

Controlo de qualidade da ReNEP

Virgílio B. Mendes

Workshop

Estação Permanente GNSS de Cascais – 20 anos

1997 a 2017

Direção-Geral do Território

28 de junho de 2017

Aplicações GNSS

- Posicionamento
 - Topografia
 - Geodesia (referenciais)
- Estudos da atmosfera (“*space weather*”)
 - Atmosfera neutra (ex: determinação de vapor de água)
 - Ionosfera (ex: determinação de TEC)
- Geodinâmica
 - Tectónica de Placas
 - Ajustamento Glacial Isostático
 - Variações do nível do mar
 - Deformação

Aplicações GNSS

- Outras aplicações
 - Engenharia (ex: controlo de máquinas, controlo de deformação de estruturas)
 - Transferência e sincronização de tempo (redes eléctricas, banca, bolsa)
 - Criosfera (ex: movimento de glaciares)
 - Hidrologia
 - Agricultura de precisão (ex: condução de máquinas agrícolas, aplicação e dosagem optimizada de pesticidas e fertilizantes)
 - Sismologia
 - ...

Redes GNSS

- Nível 1
 - Estações IGS (*International GNSS Service*) ou equivalentes (ex: EPN - *EUREF Permanent GNSS Network*)
 - Contribuição para estabelecimentos de referenciais (ITRF)
 - Antenas de grande qualidade geodésica (“*choke ring*”)
 - Satisfação de vários requisitos
- Nível 2
 - Base de uma rede geodésica nacional de primeira ordem
 - Antenas de grande qualidade geodésica (“*choke ring*”)
- Nível 3
 - Redes de ordem inferior ou redes comerciais privadas
 - Antenas de qualidade inferior
 - Apoio à Topografia

Rede ReNEP

- Nível 1
 - FLRS, PDEL, FUNC (IGS/EPN)
 - TERC, LAGO, CASC, GAIA (EPN)
- Nível 2
 - MELR, MIRA, SCAC, GUAR, MERT, BORB



Desafios de uma rede GNSS

- Materialização no terreno
- Equipamento (receptor e antenna)
- Segurança
- Energia e comunicações
- Disseminação e armazenamento de dados
- Documentação pormenorizada
- Manutenção
- Controlo de qualidade permanente

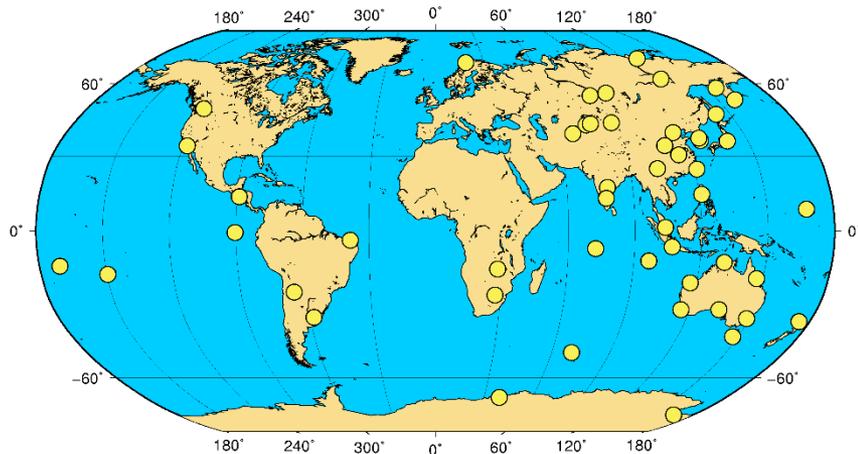
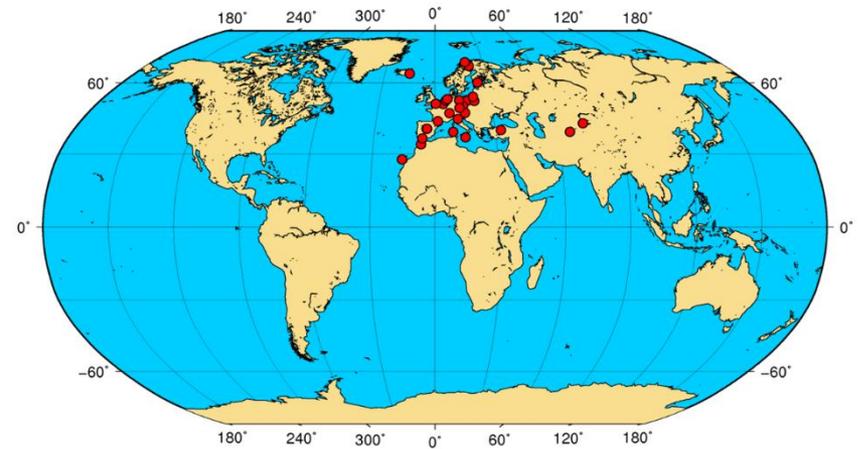
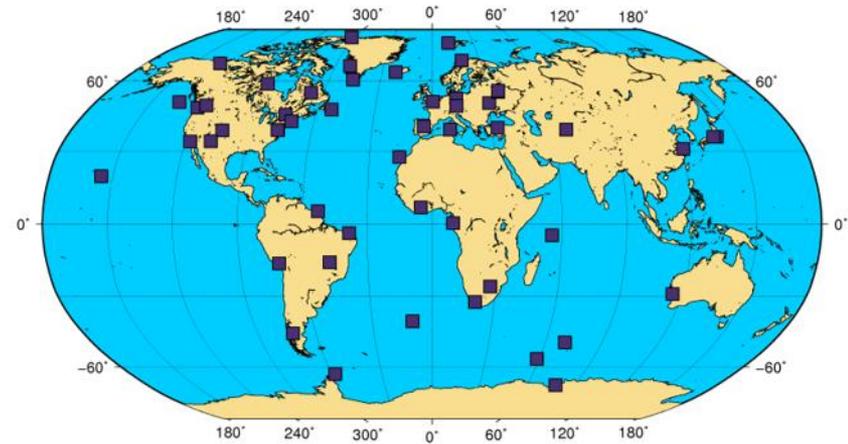
Estratégia de Processamento

- Software: GAMIT/GLOBK (MIT)
- Observações: Diferenças duplas, combinação linear livre da ionosfera (LC)
- Ângulo de elevação mínimo: 10°
- Órbitas: *European Space Agency* (ESA/ESOC), expressas em ITRF2008
- Referencial: ITRF2008 (Altamimi et al., 2011)
- Peso das observações: dependente do ângulo de elevação
- Variação dos centros de fase: modelos absolutos do IGS (para satélites e receptors)
- Modelação atmosfera neutra
 - GPT2 model (Lagler et al., 2013)
 - Funções de mapeamento VMF (Boehm et al., 2006)
 - Estimação horária de parâmetros troposféricos
 - Estimação diária de gradients atmosféricos (Norte-Sul, Este-Oeste)
- IERS Conventions 2010 (Petit & Luzum, 2010)

