

“Site surveying” para um  
rádio-telescópio VLBI na Madeira

Pedro Augusto

**Dep. Matemática e Engenharias, Universidade da Madeira**  
**Centro de Astronomia e Astrofísica da Universidade de Lisboa**

19  
em  
Rá

19  
tele

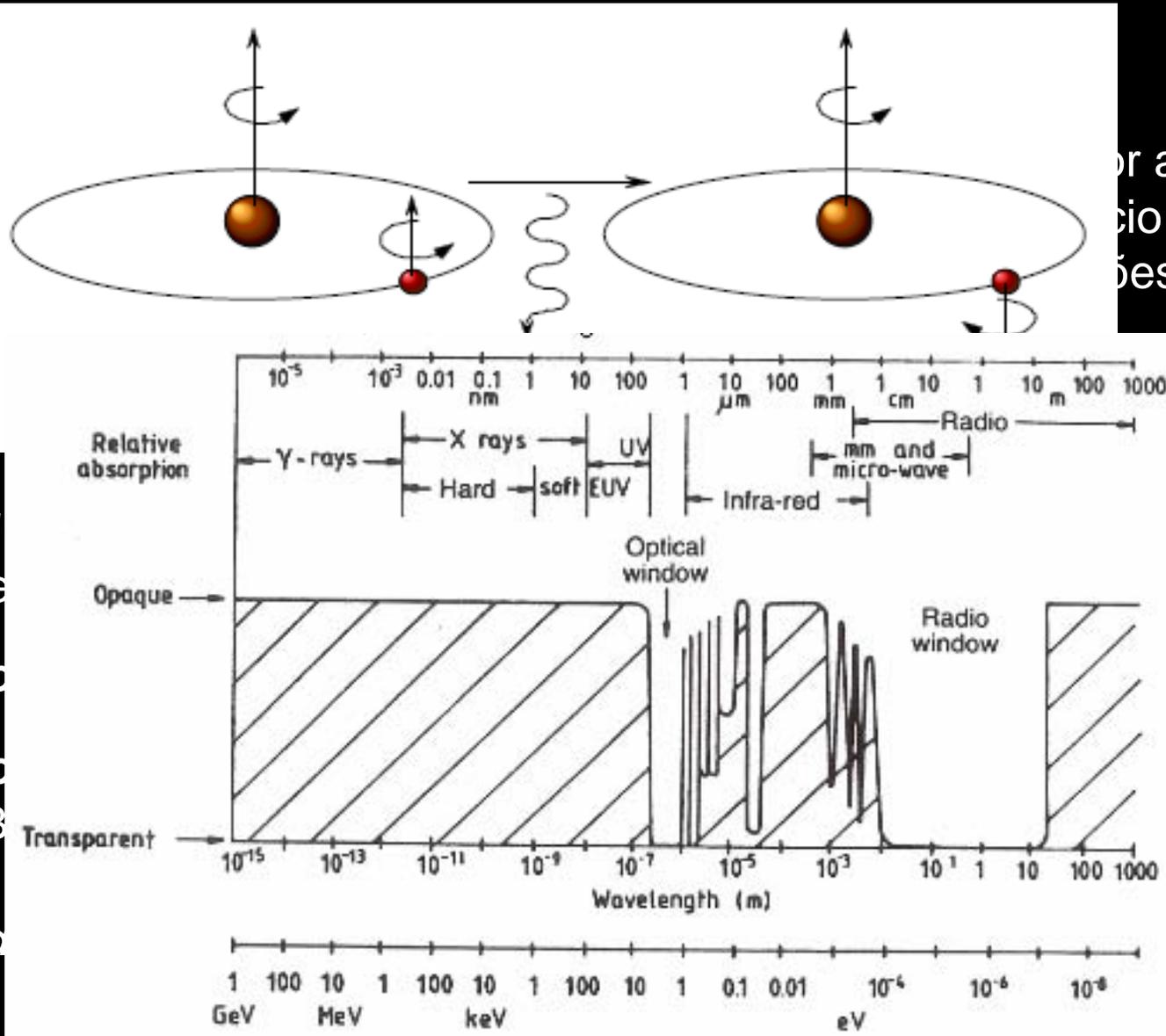
195  
dete

And

And  
VLB

Ráo

por acidente,  
cio da  
ões rádio.

