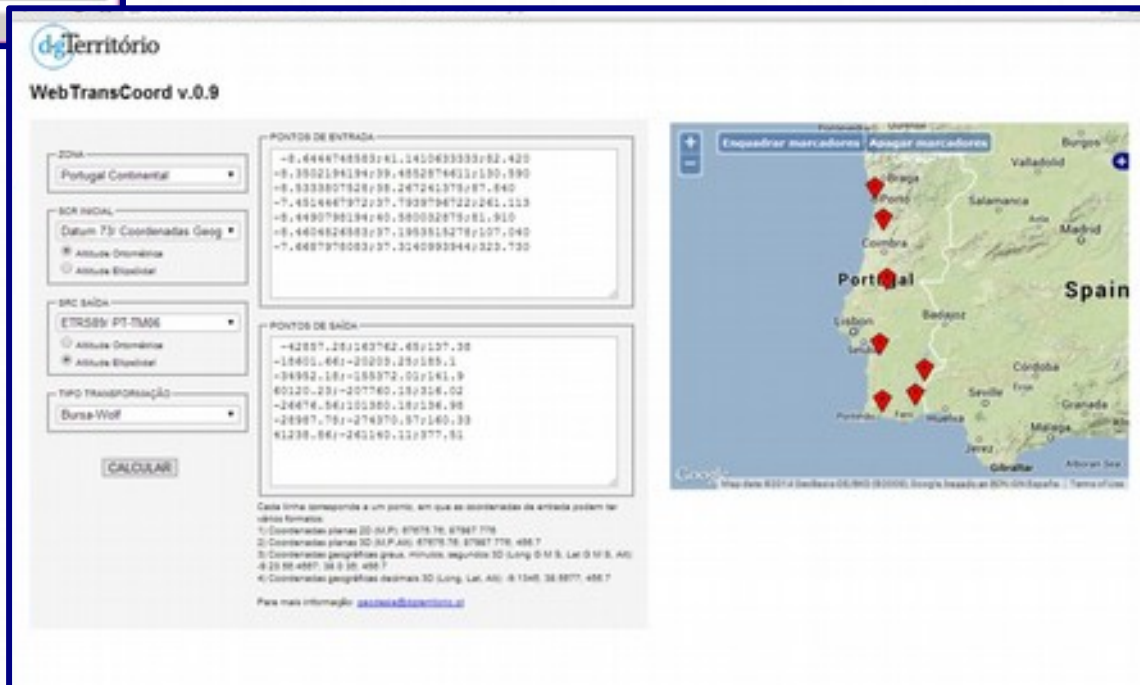
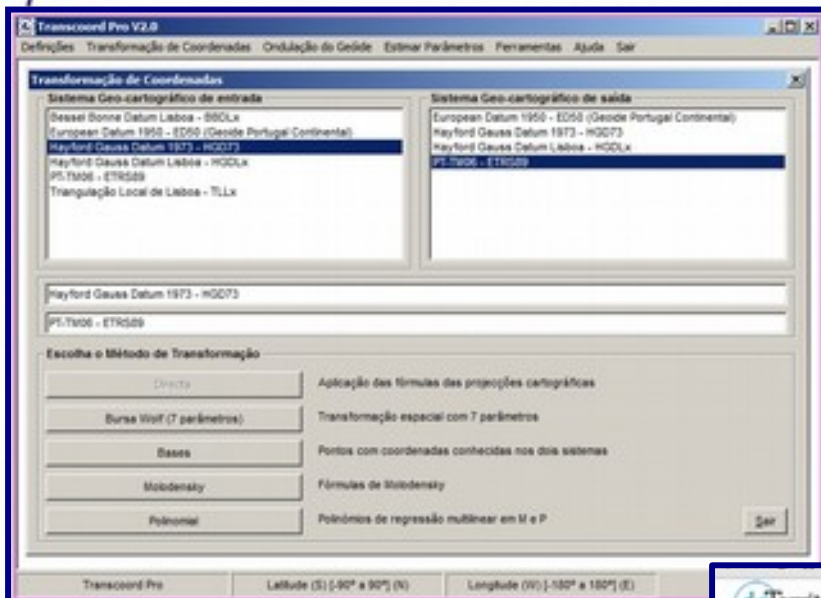
Comparação da Planimetria (vector)

HGD73 -> PT-TM06/ETRS89

Resíduos (m)	Molodensky	Bürsa-Wolf	Polinómios 2º grau	Grelhas
máximo	2.382	1.380	0.609	0.171
média	0.882	0.478	0.122	0.051
mínimo	0.007	0.019	0.003	0.001
e.m.q.	1.014	0.524	0.143	0.063

HGDLx -> PT-TM06/ETRS89

Resíduos (m)	Molodensky	Bürsa-Wolf	Polinómios 2º grau	Grelhas
máximo	5.611	5.109	4.199	0.779
média	2.160	1.868	0.994	0.162
mínimo	0.107	0.114	0.067	0.007
e.m.q.	2.331	2.049	1.166	0.200





FLRS Station Information - Site Page

SiteID	FLRS	Receiver	Antenna	Calibration	Clock	Collocation
Country	Portugal	LEICA	LEIAT504GG +	ROBOT	INTERNAL	None
Station Log	flrs_20161227.log	GRX1200GGPRO	NONE			
DOMES Number	31907M001					
Constellation	GPS GLONASS					
Data Center	BKG					



FLRS Quality



Station Configuration

Current station configuration: `cas_20141229-log-current` [View](#)
 CASCOOPRT is operated by DGT and integrated in the EPN since 20-09-1998.

