

A situação da radioastronomia mundial e o projeto de VLBI no Hemisfério Sul

Jacques Lépine –IAG-USP

Artigo recente na Nature mostrando a viabilidade de VLBI em 1.3 mm

LETTERS

Vol 455|4 September 2008

Event-horizon-scale structure in the supermassive black hole candidate at the Galactic Centre

Sheperd S. Doeleman¹, Jonathan Weintroub², Alan E. E. Rogers¹, Richard Plambeck³, Robert Freund⁴, Remo P. J. Tilanus^{5,6}, Per Friberg⁵, Lucy M. Ziurys⁴, James M. Moran², Brian Corey¹, Ken H. Young², Daniel L. Smythe¹, Michael Titus¹, Daniel P. Marrone^{7,8}, Roger J. Cappallo¹, Douglas C.-J. Bock⁹, Geoffrey

The cores of most galaxies are thought to harbour supermassive black holes, which power galactic nuclei by converting the gravitational energy of accreting matter into radiation¹. Sagittarius A* (Sgr A*), the compact source of radio, infrared and X-ray emission at the centre of the Milky Way, is the closest example of this phenomenon, with an estimated black hole mass that is 4,000,000 times that of the Sun^{2,3}. A long-standing astronomical goal is to resolve structures in the innermost accretion flow surrounding Sgr A*, where strong gravitational fields will distort the appearance of radiation emitted near the black hole. Radio observations at wavelengths of 3.5mm and 7mm have detected intrinsic structure in Sgr A*, but the spatial resolution of observations at these wavelengths is limited by interstellar scattering^{4–7}. Here we report observations at a wavelength of 1.3mm that set a size of 10 microarcseconds on the intrinsic diameter of Sgr A*. This is less than the expected apparent size of the event horizon of the presumed black hole, suggesting that the bulk of Sgr A* emission may not be centred on the black hole, but arises in the surrounding accretion flow.



60 antenas distribuídas num raio de ~ 20 km



Europa, EUA e Asia Oriental

e nós??

Nova oportunidade surgiu com a idéia de construir no norte da Argentina Inicialmente 1, depois se falou em 2 antenas e interagir com o ALMA

O que é o ALMA ? O maior projeto da Astronomia mundial!

“Merge” de projetos americanos, europeu e japonês, que vinham sendo concebidos desde a década de 80

Discussões sobre colaborações desde meados da década de 1990

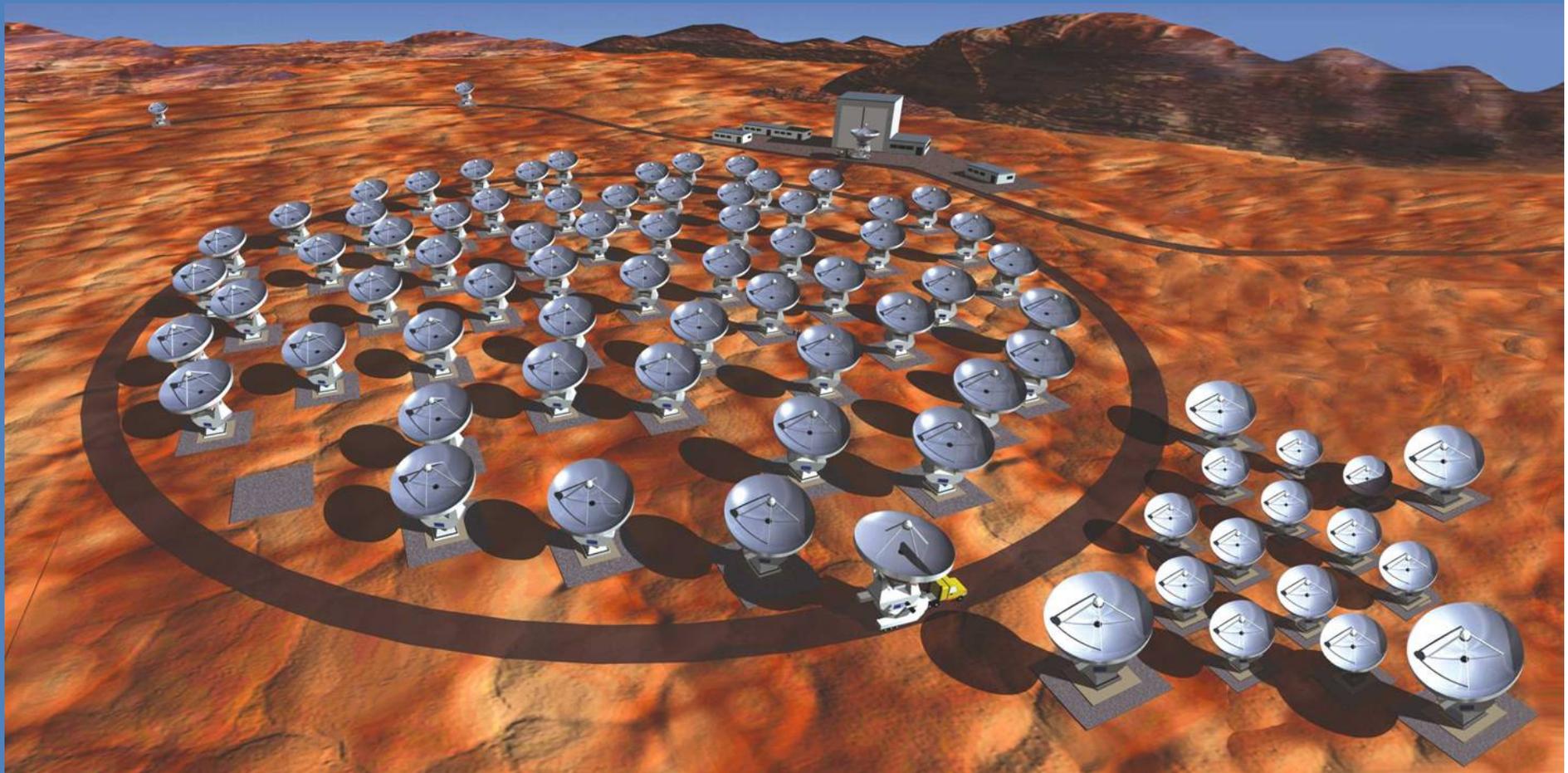
Acordo EUA/Europa + Japão formalizado em 2006

