

8

Conclusões

O progresso da ciência é pautado em inúmeras dificuldades que nem sempre são relatadas. Em outras palavras, ela é descrita por vitórias alcançadas, não destacando por vezes seus percursos. Como consequência, a história da ciência pode ignorar as diversas alternativas que os pesquisadores tomaram, as falsas pistas que seguiram, como também as interpretações incorretas que estes julgaram. Estes pontos por vezes ficam obscuros, difíceis de serem entendidos e fáceis de serem esquecidos. Em um momento posterior ao se deparar com estes relatos, perdemos o real sentimento de como a natureza da ciência foi desenvolvida, deixando de lado os elementos errôneos, que são tão importante como os de triunfo¹. Durante o desenvolvimento desta dissertação, nos deparamos com inúmeras adversidades e desafios, que resultaram ao final do projeto em grandes resultados e excelentes projeções para seus desdobramentos. Nesse sentido, iremos relatar as principais questões e resultados discutidos ao longo da narrativa.

Esta dissertação teve como objetivo estabelecer as bases da análise do decaimento $B^\pm \rightarrow K^\pm \pi^\pm \pi^\mp$ no experimento LHCb. Em particular, nossas discussões foram pautadas principalmente no estudo da sensibilidade do Dalitz plot perante a assimetria dos estados conjugados por carga. Para isso, foi fundamental definir a cinemática do decaimento, de forma a obter os contornos do espaço de fase. Através deste formalismo, interpretamos como a dinâmica do processo se manifesta, com destaque para os estados intermediários. Em especial, a análise do Dalitz plot se mostra uma excelente alternativa na busca por indícios de violação de CP, por meio das técnicas do Modelo Isobárico e a Anisotropia do Dalitz plot.

Neste primeiro ano de tomada de dados, estipulou-se um limite no número de “bunches” em cada feixe de colisão do LHC. O LHCb, para otimizar a luminosidade coletada, optou por uma maior focalização do feixe do que o projetado. Como consequência direta, as condições do experimento se tornaram significativamente mais extremas para os diversos níveis de seleção. Isso porque a multiplicidade dos eventos chegou a níveis até seis vezes superiores. Esta

¹Texto adaptado da discussão sobre a QCD na referência [21].

demanda foi repassada tanto para o Trigger, como para a reconstrução e análise. Como este processo de otimização ocorreu de maneira contínua, os dados coletados foram resultado de diferentes cenários, o que proporcionou um complicado estudo dos possíveis efeitos gerados.

A primeira discussão levantada diz respeito ao Trigger, e como os diversos níveis afetam nosso candidato. As configurações do “L0”, para se adaptar a estas condições, basearam-se principalmente em cortes mais apertados da multiplicidade no SPD e numa maior energia depositada no calorímetro - ambos os casos condizem com a problemática do aumento da multiplicidade dos eventos. O “HLT1”, por sua vez, sofreu uma mudança de filosofia para a segunda parte dos dados. Para homogeneizar nossa seleção como também vetar o background muônico, pedimos para que o evento fosse “TOS” em ambas as linhas. De uma maneira geral, ficou evidente que para os dois estágios o efeito no Dalitz plot foi homogêneo, não adicionando nenhuma nova sistemática. Por fim, analisamos o “HLT2”, em especial, a linha do topológico. Mostramos que se incluímos ambas as linhas de 2 e 3 corpos, o efeito do HLT2 no Dalitz Plot é homogêneo.

Os candidatos selecionados são em seguida entregues para as análises. Trabalhando em parceria com o grupo do CBPF, desenvolvermos a análise inclusiva $B^\pm \rightarrow h^\pm h^\pm h^\mp$, onde h^\pm pode ser um káon, pión ou próton. Utilizando o decaimento $B^\pm \rightarrow K^\pm \pi^\pm \pi^\mp$ como canal de referência, definimos um conjunto de cortes para a chamada *StrippingBu2hhh*. A alta multiplicidade dos eventos afetou diretamente nossa seleção, de forma que esta teve que ser re-otimizada durante todo o período de tomada de dados, até a configuração final da *Stripping12*, para as quais o resultado foi apresentado. Apresentamos nosso resultado, em que não identificamos deformações no Dalitz plot. Todos estes estudos foram desenvolvidos com base no Monte Carlo, entretanto, os cortes utilizados foram validados na medida que os dados foram adquiridos.