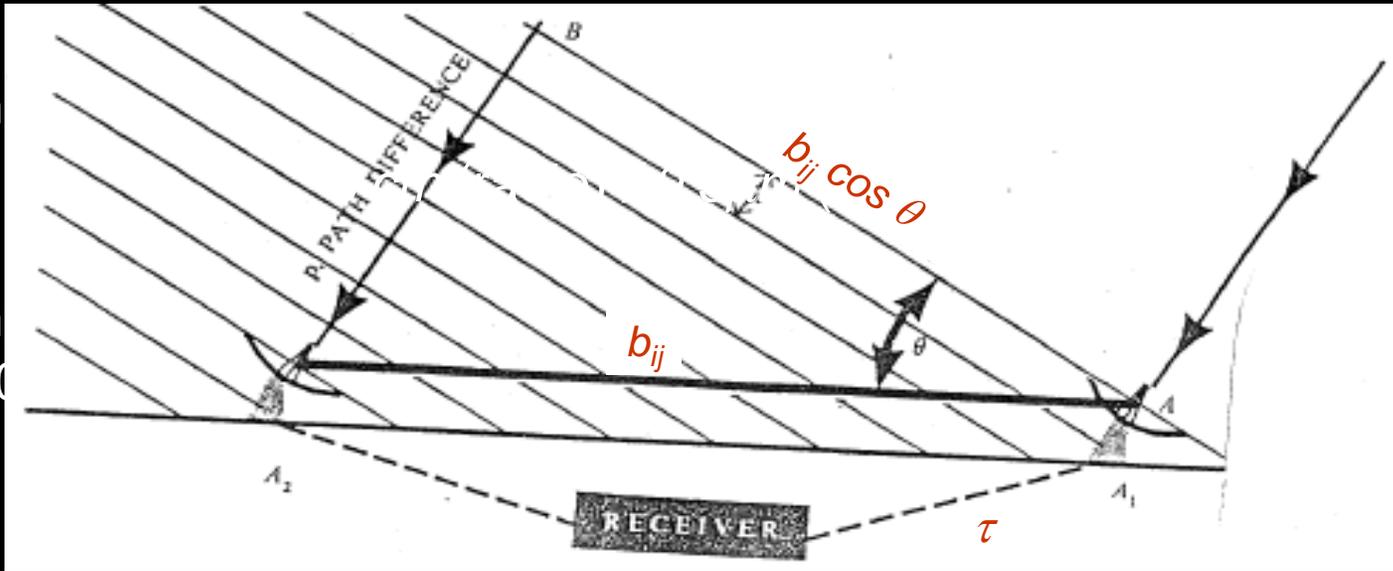


Para um telescópio de diâmetro  $D$  e comprimento de onda  $\lambda$ :

$$\text{Resolução} \propto D / \lambda.$$

O prin

Assim  
de  $\sim 10$   
de  $10$



pio  
óptico

## Interferometria

Aplicando a interferência de Michelson (1923) a rádio telescópios:  
juntando  $n$  antenas às distâncias  $b_{ij}$  temos  $b_{max} = \max\{b_{ij}\}$  e