RECEIVER : LEICA GRX1200GGPRO
 ANTENNA : LEIAT504GG NONE
 SET TO TRACK : GPS+GLO
 INDIVIDUAL CALIBRATION : NO
 Data routinely analysed by BEK, CODE, IGE, ION.

Data Provided

RINEX Data Quality

Daily tracking performances

Monthly snapshots of satellite tracking

Position, Velocity & Time Series

CASCOOPRT (Class A station)

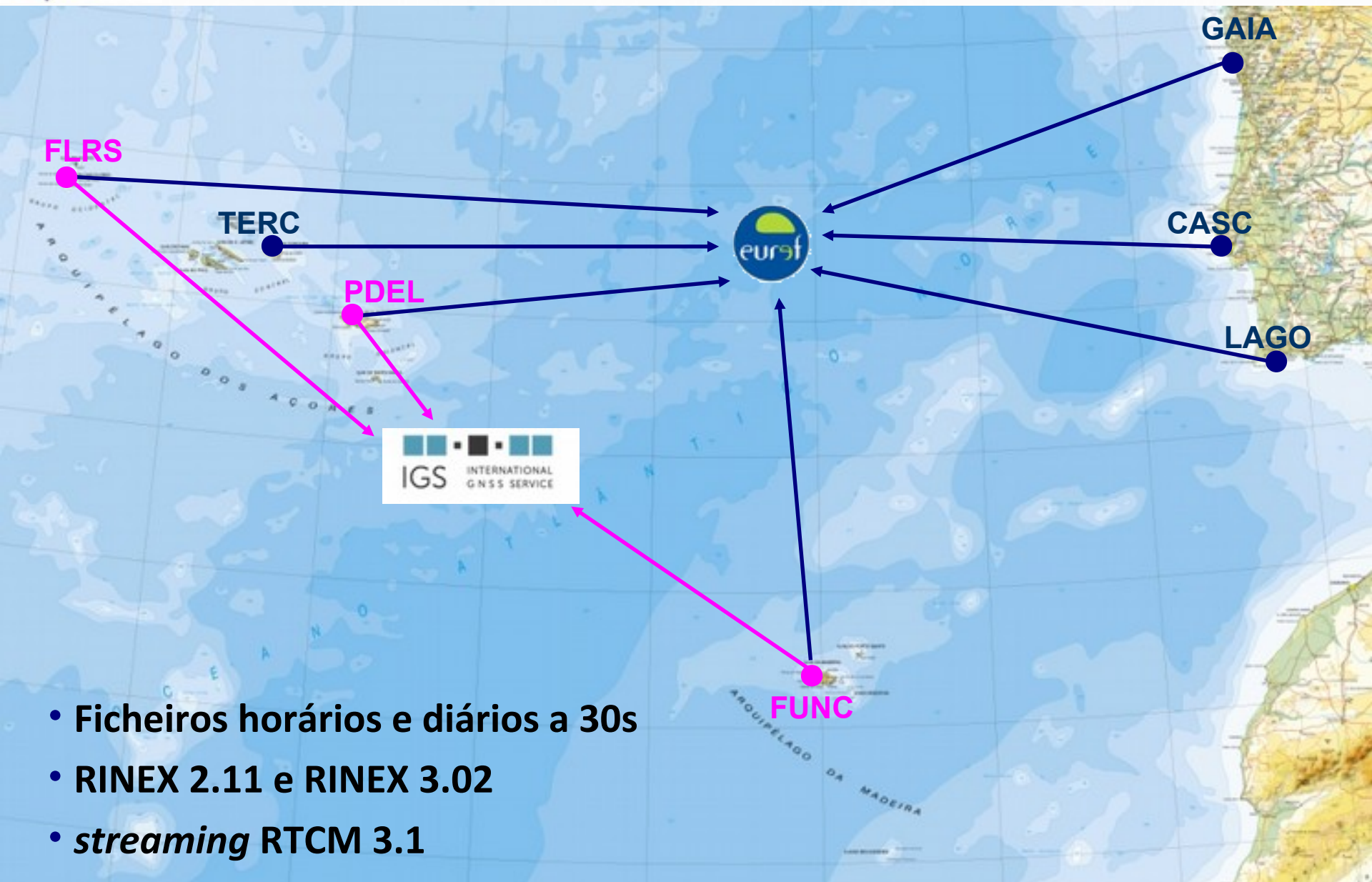
Last position valid from 06/2008 to 06/2016
 expressed at epoch 30/1/2005

X = 4077037.110 m	Vx = 0.0000 m/s
Y = 411726.487 m	Vy = 0.0000 m/s
Z = 3980857.135 m	Vz = 0.0000 m/s