Como surgiu a proposta?

A proposta de antena num consórcio entre Argentina, Brasil e possivelmente Venezuela surgiu durante a reunião latinoamericana em 2007 e tomou forma durante simpósio no Chile em março de 2008

Projeto latinoamericano de radioastronomia ou VLBI-HS

Antenas milimétricas associadas ao ALMA



Caminho de Paranal a Macon

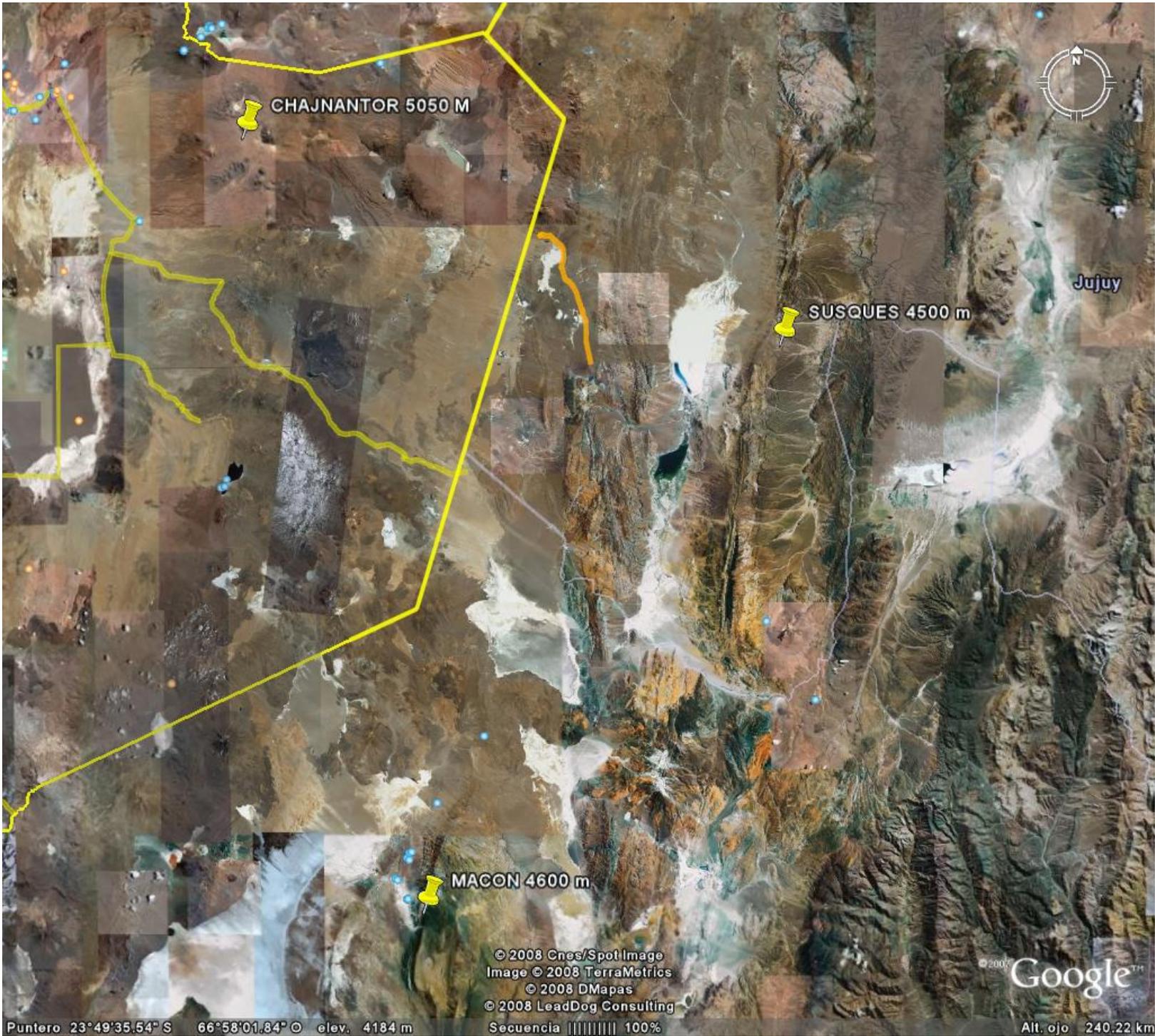


STAFF do ESO indo a Macon, sítio possível para o ELT (42m)