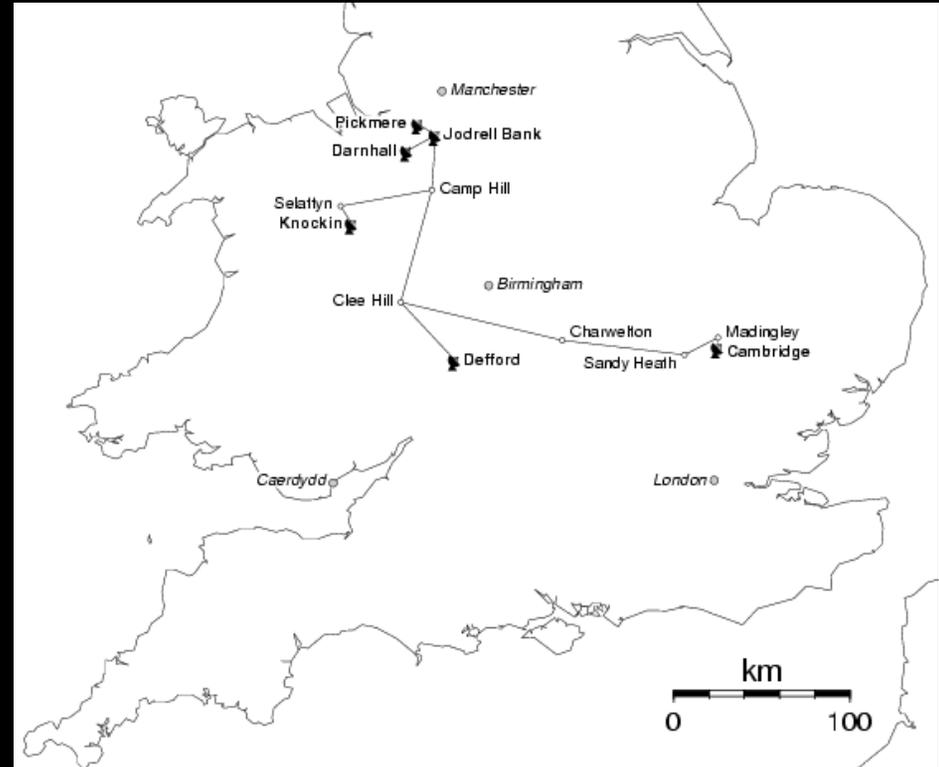
$$\text{Resolução} \propto b_{max} / \lambda; \quad C_2^n = n(n-1)/2 \text{ "baselines"}$$

# Interferómetros



O VLA, o interferómetro mais sensível (e famoso) do mundo. Tem flexibilidade o suficiente para ter quatro  $b_{max}$ : 1, 3.6, 11 e 36 km (D, C, B, A). Ainda  $n=27$  (351 baselines),  $D_i=25m$ .

Resolução: 1" [tel.ópticos na Terra]



O MERLIN, tem  $b_{max} = 230$  km. Ainda  $n=7$  (21 baselines),  $D_{1-5}=25m$ ,  $D_6=32m$ ,  $D_7=76m$ .

Resolução: 0.05" [HST]

Finalmente, o VLBI com três possibilidades:

VLBA, EVN, Global (VLBA + EVN + etc.)

$[b_{max} = 12740 \text{ km}; n \sim 20 (\sim 190 \text{ baselines})]$



O VLBA, tem  $b_{max} = 8600 \text{ km}$ .  
Ainda  $n=10$  (45 baselines),  $D_f=25\text{m}$ .



