

# INTRODUÇÃO À FÍSICA DOS BURACOS NEGROS E A ALGUMAS SOLUÇÕES EXÓTICAS DA RELATIVIDADE GERAL

Mário Raia Neto<sup>1</sup> (UFSCar, Bolsista PIBIC/CNPq)  
Luiz Claudio Lima Botti<sup>2</sup> (CRAAM/INPE, Orientador)

## RESUMO

O presente projeto estudou os aspectos da matemática, física teórica e astrofísica de buracos negros, bem como dois outros espaços-tempos ditos “exóticos”: buracos de minhoca e warp drives com simetria esférica. Os buracos negros de: Schwarzschild, Reissner-Nordström, Kerr e Kerr-Newman formam então soluções de vácuo e eletrovácuo das equações de campo de Einstein; respectivamente são buracos negros, neutros, com carga elétrica, com rotação, com rotação e carga elétrica. A análise de trajetórias tipo-tempo e tipo-espaço ao redor de buracos negros foi feita, a fim de estudar o comportamento de partículas não-massivas e massivas em nestes espaços curvos, posteriormente tal análise foi empregada no estudo das “sombras” de buracos negros, discutindo então os efeitos da carga elétrica e da rotação no formato da chamada fotosfera. Além disso, o estudo de geodésicas, foi empregado para estudar processos de extração de energia rotacional de buracos negros de Kerr, como o processo de Penrose e Blandford-Znajek; em especial o último é o mecanismo físico mais aceito para a formação dos jatos relativísticos em quasares. O contraponto experimental do projeto recaiu sobre a astrofísica observacional: foram estudados os dados da curva de luz da fonte OJ287, um binário de buracos negros, o que resultou na compreensão de sua dinâmica orbital e o fenômeno de oscilações quasi-periódicas, bem como a utilização de métodos de tratamento de dados na astrofísica. Por fim, com as ferramentas teóricas desenvolvidas no estudo de buracos negros, relatividade geral e geometria diferencial, o presente projeto estudou também as ditas condições de energia sobre o tensor energia-momento e suas consequências para as geometrias de buracos de minhoca e warp drives. Em especial, o projeto estudou as sombras de buracos de minhoca com carga elétrica, que configurou um resultado inédito dentro da área da física relativística.

Palavras-chave: Relatividade Geral. Buracos negros. Quasares. Sombras de Buracos Negros. Curva de luz. Binary Black Hole System. Charged Wormholes, Blandford-Znajek Process.

---

<sup>1</sup> Aluno do curso de Bacharelado em Física - E-mail: [mrneto@estudante.ufscar.br](mailto:mrneto@estudante.ufscar.br) / [mraianeto@gmail.com](mailto:mraianeto@gmail.com)

<sup>2</sup> Pesquisador do INPE - E-mail: [luiz.botti@inpe.br](mailto:luiz.botti@inpe.br)