

# VIOLAÇÃO DE CARGA-PARIDADE NO LHCb

**Aluno: Rafael Silva Coutinho**  
**Orientador: Carla Göbel Burlamaqui de Mello**

## Introdução

Neste ano de 2008, entra em funcionamento o tão esperado Large Hadron Collider (LHC), no CERN, Suíça. Um dos quatro experimentos do LHC é o LHCb, que tem como objetivo estudar o fenômeno de violação de carga-paridade (CP) em decaimentos de mésons B. A violação de CP está diretamente relacionada à observada assimetria matéria-antimatéria no Universo. Temos trabalhado em busca de familiarizar-nos com os aspectos teóricos desse fenômeno bem como o conhecimento experimental de sua identificação.

## Objetivos

O objetivo deste projeto foi dar prosseguimento aos estudos relacionados ao decaimento de partículas em altas energias tanto a nível teórico como a experimental. Para isso a abordagem baseou-se primeiramente na aprendizagem de conceitos físicos relacionados ao processo de colisão de partículas, como também a familiarização de recursos computacionais ligados à área. Além disso, foi possível participar diretamente do projeto LHCb de forma a adquirir conhecimento experimental do processo.

## Metodologia

No primeiro ano do projeto da iniciação científica, havíamos adquirido conhecimento da teoria acerca de partículas e colisões de altas energias. Além disso, desenvolvemos programas em C++ [1] que simulavam o decaimento de partículas em três corpos. Especificamente, lidamos com o decaimento do méson B, que é motivo de estudo do experimento que ocorre na Suíça, o LHCb (Large Hadron Collider beauty experiment). Dessa maneira, representamos o evento  $p \rightarrow p_1 + p_2 + p_3$  ocorrendo em um espaço de fase chamado Dalitz Plot em um plano relacionado às massas invariantes do evento [2]. Esses processos ocorrem de modo que o produto final pode ser resultado de diversos estados ressonantes intermediários. Simulamos as interferências destes estados no decaimento  $B^+ \rightarrow K^+ p^- p^+$ . Observamos que diferentes fases relativas entre as ressonâncias resultavam em padrões diferentes no Dalitz Plot.

Na segunda parte do projeto, começamos a nos familiarizar com outros recursos computacionais utilizados pelo CERN tais como a arquitetura Gaudi e a linguagem de Python. Essas ferramentas são usadas correntemente pela colaboração do LHCb para tudo que se refere a análise de dados: simulação, reconstrução. Assim, utilizando a infra-estrutura de software do experimento iniciamos os estudos para analisarmos os dados do decaimento  $B^+ \rightarrow p^+ p^- p^+$  por meio de seleção de cortes [3].

Com o intuito de adquirir um conhecimento da parte experimental da Física de Partículas, tive a oportunidade de passar quase três meses trabalhando no LHCb. Este experimento tem como objetivo estudar precisamente os decaimentos dos Mésons B possuindo assim uma larga produção de  $B\bar{B}$  [4]. Especificamente participei de um dos detectores do LHCb, o Vertex Locator (VELO) [5]. Este detector é o local onde a partícula B é criada e onde ela decai. É de fundamental importância a informação precisa desses dois pontos (vértice primário e secundário). Fiz parte do Commissioning Group que é responsável

pela verificação e instalação dos componentes do VELO. Particpei de atividades para testar separadamente cada placa e cabo por meio de testes: simulação de aquisição de dados pelas placas de saída (TELL1), configuração do sistema pelas placas de controle (Control Board), sincronização dos tempos de chegada dos dados às placas devido a diferentes tamanhos de cabos e a checagem de cabos. Em seguida ajustamos nosso detector com todos esses componentes para fazermos testes dos módulos (placas e cabos conectados) completos do VELO. Esse trabalho resultou em duas apresentações em encontros no CERN além de um relatório para divulgação interna.

### **Conclusões**

Nesse último ano nosso projeto se baseou em duas linhas. A primeira foi voltada a estudos que descrevem os processos intermediários do decaimento do méson B e observação dos efeitos de interferência através da mudança das fases relativas. A segunda parte teve como característica a familiarização com o caráter experimental da área, representado pela instalação e verificação dos componentes e cabos no experimento LHCb. Na continuação desse projeto nos encaminhamos para utilizar dados reais do LHCb no estudo do decaimento do méson B.

### **Referências**

- 1 – CAPPER, D.M. **Introducing C++ for Scientists, Engineers and Mathematicians**. 3ed.1996, Springer-Verlag.
- 2 - BYCKLING, E. KAJANTIE, K. **Particle Kinematics**. Wiley-Interscience, 1973.
- 3- GUERRER, G. **Extraindo a fase  $g$  de CKM nos decaimentos  $B^\pm \rightarrow K^\pm p^+ p^-$  e  $B^0, \bar{B}^0 \rightarrow K_s p^+ p^-$** . 2007.
- 4 – LHCb collaboration. **The LHCb Detector at LHC**. 2008.
- 5 – LHCb collaboration. **LHCb VELO Technical Design Report (TDR)**. CERN/LHCC, 2001.