

MECANISMO DE GERAÇÃO DE ONDAS GRAVITACIONAIS EM ANÃS BRANCAS DE ALTA ROTAÇÃO

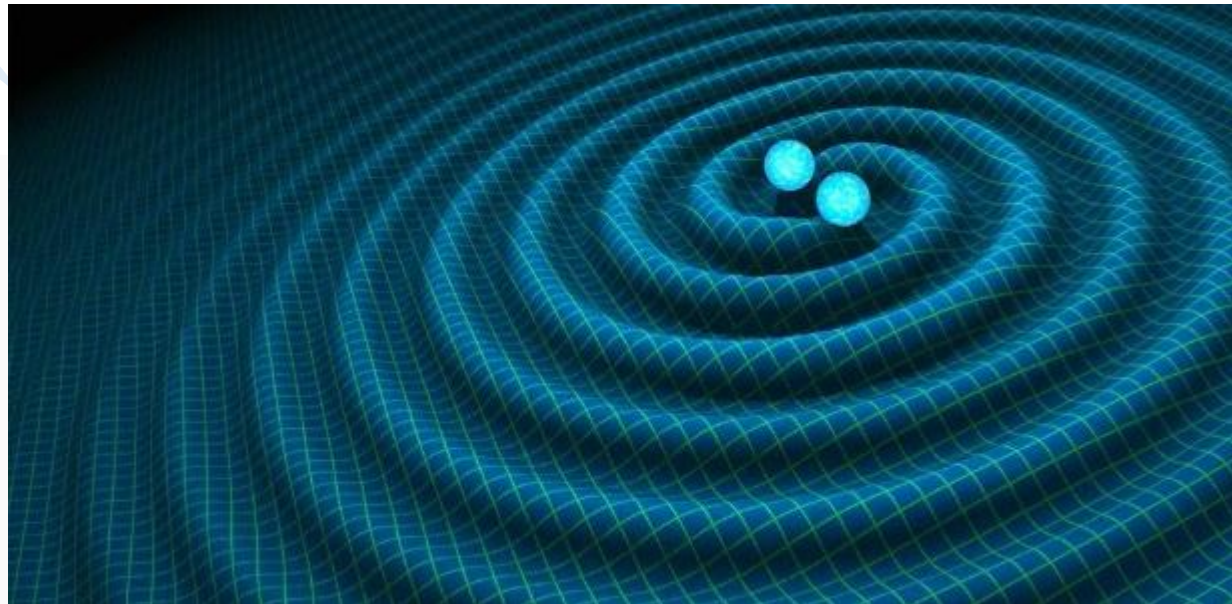
Manoel Felipe Sousa
manoel.sousa@inpe.br

