

**19 a 23**

JUNHO

**XI**

# **SEMANA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FÍSICA DA UFPA**

## **VÁCUOS QUÂNTICOS EM ESPAÇOS-TEMPOS DE BURACOS NEGROS**

**Rafael Pinto Bernar**

*UFPA*

### **Resumo**

Na teoria quântica de campos (TQC), o conceito de partícula, associada a um dado campo, emerge como um particular autoestado de energia no espaço de estados quânticos do campo. A construção destes estados é feita por meio da ação sucessiva do chamado operador de criação sobre um estado privilegiado da teoria, aquele no qual nenhuma partícula está presente. A este estado damos o nome de vácuo. O estado de vácuo pode ser obtido através do operador de aniquilação de partículas. Neste contexto, o estado de vácuo é peça central na construção dos estados quânticos que formam a base do espaço de Hilbert da teoria. A definição dos operadores de criação e aniquilação, no entanto, depende da escolha de uma base do espaço de soluções da equação de movimento obedecida pelo campo clássico. Desta maneira, a existência de um estado de vácuo com propriedades desejáveis está predicada na escolha de uma base adequada. Em particular, a base de soluções complexas é formada por modos que possuem frequência positiva com respeito a alguma coordenada tipo-tempo. O espaço-tempo plano, que é maximalmente simétrico, possui isometrias suficientes para que uma base natural de soluções, as quais respeitam estas isometrias, seja selecionada. O vácuo resultante é chamado de vácuo de Minkowski. Em espaços-tempos curvos, no entanto, não há garantias da existência de isometrias, de maneira que diferentes estados de vácuo na teoria podem ser construídos. Adicionalmente, estes estados de vácuo dão origem a teorias não-equivalentes. Outros critérios são então necessários para que um estado de vácuo bem-definido seja construído. No caso de espaços-tempos de buracos negros, por exemplo, a construção ingênua de um estado de vácuo, usando os modos de frequência positiva com relação a coordenada temporal associada a um observador no infinito, define o estado de Boulware. Neste estado quântico, o valor esperado do tensor energia-momento de um campo escalar

não-massivo diverge no horizonte de eventos. É possível construir estados de vácuo com outras propriedades, mais bem-comportados, como o estado de Unruh ou de Hartle-Hawking, os quais apresentam fluxos térmicos no horizonte e no infinito associados à radiação Hawking emitida. Neste seminário, usando o formalismo de TQC em espaços curvos, iremos apresentar alguns detalhes desta construção de estados quânticos em espaços-tempos de buracos negros e discutiremos algumas de suas propriedades.