

Antena Esférica Mário Schenberg

Natália Carvalho

Orientador: Odylio Aguiar
Novembro/2010

Histórico

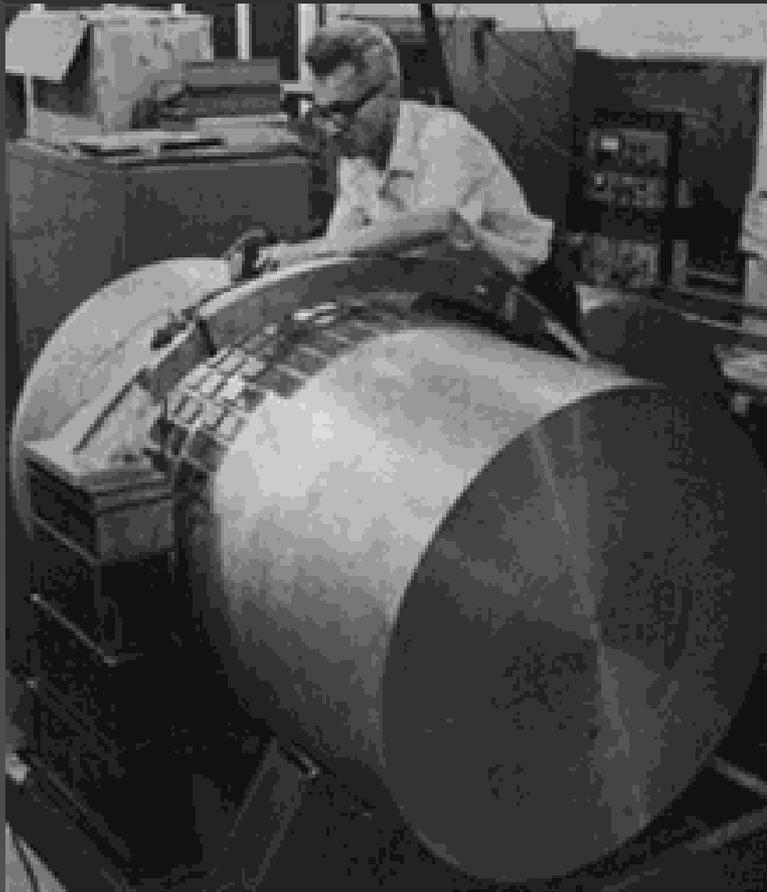
- **Década de 50** – Alguns físicos concluíram que a Relatividade Geral realmente prevê a existência de OGs.
- **Década de 60** – Joseph Webber desenvolveu o primeiro detector de Massa Ressonante.
- **Década de 70** – Forward propôs a idéia da antena esférica.
- **Década de 80** – Warren Johnson iniciou as pesquisas para o desenvolvimento de antenas esféricas.
- **Década de 90** – O Professor Odylio e colaboradores desenvolveram a proposta do detector esférico brasileiro.
 - > 2000 – O projeto foi aprovado pela Fapesp
 - > 01/04/2000 – Inícios dos trabalhos
 - > 08/09/06 - O detector funcionou pela primeira vez
 - > 30/04/2007 – Conclusão do projeto

Atualmente...

Desde 2007 o detector vem sendo aperfeiçoado com a objetivo de aumentar sua sensibilidade.

Nesse sentido, estamos na terceira geração de transdutores. Atualmente em fase de testes mecânicos.

Uma vez definida a nova configuração do transdutor e a construção de um conjunto completo de seis unidades, o Schenberg estará apto a funcionar novamente.