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE

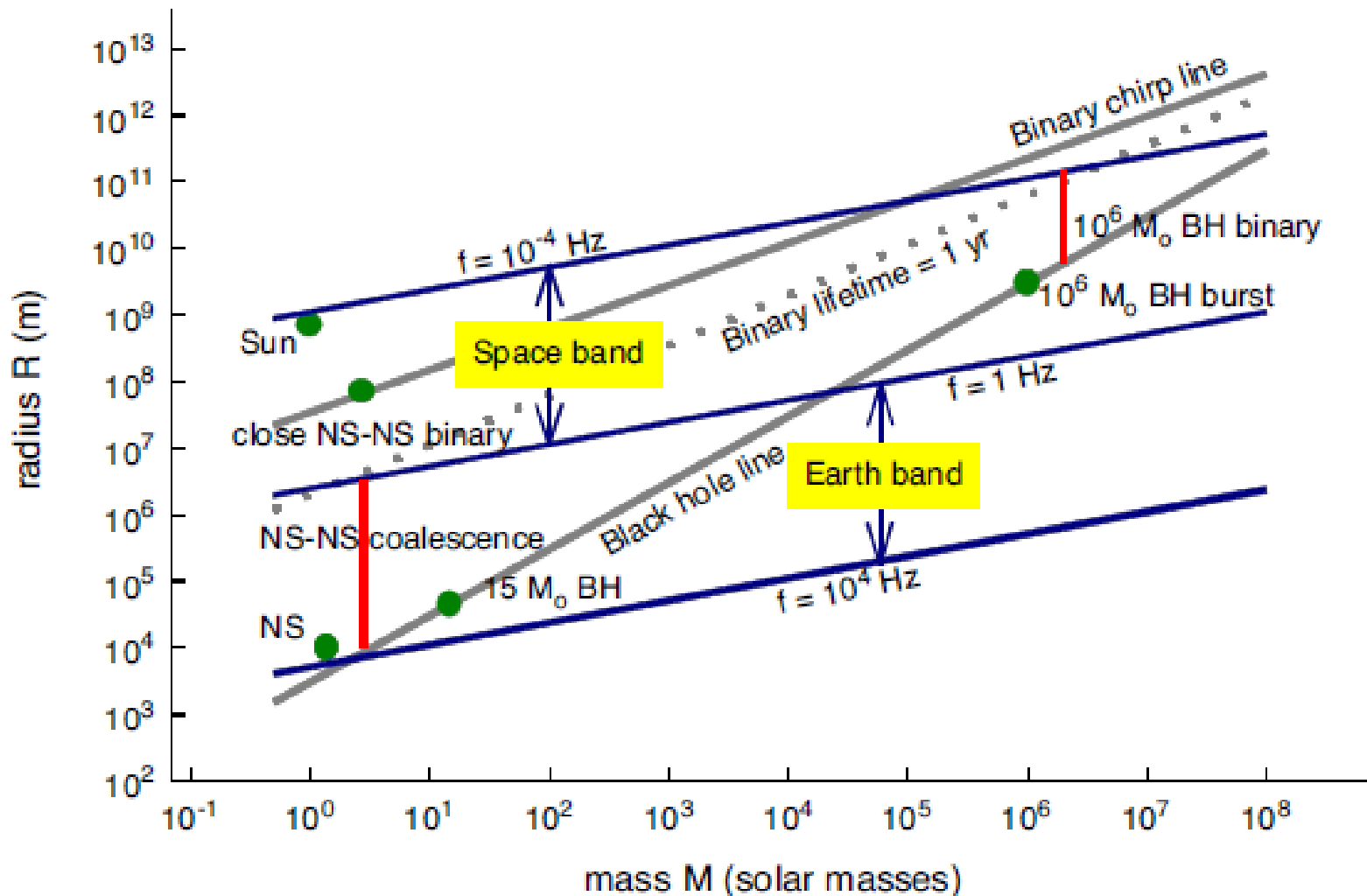
São José dos Campos, SP, 08 de maio de 2017

Ondas Gravitacionais

- Quando a curvatura varia rapidamente devido ao movimento do (s) objeto (s), são produzidas ondulações de curvatura. Essas ondulações do espaço-tempo são chamadas ondas gravitacionais.

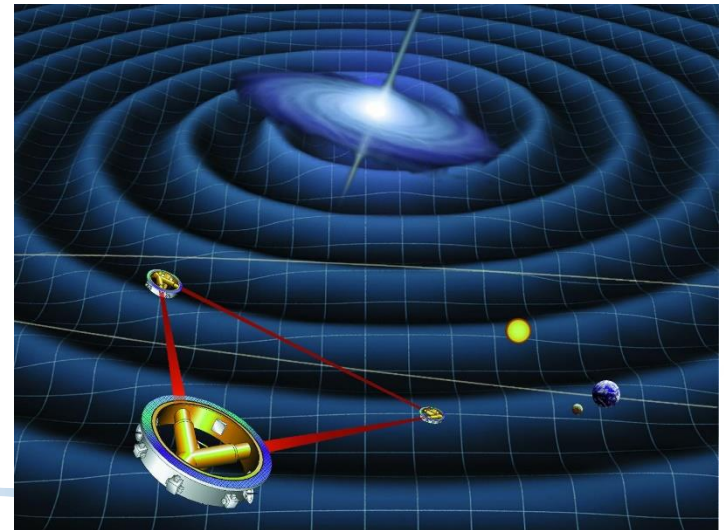
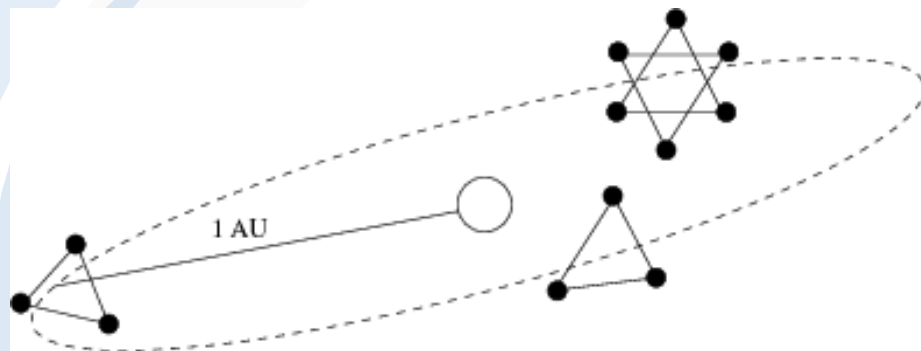