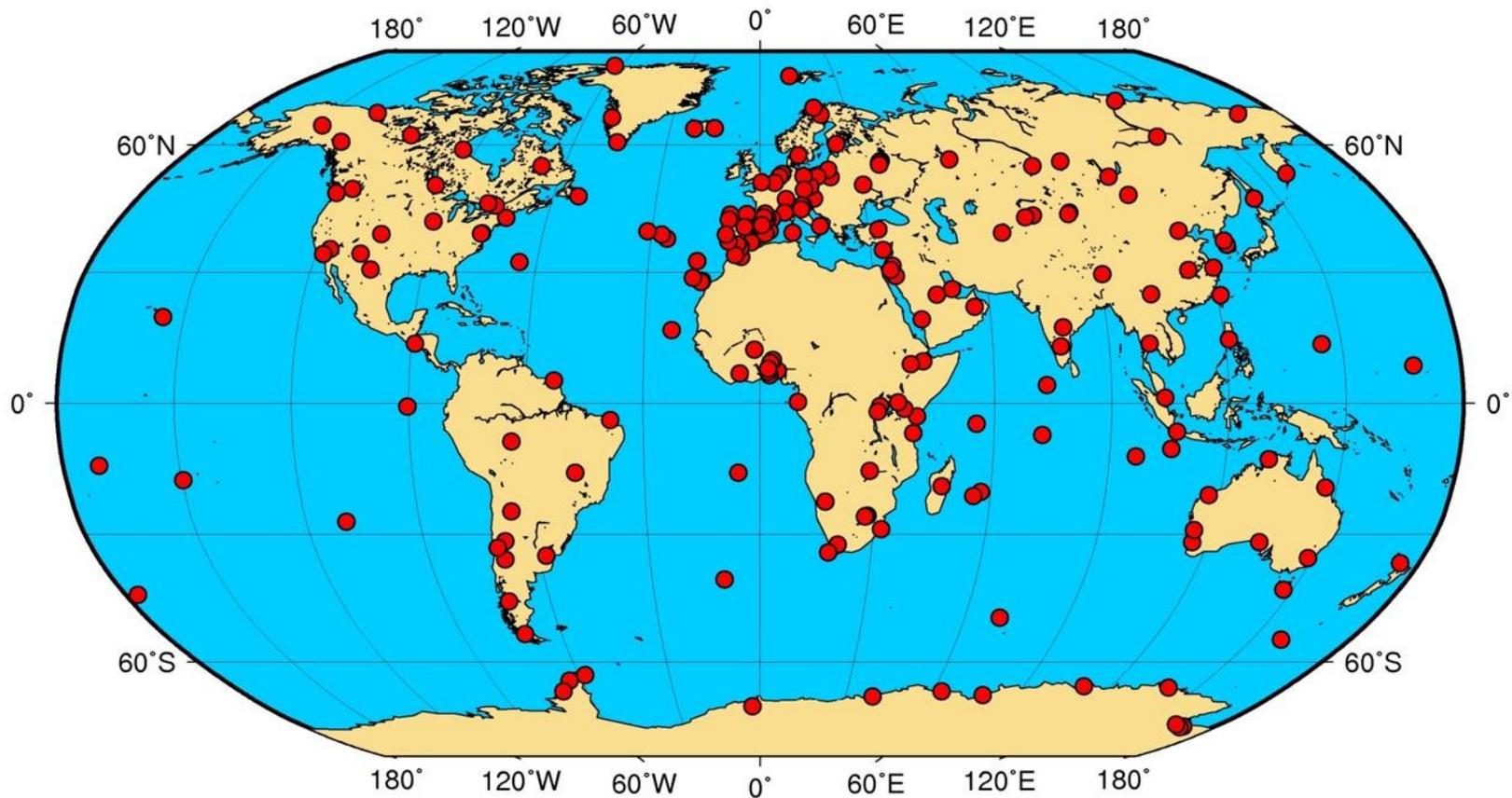
Estratégia de Processamento

- > 600 estações
- Várias sub-redes
 - Dimensão variável
 - Interligadas
 - Soluções pouco constrangidas (posições e matriz de variâncias-covariâncias)
- Soluções combinadas diárias
 - Atribuição de pesos às diferentes redes
 - Análise de resíduos
- Soluções combinadas mensais
- Posições e velocidades

