

# PRODUÇÃO DIFRATIVA DO MÉSON $\eta_c$ EM COLISÕES HADRÔNICAS NO GRANDE COLISOR DE HADRONS

ALDAIR CELESTINO OLIVEIRA JÚNIOR<sup>1</sup>;  
VICTOR PAULO BARROS GONÇALVES<sup>2</sup>

<sup>1</sup>UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS – [aldaircelestino@hotmail.com](mailto:aldaircelestino@hotmail.com)

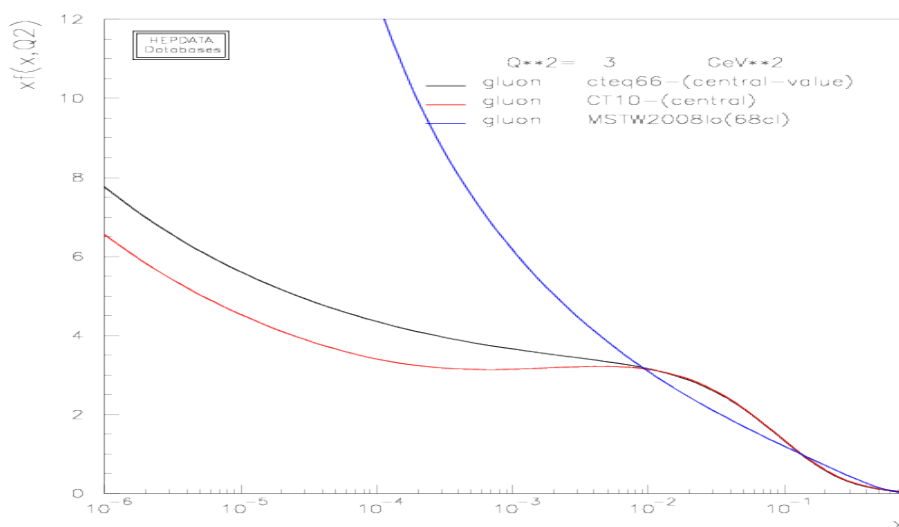
<sup>2</sup>UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS – [barros@ufpel.edu.br](mailto:barros@ufpel.edu.br)

## 1. INTRODUÇÃO

Toda matéria que conhecemos é formada por algum composto molecular, e as moléculas por sua vez, são formadas por átomos. Apesar de que o nome átomo outorgado pelos gregos significar indivisível, sabemos que não é bem assim. Hoje sabemos que um átomo é composto por léptons como o elétron e hádrons como o nêutron e o próton e um hádron por sua vez é um composto subatômico formado por quarks e glúons.

Nosso objetivo neste trabalho é estudar o méson  $\eta_c$  em colisões difrativas, nas quais não há a dissociação dos prótons incidentes. Neste processo, os glúons constituintes dos dois prótons interagem e produzem um par charm e um anti-charm que hadronizam e formam o  $\eta_c$ . Na interação há uma troca de glúons em uma configuração singleto de cor (sem cor), o que resulta nos dois prótons intactos ao final da interação. Tal processo é fortemente dependente do conteúdo de glúons no interior do próton no regime de altas energias.

Nosso objetivo é simular e estudar a geração de eventos utilizando o gerador Monte Carlo SuperChic[5] considerando diferentes modelos para a constituição dos prótons incidentes, caracterizados por distintas previsões para as distribuições partônicas (PDFs). Na Figura 1 apresentamos uma comparação entre os diferentes modelos para as PDFs, os quais preveem diferentes valores para a distribuição de glúons no limite de pequenos valores de variável de Bjorken  $x$ .

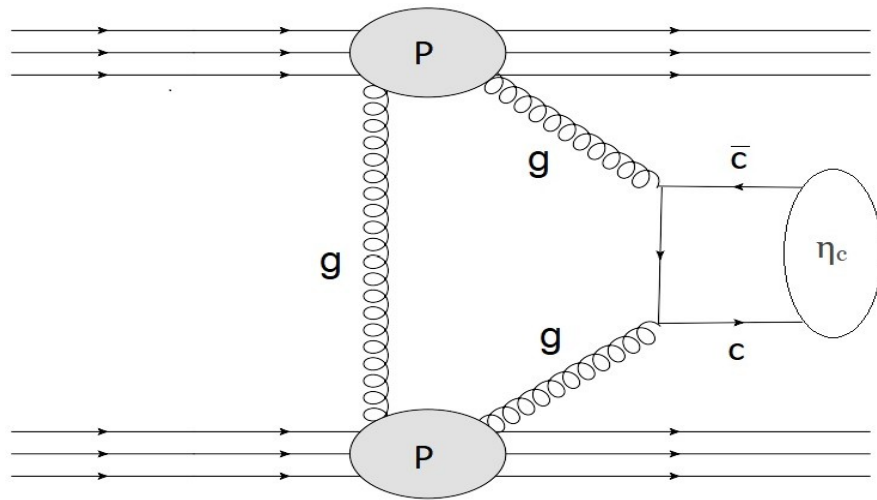


**Figura 1:** Previsões das diferentes parametrizações para a distribuição de glúons como função da variável de Bjorken –  $x$ .