ITRS89 (ITRF2005) position & velocity

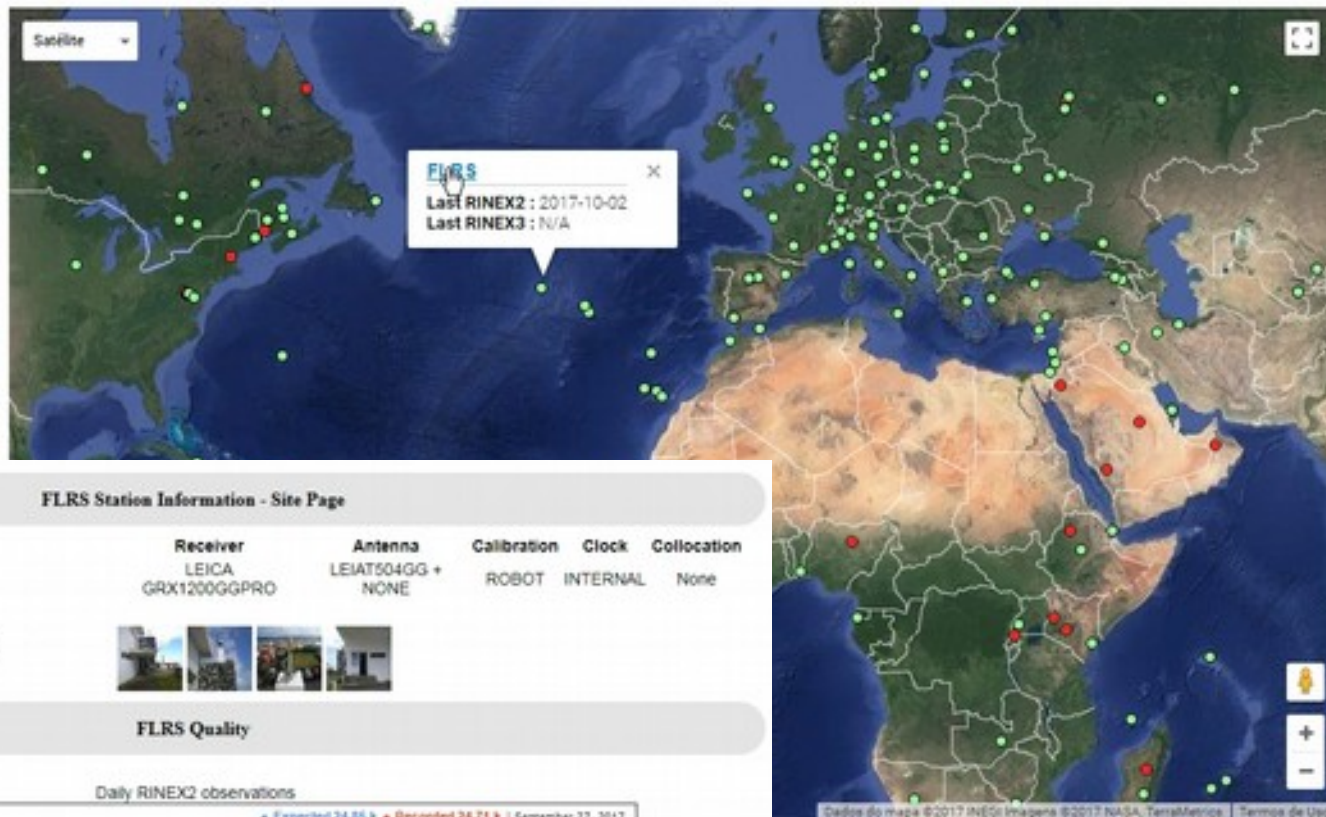
Position time series





- Ficheiros horários e diários a 30s
- RINEX 2.11 e RINEX 3.02
- *streaming* RTCM 3.1

ReNEP & Redes Internacionais



FLRS Station Information - Site Page

SiteID	FLRS	Receiver	LEICA GRX1200GGPRO	Antenna	LEIAT504GG + NONE	Calibration	ROBOT	Clock	INTERNAL	Collocation	None
Country	Portugal										
Station Log	flrs_20170420.log										
DOMES Number	31907M001										
Constellation	GPS GLONASS SBAS										
Data Center	BKG										



FLRS Quality



Receiver + Firmware

Antenna

2008-04-09 LEICA GRX1200GGPRO - 5.62/3.014

2008-08-18 LEICA GRX1200GGPRO - 6.00/3.015

2009-04-02 LEICA GRX1200GGPRO - 7.02/3.016

[Read More](#)

2008-04-09 LEIAT504GG NONE



Identification	Equipment	Tracking	Data flow
Marker Name:	DASCO0PRT		
Marker Number:	13909S001		
Location:	Cascais, Portugal		
Status:	active		
Networks:	IGS	ITRF2014	
	no	yes	
More details:	station information		

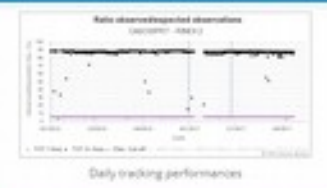
Dados do mapa ©2017 GeoBasis-DE/BKG (©2001)

Station Configuration

Current station configuration: casc_20170420.log (current) * [View](#)
 CASCO0PRT is operated by DGT and integrated in the EPN since 20-09-1998.
 RECEIVER : LEICA GRX1200GGPRO
 ANTENNA : LEIAT504GG NONE
 SET TO TRACK : GPS+GLO+SBAS
 INDIVIDUAL CALIBRATION : NO
 Data routinely analysed by BEK, COE, IGE, IGN.

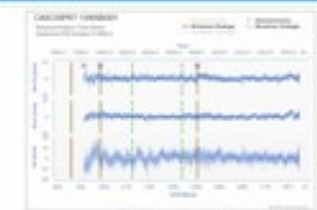
Data Provided

RINEX Data Quality



Position, Velocity & Time Series

CASCO0PRT (Class A station)	
Least position varied from 2008 to 2017 expressed at epoch 001/2005	
X = 4917537.110 m	$\dot{x} = -0.0008$ m/y
Y = -815726.487 m	$\dot{y} = -0.0009$ m/y
Z = 3965857.135 m	$\dot{z} = -0.0003$ m/y
ETRS89 (ITRF2000) position & velocity	