Sub-redes



Referencial



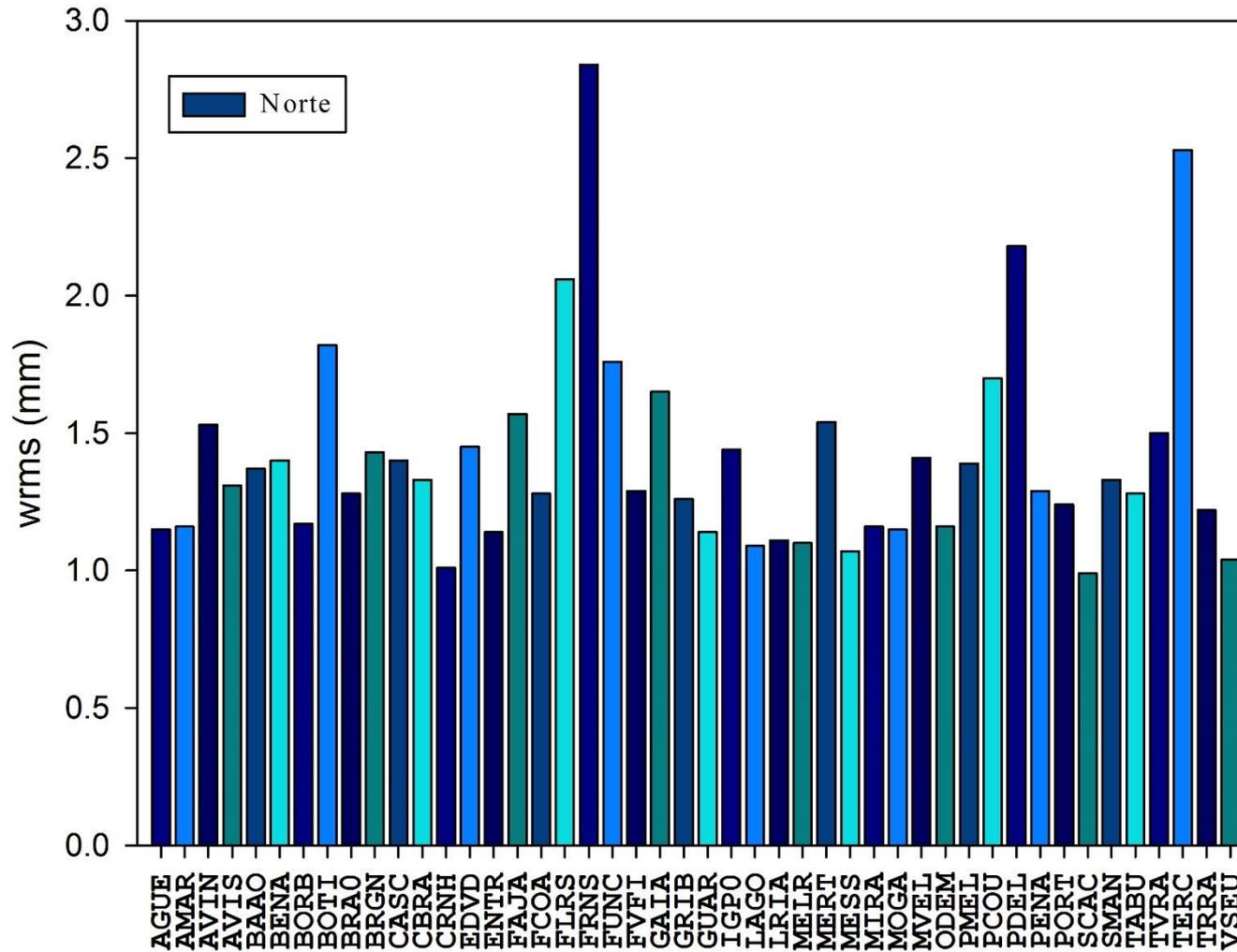
Análise das séries temporais



Análise de repetibilidade



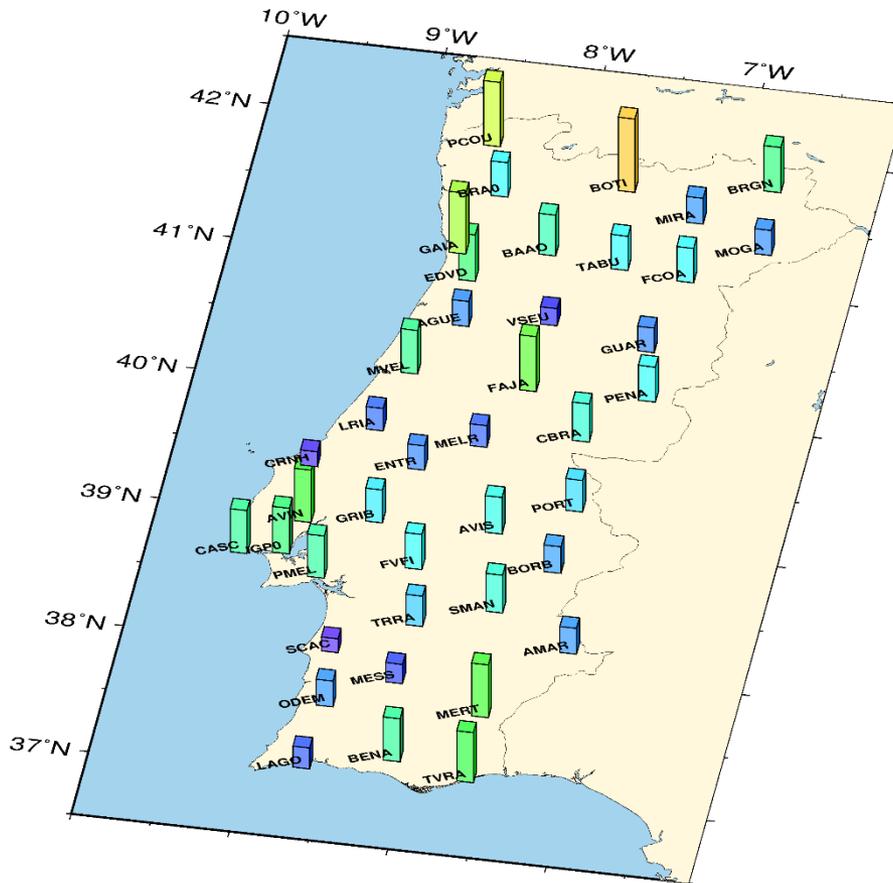
Componente Norte



Componente Norte



SCAC
CHRN
VSEU
MESS
LAGO

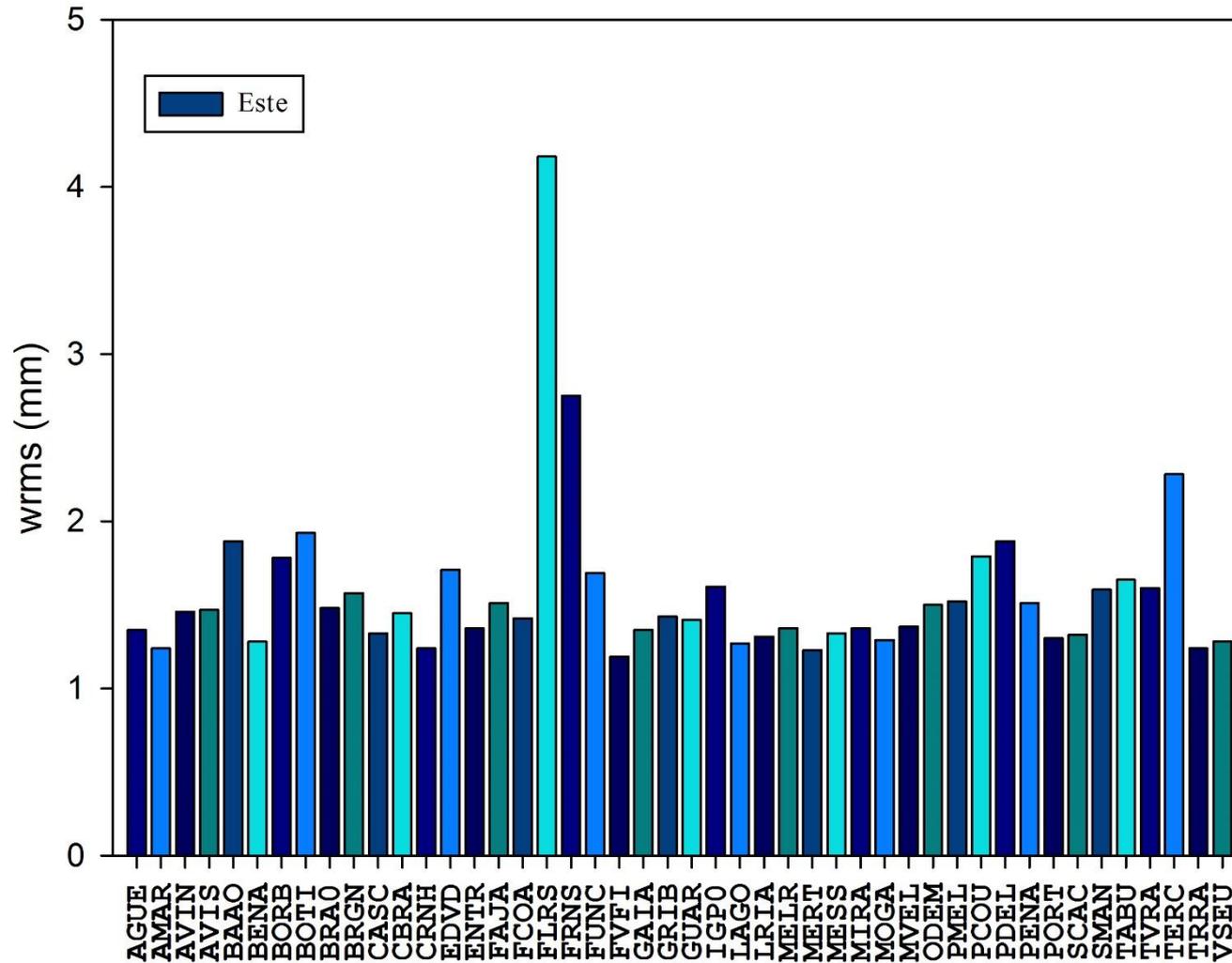


FRNS
TERC
PDEL
FLRS
BOTI



WRMS NORTE

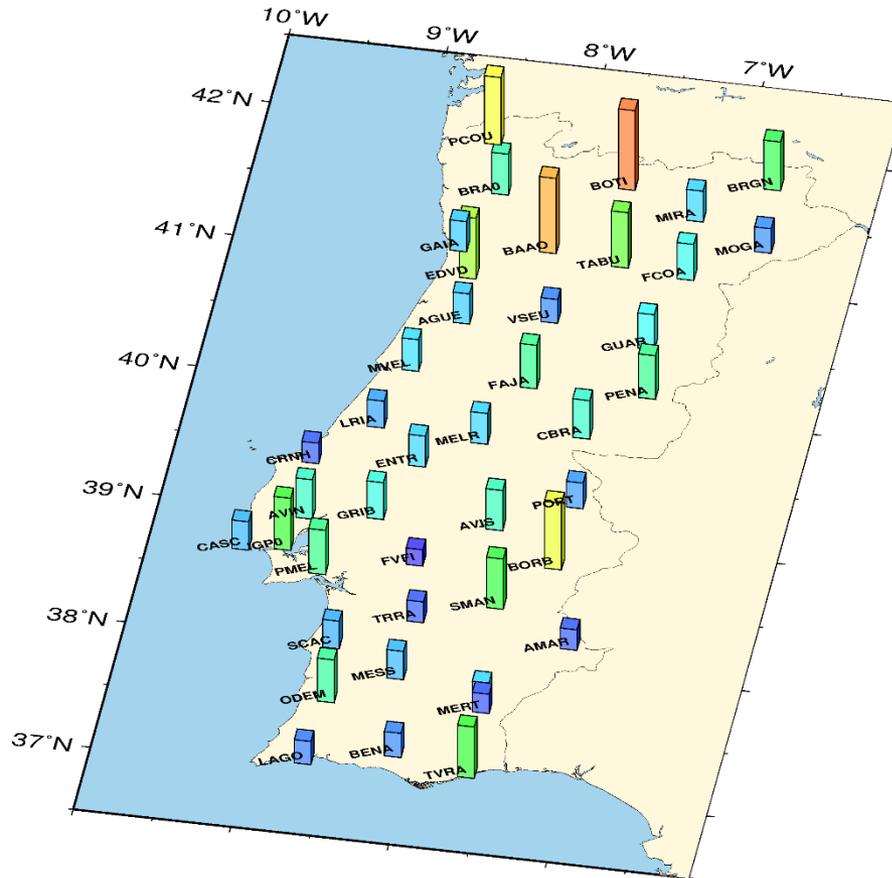
Componente Este



Componente Este



FVFI
MERT
AMAR
CRNH
TRRA

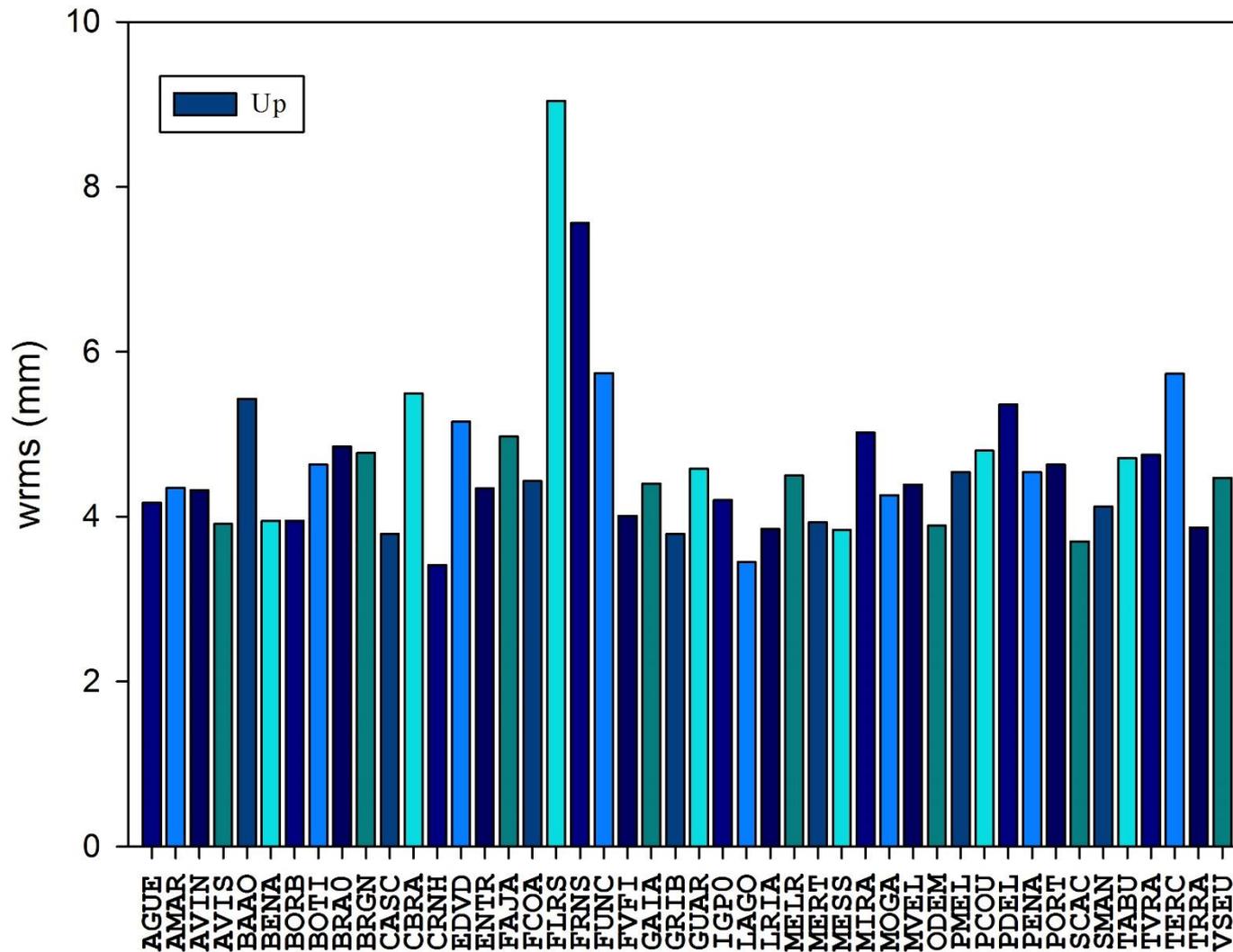


WRMS ESTE



FLRS
FRNS
TERC
BOTI
PDEL