Vista de Macon a 4600m







Susques

Marca de posición sin título
Susques, Argentina

Lugar interesante 4400 m

otro lugar 4480 m

otro lugar interesante 4500m

lugar interesante 4500 m

Image © 2008 DigitalGlobe
Image © 2008 TerraMetrics
© 2008 DMapas
© 2008 Cnes/Spot Image

© 2007 Google™

Puntero 23°27'45.34" S 66°33'01.15" O elev. 4429 m

Secuencia ||||| 100%

Alt. ojo 10.04 km

Antenas protótipos de ALMA em Socorro New Mexico

Melco



Vertex



Alcatel-EIE



objetivos científicos para uma antena milimétrica em Macon

- Primeiras imagens VLBI de regiões poucas vezes maiores que a dimensão do horizonte de buracos negros super-massivos (e.g. Sgr A*, Cen A, etc.).
- Como jatos relativísticos são produzidos, acelerados e colimados.
- Megamasers extragalácticos de moléculas de água
- Masers de linhas de recombinação do átomo de hidrogênio
- Masers de regiões de formação estelar e envelopes estelares
- Absorção molecular na frente de quasares em altos Z s
- processos não térmicos em magnetosferas estelares
- Planetas extra-solares e discos proto-planetários
- Aplicações em Geodésia (e.g. movimento de placas tectônicas)

Contêxto político

- Projeto AUGER demonstrou a viabilidade de cooperação científica com a Argentina
- Existe desejo dos governos de promover integração de pesquisa científica e tecnologica
- Existem grupos de radioastronomia na Argentina, no Brasil, Chile e Mexico , sua integração seria desejável.
- Uma primeira antena em Macon (4600 m), a 180 km em linha reta do ALMA, seria o primeiro passo no desenvolvimento de um grande interferômetro VLBI com antenas distribuidas na Argentina, Bolivia, Chile e Peru. Com investimento modesto estaríamos colaborando com o ALMA,do qual estamos excluidos no momento.
- Usando frequência mais baixa (22 GHz) seria possivel fazer VLBI com Itapetinga e Africa do Sul -- maior integração no hemisfério
- O INCT de Astronomia é uma oportunidade para obter recursos para detalhar o projeto e prosseguir as negociações

orçamento

- Ministro de Ciência e Tecnologia da Argentina afirma que no contexto da integração regional, ha possibilidade de financiar projetos de ci~encias básica
- Possibilidades:
 - a) protótipos ALCATEL e/ou VERTEX: desmonte, transporte, remontagem **US\$ ~1.5 M** caso a antena seja doada, senão somar custo
 - b) Compra de antena adicional 12m igual às de ALMA . **Custo ~US\$ 10 M**
 - c) Fabricação em país latino-americano pode ser estudada
- Equipamento para VLBI mais receptores : **~ US\$ 1M**
- Custo total para 1 antena nova tipo ALMA + equipamento: **~ US\$ 15 M**
- Custo annual de operação US\$ 200 000, **10 anos US\$ 2M**
- Salário de 10 engenheiros 2000/mes *12*10*10anos= **US\$2.4 M**
- **CUSTO TOTAL para 10 anos ~ US\$ 20M Brasil: 10 M**

Situação atual

- Luiz Rodrigues (Mexico) emprestou o “ tipper” por tempo indeterminado para escolha de sítio.
- Mandamos carta para o Fred Lo (NRAO) e Tim de Zeeuw (Diretor geral do ESO) manifestando nosso interesse pelas antenas que estão no Arizona. O assunto foi levado ao Conselho do ESO, que não se opôs e vai nomear uma comissão que vai definir os custos e fazer uma proposta. O novo presidente do Conselho, Laurent Vigroux, é bastante amigo do Mirabel. Resposta esperada para março
- Felix Mirabel fez visita recente aos locais, Macon, Susques, visitando universidade e conversando com reitores e com o governador da provincia

Papel da Comissão provisória VLBI-HS

- **Constituir a comissão definitiva e definir os papéis dos membros**
- **Elaborar uma proposta de estrutura administrativa para o futuro observatório**
- **Definir as características técnicas dos receptores, analisadores espectrais, terminais de interferometria, etc, em contato com os responsáveis pelo ALMA**
- **Estudar alternativas de VLBI (Itapetinga-Africa do Sul)**

SKA

telescópio da próxima geração para a região de λ de metros a centímetros

- 100 x sensibilidade dos radio interferômetros mais potentes.