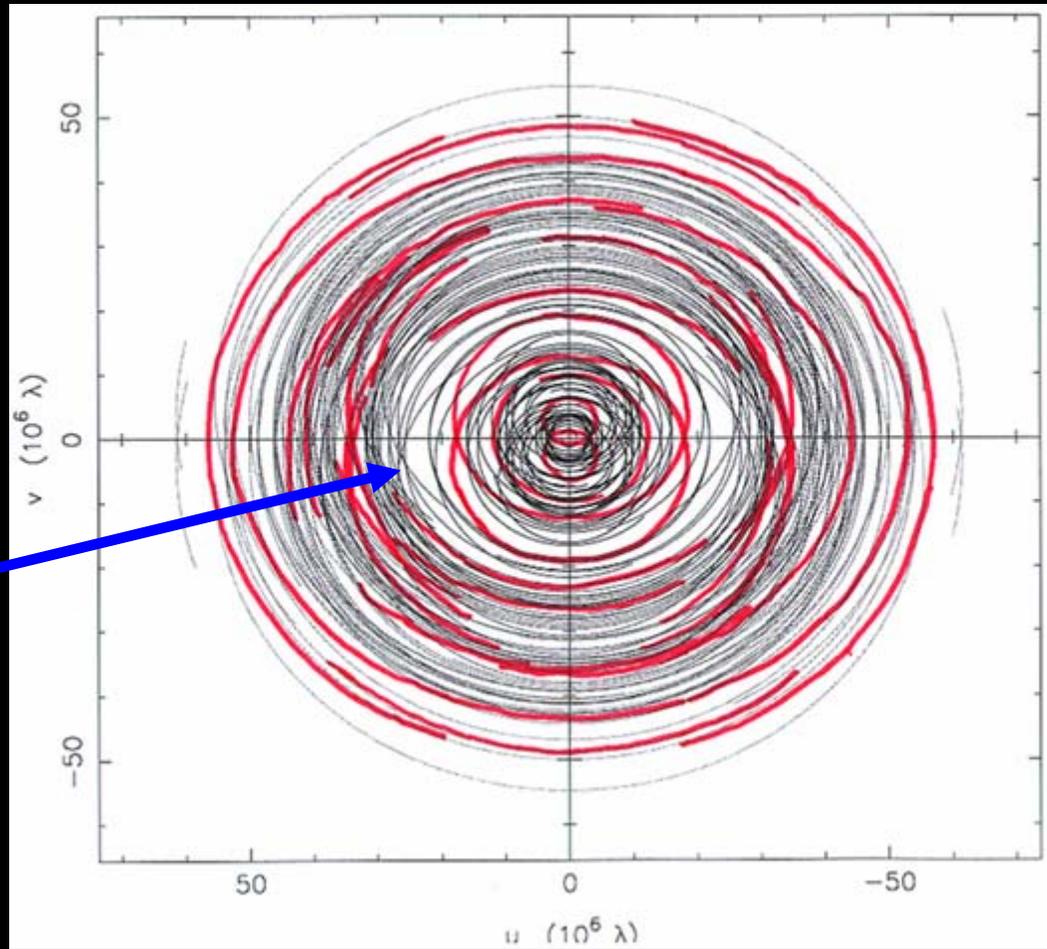
O EVN, tem  $b_{max} = 8476 \text{ km}$ .  
Ainda  $n \sim 14$  ( $\sim 91$  baselines),  $D_{min}=25\text{m}$ ,  
 $D_{max}=100\text{m}$ .

Resolução: 0.001''

[óptica adaptativa/interferometria]

# VLBI + Madeira

Cobertura  $u$ - $v$  de observações VLBI (fonte de declinação  $60^\circ$ ).



"Mid-Atlantic gap"

# EVN “europeu” + Madeira

Cobertura  $u$ - $v$  de observações EVN “europeu” (fonte de declinação  $20^\circ$ ).

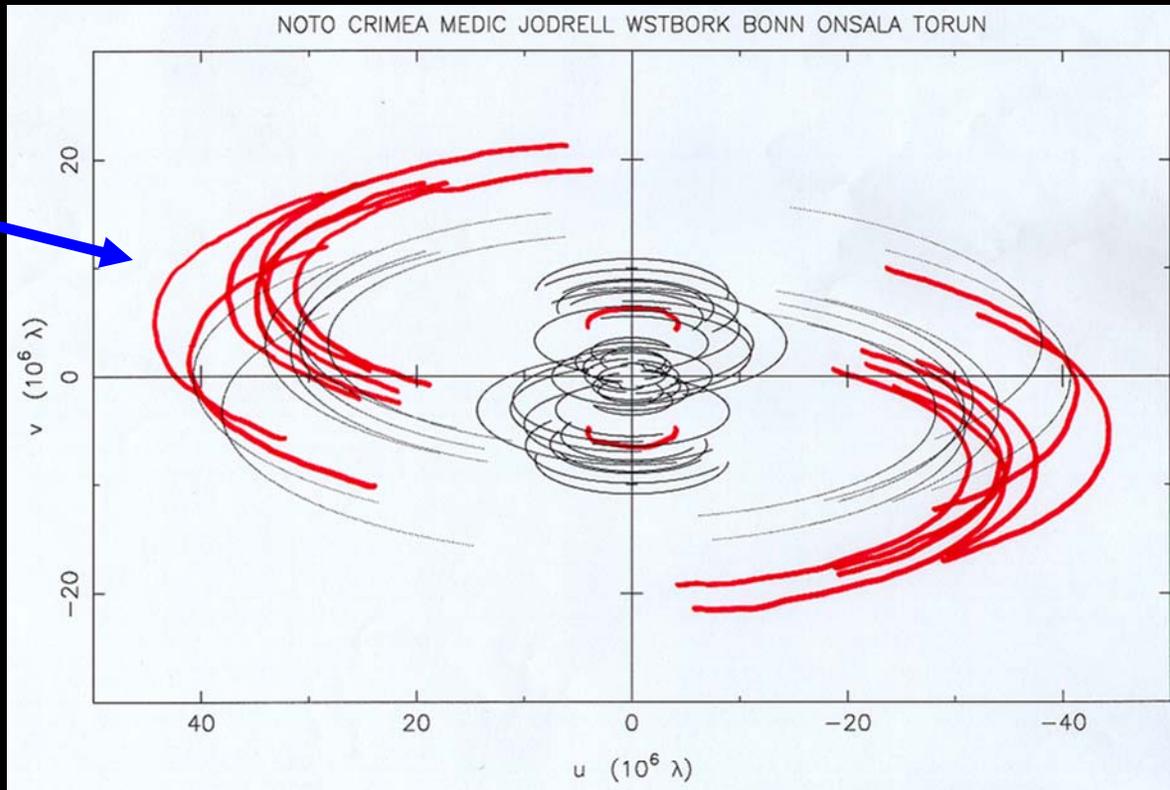
Sensibilidade 30% melhor  
Resolução 20% melhor