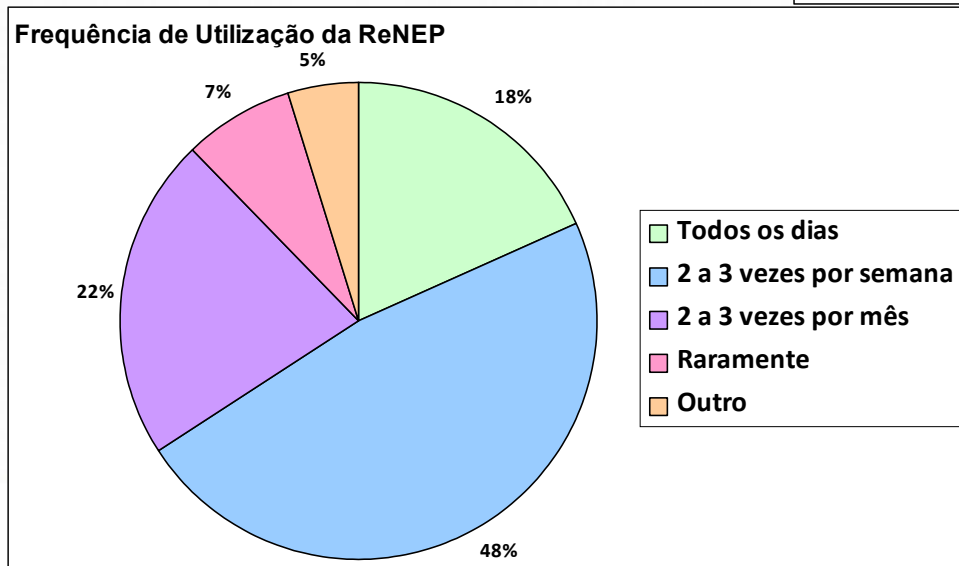
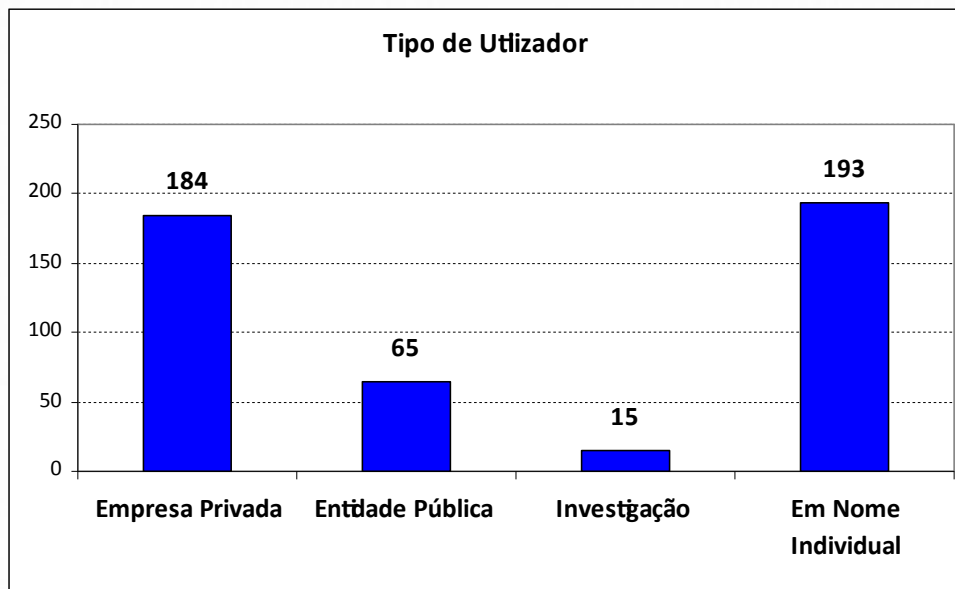
Location



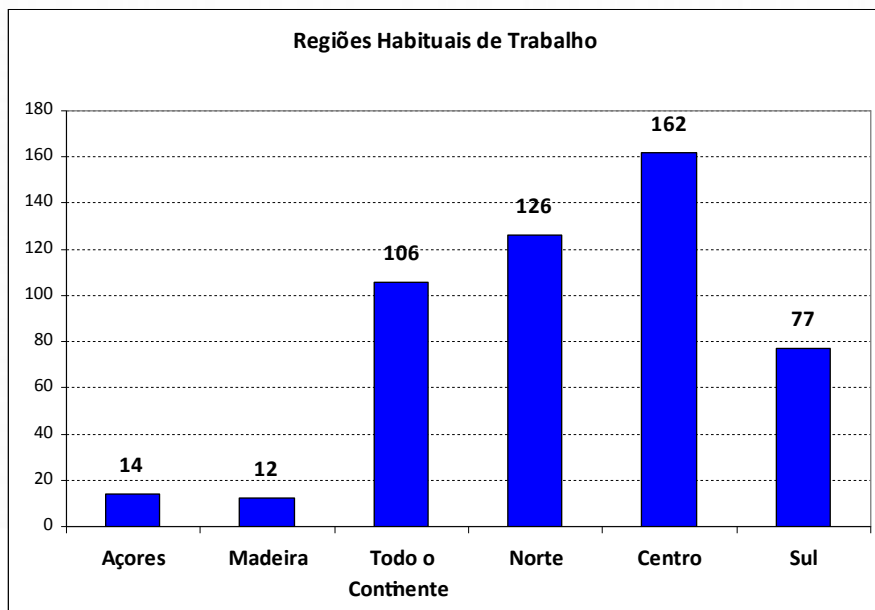
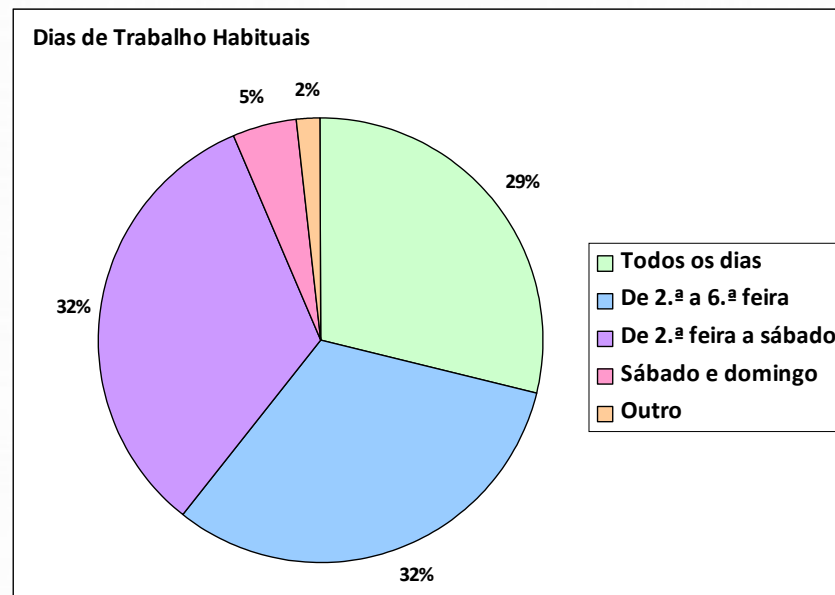
Pictures