Dinâmica Gravitacional



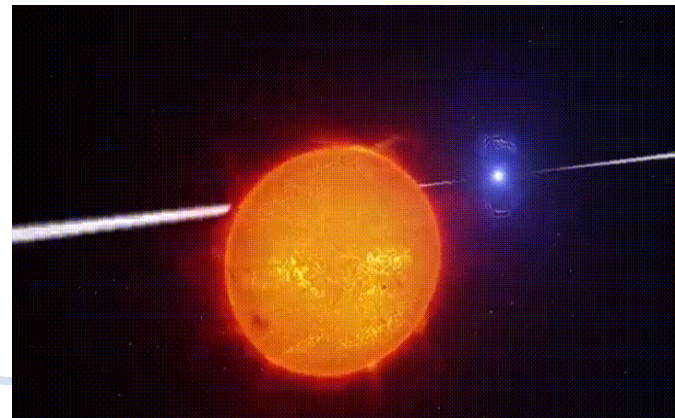
Detectores Espaciais de OGs

- **LISA** - Laser Interferometer Space Antenna;
- **BBO** - Big Bang Observer;
- **DECIGO** - DECI-hertz Interferometer Gravitational wave Observatory



Fonte Astrofísica de Interesse

- **Anãs Brancas de alta rotação**
 - Anãs brancas incomuns que emitem pulsos de energia
 - Geralmente encontradas em sistemas binários
 - Apresentam um forte campo magnético (10^3 G a 10^9 G para a superfície da estrela) (FRANZON; SCHRAMM, 2017)
 - Uma anã branca com a rotação mais rápida observada tem um período de 13,2 s (MEREGHETTI et al., 2009)



Pesquisa

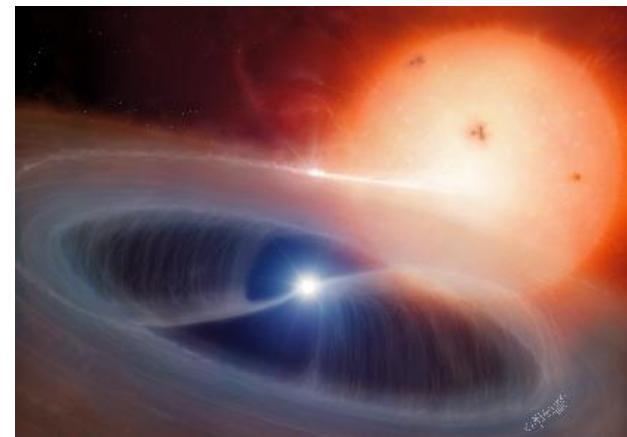
- Estudar os mecanismos de geração de radiação gravitacional para essas anãs brancas através de 3 processos:
 - acreção de matéria;
 - distorção da estrutura da estrela em razão do forte campo magnético;
 - Modo de vibrações da estrela devido a starquakes.

Acreção de Matéria

- Radiação gravitacional devido ao acúmulo de matéria (montanhas) nos polos magnéticos tal que esses polos não coincidem com o eixo de rotação da estrela.
- Amplitude da onda:

$$h_0 = \frac{2G}{c^4} \frac{\delta m R^2 \omega^2}{r}$$

- Sistemas a serem estudados inicialmente:
- AR Scorpii
 - Sistema binário com uma anã branca que gira com um período de 1,97 minutos
- AE aquarii
 - Variável cataclísmica do tipo DQ Herculis que completa uma revolução a cada 33,08 segundos



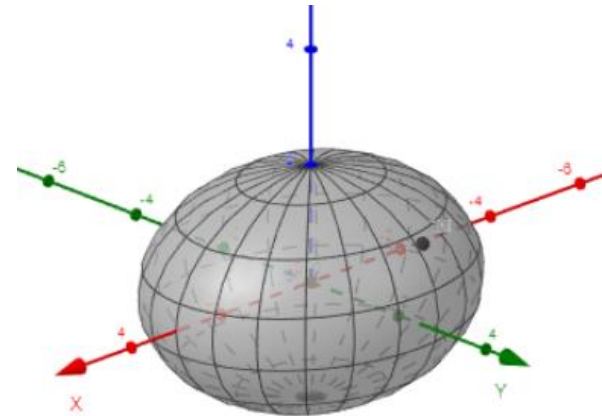
Elipticidade magnética

- Deformação da anã branca rotante induzida pelo intenso campo magnético, onde consideramos que a AB é triaxial.