Sensibilidade + Resolução  
**60% melhor** para  $\nu \geq 22$  GHz

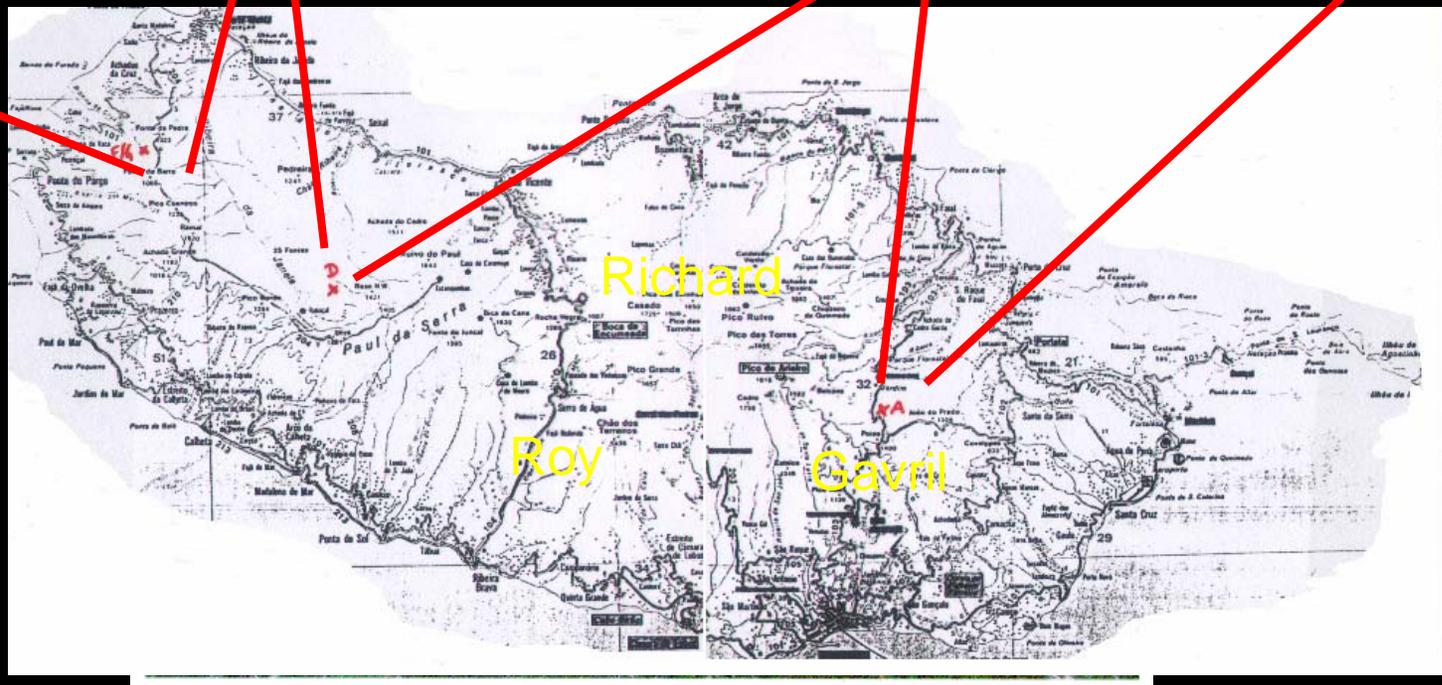
EVN total: 8476 km

VLBA total: 8600 km

EVN total + Madeira: 9950 km *[a Madeira está a SW de todas as estações]*



# Rádio Telescópio na M



A  
D  
F/G

Richard

Roy

Gavril

for  
y Booth,  
- três  
(1999)