- grande campo de visão instantâneo

- novos modos de operação a baixas frequências



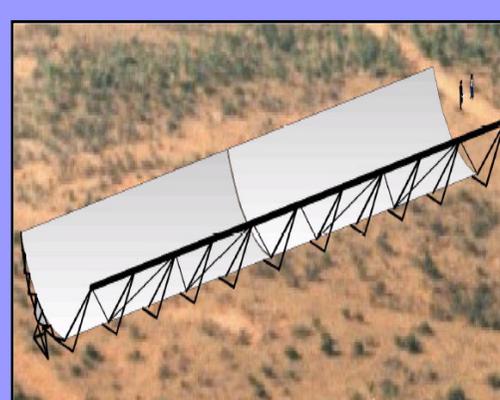
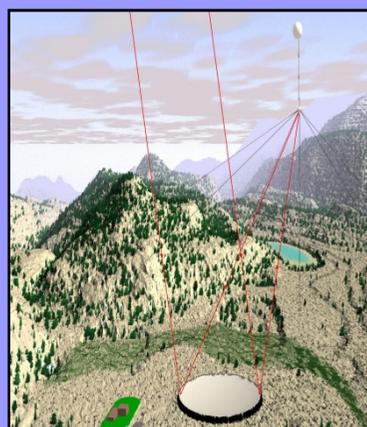
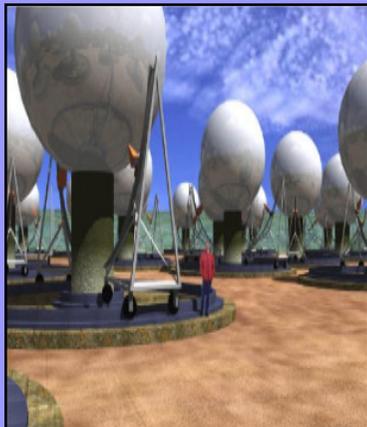
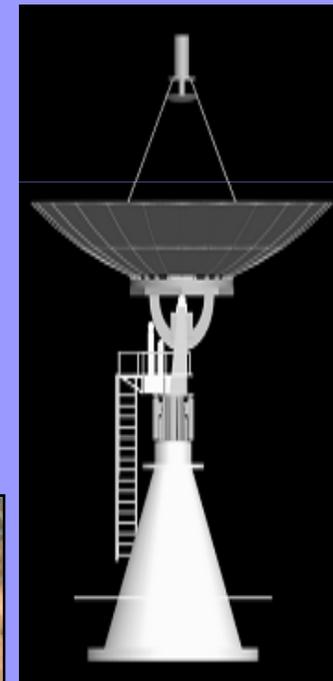
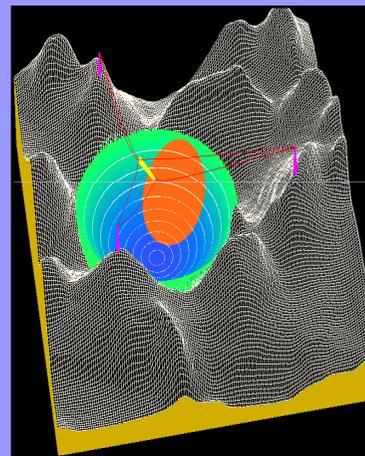
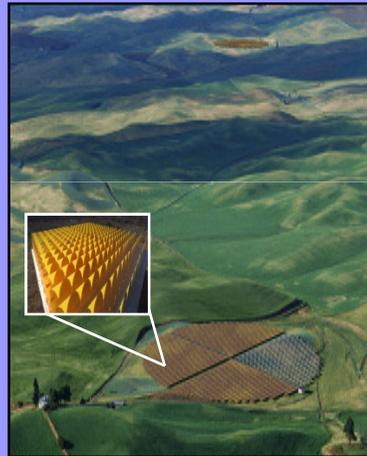
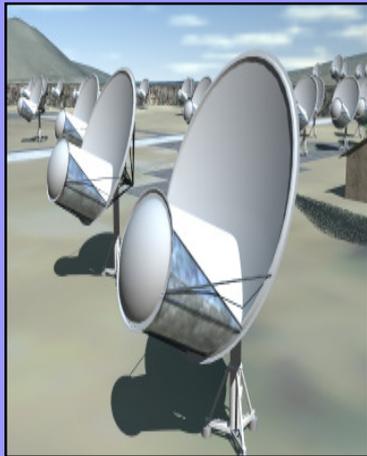
telescópio extremamente poderoso para realizar surveys, com capacidade de acompanhar objetos individuais com grande resolução angular e resolução temporal

SKA é + internacional

34 institutos in 15 países participam atualmente do projeto

- **desenvolvimento de tecnologia**

7 conceitos novos de antenas; receptores, transporte de dados, processamento de dados, arquivamento de dados



Principais especificações

- área coletora $\approx 10^6$ metros quadrados
- faixa de frequência 100 MHz – 25 GHz
- campo de visão pelo menos 1 grau quadrado em 1.4 GHz, possivelmente 50 graus quadrados.
- configuração

20% da área coletora total numa região de 1 km de diametro 50% da área coletora dentro de 5 km

75% da área coletora dentro de 150 km

linha de base máxima pelo menos 3000 km do “core”

custo: 1,5 bilhão de dolares

Principais especificações

- área coletora $\approx 10^6$ metros quadrados
- faixa de frequência 100 MHz – 25 GHz
- campo de visão pelo menos 1 grau quadrado em 1.4 GHz, possivelmente 50 graus quadrados.
- configuração

