

FOTOPRODUÇÃO DO BÓSON $W+W^-$ NO LHC

FELIPE SOARES SPIESS¹;
GUSTAVO GIL DA SILVEIRA²;

¹Universidade Federal de Pelotas – fel.s.spiess@gmail.com

²Universidade Federal do Rio Grande do Sul – gustavo.silveira@ufrgs.br

1. INTRODUÇÃO

O Modelo Padrão de Física de Partículas foi, em sua grande parte, construído empiricamente, sendo aperfeiçoado a cada vez que a evolução tecnológica permitiu aos físicos provarem regiões de maior energia. Com cada acelerador de partículas, nova tecnologia de detecção e maior sensibilidade dos instrumentos foram se descobrindo partículas e processos diferentes que precisavam ser descritos e adaptados ao modelo.

Hoje temos no LHC (Large Hadron Collider) o ápice da Física de Partículas. Com aproximadamente 27 km de perímetro, é a maior máquina construída até então, e tem como objetivo colidir prótons e núcleos de Chumbo ou Xenônio a altíssimas energias para observar processos que ocorrem no íntimo da natureza. As partículas subatômicas são subdivididas em vários tipos de famílias, como os quarks (que compõem os hádrons), os léptons (que são partículas elementares) e os bósons de calibre (que mediam as interações entre partículas). Neste trabalho estamos particularmente interessados no bóson W^+ e W^- de massa 80,385 GeV.

2. METODOLOGIA

Para o estudo do comportamento do estado final dos constituintes de um evento de fotoprodução de um par de bósons W , utilizamos geradores de eventos tipo Monte Carlo. Para este trabalho, utilizamos o gerador chamado de *MadGraph*, que nos permite detalhar os passos do processo a ser estudado, diferente de outros geradores que já tem processos pré-definidos.

Foram gerados cerca de cem mil eventos para a fotoprodução do par de bósons W e mais cem mil eventos para mais três processos que possuem o mesmo estado final (no caso o múons e anti-múons), para que possamos comparar o sinal destes com o da fotoprodução do W^+W^- . Os processos concorrentes são a interação de um quark com um anti-quark através de um fóton, chamado de Drell-Yan (DY), a produção do $\mu^+\mu^-$ por eventos de mais baixa energia e a produção do W^+W^- através da força forte, o que não caracteriza uma fotoprodução. Precisa-se, então, tomar medidas ante as variáveis estudadas para podermos diferenciar se o que seleciona-se realmente o produto do processo que nos interessa ou destes outros mecanismos.

As variáveis estudadas para cada processo foram o momento transversal (p_T), energia e massa invariante como as variáveis relacionadas às medidas experimentais em um detector de partículas, como a pseudo-rapidez η , ângulo azimutal ϕ e o ângulo θ de espalhamento das partículas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao analisar os resultados obtidos para eventos de fotoprodução dos bósons W^+W^- , nota-se que, quando comparados aos outros processos (principalmente ao WW inclusivo) estes tem uma contribuição similar, dificultando a separação dos eventos desejados.

Usamos cortes nas variáveis medidas para isolar o máximo possível os eventos desejados. Com isso, certifica-se que na dada região as partículas resultantes muito provavelmente provém da fotoprodução de um par de bóson W . O corte mais eficiente a ser adotado foi na variável η de saída dos múons em relação ao feixe de prótons, que consequentemente afeta a região do detector em que serão observadas as partículas, chamado também de pseudo-rapidez, como mostram as Figuras 1 e 2. Este corte reduz drasticamente a contribuição da maior parte dos processos, restando apenas o processo inclusivo de geração do W^+W^- competindo com a fotoprodução. Como se verifica nas Figuras 3 e 4, as distribuições de massa invariante antes e após a aplicação dos cortes no caso de pares de bósons W muda drasticamente, revelando somente os processo que realmente contribuem nesta região. Cabe ainda aplicar demais cortes para se separar o sinal exclusivo do inclusivo a fim de se obter uma possível medida.

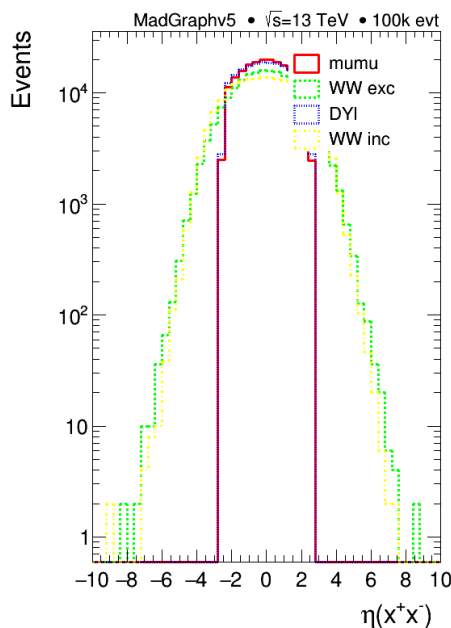


Figura 1: Distribuição de pseudo-rapidez onde podemos observar aqui que dois dos processos concorrentes tem sua contribuição bem concentrada na região de -3 a $+3$.

