

MATÉRIA ESCURA ULTRALEVE ESCAPA DA DETECÇÃO

A matéria escura compõe mais de 85% de toda a matéria que compõe o Universo, mas ela é completamente invisível para nós. Ainda assim, é possível medir os seus efeitos em muitos objetos celestes: ela perambula ao redor das galáxias impedindo que as estrelas escapem de suas órbitas, muda a direção dos raios de luz de galáxias distantes, guia a formação de estruturas em larga escala do Universo e até mesmo deixa marcas impressas na [radiação cósmica de fundo em microondas \(RCF\)](#), a mais distante e antiga fotografia do Univeso, tirada quando ele ainda tinha apenas algumas centenas de milhares de anos de idade.

Os detectores [LIGO](#), [Virgo](#), and [KAGRA](#) foram projetados para buscar ondas gravitacionais geradas pela fusão de buracos negros, estrelas de nêutrons, [pulsares](#) assimétricos em rotação, explosão de estrelas e qualquer combinação dessas fontes. Porém, esses detectores são tão sensíveis que podem observar a matéria escura que interage diretamente com eles.

Aqui nós procuramos um tipo específico de matéria escura, os fótons escuros (*dark photons*), que podem ter uma massa vinte ordens de magnitude menor que a massa do elétron. Na Terra, essas partículas deveriam se mover com velocidade de 300 km/s, e devem existir tantos deles que deveriam interagir com prótons e nêutrons, ou só com nêutrons, nos espelhos do detector e causar uma oscilação que depende do tempo, uma força oscilatório sobre os espelhos. Os espelhos estão em posições diferentes em relação aos fótons escuros (*dark photons*) que chegam, além de estarem separados por 3-4 km. Portanto, cada espelho irá se mover de maneira um pouco diferente e imprimir algum tipo de sinal.

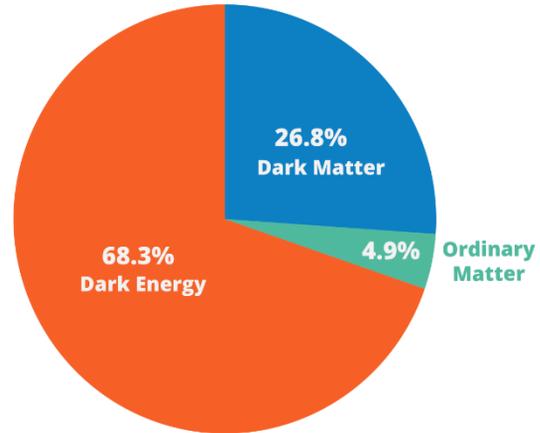


Fig. 1: Estimativa da composição do Universo. A contribuição dominante vem da chamada 'Energia Escura' (dark energy), que está impulsionando a expansão acelerada do Universo. As demais contribuições, mais ou menos de um terço, advém da matéria escura (dark matter) e da matéria ordinária (ordinary matter), ou seja, dos átomos, sendo a matéria escura cerca de 85% do conteúdo total da matéria. (Crédito da imagem: ATLAS Experiment, CERN)

FIGURAS DA PUBLICAÇÃO

Para maiores informações, você pode encontrar e ler o artigo em [preprint](#) disponível gratuitamente.

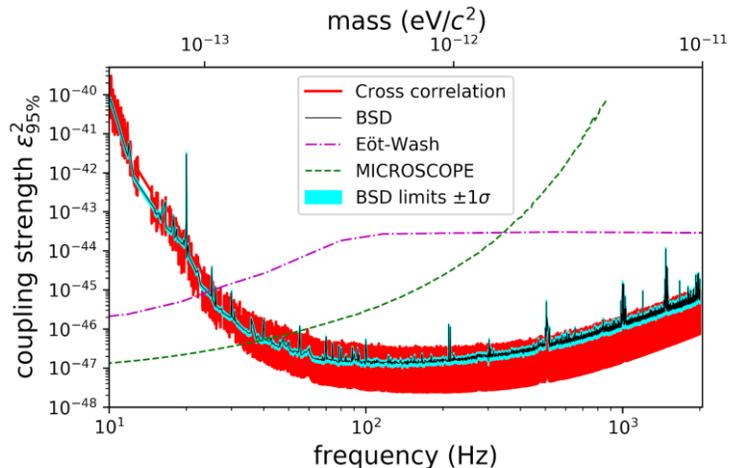


Fig. 2 (Fig. 3 no artigo): Limites superiores para a intensidade do acoplamento (coupling strength) entre os fótons escuros (dark photons) e os espelhos do interferômetro em função da frequência do sinal. (Embora a pesquisa também tenha usado dados do detector de Virgem, esses limites superiores são apenas para os dois detectores LIGO.) As intensidades de acoplamento acima das linhas vermelha e preta/azul foram descartadas por este estudo: quanto menor o limite, mais restritivas são as nossas pesquisas. Usamos dois métodos (chamados de "correlação cruzada" e "BSD") para pesquisar matéria escura de fótons escuros, que forneceram resultados consistentes. Esses limites são um fator de 10-100 melhores do que aqueles de outros experimentos de matéria escura (MICROSCOPE e Eot-Wash) em muitas frequências. A intensidade de acoplamento do fóton escuro é expressa em termos de uma fração do acoplamento eletromagnético.

