

# LIGO E VIRGO DISPONIBILIZAM DADOS DAS DUAS PRIMEIRAS CORRIDAS OBSERVACIONAIS

## INTRODUÇÃO

Onda gravitacionais são ondulações muito pequenas no tecido do [espaço-tempo](#) que esticam e contraem o espaço quando passam. Os dois detectores LIGO Avançado nos E.U.A. e o detector italiano Virgo Avançado medem essa [deformação \(strain\)](#), ou mudança relativa de comprimento, observando a [interferência](#) do feixe laser que viaja por vários quilômetros pelos braços perpendiculares do interferômetro.

A Colaboração Científica LIGO (LSC) e a Colaboração Virgo divulgam seus dados para a comunidade científica e para o público por meio do [Gravitational Wave Open Science Center \(GWOSC\)](#). A home page aparece como na Fig. 1. Convidamos os leitores interessados a dar uma olhada e descobrir todas as potencialidades do site. Neste [artigo](#), fornecemos detalhes sobre a coleta de dados e sua calibração e curadoria. Descrevemos a estrutura e o conteúdo dos arquivos de dados divulgados ao público. Também damos dicas para ferramentas de software para facilitar o uso dos dados.

## TUDO O QUE VOCÊ GOSTARIA DE SABER SOBRE OS DADOS DE ONDAS GRAVITACIONAIS!

Os detectores não coletam dados continuamente, mas alternam períodos de coleta de dados com manutenção e comissionamento. Os períodos de coleta de dados são chamados corridas observacionais. Este artigo se concentra na primeira e na segunda corridas, denominadas O1 e O2. O1 ocorreu entre setembro de 2015 e janeiro de 2016, e o O2 ocorreu entre novembro de 2016 e agosto de 2017.

Os gráficos que você vê nas Figs. 2 e 3 mostram a sensibilidade de cada detector como quantificado pelo BNS *range*, correspondendo aproximadamente à distância média na qual podemos detectar um evento astrofísico específico, uma fusão de duas [estrelas de nêutrons](#). Esta é uma maneira padrão de avaliar as capacidades de cada detector, monitorando o quão longe ele pode "ver" esta classe muito interessante de eventos astrofísicos. Em O1 e O2, o intervalo BNS para os detectores LIGO foi em torno de 60 a 100 mega-parsecs (Mpc).

A fusão de buracos negros tipicamente produzem sinais mais "baixos", e o alcance dos detectores do LIGO para esse evento podem ainda ser muitas vezes maior do que o alcance para estrelas de nêutrons que se fundem. Os detectores LIGO e Virgo fizeram observações significativas na O1 e O2; essas detecções estão compiladas no catálogo GWTC-1: veja o [artigo](#), o [resumo científico](#) (como esse) e os [dados abertos](#). O LIGO e o Virgo também buscam por [ondas gravitacionais de outras fontes](#).



Fig. 1: O site atual do Gravitational Wave Open Science Center.

## FIGURAS DA PUBLICAÇÃO

Para mais informações sobre outras figuras, leia o artigo do Arxiv disponível em: <https://arxiv.org/abs/1912.11716>

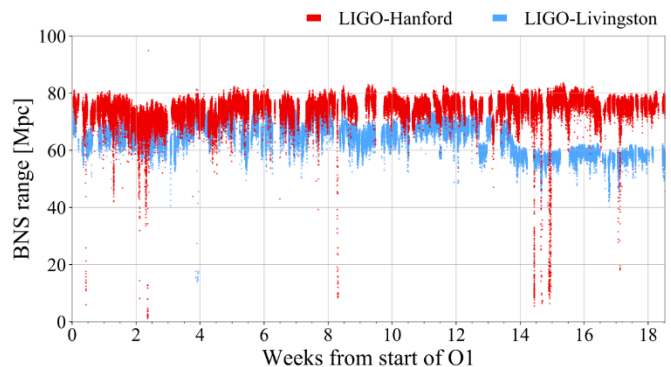


Fig. 2: BNS range (um número usado para quantificar o desempenho de um detector) durante a primeira execução de observação (O1).

É preciso um detalhado [procedimento de calibração](#) para converter a saída do detector em deformação adimensional (dimensionless strain), que é o principal produto de dados contido nos arquivos GWOSC. A série temporal de deformação inclui tanto o ruído do detector quanto algum sinal astrofísico que possa estar presente. Ela é calibrado apenas para [frequências](#) entre 10 Hz e 5000 Hz. Qualquer sinal aparente fora dessa faixa não pode ser confiável porque não é uma representação fiel da deformação da onda gravitacional nessas frequências.

Uma das complicações na análise dos dados das ondas gravitacionais é que as propriedades do ruído variam com o tempo e a frequência. A contribuição do ruído aumenta acentuadamente em frequências altas e baixas. Por esta razão, normalmente a janela de observação que levamos em consideração vai de dezenas de Hz a alguns milhares de Hz. Além disso, os dados também contêm artefatos de ruído transientes, chamados *glitches*, que podem mascarar ou imitar os sinais de ondas gravitacionais.

Para verificar a capacidade de nossos *pipelines* de detecção de detectar sinais de ondas gravitacionais e para testar e calibrar os detectores, injetamos sinais de ondas gravitacionais simuladas ("*hardware injections*") em momentos conhecidos. É claro que mantemos registros cuidadosos dessas injeções para evitar qualquer confusão com eventos reais.

## GRAVITATIONAL WAVE OPEN SCIENCE CENTER

O *Gravitational Wave Open Science Center* pode ser acessado em <https://www.gw-openscience.org>. Na Fig. 1 você pode ver a página inicial do site. O leitor interessado é encorajado a explorar as informações disponíveis neste site clicando nos menus próximos ao canto superior esquerdo da página.