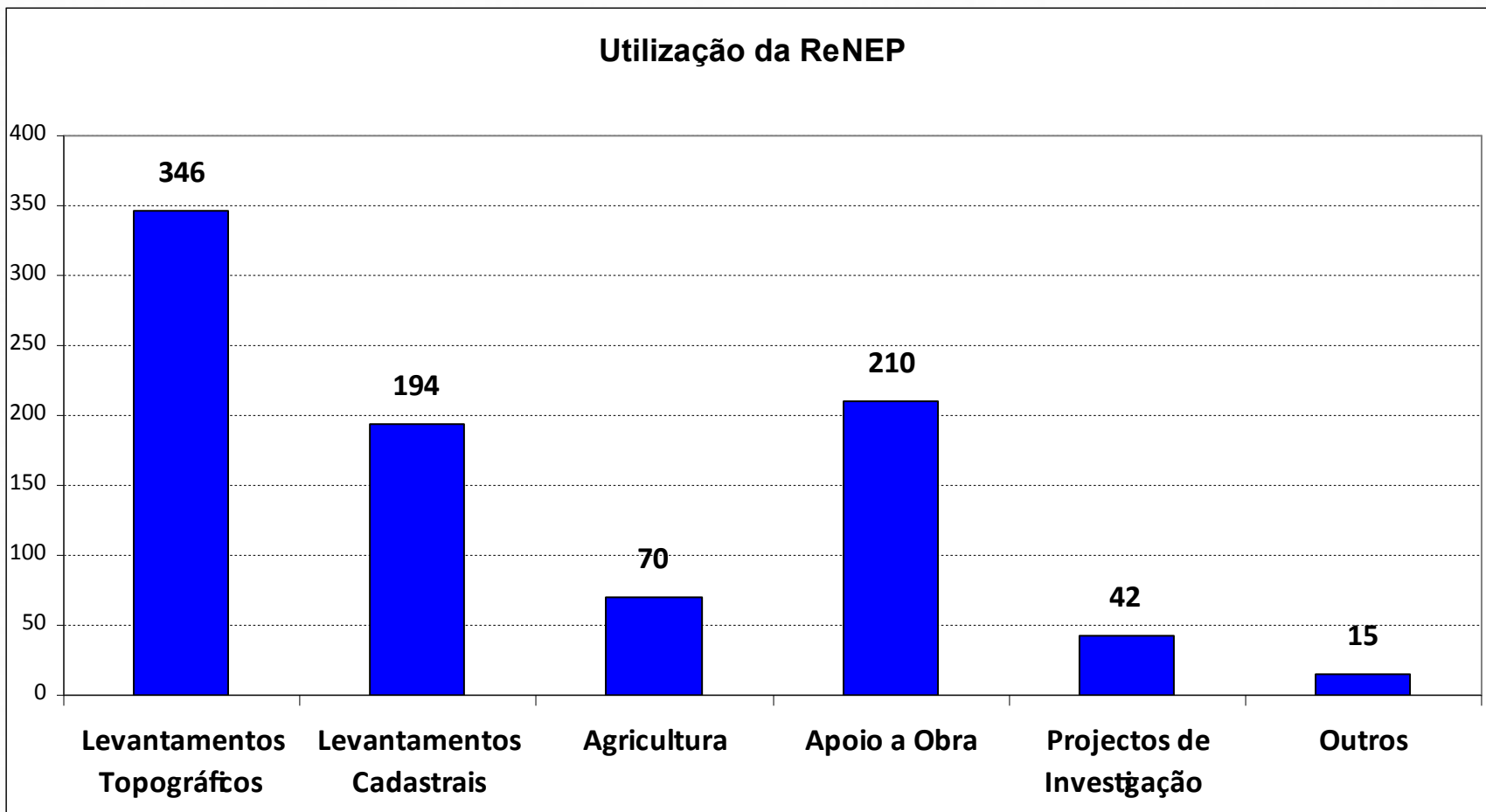
Características dos Utilizadores



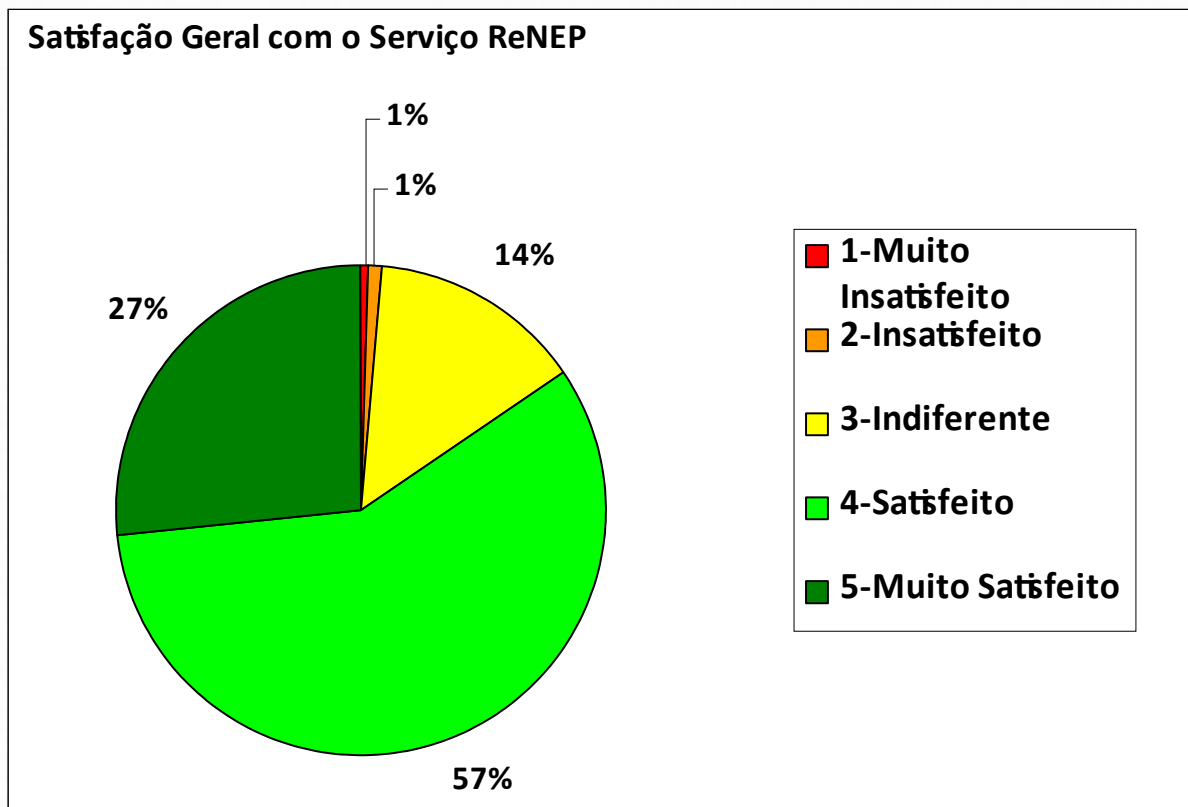
Características dos Utilizadores