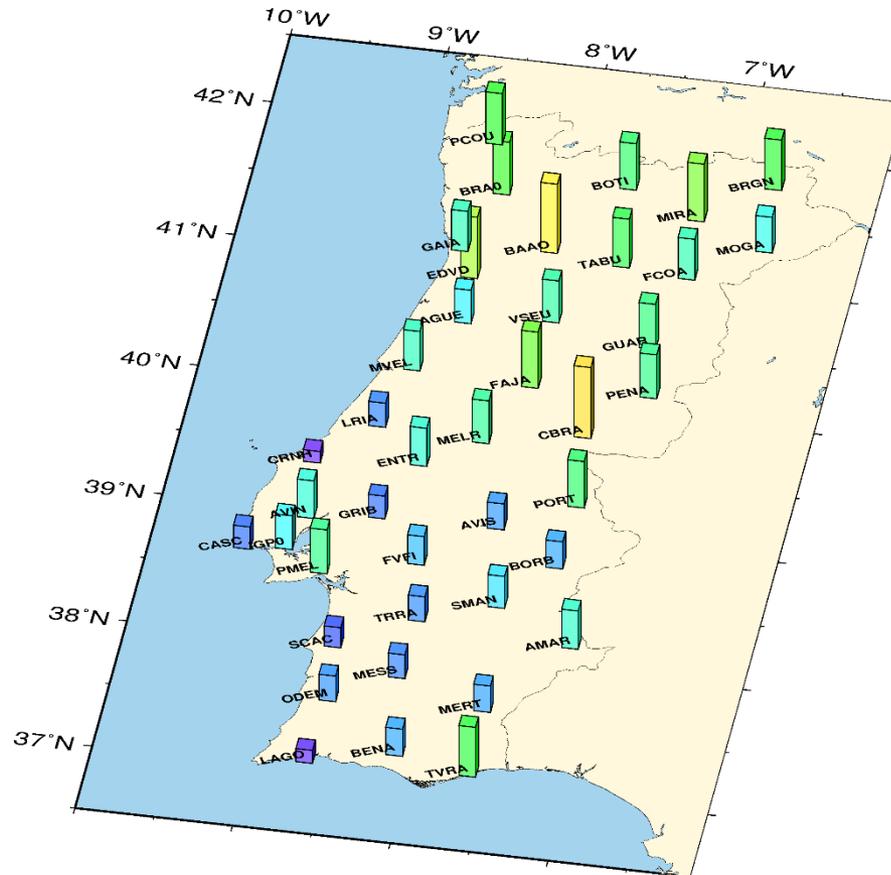
Componente Altimétrica



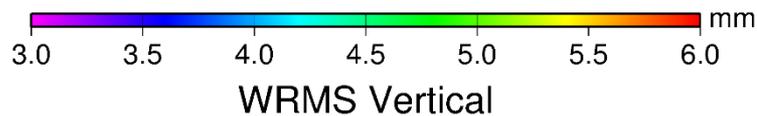
Componente Altimétrica



CRNH
LAGO
SCAC
CASC
GRIB



FLRS
FRNS
FUNC
TERC
CBRA



ETRS89

Qual ETRS89?

Situação actual

- ETRS89 (Continente)
- ITRF93 (Regiões autónomas)
- Sistema de referência versus referencial
 - Que materialização do ETRS89?
 - Que época de referência?



Cascais (CASC)



Gestor: Direção-Geral do Território

Coordenadas ETRS89 (base da antena)			
Latitude	38° 41' 36.28293'' N	M	-111831.916 m