- Projecto POCTI/FNU/43733/2001 financia apenas uma estação meteorológica automática (EMA)
- Recolha de dados **meteorológicos** durante um ano completo em cada um dos três locais (29 Outubro 2003 a 1 Abril 2007)
- Determinação dos **perfis de horizonte** em Janeiro 2005
- Medição de **interferência rádio** (RFI) por Don Lawson em Setembro 2005 – apoios FCT e Regionais

[www.uma.pt/Investigacao/Astro/Obs\\_radio/index.htm](http://www.uma.pt/Investigacao/Astro/Obs_radio/index.htm)

# Resultados

## 1. Perfis de horizonte (Janeiro 2005)

A: abaixo de  $10^\circ$ , excepto a SE, em  $50^\circ$  de azimute ( $<15^\circ$ )

D: abaixo de  $5^\circ$ , excepto a S, em  $30^\circ$  de azimute ( $<10^\circ$ )

F/G: abaixo de  $5^\circ$ , excepto a S, em  $70^\circ$  de azimute ( $<10^\circ$ )

## 2. Interferência rádio (RFI) – Setembro 2005 (dias úteis)

30 varrimentos, 80-2000 MHz (passo: 0.1 MHz); 66 mins

**Todos os locais são (em média) melhores que Jodrell Bank!**

A (14 Set): em geral  $< -80$  dBm; alguns picos até  $-40$  dBm

D (13 Set): em geral  $< -90$  dBm; alguns picos até  $-60$  dBm

F/G (12 Set): em geral  $< -90$  dBm; alguns picos até  $-60$  dBm

**A é o pior (algumas bandas pior que JBO); potencialmente piorará mais (Funchal/Santa Cruz/aeroporto; radar Areeiro)**

Picos ( $-60$  dBm):  
 $10^{-7}$ - $10^{-8}$  W/m<sup>2</sup>

IAU:  
 $< 2 \times 10^{-6}$  W/m<sup>2</sup>

### 3. Meteorologia – 1 ano cada local [*modelo extrapolativo a 30 anos*]

#### A. Vento [*limite estrutural: ~50 km/h médio; ~70 km/h rajada*]

A: em preparação

D: em preparação

F/G: poucos dias > 36 km/h [*zero, no ano*]

#### B. Precipitação / Humidade Relativa do Ar

A: em preparação

D: em preparação

F/G:  $2539 \pm 818\text{mm}$  [*1159mm, no ano*]

$93 \pm 8\%$  [*88  $\pm$  8%, no ano*]

### C. Coluna de vapor de água [*<5mm bom; <1mm excelente*]

Madeira: NVar – não há tendências (1988-2001)  
*[50×50km<sup>2</sup>]*  $16 \pm 3\text{mm}$  (Jan-Abr);  $24 \pm 2\text{mm}$  (Ago-Out);  
MODIS – 1 ano:  $9 \pm 3\text{mm}$  *[25×25km<sup>2</sup>]*  
*[2×2km<sup>2</sup>]* 3 medições: i) 1-3mm interior; 5-15mm costa  
ii) 7-10mm no oeste (descoberto)  
iii) 5-20mm geral (nublado)

A, D, F/G: em preparação

# Futuro

- Relatório técnico-científico final em preparação
- Envio para pares em 2009?

