

FUNDOS ESTOCÁSTICOS DE ONDAS GRAVITACIONAIS PRODUZIDOS POR SISTEMAS BINÁRIOS EM COALESCÊNCIA

Eduardo da Costa Paul¹ (UNITAU, Bolsista INPE-PIBIC/CNPq)
Oswaldo Duarte Miranda² (INPE, Orientador)

RESUMO

A Teoria da Relatividade Geral prevê a existência de perturbações na métrica do espaço-tempo que se propagam com a velocidade da luz, chamadas de ondas gravitacionais. Tais ondas podem ser geradas por diversos eventos astrofísicos como, por exemplo, a formação das primeiras estrelas do Universo e a coalescência de objetos compactos. A detecção de ondas gravitacionais constitui um dos grandes desafios para a ciência deste século. O objetivo deste trabalho é estudar a assinatura de fundos estocásticos de ondas gravitacionais gerados por sistemas binários compactos, constituídos por estrelas de nêutrons, em espiralação. A obtenção das características desses fundos estocásticos configura-se numa importante via de determinação da época exata em que as primeiras estrelas foram formadas no Universo. A formulação teórica do problema consiste em se definir, em primeiro lugar, a taxa de coalescência de estrelas de nêutrons em sistemas binários. Isso é feito através do formalismo proposto por de Freitas Pacheco em 1997. Esse formalismo é, então, expandido para o caso de sistemas binários cosmológicos, isto é, para um grande número de sistemas que estejam a distâncias elevadas em relação à Terra. A partir da taxa de coalescência de sistemas binários cosmológicos, são calculadas as características, em termos de amplitude adimensional, densidade de energia, e frequência observada, do fundo estocástico gerado pela superposição das ondas gravitacionais provenientes de tais sistemas e a razão sinal/ruído, que representa a detectabilidade do sinal. Para esses cálculos foram desenvolvidos dois programas, escritos em linguagem FORTRAN: o primeiro com o objetivo de obter a taxa de coalescência de sistemas binários, e o segundo com o intuito de obter as características do fundo estocástico em ondas gravitacionais. A partir desses resultados, foram gerados gráficos com a intenção de se analisar o comportamento dessas funções, variando-se parâmetros como o expoente da função de massa inicial, o tempo mínimo necessário para a coalescência de um dado sistema binário e a escala de tempo para a formação estelar. As razões sinal/ruído obtidas para o detector LIGO III dão uma perspectiva positiva para algumas das combinações dos parâmetros de entrada dos nossos modelos. Por exemplo, considerando que a distribuição das massas das estrelas que geram o fundo estocástico seja do tipo Salpeter (expoente da função de massa 1,35), que o tempo mínimo de coalescência seja 10^6 anos, e que a escala característica de tempo para a formação estelar, no Universo, seja da ordem de $5,0 \times 10^9$ anos, nós obtemos uma razão sinal/ruído $S/N \sim 2,36$. Esse resultado mostra que existe possibilidade de detectar o fundo estocástico em ondas gravitacionais aqui estudado a partir da correlação dos sinais de saída de dois interferômetros do tipo LIGO III.

¹ Aluno do Curso de Física, UNITAU. E-mail: eduardo.paul@gmail.com

² Pesquisador da Divisão de Astrofísica. E-mail: oswaldo@das.inpe.br