Longitude	9° 25' 06.68509'' W	P	-107442.112 m
Altitude elipsoidal	77.064 m	Altitude ortométrica	23.689 m

EUREF Technical Working Group (TWG)

- ***“In order to harmonize future realizations of the ETRS89 overall Europe, the EUREF Technical Working Group (TWG) recommends not to use the ETRF2005 and rather to adopt the ETRF2000 as a conventional frame of the ETRS89 system.”***

Boucher & Altamimi (2011)

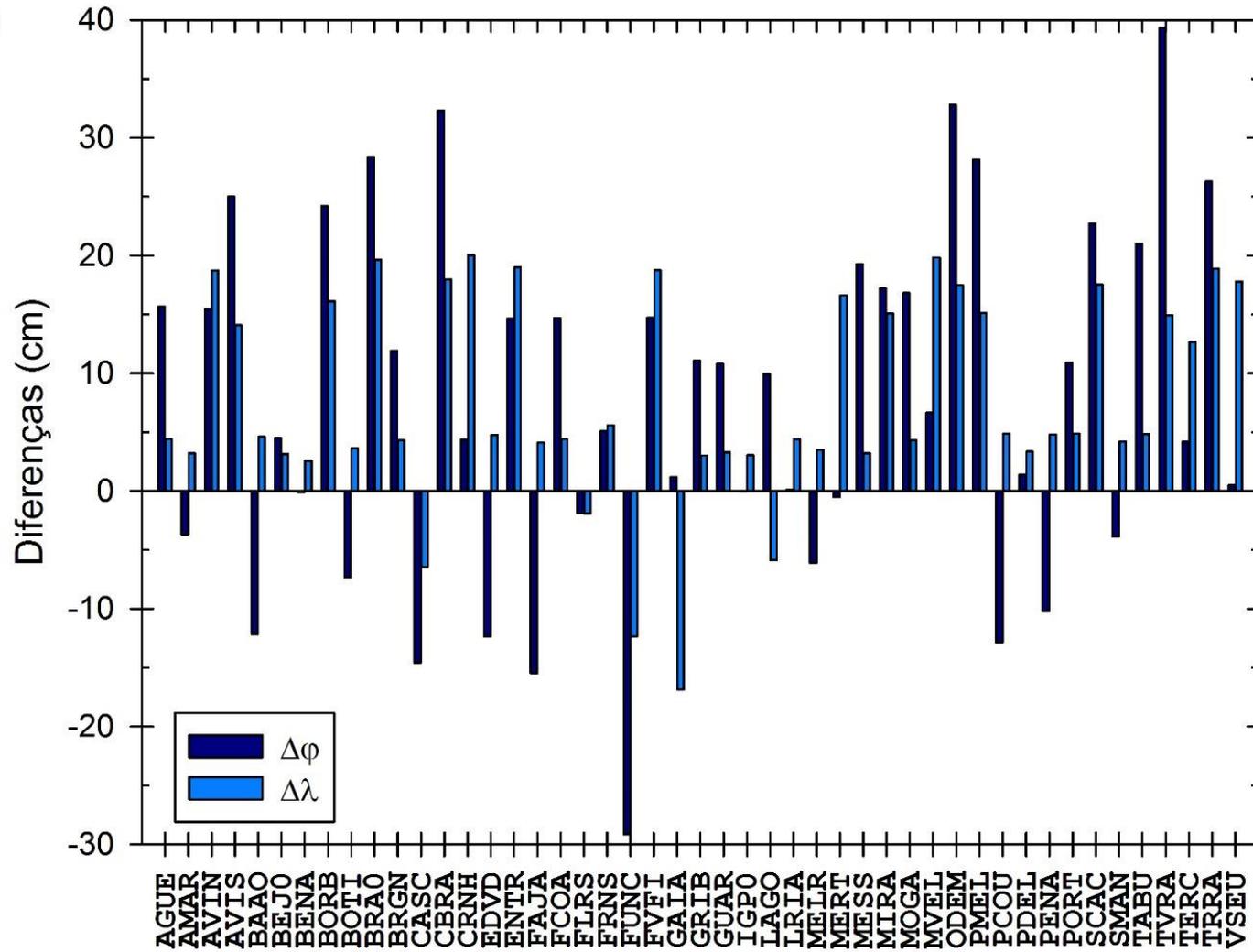
(<http://etrs89.ensg.ign.fr/memo-V8.pdf>)

- Quais as implicações de uma mudança de referencial?