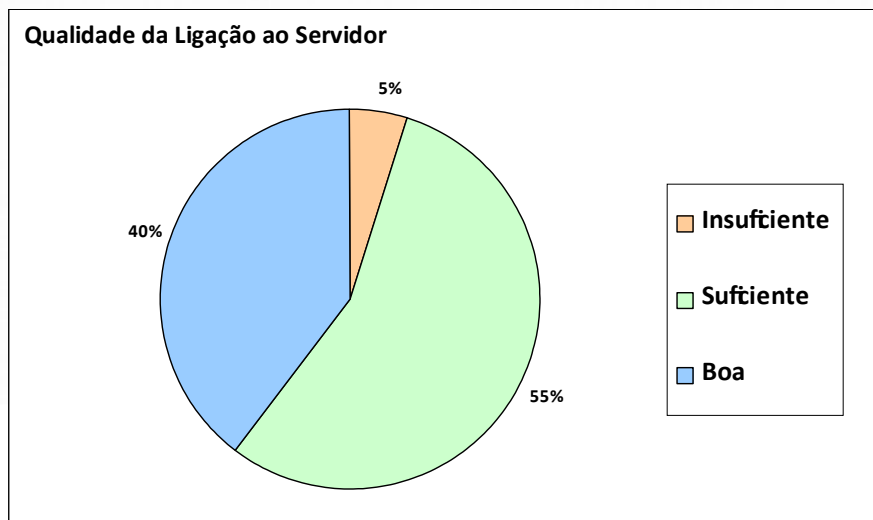
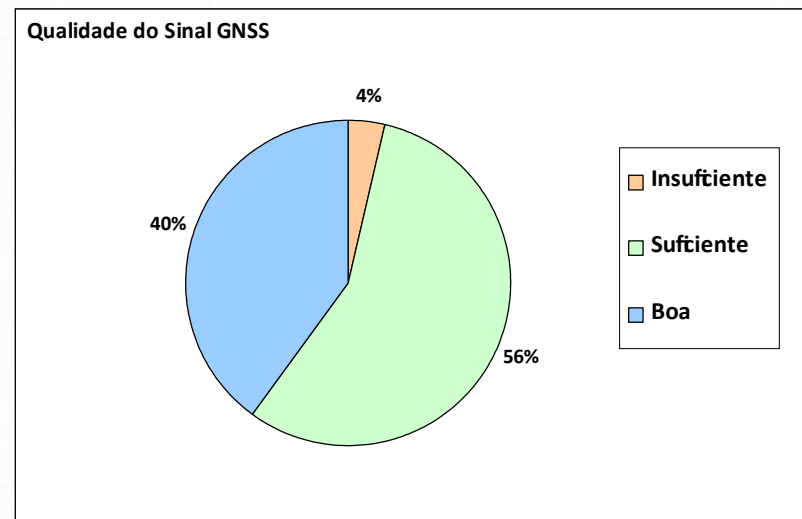
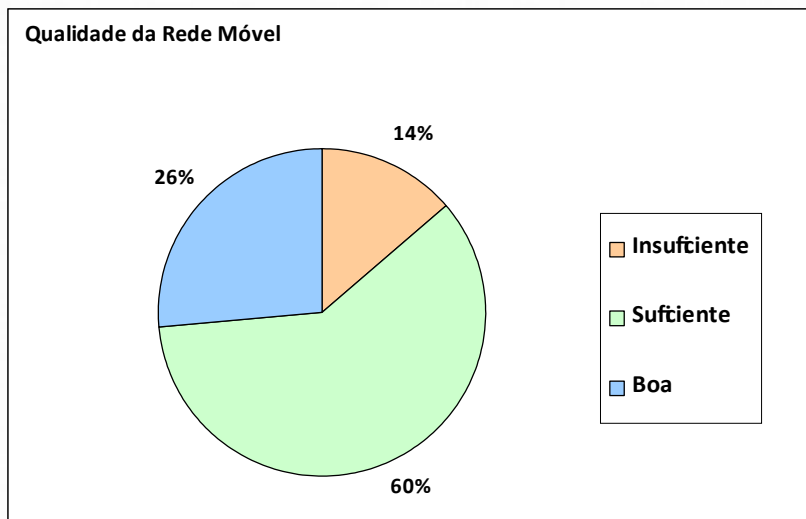
Inquérito aos Utilizadores (389 respostas)