Barra de Webber

Schenberg



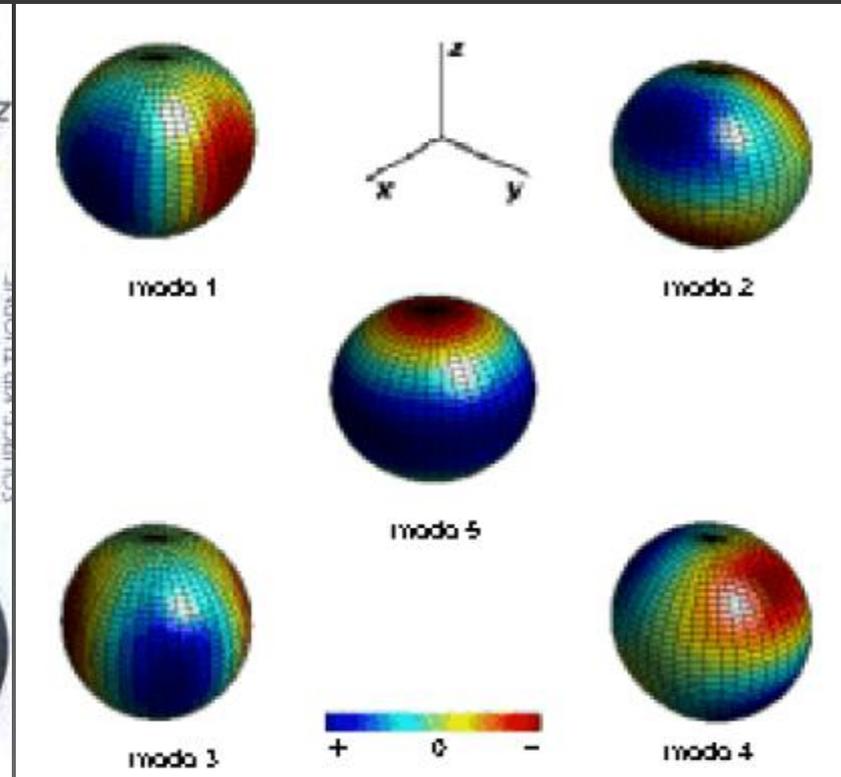
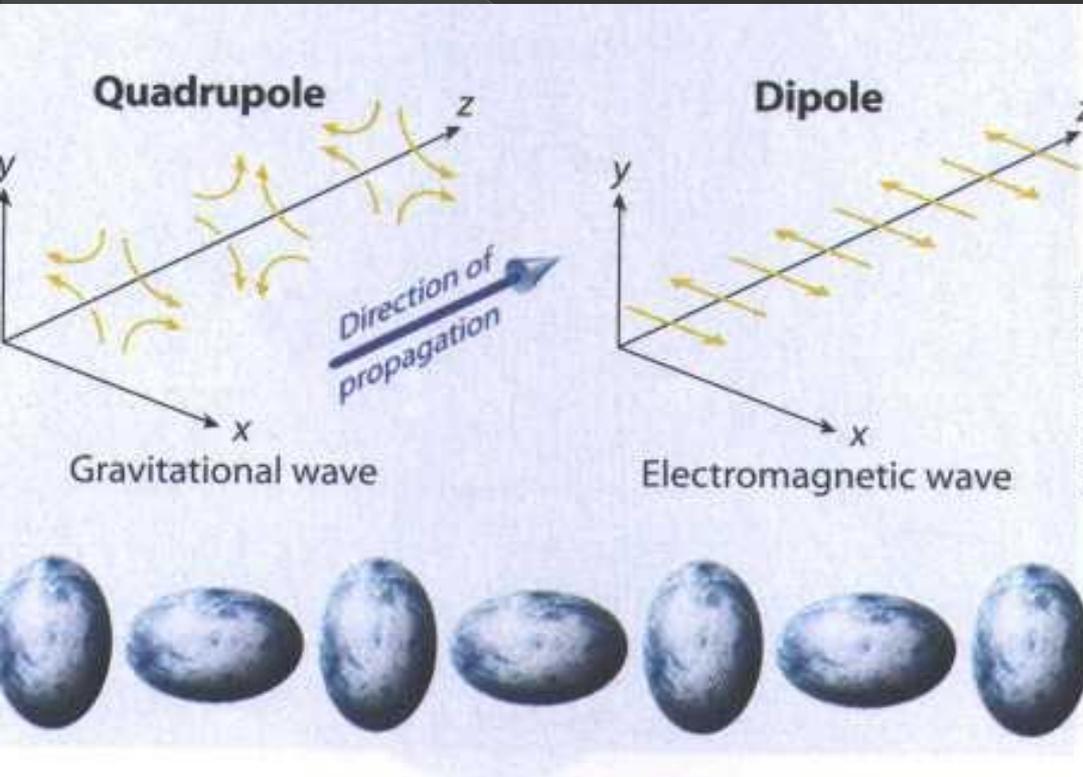
Características da Antena Esférica

