

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

Mário Raia Neto<sup>1</sup> (UFSCar, Bolsista PIBIC/CNPq)

Luiz Claudio Lima Botti<sup>2</sup> (INPE/DAS(DIDAS)/CRAAM, Orientador)

## RESUMO

Do ponto de vista da TRG, o movimento de um corpo na presença de um campo gravitacional legítimo advém então da curvatura do espaço-tempo (isto é, da curvatura de uma variedade pseudo-Riemanniana,  $(M, g)$ , quadri-dimensional de assinatura Lorentziana, onde  $M$  é a variedade diferenciável e  $g$  é o tensor métrico que define uma geometria -em geral, curva- nesta variedade). As equações dinâmicas que definem o movimento de um corpo na presença de um campo gravitacional (isto é, em um espaço-tempo curvo) gerado por uma distribuição de matéria e energia, são dadas então pelas Equações de Einstein. As soluções das Equações de Einstein são então expressas pelo tensor  $g$ , sendo assim possível então definir geometrias convenientes e então procurar qual seriam as distribuições de matéria e energia que poderiam causar tal geometria no espaço-tempo. O presente projeto estudou algumas soluções da Equações de Einstein: as soluções que Schwarchild, Kerr, Reissner-Nordström e Kerr-Newman, e duas outras soluções -ditas exóticas- chamadas de Wormhole (Buraco de Minhoca) e Warpdrive (Motor de Dobra). As soluções de Schwarchild, Kerr, Reissner-Nordström e Kerr-Newman definem então, respectivamente, um espaço-tempo que modela corpos esféricos sem carga e sem rotação, um espaço-tempo que modela corpos com simetria axial, com rotação e sem carga elétrica, um espaço-tempo que modela corpos esféricos, sem rotação e com carga elétrica e magnética e, por fim, um espaço-tempo que modela corpos com simetria axial, com rotação e com carga elétrica e magnética. Sob alguns limites dentro das soluções, tais geometrias levam ao conceito de Buraco Negro.

Com respeito as soluções exóticas; a solução (ou classe de soluções) de um Wormhole permite uma noção de “ponte” entre duas regiões muito afastadas distintas de um espaço-tempo. Já a solução do Warpdrive infere uma geometria que restaura a noção de “viagem super-luminal”. O mérito de tais soluções, do ponto de vista do presente projeto, reside então no estudo das chamadas condições de energia. Tais condições, basicamente, são impostas às Equações de Einstein, para definir a viabilidade física de um espaço-tempo; tais condições então dizem respeito ao tipo de distribuição de energia e matéria que são razoáveis fisicamente. As soluções de Wormhole e Warpdrive em geral levam a condições de energia fisicamente não aceitáveis.

---

<sup>1</sup> Aluno do Curso de Física - **E-mail: mraianeto@gmail.com**

<sup>2</sup> Pesquisador da Divisão de Astrofísica - **E-mail: luiz.botti@inpe.br**