O sinal deixado será de aproximadamente uma única frequência, pois a massa dos fótons escuros é fixa. A matéria escura também está sempre fluindo pelos detectores, o que significa dizer que os fótons escuros estão constantemente interagindo com os espelhos. Sendo assim, o sinal é contínuo, sempre presente e fixo em um “tom”. Na prática, a frequência do sinal sofre um pequeno desvio aleatório ao longo do tempo, pois cada fóton escuro viaja com uma velocidade diferente ao interagir com o detector.

Nosso trabalho usa dados da terceira [corrida observacional](#) do LIGO e do Virgo para determinar se e com qual intensidade de fótons escuros poderiam estar [acoplados](#) aos interferômetros. Embora não tenhamos detectado um sinal, nós podemos estabelecer um [limite superior](#) para esse acoplamento em função das possíveis massas dos fótons escuros. Nessa análise, o acoplamento não pode ser maior que uma parte em 10^{40} do [acoplamento eletromagnético](#) para todas as massas (dos *dark photons*) ultraleves consideradas, mesmo tão leves como $1/10^{47}$ de algumas massas!

Nossas restrições são cerca de 10–100 vezes melhores do que aquelas obtidas com alguns experimentos que foram projetados para pesquisar especificamente por matéria escura. Nossas medições do acoplamento de fótons escuros ao LIGO e ao Virgo nos dão uma ideia de como a matéria escura influencia o Universo atual e como ela poderia ter se formado.

SAIBA MAIS:

Leia um preprint do artigo [aqui](#).

Traduzido para o Português por Juliédson Artur Malaquias Reis.
Você pode ler o original (em inglês) [aqui](#).

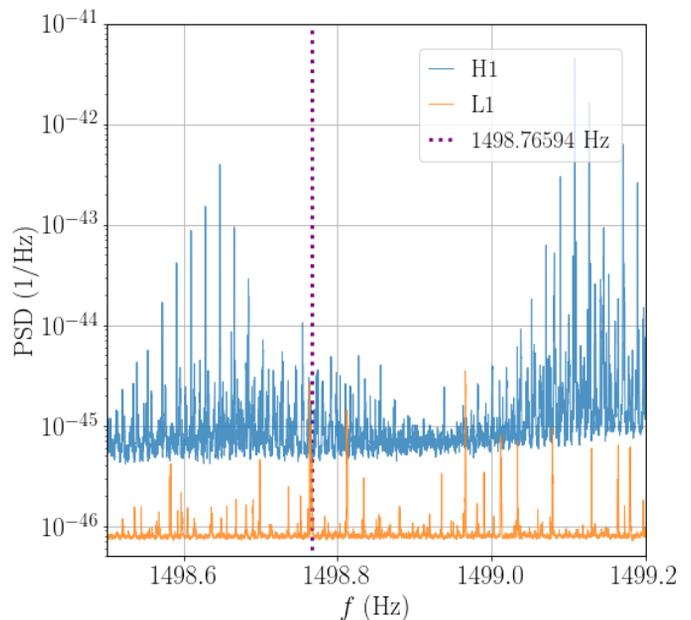


Fig. 3 (Fig. 2 no [artigo](#)): Nossa busca inicialmente encontrou sinais candidatos, mas eles foram descartados porquê foram causados por ruído instrumental. Como um exemplo, essa figura mostra uma medida da qualidade dos dados (a densidade espectral de potência, [power spectral density](#), PSD) para os detectores do LIGO, como estruturas claramente periódicas no detector de Hanford (“H1”) e um estreito pico no detector de Livingston (“L1”), ambos advém de problemas instrumentais. Isso causou o aparente sinal candidato indicado pela linha vertical que, portanto, foi excluído como um sinal de matéria escura.

Visite os nossos sites:

www.ligo.org

www.virgo-gw.eu

gwcenter.icrr.u-tokyo.ac.jp/en/



GLOSSÁRIO

LIGO: O Observatório de Ondas Gravitacionais Interferométricas a Laser (LIGO) é um par de detectores de ondas gravitacionais com base nos Estados Unidos. Um está situado perto de Livingston, Louisiana, e o outro perto de Hanford, Washington. Ambos os detectores são interferômetros a laser com dois braços perpendiculares de 4 km de comprimento.

Virgo: Um detector de ondas gravitacionais situado perto de Pisa, Itália. Também é um interferômetro a laser, mas com braços de 3 km de comprimento.

KAGRA: Um detector de ondas gravitacionais subterrâneo situado perto de Toyama, Japão. Também é um interferômetro a laser, mas com braços de 3 km de comprimento e espelhos resfriados criogenicamente.

Sensibilidade: uma descrição da capacidade de um detector de detectar um sinal. Os detectores com nível de ruído mais baixo são capazes de detectar sinais mais fracos e, portanto, têm maior (ou maior) sensibilidade.

Corrida observacional: Um período no qual os detectores de ondas gravitacionais estão obtendo dados.

Limite superior: o valor máximo que alguma quantidade pode ter e continuar sendo consistente com os dados. Aqui utilizamos o conceito de colocar restrições na massa dos fótons escuros (*dark photons*) para diferentes frequências. Usamos um nível de confiança de 95%, ou seja, para esses dados, há uma probabilidade de 95% de que a quantidade esteja abaixo desse limite.

Acoplamento: quando uma partícula interage com outras de uma maneira específica.

Acoplamento eletromagnético: a força de interação entre partículas carregadas.

Pulsares: estrelas em rotação compostas principalmente de nêutrons; eles são ótimos relógios porque giram rapidamente e emitem luz para nós em intervalos muito regulares, como um farol.