- Detector esférico
 - 1150 Kg
 - Composto de cobre e alumínio (94% / 6%)
 - 65 cm de diâmetro
- Deverá atingir :
- temperaturas de $\sim 100\text{mK}$
 - Sensibilidade $10^{-22} \text{ Hz}^{-1/2}$
 - Banda passante de 400 Hz, centrada em 3.2 KHz

Vantagens em relação a barra:

- > A esfera é isotrópica (onidirecional) – Pode detectar OGs vindas de qualquer direção, sem privilegiar nenhuma.
- > A informação deixada pela OG na antena esférica é mais completa. Com vários sensores é mais fácil detectar OGs, bem como determinar a direção de propagação da onda e a sua polarização.

Modos Quadrupolares



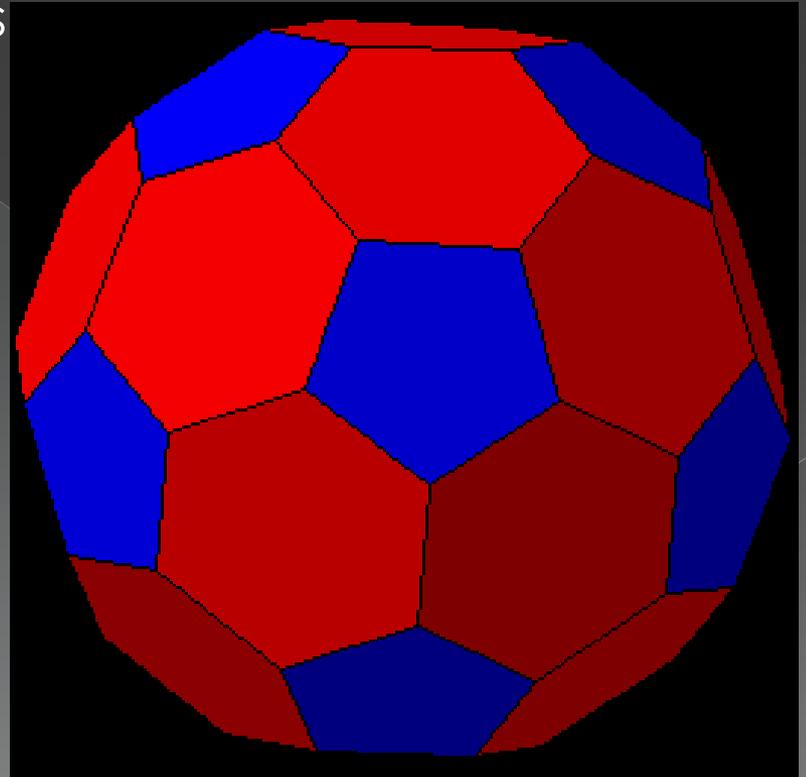
A antena esférica possui 5 modos quadrupolares.

$$\Psi(\theta, \phi, \omega) = \sum_{i=1}^5 \underline{a_i(\omega)} \Psi_i(\theta, \phi)$$

Os 5 modos quadrupolares estão associados aos 5 harmônicos esféricos

$$h = \begin{pmatrix} h_{xx} & h_{xy} & h_{xz} \\ h_{yx} & h_{yy} & h_{yz} \\ h_{zx} & h_{zy} & h_{zz} \end{pmatrix}$$

Para detectar os 5 modos quadrupolares precisaríamos de um poliedro com 10 faces, de forma que cada duas faces opostas acomodasse um transdutor. Entretanto, não existe um poliedro regular com tais características. A disposição dos transdutores, portanto, obedece a geometria de um **icosaedro truncado**. Sendo um para cada dupla de faces opostas. Existem então, **6 transdutores** na nossa antena.



