



## DETECÇÃO DE ONDAS GRAVITACIONAIS: POSSIBILIDADES PARA A ASTRONOMIA

Universidade Federal de Viçosa - UFV

Karoline Aparecida Margarida Ferreira França, Departamento de Física/UFV,  
karoline.franca@ufv.br

Winder Alexander de Moura-Melo, Departamento de Física/UFV, winder@ufv.br

Área Temática: Ciências Exatas e da Terra

Área do conhecimento: Ciências Exatas e Tecnológicas

Palavras-chave: Relatividade Geral, Ondas Gravitacionais, Astronomia

### Introdução e Motivação

A Teoria da Relatividade Geral (TRG) propõe que a gravidade é a curvatura do próprio espaço-tempo. A curvatura do espaço-tempo muda à medida em que a matéria-energia se move. Mas o espaço-tempo tem um certo tempo de reação ao movimento da matéria-energia, pois essa informação viaja à velocidade da luz. Então, o tempo de reação faz com que se formem ondulações no espaço-tempo. Ditas ondulações se propagam pelo espaço-tempo e são chamadas de ondas gravitacionais (OG). Portanto, as OG são vibrações do espaço-tempo no espaço-tempo e são produzidas pelo movimento da matéria-energia. Esta pesquisa bibliográfica pretende mostrar como a detecção de OG permite o desenvolvimento da astronomia, como um complemento às observações que se valem das ondas eletromagnéticas (OEM).

### A Detecção de Ondas Gravitacionais

O nascimento da astronomia das OG em 2015 correspondeu a um sinal de 0,2 segundos de duração detectado pelo LIGO (Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory) nos USA. Esse sinal representou a fusão de dois buracos negros (BN) de aproximadamente 30 massas solares, localizados em uma galáxia há 1,3 bilhões de anos-luz da Terra. A Figura 1 mostra o sinal detectado pelos observatórios em Handford e Livingston, separados por 3.000 [km]. O gráfico compara a detecção do sinal por cada observatório com as devidas correções de tempo de viagem dos sinais e da diferença na orientação dos detectores. Portanto, constata-se que ambos LIGO observaram o mesmo sinal e a detecção direta de OG foi confirmada em 2016 [1]. Assim, as OG são um novo espectro ondulatório com propriedades diferentes e complementares às OEM. Ou seja, as OG permitem obter uma informação direta da distribuição de matéria-energia do sistema que as gerou. Por exemplo, BN que são invisíveis eletromagneticamente emitem OG, mas as OG não fornecem uma localização precisa do sistema no céu.

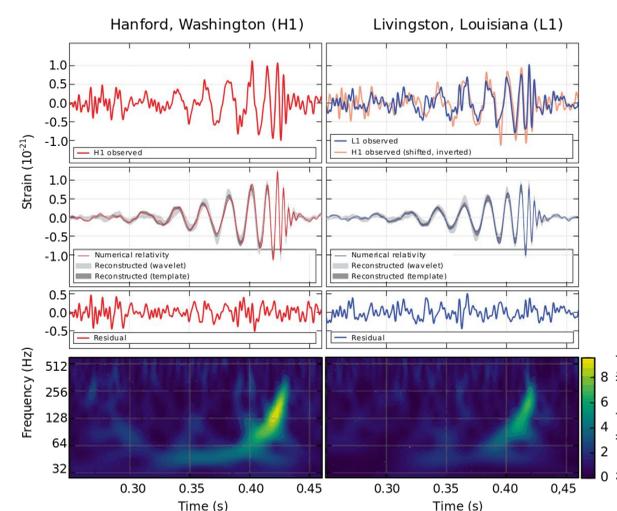


Figura 1: Comparação da detecção do sinal de OG pelos LIGO em Handford e Livingston [2].

### Resultados e Discussão

A primeira detecção direta de OG corresponde às previsões da TRG sobre a existência de OG e de BN. Essas observações demonstraram a existência de sistemas binários de BN e forneceram dados sobre sua origem. Atualmente existem mais de 200 instrumentos ópticos no mundo cobrindo o espectro eletromagnético e que estão operando em parceria com o LIGO. Desde 2015 já são 50 eventos astrofísicos observados e em 2021 foi detectado pela primeira vez um sistema binário BN e estrela de nêutrons.

### Conclusões e Perspectivas

O desafio da astronomia das OG é detectar essas ondas e extrair informação sobre os fenômenos mais exóticos do universo: fusões de estrelas de nêutrons e de BN, explosões de raios gama e de estrelas supernova, etc. Inclusive, seria possível observar o que aconteceu logo após o Big Bang, quando o universo ainda não tinha um segundo de idade.

### Bibliografia

[1] B. P. Abbott *et al.* (LIGO Scientific Collaboration and Virgo Collaboration) Phys. Rev. Lett. 116, 061102.

[2] LIGO. Disponível em: <https://www.ligo.org/detections.php>. Acesso em: 18 set. 2021.

### Agradecimentos

Ao Prof. Dr. Afrânio Rodrigues Pereira pelas importantes discussões sobre o assunto.  
Às agências financiadoras: CAPES, CNPq e FAPEMIG.