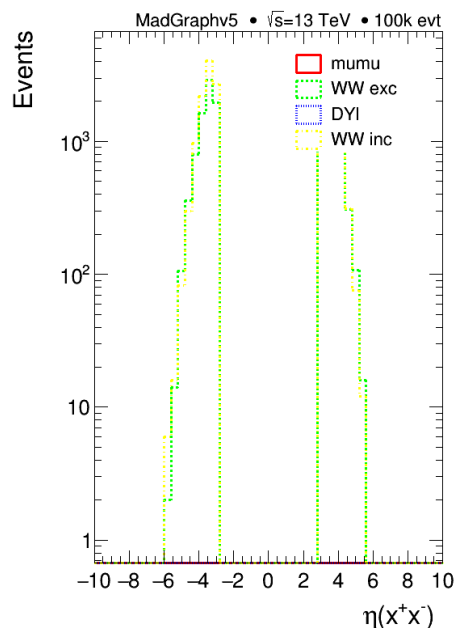


Figura 2: Pseudo-Distribuição de pseudo-rapidez com corte efetuado, temos agora um sinal bem mais limpo, sobrando apenas o processo inclusivo de produção do W^+W^- competindo na região do processo exclusivo.

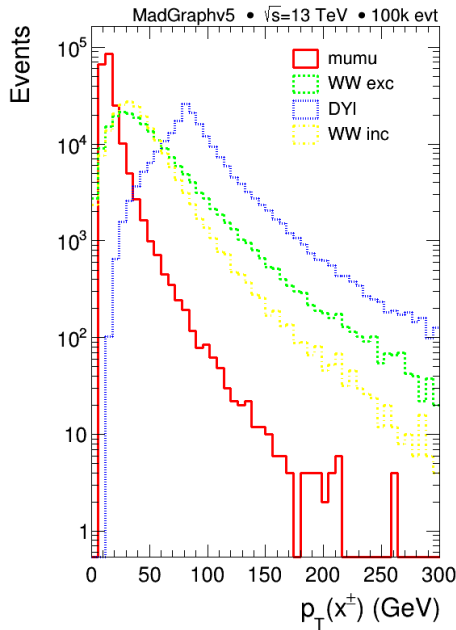


Figura 3: Momentum transverso dos múons do decaimento dos bósons W sem cortes cinemáticos. Observa-se que o processo DY claramente domina a maior parte da região, com pico do bóson Z em 90 GeV.

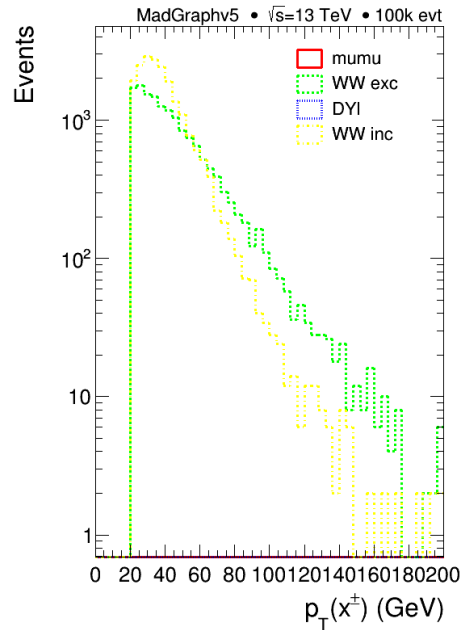


Figura 4: Momentum transverso dos múons do decaimento dos bósons W com corte aplicado, eliminando-se a maior parte dos processos que competem com a fotoprodução do W^+W^- , restando somente o inclusivo.

4. CONCLUSÕES

Conseguimos neste trabalho separar quase que totalmente o sinal do processo de fotoprodução do par de bósons W devido aos outros processos que possuem sinal muito semelhante nas mesmas regiões de dominância. Existe a indicação de que uma distribuição na diferença de momento transverso (Δp_T) poderia distinguir os processos. Para tal, são necessários geradores de eventos que apliquem uma distribuição inicial para as partículas envolvidas para que a distribuição em Δp_T possa ser construída. Mesmo com esta limitação técnica, ainda é possível observar uma boa separação dos eventos de interesse, sendo esta estratégia de análise ainda satisfatória. Portanto, demonstra-se que as variáveis cinemáticas de interesse nos processos de fotoprodução podem ser usadas para uma análise de dados nos aceleradores de partículas.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Halliday, Resnick e Walker. **Fundamentos de Física**, 8ª edição, Rio de Janeiro, LTC, 2008.
- [2] Moyses Nussenzveig. **Curso de Física Básica**, Capítulo 9 – 4ª edição, São Paulo, Blucker, 1998.
- [3] ANTON, H,I,S. **Cálculo**, 8ª edição, Porto Alegre: Bookman,2007.
- [4] W. S. C. Williams, **Nuclear and Particle Physics**, 1ª edição, Oxford, Clarendon Press, 1991.
- [5] David Griffiths, **Introduction to Elementary Particles**, 2ª edição, Weinheim, Wiley-Vch, 2008.
- [6] CERN. **ATLAS spots light by scattering**, CERN 2016, acessado em 26 de jul. 2016, disponível em: <https://cds.cern.ch/record/2220773/files/ATLASCONF-2016-111.pdf>