Contribuição para uma uniformização e actualização de referencial

- Solução em ITRF2008 (ITRF2014) para posições e velocidades
 - Redução a uma época comum (2005.0)
- Transformação para ETRF2000, à época 2000.0
 - Posições e velocidades
 - Transformação rigorosa com 14 parâmetros
- Cálculo das diferenças relativamente a posições publicadas pela DGT (ETRF2000-DGT)

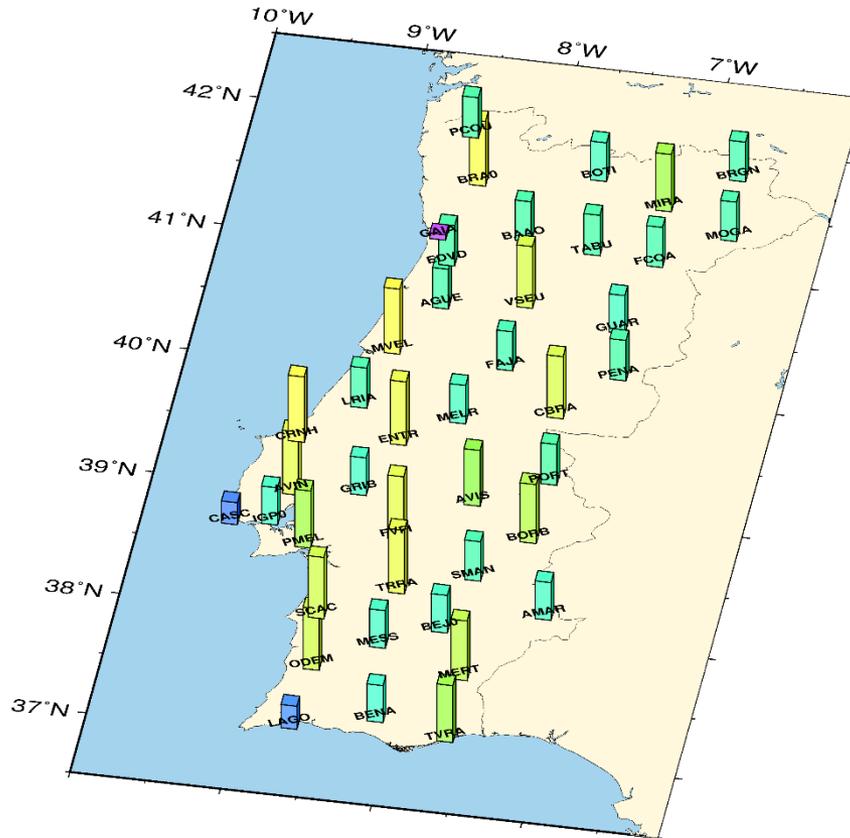
Diferenças em latitude e longitude



Diferenças em longitude



< 3 cm
PDEL
BRGN
FLRS