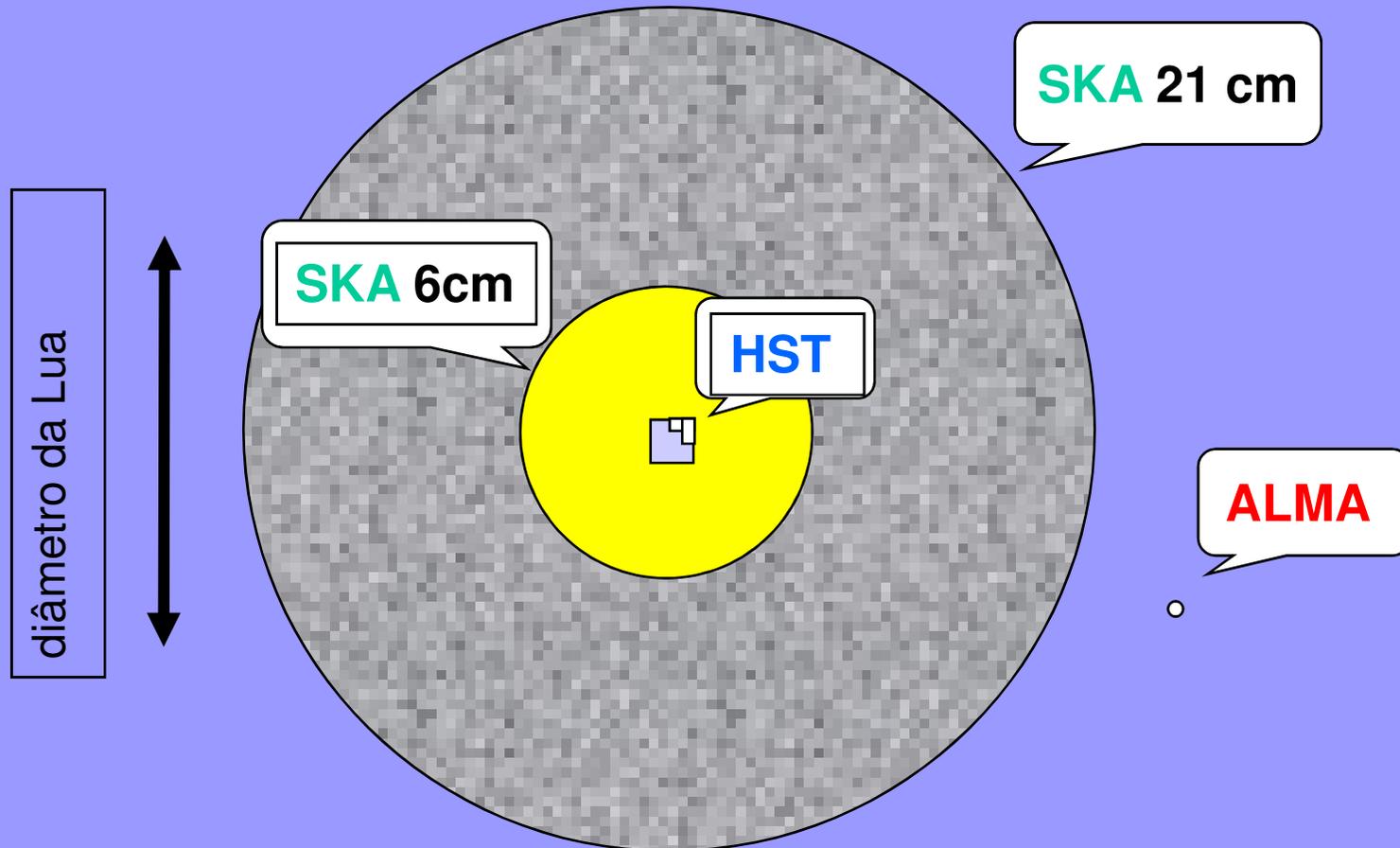
20% da área coletora total numa região de 1 km de diametro 50% da área coletora dentro de 5 km

75% da área coletora dentro de 150 km

linha de base máxima pelo menos 3000 km do “core”

