

1

Introdução

A questão principal desta dissertação diz respeito à discussão do fenômeno da simetria. A idéia de que um objeto deva permanecer o mesmo sob algum tipo de mudança física é algo que pode ser perseguido tanto pelo caráter estético como matemático. Ao analisarmos a composição da escala de acordes em uma música, a rima de um poema, a estrutura bilateral de alguns seres vivos bem como a arquitetura, estamos sempre preocupados com os assuntos ligados à simetria. Em particular para a física, se observou que os princípios envolvidos na natureza necessariamente envolveriam o entendimento da simetria. Se olharmos o Universo podemos visualizar sua importância ao notar, por exemplo, que as leis que governam a física são as mesmas em qualquer espaço e tempo.

No entanto, uma das grandes discussões que a busca por simetria levanta é o porquê de não encontrarmos a mesma quantidade de matéria e anti-matéria no Universo. Em princípio, estas duas entidades foram produzidas em mesma quantidade no início do Universo. Dessa forma, deve existir algum mecanismo que resultou nesta assimetria observada nos dias de hoje. Embora não se tenha respondido esta pergunta completamente, o físico russo Andrei Sakharov [1] propôs em 1967 algumas condições para que se observe esta assimetria:

- Violação do número bariônico
- Violação de Carga Paridade (CP)
- Interações fora do equilíbrio térmico

O primeiro caso requer que durante a bariogênese haja existido processos que não conservassem o número bariônico, como por exemplo o decaimento do próton (que ainda não foi observado). A segunda condição é o grande tema desta dissertação, e se caracteriza na não invariância da composição de simetrias de carga (C) e paridade (P), CP. Em outras palavras, deveriam ocorrer processos nos quais matéria e anti-matéria se comportassem diferentemente. Por fim, a última condição é que permite que a assimetria produzida se mantivesse durante a expansão do Universo.

A violação de CP é um fenômeno bem conhecido, uma vez que sua primeira observação ocorreu há mais de quatro décadas. Todo o conhecimento

aceito até o momento com respeito à física de partículas está descrito no Modelo Padrão (SM). Nos últimos anos tem sido de grande esforço a busca dos cientistas de validar ou não esta teoria. Acredita-se que deve existir física além do SM, uma vez que suas previsões não dão conta da física necessária para explicar a natureza, em especial, a Violação de CP. No entanto, com o advento de experimentos como BaBar e Belle, foi possível validar o SM com inúmeras descobertas, como a violação de CP direta em decaimentos como $B^0(\bar{B}^0) \rightarrow K^\pm\pi^\mp$. Nesse escopo, a busca por Violação de CP em decaimentos que envolvem o méson B tem adquirido grande relevância, uma vez que é esperada uma larga assimetria em determinados decaimentos.

Esta dissertação tem como ponto de partida exatamente este cenário, em que discutiremos a observação de assimetria no canal $B^\pm \rightarrow K^\pm\pi^\pm\pi^\mp$. Os experimentos BaBar e Belle já fizeram medidas deste canal, o que indicou a presença de violação de CP no estado intermediário $B^\pm \rightarrow \rho^0 K^\pm$, que decai no nosso estado final de interesse. Entretanto, este resultado não foi obtido com um nível de confiança para ser considerado descoberta, por questões estatísticas. Uma das grandes vantagens da análise de um decaimento que tem como estado final três partículas é que podemos acessar os diversos observáveis da assimetria pela análise de seu espaço de fase, conhecido como Dalitz Plot. Esta técnica permite extrairmos informações que são de fundamental relevância na busca por Física além do SM. Nesse sentido, estamos em uma situação extremamente oportuna, uma vez que desde 2010 entrou em funcionamento o experimento LHC, em que um dos seus detetores será dedicado exclusivamente à física envolvendo o méson B.

Nesta dissertação nos propomos a apresentar todos os aspectos envolvidos na análise do decaimento $B^\pm \rightarrow K^\pm\pi^\pm\pi^\mp$, de acordo com a descrição a seguir. No capítulo 2 iremos introduzir a motivação do nosso estudo pela discussão dos conceitos que envolvem a Violação de CP. Em particular, apresentaremos os tipos de Violação de CP que podem ocorrer ao analisar um decaimento. Neste ponto, nos preocuparemos em discutir como a Violação de CP é introduzida no Modelo Padrão, em especial a matriz conhecida como CKM. Por fim, os observáveis da Violação de CP são apresentados, em que citamos as principais medidas feitas até o momento.

O capítulo 3 é dedicado à motivação do estudo do decaimento $B^\pm \rightarrow K^\pm\pi^\pm\pi^\mp$ na busca por violação de CP. Para isso, apresentamos tanto suas previsões teóricas como seus resultados experimentais. Descrevemos o formalismo para o estudo de três corpos, destacando a importância de seu espaço de fase. Com a proposta de duas metodologias, o Modelo Isobárico e o método da Anisotropia do Dalitz plot, discutimos como estes podem ser

utilizados para se medir violação de CP

Os capítulos 4 e 5 tem como objetivo introduzir o experimento do LHCb e suas especificações. Descrevemos os diversos subdetetores que participam na identificação e reconstrução dos inúmeros processos envolvidos na colisão. Abordaremos as características projetadas na primeira parte, e em seguida as condições de tomada de dados neste primeiro ano com o experimento em funcionamento. Os capítulos 6 e 7 são dedicados exclusivamente para a análise do decaimento em questão. Discutiremos todas as etapas envolvidas na seleção dos eventos do decaimento $B \rightarrow K\pi\pi$, tanto na simulação de Monte Carlo como os primeiros dados coletados no ano de 2010. Além disso, iremos testar a hipótese da Anisotropia no Dalitz plot da amostra dada pelo Monte Carlo e nos dados reais. Por fim, as conclusões do trabalho serão apresentadas no capítulo 8.