Ano Internacional da Astronomia 2009

200 eventos  
na Madeira



Oportunidade  
(publicidade)

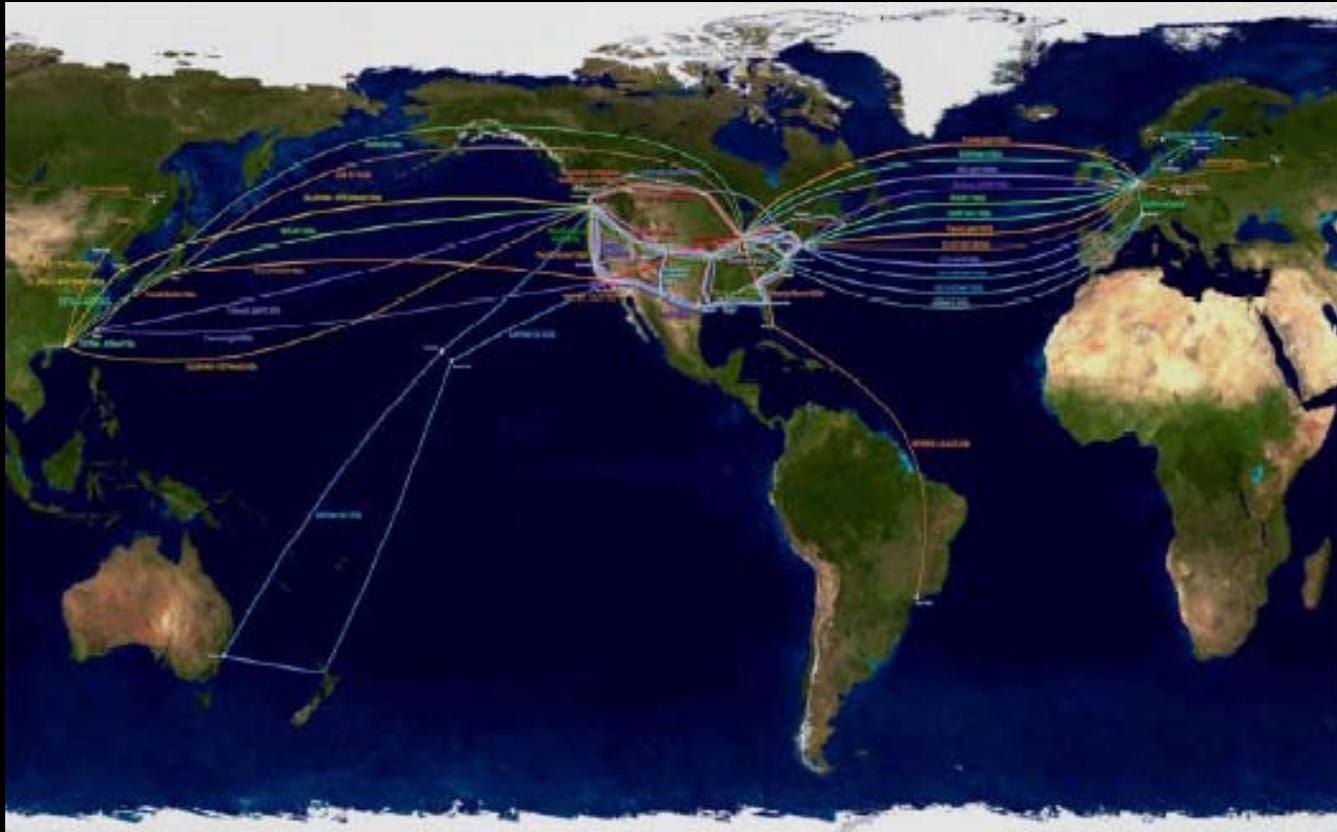
- Como conseguir financiamento?

Afinal, é um projecto “bottom-up”...