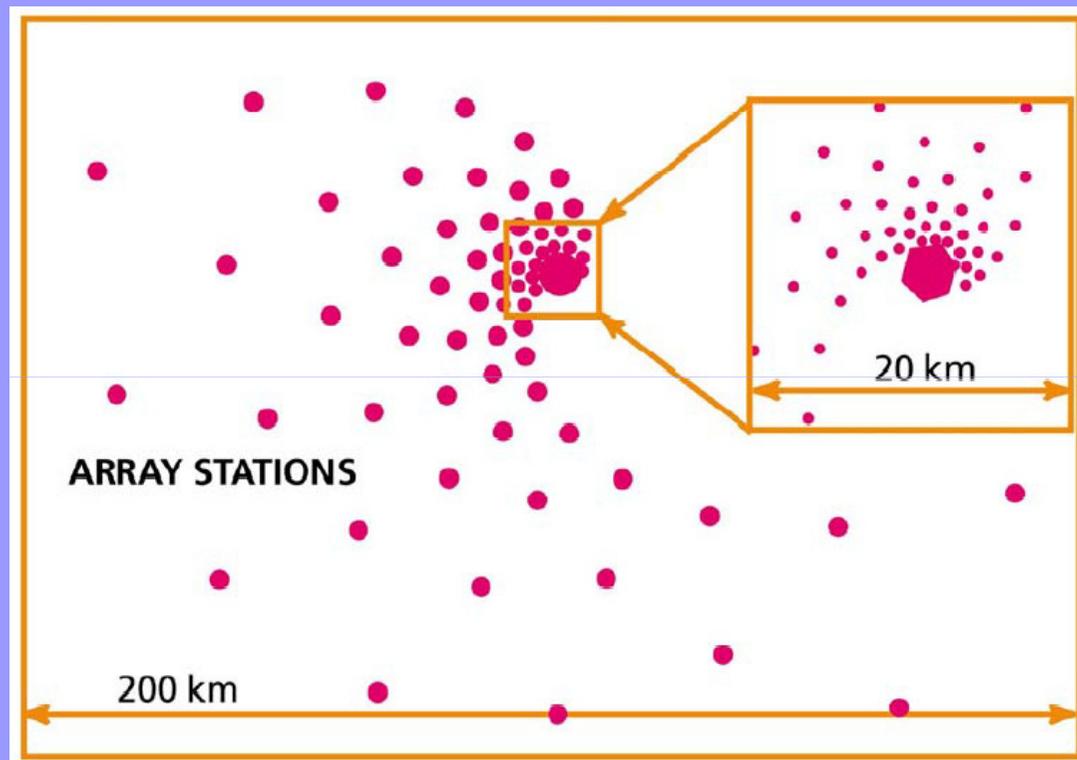
custo: 1,5 bilhão de dolares

campo de 1 grau² (mínimo)
para surveys e eventos transientes



A configuração provável

- formato “array” necessário para alcançar resolução angular
- cerca de 50% das antenas na região central de 5 km
- antenas mais externas agrupadas em “estações”
Cada estação tem área coletora equivalente a uma antena de 100m. Estações são conectadas via fibra óptica



número de estações grande ou pequeno?