BENA
GRIB

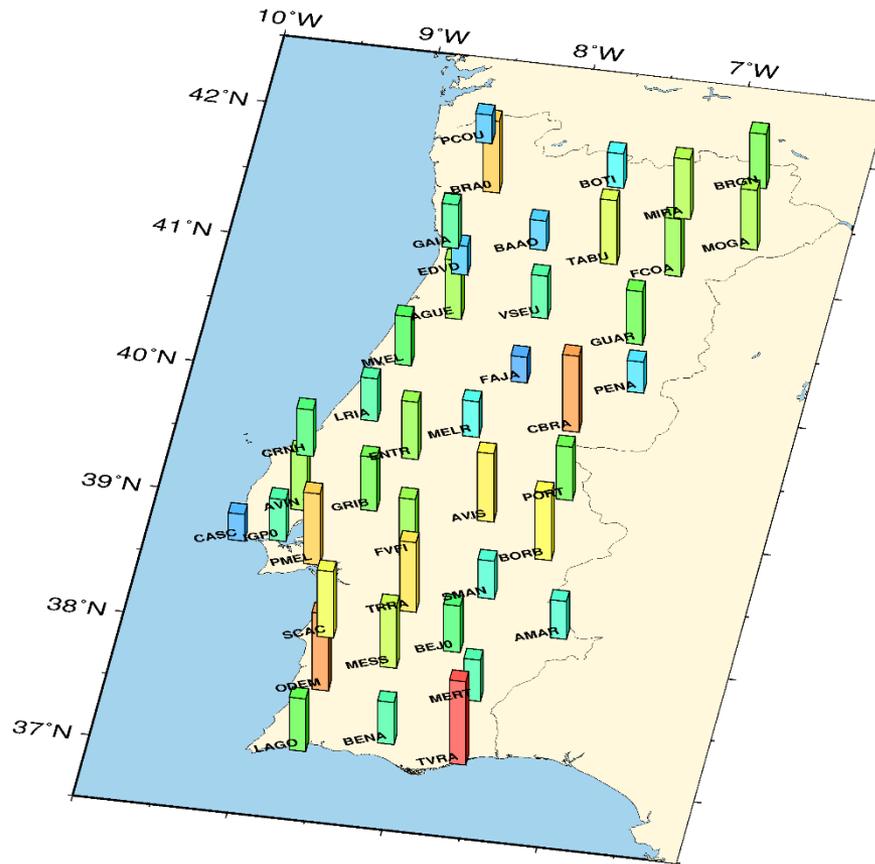


> 18 cm
CRNH
MVEL
BRAO
ENTR
TRRA

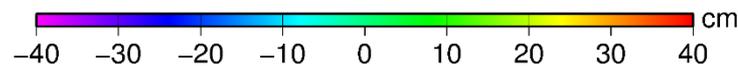
Diferenças em latitude



< 1 cm
IGPO
BENA
LRIA
VSEU
MERT

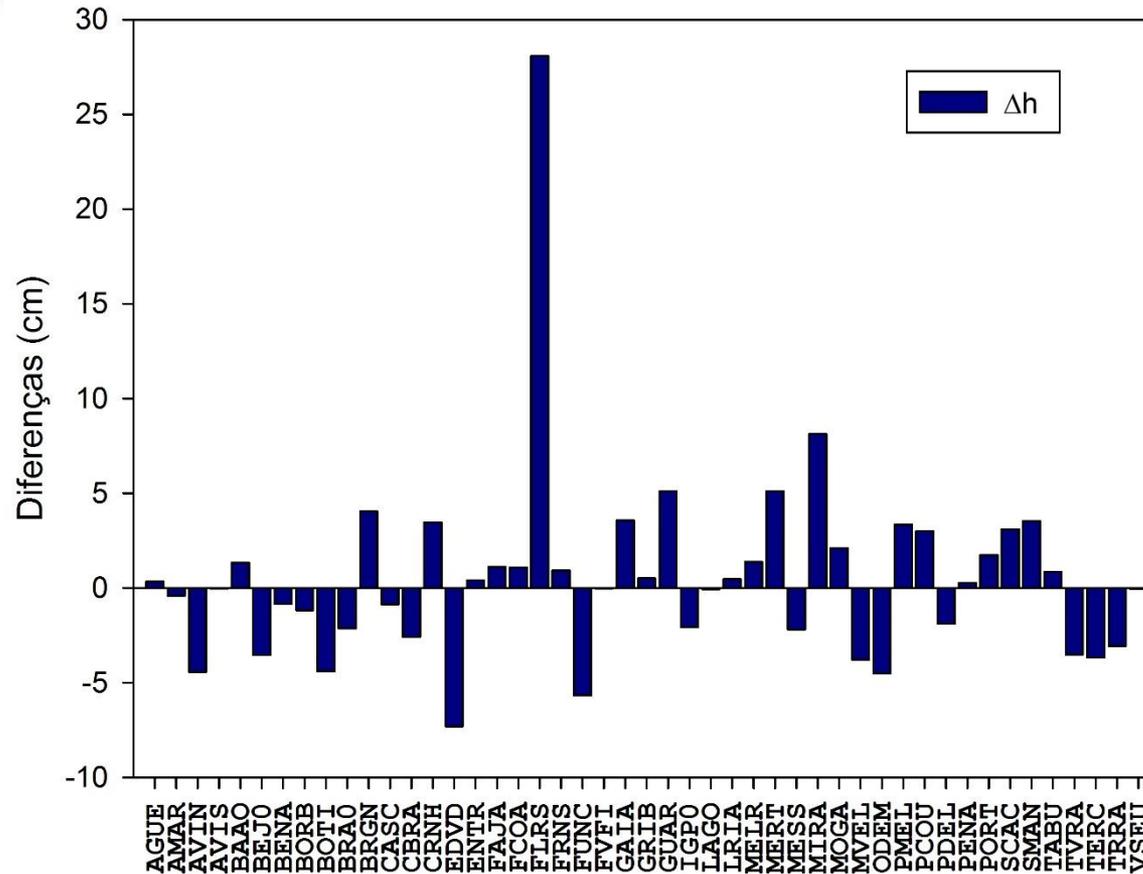


> 28 cm
TVRA
ODEM
CBRA
FUNC
BRAO



Latitude

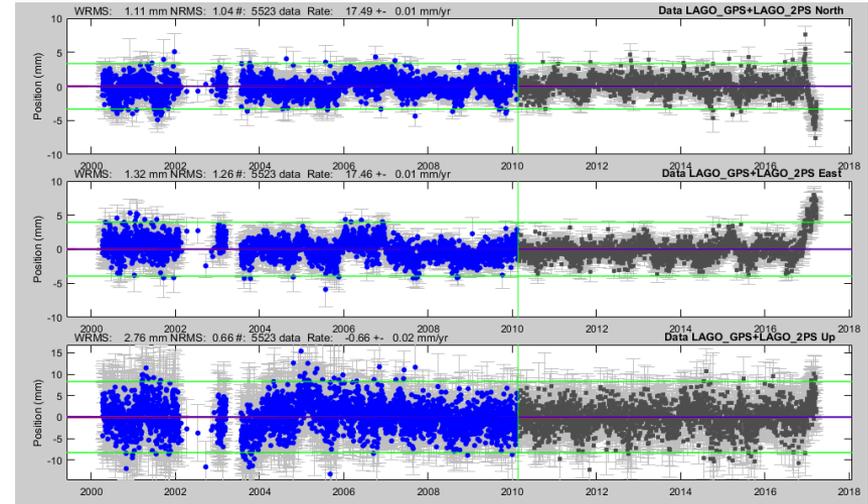
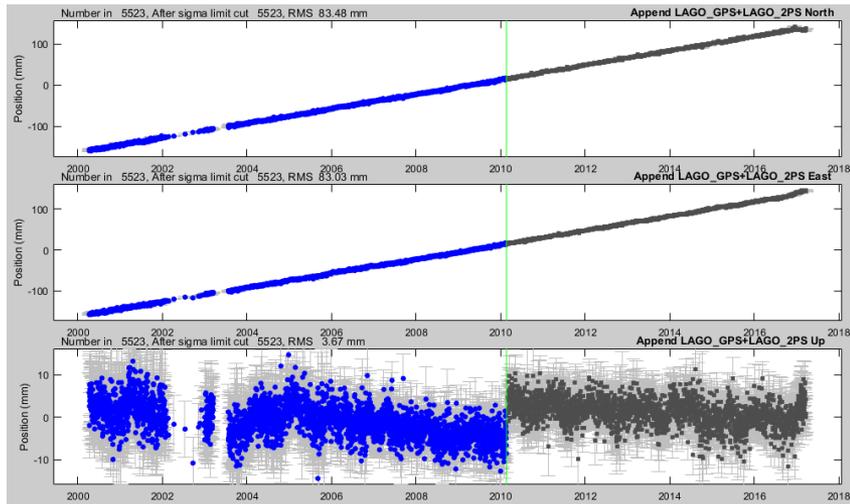
Diferenças em altitude



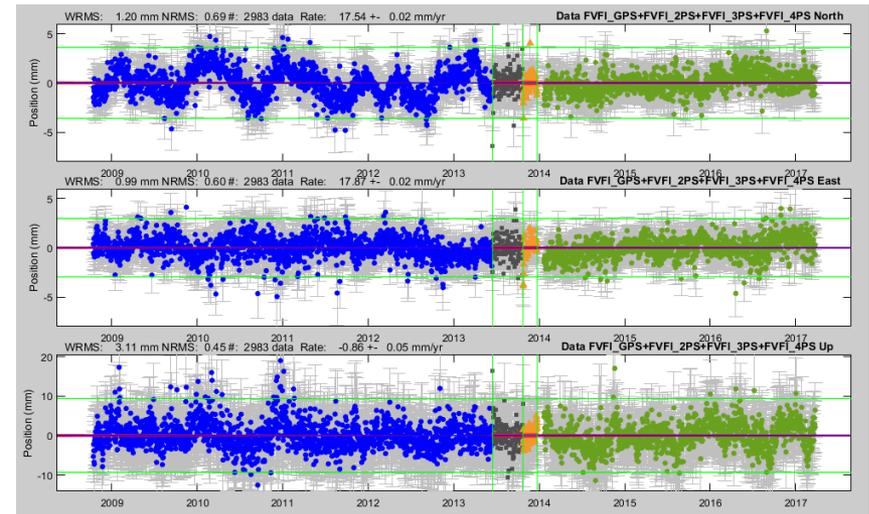
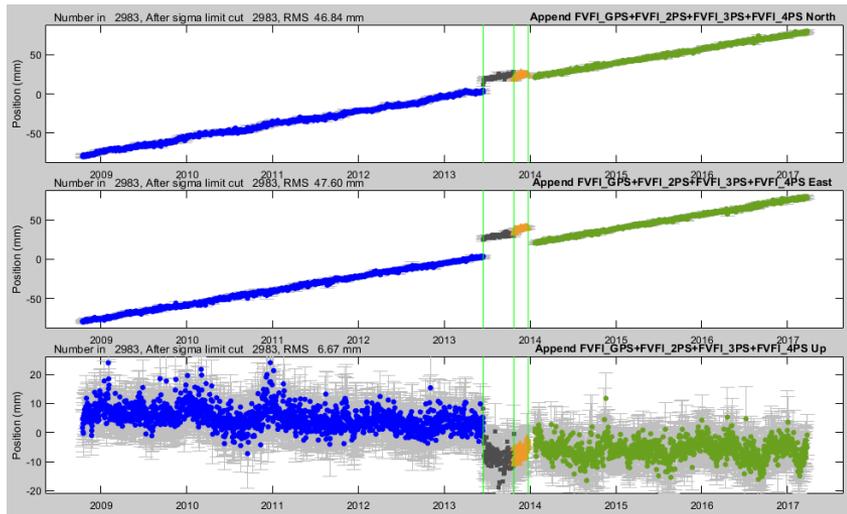
Mudanças de equipamento