- Amplitude da onda:

$$h_0^{sp} = \left(\frac{5 G}{2 c^3} \frac{I_{zz} \dot{f}_{rot}}{r^2 f_{rot}} \right)^{1/2}$$

- Sistemas a serem estudados inicialmente:
- AR Scorpii
 - Anã branca com $B_s \approx 10^8 \text{G}$ e desacelerando em uma escala de tempo de 10^7 anos
- AE aquarii
 - Anã branca com $B_s \approx 10^7 \text{G}$ e spindown $\dot{P} = 5,64 \times 10^{-14} \text{ s/s}$



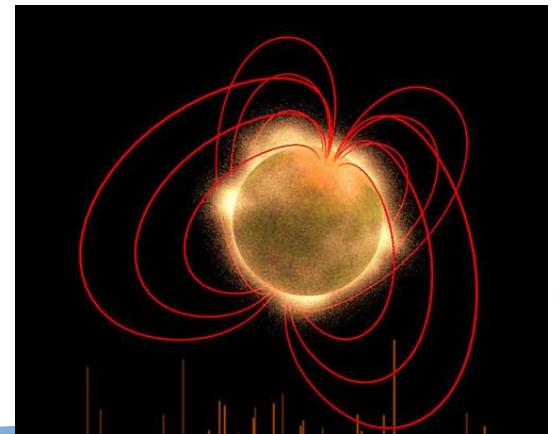
Modos de Vibração

- Modelo alternativo com base nos pulsares de anãs brancas para explicar uma classe de pulsar conhecidos como Soft Gamma Repeaters (SGR) e Anomalous X-ray Pulsars (AXP).
- OGs podem ser geradas a partir de vibrações na estrela em razão de uma explosão de energia, ou seja, quando acontece um glitch, starquakes ocorrem fazendo com que a estrela chacoalhe.

- Amplitude da onda:

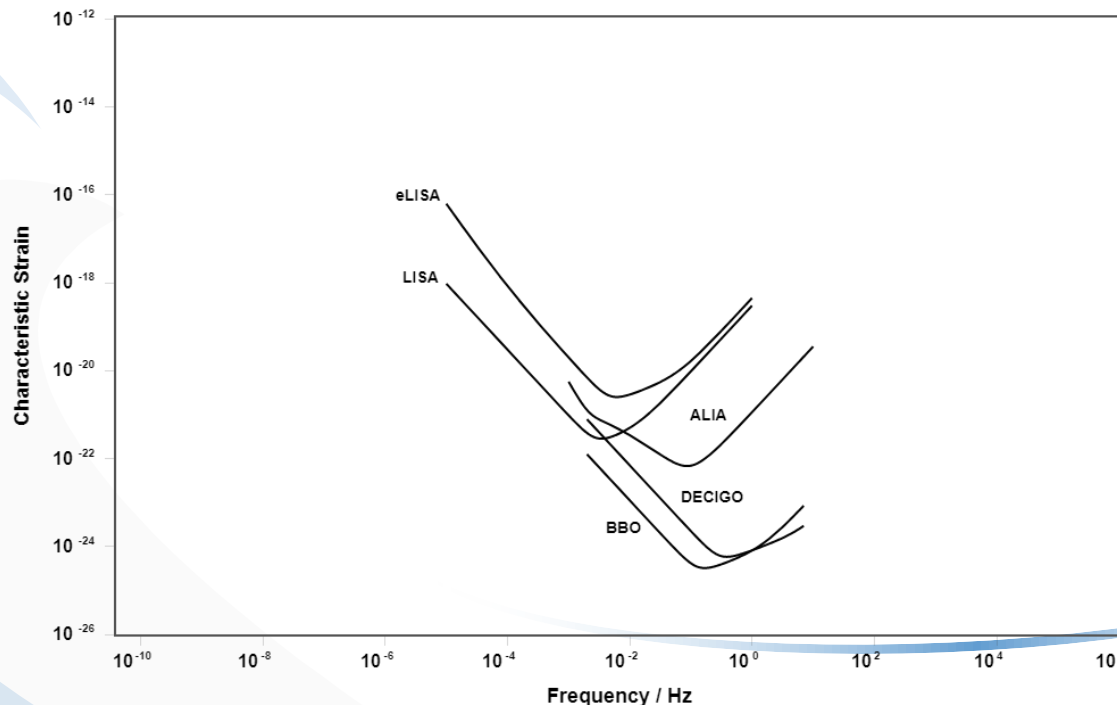
$$h_{eff} = \left(\frac{G}{r^2 c^3 \pi^2} \frac{E_{GW}}{f_b} \right)^{1/2}$$