Um segundo momento da nossa análise foi concentrado em otimizar o sinal em relação ao background nos dados reais coletados no ano de 2010. Para isso, foram desenvolvidas duas estratégias para rejeição de background: uma análise em que apertamos os cortes e outra desenvolvida especificamente para reflexões em nosso canal. Notamos a presença da contribuição $B^\pm \rightarrow D^0(\bar{D}^0)\pi^\pm$ que decai em $D^0(\bar{D}^0) \rightarrow K^\pm \pi^\mp$, e $B^\pm \rightarrow J/\psi K^\pm$ que decai em $J/\psi \rightarrow \mu^+ \mu^-$. No primeiro caso optamos pela exclusão da faixa de eventos correspondente no Dalitz plot, enquanto que no segundo utilizamos uma ferramenta de análise para vetar os múons. Foi coletada uma luminosidade total de 34 pb^{-1} , onde com nossa seleção final encontramos 832 ± 35 eventos $B^\pm \rightarrow K^\pm \pi^\pm \pi^\mp$. Comparando com nossos estudos de Monte Carlo, reparamos

que existe uma estimativa superior na simulação, o que ainda deve ser estudado nos próximos dados.

Com nossa amostra definida, nos encaminhamos para os estudos de assimetria pelo método de Anisotropia de Dalitz Plot. Estendemos nosso estudo considerando vários cenários de simulação, em que possíveis assimetrias não relacionadas à Violação de CP foram discutidas. No Monte Carlo do LHCb, estudamos as diferentes contribuições para este fenômeno, como efeitos de produção (no caso o efeito “Leading”) além de diferentes seções de choque de K^+/K^- e ineficiências de reconstrução e software. Foi encontrada uma assimetria de $(0.853 \pm 0.454)\%$ na produção e de $(2.78 \pm 0.60)\%$ na reconstrução, que associamos à assimetria K^+/K^- . Notamos também que tanto o “L0” como o “HLT1” privilegiam o processo contrário, encontrando uma assimetria de $(1.77 \pm 0.970)\%$ e $(0.236 \pm 1.38)\%$ respectivamente. Por fim, a seleção da *StrippingBu2hhh* não adiciona novos efeitos à amostra.

Em um segundo momento, estimamos a quantidade de eventos que permite a observação, pelo método das Anisotropias, de efeitos de Violação de CP. Para isso, simulamos a situação descrita pelo BaBar, em que foram observados indícios de assimetria no canal intermediário $B^\pm \rightarrow \rho^0 K^\pm$. Notamos que com amostras superiores a 10K é esperada a observação de Violação de CP no decaimento $B^\pm \rightarrow K^\pm \pi^\pm \pi^\mp$. Este é um resultado muito expressivo, uma vez que se forem coletados os dados que estimamos para o ano de 2011, da ordem de 20K, seríamos capazes de fazer a primeira medida de violação de CP em três corpos.

Por fim, aplicamos o método descrito nos dados selecionados no capítulo 6. Como foi projetado para esta estatística, não encontramos sinais que indiquem Violação de CP global. Além disso, a assimetria entre B^+ e B^- encontrada condiz com nossas expectativas de Monte Carlo, validando novamente nossos estudos.

Como ficou evidente nesta dissertação, o entendimento das condições de feixe são determinantes na definição da amostra a ser analisada. Por isso, devemos estar constantemente preocupados em re-estudar o impacto de eventuais novas configurações no Dalitz plot. No entanto, o maior objetivo deste trabalho é estabelecer os fundamentos do canal $B^\pm \rightarrow K^\pm \pi^\pm \pi^\mp$, destacando as inúmeras dificuldades enfrentadas, e suas possíveis resoluções.

No mais, os resultados aqui apresentados indicam excelentes projeções para o ano de 2011, em que se espera coletar em torno de 1 fb^{-1} de luminosidade integrada, e com isto confirmar a observação de violação de CP no canal $B^\pm \rightarrow K^\pm \pi^\pm \pi^\mp$.