JORNADA PCI/CBPF
Apresentação de PÔSTER – 2019/2020

BOLSISTA: Juliana Celestino	
E-MAIL: julilana.efei@gmail.com	
SUPERVISOR: Dr. Marc Casals	
TÍTULO DO PROJETO: Estabilidade do horizonte de Cauchy em BN tipo Reissner-Nordstrom-de Sitter	

Resumo:

A estabilidade do horizonte de Cauchy (CH) vem sendo estudada ao longo de muitos anos em diversas configurações. O CH é o limite de evolução máxima dos dados iniciais através das equações de campo de Einstein. É interessante se pudermos afirmar se ela é estável ou não com uma certa propriedade, pois sua estabilidade afeta diretamente a conjectura da Censura Cósmica de Penrose que incorpora a expectativa de que a Relatividade Geral é uma teoria determinista e isso faz com que o CH seja instável, e da origem, mediante pertubação, a limites singulares, além dos quais as equações de campo deixam de fazer sentido. Ou seja, diz que o CH não existe na natureza, tal que eles são instáveis, mas não há provas disso. A primeira proposta deste trabalho era investigaram a estabilidade do CH para um BN de Riessner-Nordstrom-de Sitter, mas no meio deste presente trabalho, um grupo português liderado por Raimon Luna, publicou um paper com exatamente a porposta com a qual estávamos trabalhando. Então, agora, nós pretendemos reproduzir e então generalizar o estudo feito por Luna et al. usando formulação caracterísitca e métodos espectrais para o caso com rotação, validando primeiramente nosso código com os resultado obtido para a ideia primária do BN de Reissner-Nordstrom-de Sitter. A ciência é assim, precisamos no reinventar em todos os momentos.

Proposta:

Investigar a evolução numérica das equações de campo não lineares para campos gravitacionais do tipo Einstein-Maxwell-Scalar com constante cosmológica positiva sob simetria esférica e em seguida considerar um cenário mais realístico com rotação.

Formulação do problema:

A primeira parte é encontrar as equações correspondentes e solucioná-las para o campo sem a constante cosmológia. Consideramos então a Lagrangiana abaixo

$$\mathcal{L}=-(\psi_{;a}+ieA_a\psi)g^{ab}(\bar{\psi}_{;b}-ieA_b\bar{\psi})-\frac{m^2}{\hbar^2}\bar{\psi}\psi$$
$$-\frac{1}{8\pi}F_{ab}F_{cd}g^{ac}g^{bd}, \qquad (1)$$

as Eq de onda para o campo escalar vem dado da seguinte forma

$$\psi_{;ab}g^{ab}+ieA_a g^{ab}(2\psi_{;b}+ieA_b\psi)+ieA_{a;b}g^{ab}\psi=0, \quad (2)$$

E o Tensor energia-momentum vem dado por

$$T_{ab}=\frac{1}{2}(\psi_{;a}\bar{\psi}_{;b}+\bar{\psi}_{;a}\psi_{;b})+\frac{1}{2}(-\psi_{;a}ieA_b\bar{\psi}+\bar{\psi}_{;b}ieA_a\psi$$
$$+\bar{\psi}_{;a}ieA_b\psi-\psi_{;b}ieA_a\bar{\psi})+\frac{1}{4\pi}F_{ac}F_{bd}g^{cd}+e^2A_aA_b\psi\bar{\psi}+\frac{1}{2}\mathcal{L}g_{ab}. \qquad (3)$$

Escolhemos o sistema de coordenadas duplas nulas (2+2) simetricamente simétricos. O elemento de linha nessas coordenadas fica como

$$ds^2=-\alpha(u,v)^2du\,dv+r(u,v)^2d\Omega^2, \quad (4)$$

também fixamos o gauge para o campo eletromagnético como

$$A_\mu=(A_u,0,0,0) \qquad a\equiv A_u$$

Dessa forma as equações de campo obtidas foram

$$r_{vv}-2r_v\frac{\alpha_v}{\alpha}+4\pi r\bar{\psi}_v\psi_v=0$$
$$r_{uu}-2r_u\frac{\alpha_u}{\alpha}+4\pi r[\bar{\psi}_u\psi_u+iea(\psi\bar{\psi}_u-\bar{\psi}\psi_u)+e^2a^2\bar{\psi}\psi]=0$$
$$rr_{uv}+r_ur_v+\frac{\alpha^2}{4}-\frac{\alpha^2q^2}{4r^2}=0$$
$$\frac{\alpha_{uv}}{\alpha}-\frac{\alpha_u\alpha_v}{\alpha^2}+\frac{r_{uv}}{r}+\frac{\alpha^2q^2}{4r^4}+2\pi(\bar{\psi}_u\psi_v+\bar{\psi}_v\psi_u)+2\pi iea(\psi\bar{\psi}_v-\bar{\psi}\psi_v)=0. \quad (5)$$

sendo

$$a_v=\frac{\alpha^2q}{2r^2} \quad (6)$$

Dados Iniciais:

Para evoluir numericamente as eqs. de campo escpecificamos C.I. Ao longo de dois segmentos nulos, u=ui e fixamos a liberdade de gauge residual da seguinte maneira

$$r(u_i,v)=v\,, \qquad r(u,v_i)=r_0+ur_{u0}\,, \quad (7)$$

Sendo ru0 uma contante e r0=vi. O perfil escolhido para o campo escalar é puramente ingoing

$$\Phi(u_i,v)=Ae^{-\left(\frac{v-v_c}{w}\right)^2}, \quad (8)$$

com o pulso outgoing inicial sendo estabelecido igual a zero.

Status do trabalho:

Estamos trabalhando na costrução do código que efetuará a evolução das eqs em (5) utilizando método espectral e composição de domínio. Até agora o teste para a solução exata do campo escalar em Minkowski foi obtido com exito.

Referências:

M.Casals, S. E. Gralla and P. Zimmerman. Phys. Rev. D 94, 064003 (2016)

R. Luna, M. Zilhão, V. Cardoso, J. L. Costa, and J. Natário, Physical Review D 99, 064014 (2019).