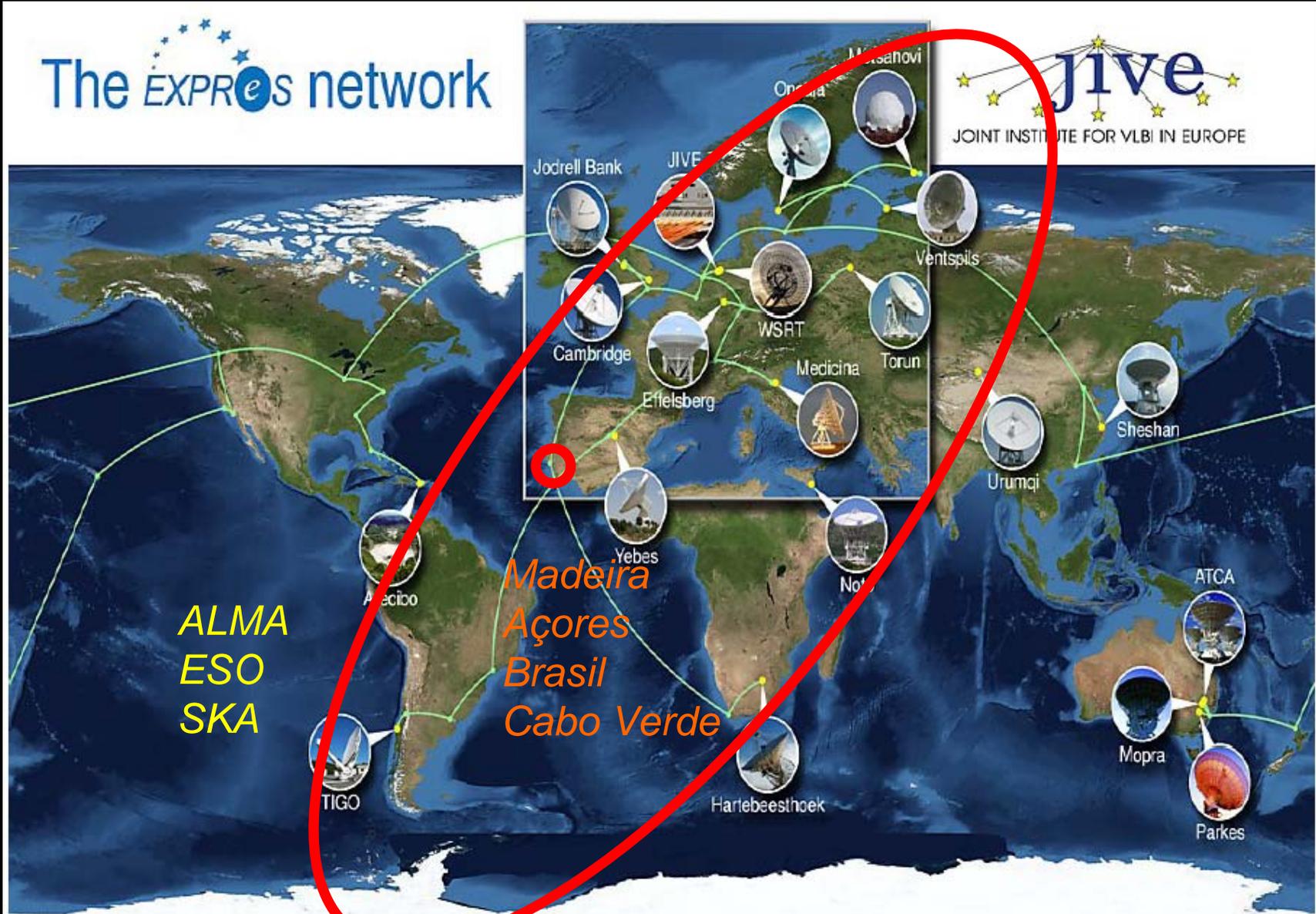
- Apoio local (autoridades);
- Rede de instituições nacionais (via rádio astrónomos)
- Rede de instituições internacionais (JIVE)
- Verbas da UE (na maior percentagem possível)

- Uma perspectiva risonha:

O e-EVN já não pensa na Ásia/China *[não há comunicações ópticas]*



D.Barbosa



Network status as per 2008-05-02. Image created by Paul Boven (pboven@jive.nl). Satellite image of the Mediterranean region, courtesy of Nasa Visible Earth (visibleearth.nasa.gov).

O fim...

...da “mid-Atlantic gap” ?



Para encontrar este ficheiro no site [www.anacom.pt](http://www.anacom.pt) siga este caminho ou cole a URL (link) abaixo no campo address do seu navegador (browser), e pesquise por "pedro\_augusto.pdf"

[Página Inicial](#) >

Url: <http://www.anacom.pt/render.jsp?categoryId=2>

Publicação: 05.12.2008  
Autor: ANACOM