Sensibilidade x Ruído

As principais fontes de ruído no detector são:

- Movimento Browniano
- Ruído nos Sensores
- Limite Quântico

Para alcançar a temperatura de 100 mK a esfera é mantida numa câmara de vácuo, que também permite o isolamento de vibrações sonoras.

Em detectores ultra-criogênicos ($T \sim 100\text{mK}$) a amplitude média quadrática de vibração da antena está em torno de 10^{-15} m

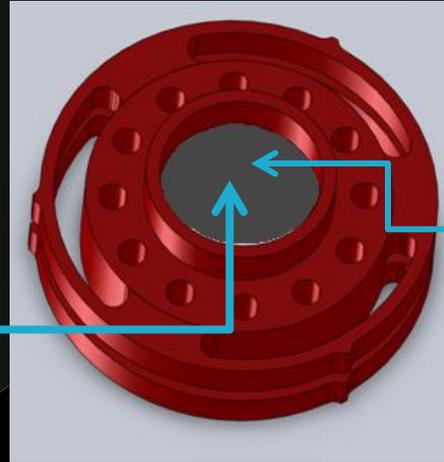
Solução \rightarrow Materias com alto Q mecânico ($\sim 10^6$)

Se essa fosse a única fonte de ruído, o detector estaria apto a medir OGs de amplitude $\sim 10^{-20} \text{ m}$.

Transdutores



Transdutor de nióbio, massa efetiva de ~30 g.



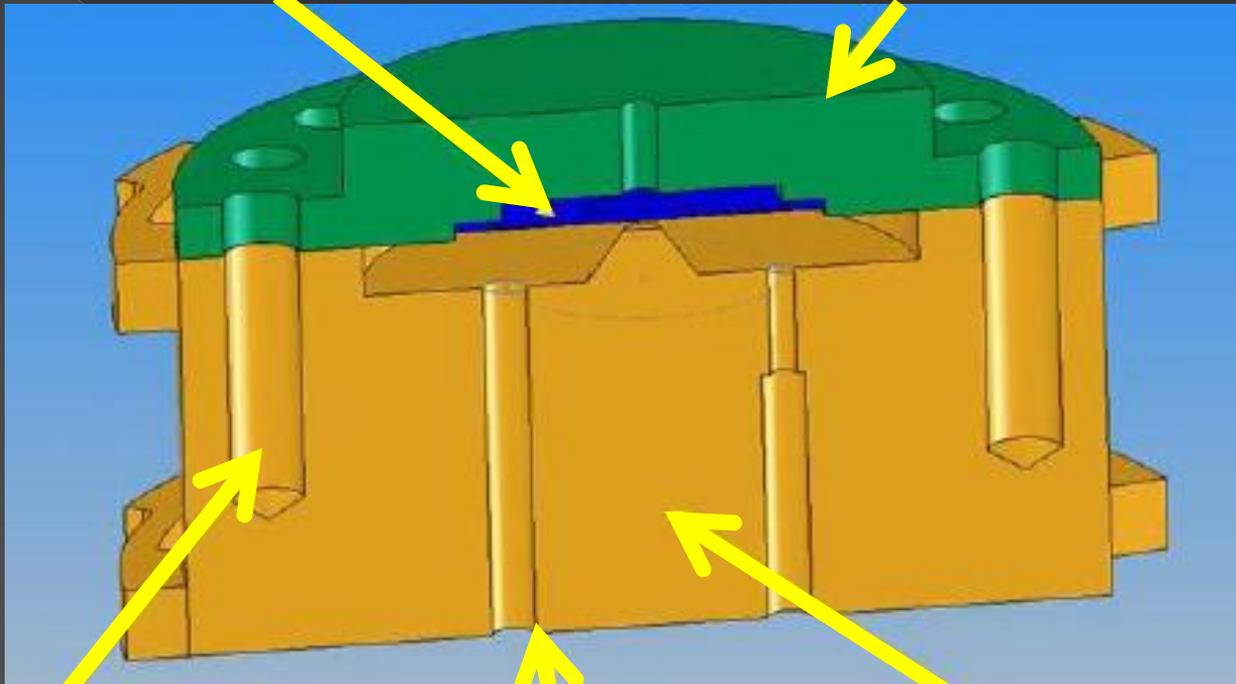
Membrana de silício (com deposição de nióbio), massa efetiva de ~3mg.