Os dados sobre os sinais podem ser obtido nesse [website](#) em diferentes formatos de arquivo. O conteúdo principal dos arquivos é a série temporal de deformação (*strain*); eles também contêm informações sobre a qualidade dos dados e quaisquer injeções de sinal que foram feitos.

Junto às informações básicas dos [dados](#) e dos [detectores](#), o site do GWOSC contém [tutoriais](#) úteis, [software](#) e ferramentas como a [Linha do Tempo \(Timeline\)](#) que fornece uma visão geral dos segmentos de dados disponíveis ao longo de um intervalo de tempo, junto com as informações relacionadas sobre a qualidade dos dados e a presença de injeções. Na Fig. 4 você pode ver um exemplo da visualização da linha do tempo para os três interferômetros durante a segunda corrida observacional (O2). Os dados nesses gráficos podem ser baixados em vários formatos diferentes.

Na [página de contato](#), os usuários podem se inscrever para serem informados sobre o andamento, entrar em contato com a equipe para perguntas ou comentários e encontrar mais informações gerais sobre o LIGO e Virgo.

Visite nossos sites:

<http://www.ligo.org>

<http://www.virgo-gw.eu>

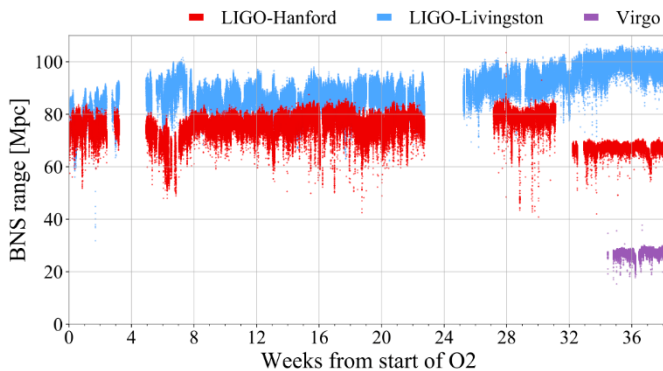


Fig. 3: BNS range (um número usado para quantificar o desempenho de um detector) durante a segunda execução de observação (O2).

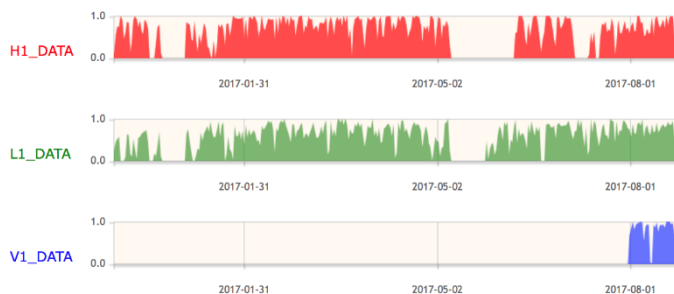


Fig. 4: Exemplo de linha do tempo para os dados obtidos durante a segunda corrida observacional pelos dois detectores avançados LIGO, Hanford (H1) e Livingston (L1), e Virgo (V1). O eixo vertical indica a fração de tempo que os dados estão presentes em cada caixa do histograma.

## SAIBA MAIS:

Visite nossos sites: [www.ligo.org](http://www.ligo.org), [www.virgo-gw.eu](http://www.virgo-gw.eu)

O Gravitational Wave Open Science Center: [gw-openscience.org](http://gw-openscience.org)

Detalhes sobre calibração, dados e mais: [https://www.gw-openscience.org/yellow\\_box/](https://www.gw-openscience.org/yellow_box/)

Tutoriais do GWOSC tut: <https://www.gw-openscience.org/tutorials/>. Inclui nosso curso sobre dados de ondas gravitacionais.

Artigo preprint disponível gratuitamente no arXiv.org que descreve os dados de O1 e O2 abertos ao público: <https://arxiv.org/abs/1912.11716>

Traduzido para o Português por Juliédson Artur Malaquias Reis.

Você pode ler o original (em inglês) [aqui](#).

## GLOSSÁRIO

**Strain:** A mudança fracionária na distância entre dois pontos de medição devido à deformação do espaço-tempo por causa da passagem de uma onda gravitacional.

**Interferômetro:** Instrumento, utilizado em muitos campos da ciência e da engenharia, que opera pela fusão de duas ou mais fontes de luz para criar um padrão de interferência, que pode ser medido e analisado e contém informações sobre o objeto ou fenômeno em estudo. Veja mais [aqui](#).

**Gravitational Wave Open Science Center (GWOSC):** arquivo que fornece acesso aos dados abertos de interferômetros de ondas gravitacionais, mas também contém documentação, tutoriais e ferramentas online para localizar e visualizar dados.

**Sensibilidade:** Uma descrição da capacidade de um detector de detectar um sinal. Os detectores com menor ruído são capazes de detectar sinais mais, logo são mais sensíveis;

**Estrela de nêutrons:** remanescente extremamente denso do colapso de estrelas mais massivas .

**Calibração:** determinação da correlação entre uma quantidade de entrada e saída. No caso dos detectores de ondas gravitacionais, este procedimento nos permite obter as diferenças nos comprimentos dos braços a partir da saída do detector. .

**Ruído:** Flutuação no sinal de medição da onda gravitacional devido a vários efeitos instrumentais e ambientais. A sensibilidade de um detector de ondas gravitacionais é limitada pelo ruído.

**Glitch:** Uma explosão de ruído em dados de ondas gravitacionais, análogo a um estouro de estaca ouvido de um alto-falante estéreo, que às vezes pode ser confundido com ou mascarar um sinal de onda gravitacional real.