$30 < N < 1000$ a ser decidido

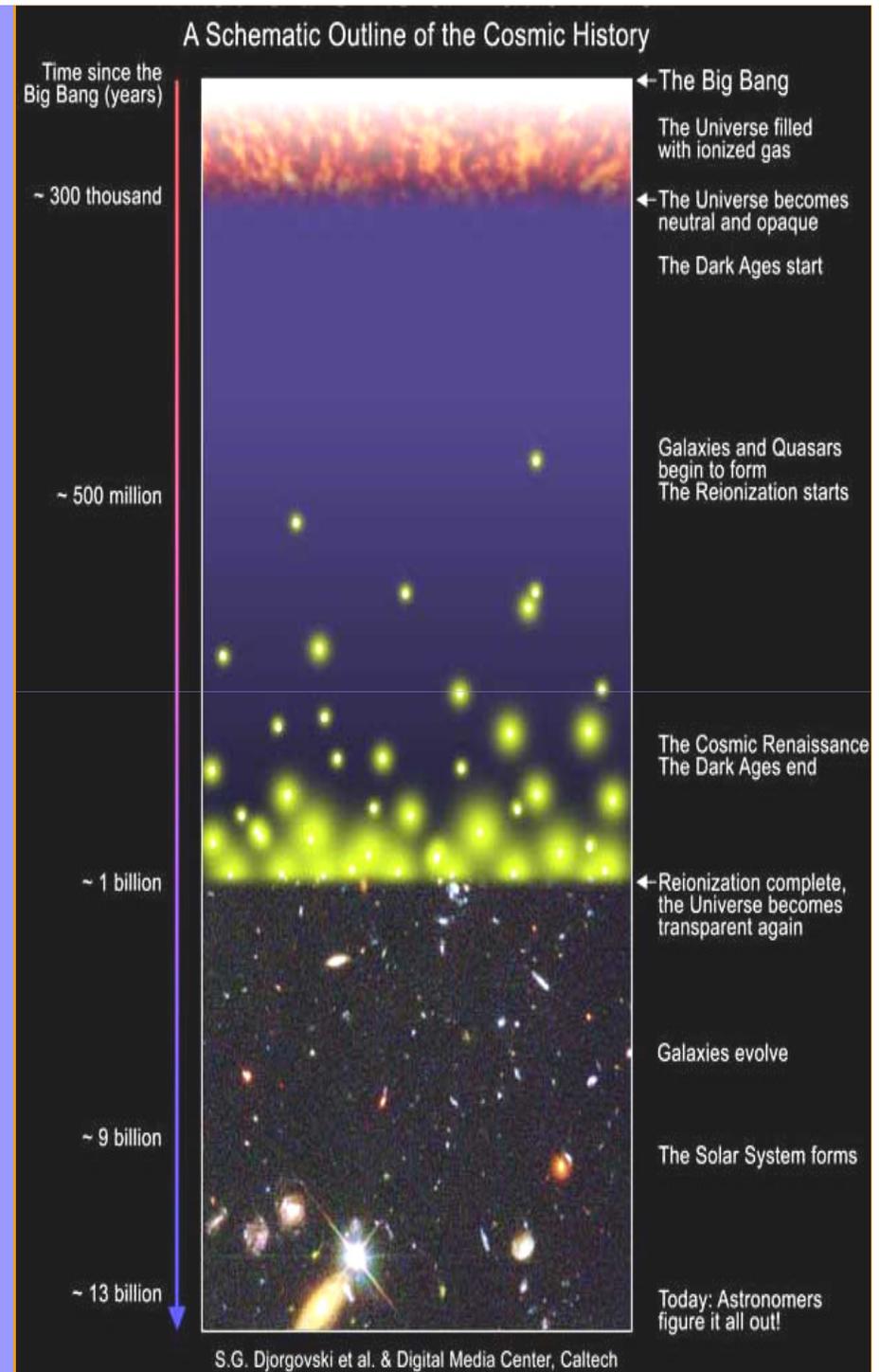
- ciência

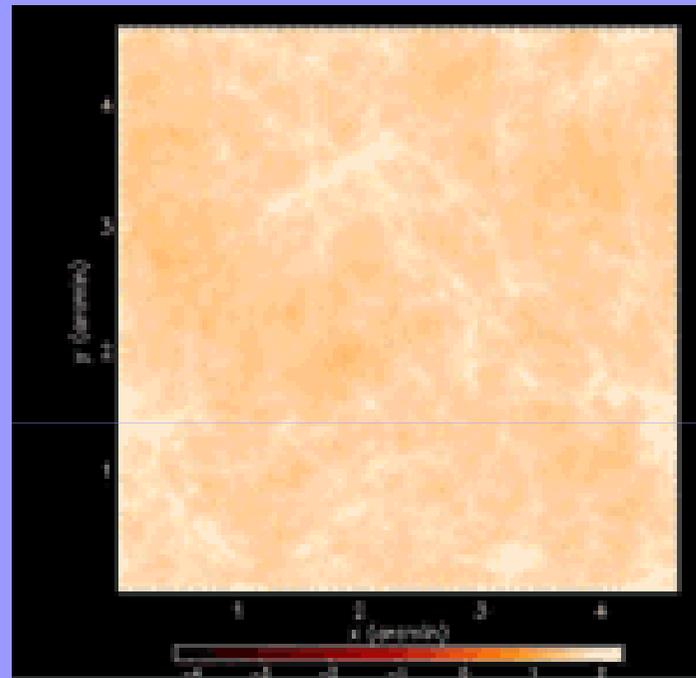
key science projects

- “dark ages” antes da reionização do universo (21 cm em alto redshift)
- a evolução de galáxias e a estrutura de grande escala do universo
- testes de campos de gravitação fortes em pulsares e buracos negros
- a origem e evolução do campo magnético cósmico
- a procura da vida