Revestida por material supercondutor, modula a frequência de ressonância da cavidade de microondas.

$$\text{Ganho em amplitude} \sim 10K = \sqrt{\frac{300\,000g}{0.003g}}$$

Membrana de silício

Tampa de alumina



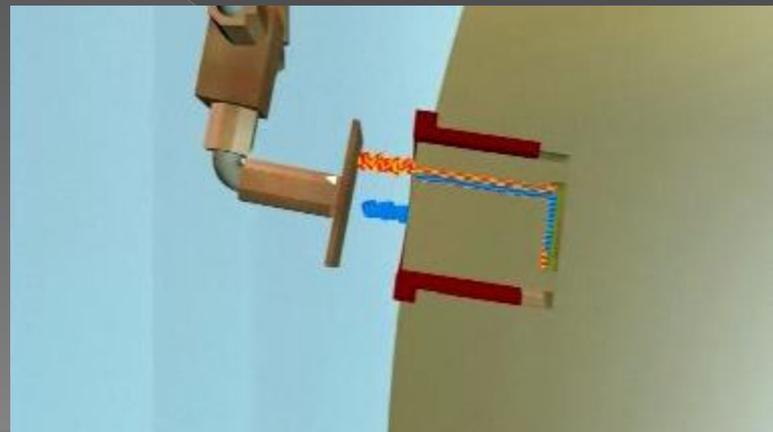
A esfera esta preparada para receber um sinal em uma banda estreita centrada em 3.2 GHz.

Parafusos

Antena Microstrip + sonda elétrica

Corpo do transdutor

A antena de microfita emite um sinal de 10 GHz e este retorna modulado pela oscilação da membrana.

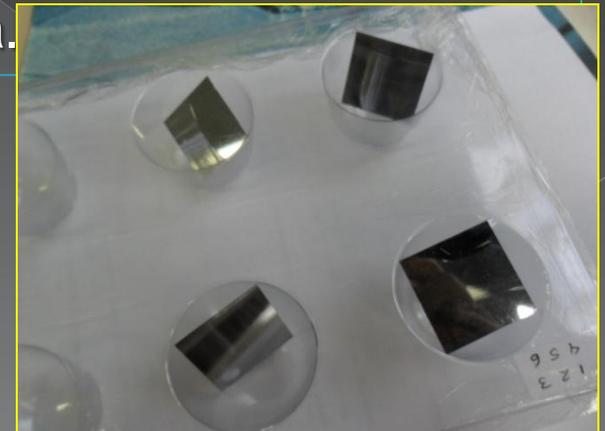


Continuidade do Trabalho

- Determinaremos o Q mecânico da membrana do silício e analisaremos se o fator é alto o bastante.
- Otimizar as dimensões da cavidade de microondas para elevar seu Q elétrico e o acoplamento das antenas microstrip.



Com o auxílio do grupo do *Laboratório de Óptica da Unicamp*, pretendemos obter o Q. Isto será feito incidindo um feixe de laser sobre a membrana, que devolverá a luz sobre um cristal fotorrefrativo, gerando um sinal elétrico, que será utilizado para determinar a frequência de vibração da membrana.



Referências

- B.S. Sathyaprakash & B.F. Schutz .<http://arxiv.org/abs/0903.0338>
- B.F. Schutz & F. Ricci .<http://arxiv.org/abs/1005.4735>
- M. Cattani. <http://arxiv.org/abs/1004.2470>
- Furtado, Sérgio Ricardo. Desenvolvimento de Transdutores Paramétricos de Alta Sensibilidade para o Detector de Ondas Gravitacionais Mario Schenberg - São José dos Campos: INPE, 2009.

Obrigada!