- Inferir a energia liberada devido a OGs para calcular a amplitude da onda.



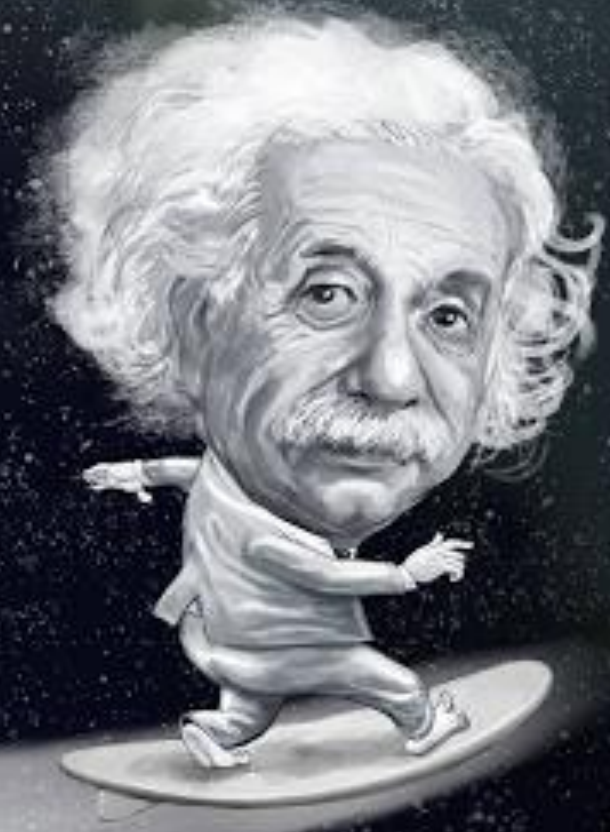
Próximos passos

- Determinar a banda de frequência característica para cada mecanismo de emissão;
- Calcular analiticamente as amplitudes alterando parâmetros da fonte como a massa e raio para obter limites para essa medida;
- Plotar as curvas de sensibilidade dos detectores espaciais e identificar onde as fontes em questão estão posicionadas nestes gráficos;
- Explorar a relação de spindown da estrela com a perda de energia por OGs.



Fonte:
<http://rhcole.com/apps/GWplotter/>

ALBERT,
MAS PODE
ME CHAMAR
DE SURFISTA
PRATEADO...



AR
EIR

Fonte: <https://2.bp.blogspot.com/G6ip9MWyrNU/VsHQqHLyxEI/AAAAAAAAhR0/PHfnj7BXiGM/s560/Aroeiraeinstein.jpg>

**Obrigado pela
atenção!!**

REFERÊNCIAS

- B.S. Sathyaprakash; B. F. Schutz. **Physics, Astrophysics and Cosmology with Gravitational Waves**. Living Rev. Relativity, 12, 2009.
- B F Schutz. **Gravitational-wave sources**. Class. Quantum Grav. 13, 1996.
- C. S. CHOI; I. YI. **On the rapid spin-down and low-luminosity pulsed emission from ae aquarii**. The astrophysical journal, 538 : 862-869, 2000.
- FRANZON, B.; SCHRAMM, S. **AR Scorpii and possible gravitational wave radiation from pulsar white dwarfs**. , v. 467, p. 4484–4490, jun. 2017.
- <http://rhcole.com/apps/GWplotter/>
- <https://lisa.nasa.gov/>
- <https://www.ligo.caltech.edu/>