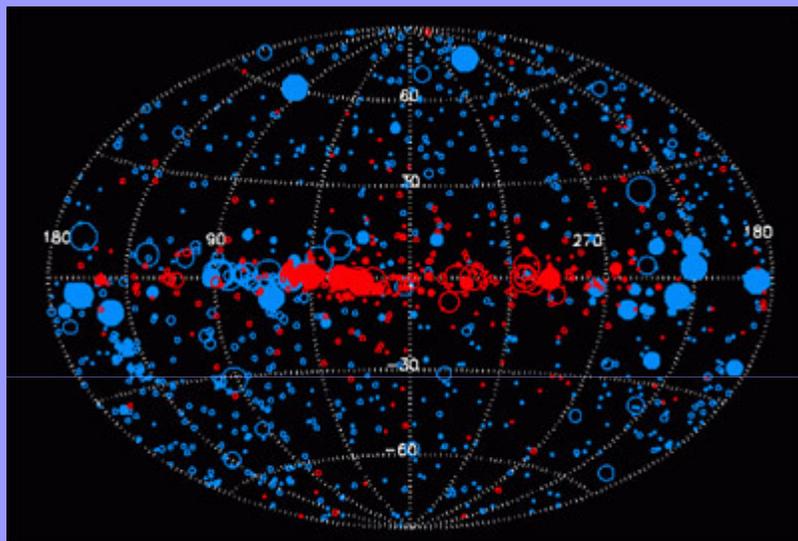


+ exploração do desconhecido



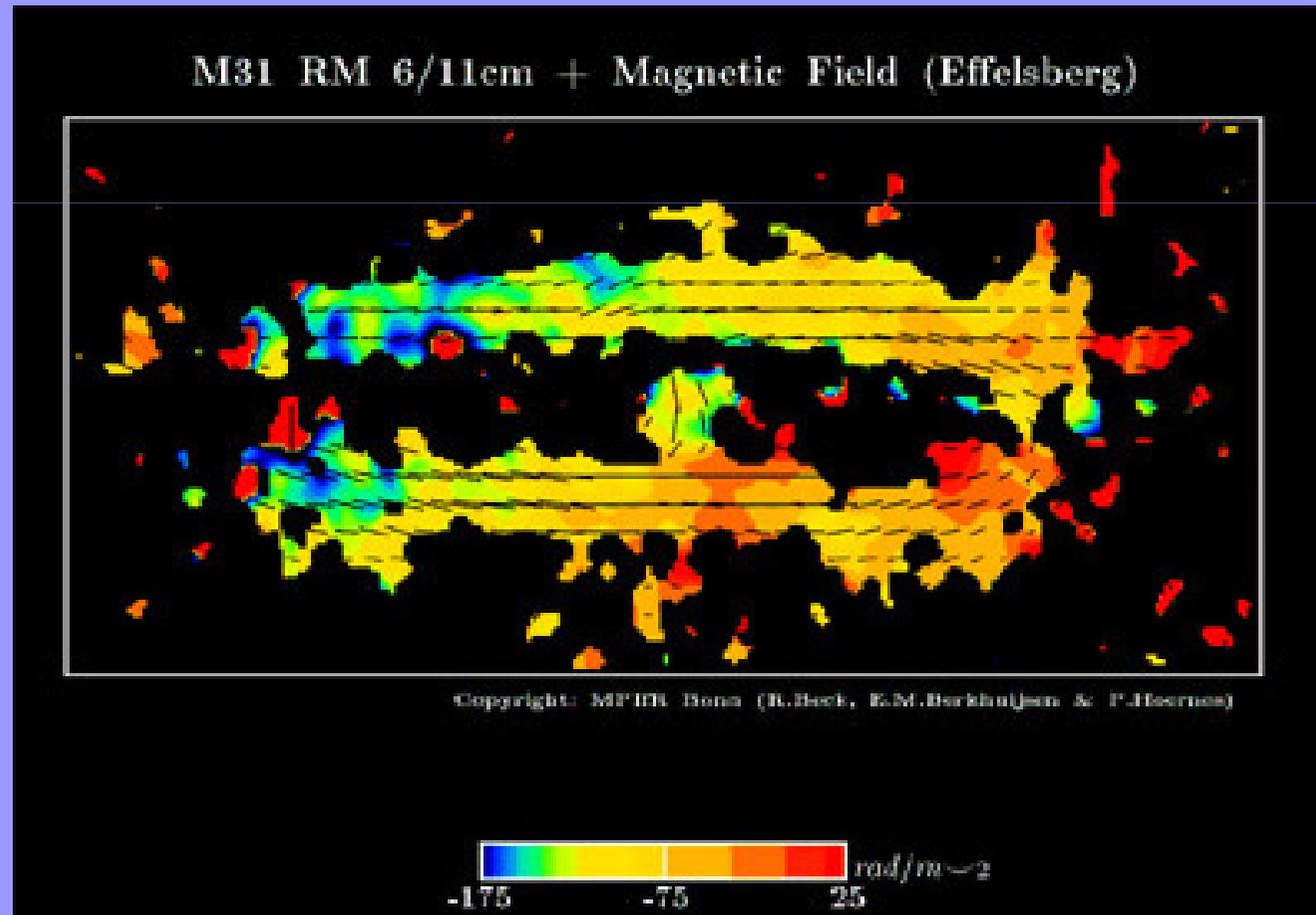


The origin and evolution of Cosmic Magnetism



An Aitoff projection of the celestial sphere in Galactic coordinates, showing recently compiled sample of 1203 rotation measures (RMs). Closed circles represent positive RMs, while open circles correspond to negative RMs, in both cases the diameter of a circle proportional to the magnitude of its RM. The 887 blue sources represent RMs toward extragalactic sources, while the 316 red sources indicate RMs of radio pulsars. The SKA will be able to measure in excess of ten million RMs, spaced at less than an arcminute between sources. Figure courtesy of Jo-Anne Brown.

The Faraday rotation in the Andromeda galaxy (M31) has a negative sign on the northeastern side (on the left in the image) but is positive on the opposite side. This proves that the magnetic field in M31 is highly ordered and forms a ring, pointing away from us in the northeast and towards us on the southwest side. This demonstrates the capacity of Faraday rotation to detect fields and determine their strength and direction. The SKA will be able to apply this technique out to high redshifts, encompassing millions of galaxies and even the intergalactic medium. Figure copyright Max-Planck-Institut fuer Radioastronomie (R. Beck, E. M. Berkhuijsen & P. Hoernes).



SKA participação argentino-brasileira

2004 – apresentamos proposta brasileira – rejeitada porque o Brasil apresenta ionosfera desfavorável. fomos aconselhados a juntar os esforços com a Argentina

2005 – dezembro – 4 propostas recebidas oficialmente pelo SKA: China, Austrália, África do Sul, Argentina + Brasil

O projeto Argentina + Brasil tinha seu “core” em El Leoncito

2007- apenas África do Sul e Austrália continuam no pareão

Sítio de El Leoncito proposto para o SKA



Lofar

Para frequências abaixo de 250 MHz

Começou na Holanda e está se transformando em projeto mais amplo

Conexões por fibra óptica

“mitigação” faz interferências

Because of the large fields of view, surveys at the higher LOFAR frequencies will detect unprecedented numbers of star-forming galaxies with star formation rates of tens of solar masses per year at an epoch at which the bulk of galaxy formation is believed to occur.