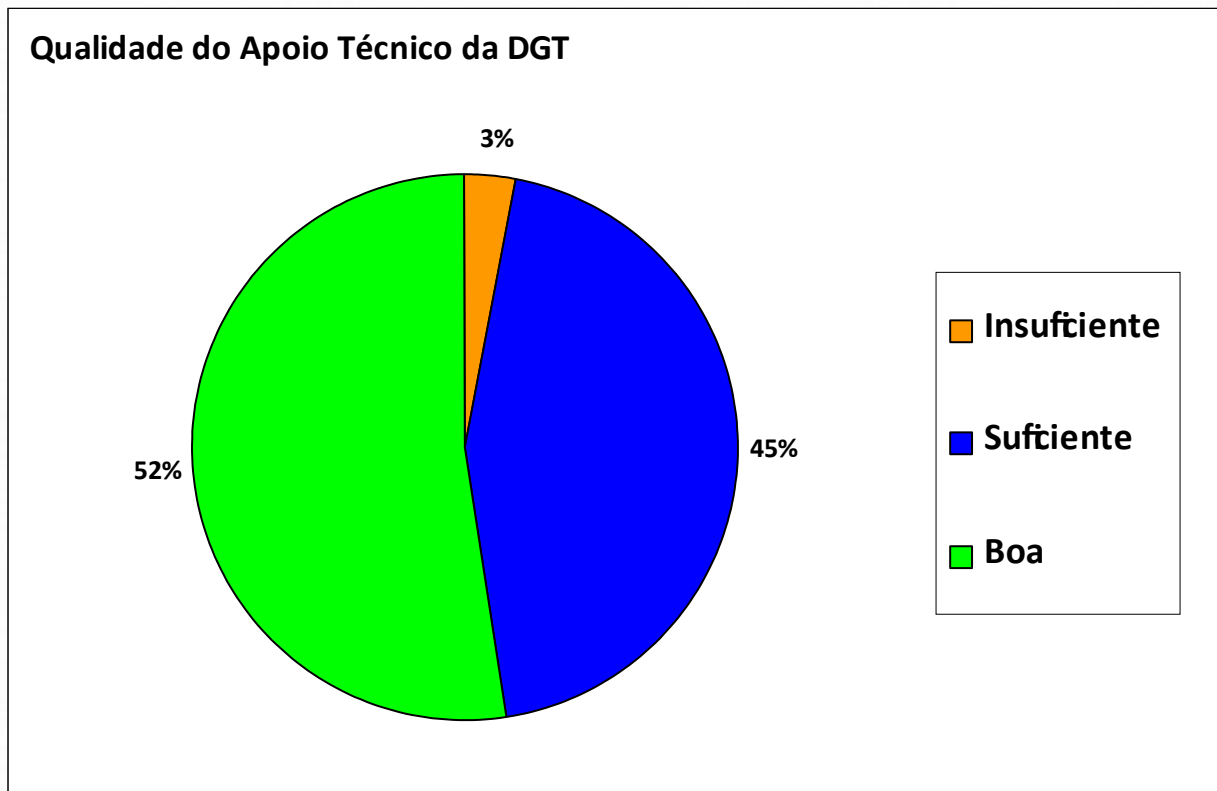
Satisfação com o Serviço

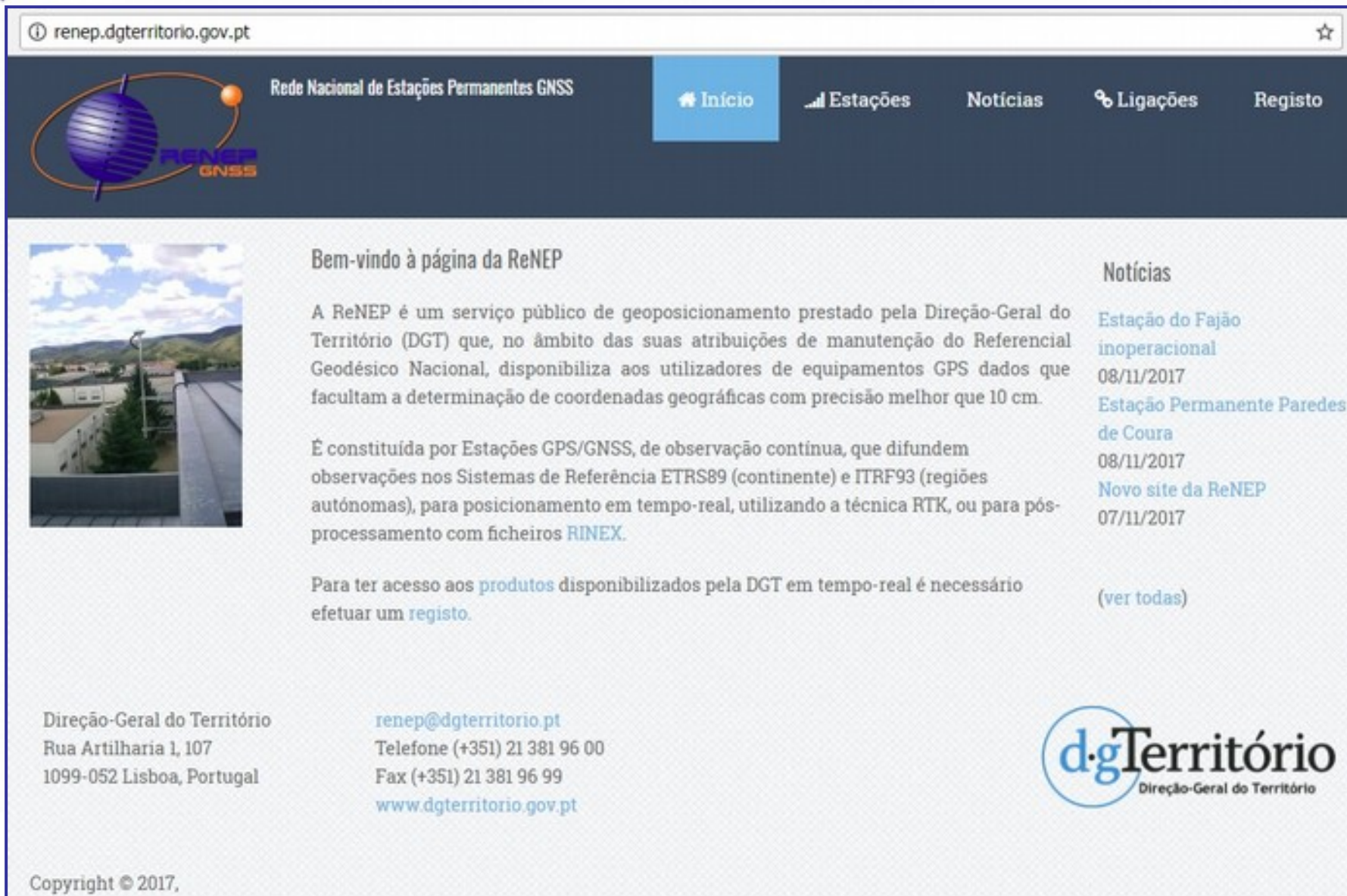


Satisfação com o Serviço



Satisfação com o Serviço





The screenshot shows the homepage of the ReNEP website. At the top, there is a navigation bar with the following elements: a search bar containing 'rekep.dgterritorio.gov.pt', a star icon, the text 'Rede Nacional de Estações Permanentes GNSS', and a menu with 'Início', 'Estações', 'Notícias', 'Ligações', and 'Registo'. Below the navigation bar is a large image of a GNSS station antenna on a roof. To the right of the image is a welcome message and a list of news items. At the bottom left, there is contact information for the Direção-Geral do Território. At the bottom right, there is the logo for 'd.gTerritório'.

rekep.dgterritorio.gov.pt

Rede Nacional de Estações Permanentes GNSS

Início Estações Notícias Ligações Registo

Bem-vindo à página da ReNEP

A ReNEP é um serviço público de geoposicionamento prestado pela Direção-Geral do Território (DGT) que, no âmbito das suas atribuições de manutenção do Referencial Geodésico Nacional, disponibiliza aos utilizadores de equipamentos GPS dados que facultam a determinação de coordenadas geográficas com precisão melhor que 10 cm.

É constituída por Estações GPS/GNSS, de observação contínua, que difundem observações nos Sistemas de Referência ETRS89 (continente) e ITRF93 (regiões autónomas), para posicionamento em tempo-real, utilizando a técnica RTK, ou para pós-processamento com ficheiros RINEX.

Para ter acesso aos produtos disponibilizados pela DGT em tempo-real é necessário efetuar um registo.

Notícias

- Estação do Fajão inoperacional 08/11/2017
- Estação Permanente Paredes de Coura 08/11/2017
- Novo site da ReNEP 07/11/2017

(ver todas)

Direção-Geral do Território
Rua Artilharia 1, 107
1099-052 Lisboa, Portugal

rekep@dgterritorio.pt
Telefone (+351) 21 381 96 00
Fax (+351) 21 381 96 99
www.dgterritorio.gov.pt

d.gTerritório
Direção-Geral do Território

Copyright © 2017,