... e outros problemas

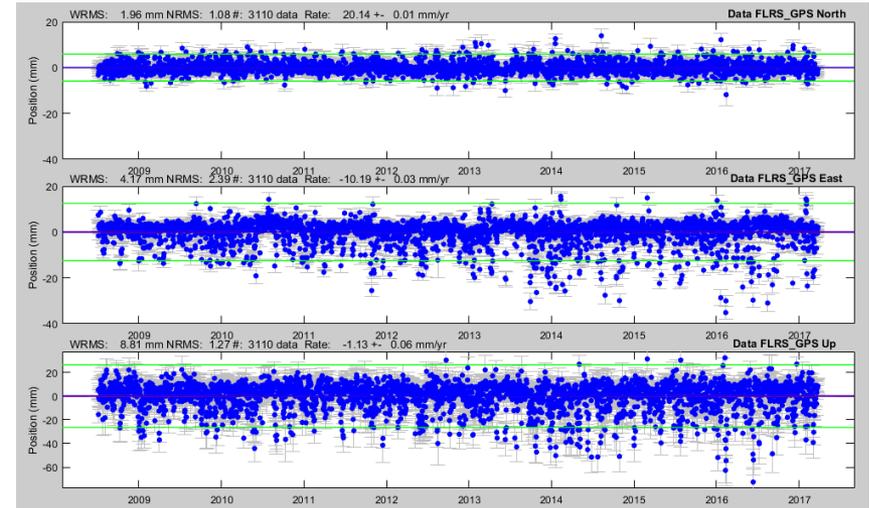
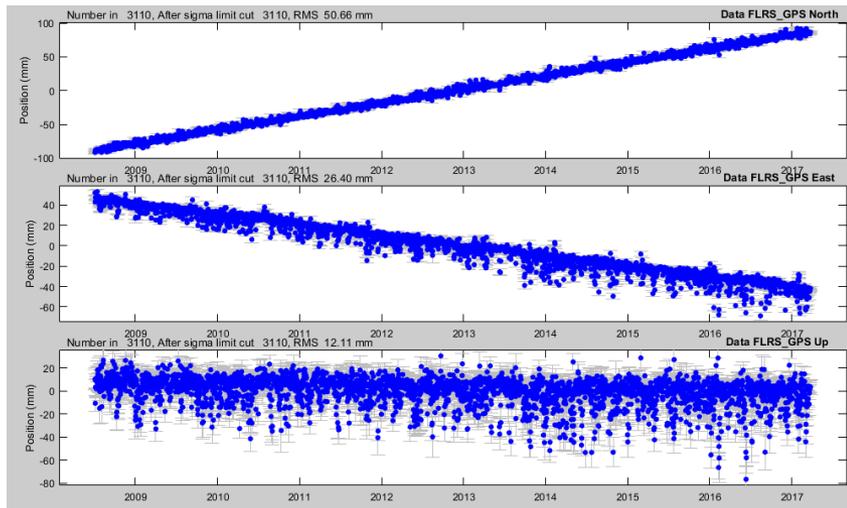
LAGO



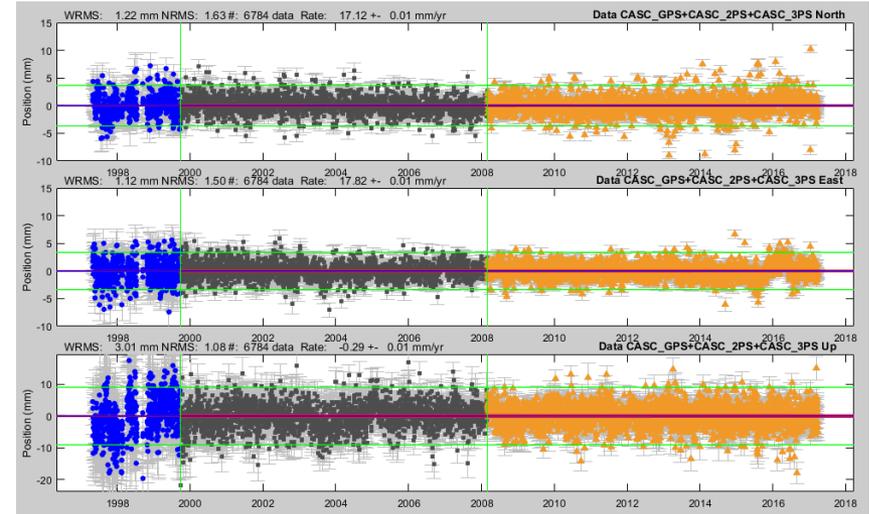
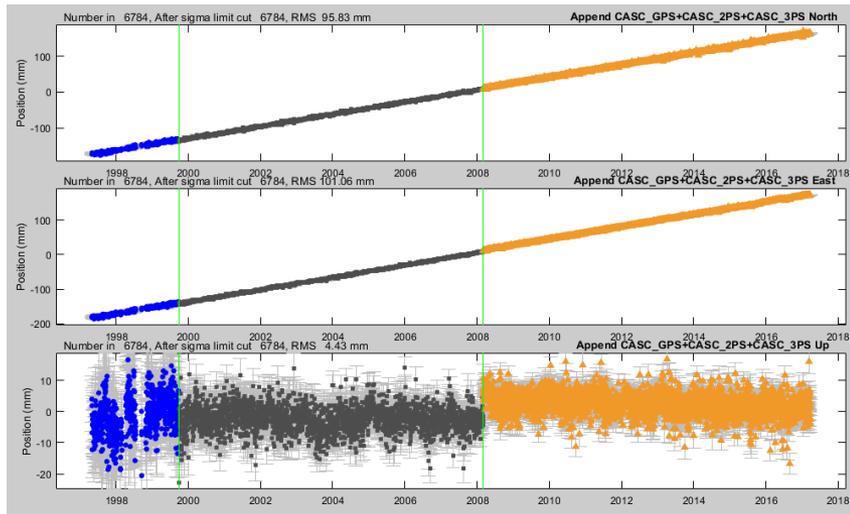
FVFI



FLRS



CASC



Conclusões

- As estações da ReNEP cumprem os critérios de qualidade posicional para a generalidade das aplicações GNSS
- A actualização do referencial deve ser equacionada
 - Referencial segundo as recomendações do TWG
 - Uniformização dos referenciais para as ilhas e continente

Caixa de sugestões

- Recolha de dados a 1 s
- Disponibilização de dados a 30 s
- Fichas das estações (*log IGS*) actualizados
- E ...

Make a wish ...



... come true!



Análise de multitrajecto