Tal resultado demonstra que o estudo de processos que sejam sensíveis ao conteúdo de glúons é fundamental para avançarmos em nossa compreensão da estrutura do próton. Nosso objetivo neste projeto é demonstrar que dados futuros para a produção difrativa do méson  $\eta_c$  em colisões próton – próton no Grande Colisor de hádrons poderão ser usados para vincular o comportamento da distribuição de glúons no regime de altas energias.

## 2. METODOLOGIA

Realizamos a revisão teórica da descrição do conteúdo de quarks e glúons no interior do próton proposta pelas diferentes parametrizações para as PDFs, assim como do processo de produção difrativa do méson  $\eta_c$  descrita pelo diagrama de Feynman apresentado na Figura 2.

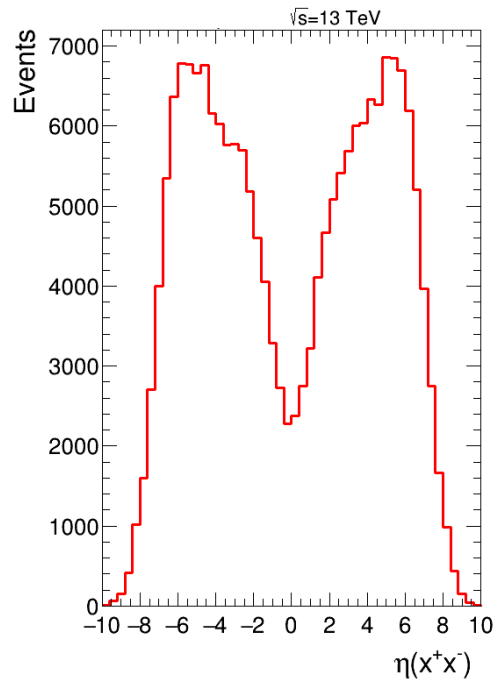


**Figura 2:** Diagrama de Feynman para a produção difrativa do méson  $\eta_c$  em colisões próton – próton no Grande Colisor de Hádrons.

A fim de obtermos predições realísticas que possam ser comparadas com futuros dados experimentais, utilizamos o gerador de Monte Carlo SuperChic [5] para estimar a distribuição de rapidez do méson em colisões próton – próton no Grande Colisor de Hádrons, assumindo uma energia de centro de massa de 13 TeV. Neste primeiro momento consideramos que o conteúdo de glúons no interior dos prótons é descrita pela parametrização MMHT [6].

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Considerando uma colisão próton – próton no Grande Colisor de Hádrons, estimamos a produção difrativa do méson  $\eta_c$  assumindo que o conteúdo de glúons é dado pela parametrização MMHT. Realizamos o cálculo das colisões utilizando o gerador de eventos SuperChic[5]. Após as simulações, utilizamos um código computacional em python para ler os eventos gerados e produzir os gráficos associados à distribuição de rapidez do méson  $\eta_c$ . Na figura 3 apresentamos nossa predição para este observável.



**Figura 3.** Distribuição em rapidez nos mésons  $\eta_c$  produzidos difrativamente em colisões próton – próton no Grande Colisor de Hádrons para uma energia de centro de massa de 13 TeV.

Nosso resultado demonstra que o máximo da distribuição ocorre para grandes valores de rapidez, no intervalo entre -6 a -4 e 4 a 6. É importante enfatizar que esta é a região cinemática analisada pelo experimento LHCb do Grande Colisor de Hádrons, o que viabiliza uma futura análise deste estado final.

#### 4. CONCLUSÕES

Neste trabalho estimamos a produção difrativa do méson  $\eta_c$  em colisões próton – próton no Grande Colisor de Hádrons assumindo que o conteúdo de glúons é descrito pela parametrização MMHT. Nossa motivação em estudar este estado final está associada a forte dependência na distribuição de glúons. Em especial, para as energias do Grande Colisor de Hádrons, a seção de choque associada é determinada pelo conteúdo de glúons com pequena fração de momento (pequeno  $-x$ ), o qual atualmente não é bem vinculado. Nosso resultado para a distribuição de rapidez demonstra que o máximo da distribuição ocorre na região cinemática analisada pelo detector LHCb. Portanto, tal processo pode, em princípio, ser estudado por este detector no futuro. Como próximo passo, iremos estimar a seção de choque e distribuições associadas considerando outros modelos para o conteúdo de glúons no próton.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Griffiths, David, **Introduction to Elementary Particles**, WILEY-VCH, 1987;
- [2] Williams, W. S. C., **Nuclear and Particle Physics**, Oxford University Press, USA (1991);
- [3] Gonçalves, V. P; Moreira, B. D. ,  **$\eta$ c production in photon-induced interactions at the LHC**, Phys. Rev. D 97, no. 9, 094009 (2018)
- [4] Thiel, M. **Produção Dupla do Bóson Z e de Quarks Pesados como Assinaturas de Dimensões Extras no Grande Colisor de Hádrons**. 2013. . Dissertação (Mestrado em Física) – Programa de Pós-graduação em Física, Universidade Federal de Pelotas.
- [5] L. A. Harland-Lang, V. A. Khoze and M. G. Ryskin, **Exclusive LHC physics with heavy ions**: SuperChic 3, Eur. Phys. J. C, no. 1, 39 (2019)
- [6] L. A. Harland-Lang, A. D. Martin, P. Motylinski and R. S. Thorne, **Parton distributions in the LHC era**: MMHT 2014 PDFs, Eur. Phys. J. C, no. 5, 204 (2015)