

# DETERMINAÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO DE GLÚONS DO PRÓTON NA FOTOPRODUÇÃO DE MÉSONS VETORIAIS NO GRANDE COLISOR DE HÁDRONS

LUÍS A. S. MARTINS<sup>1</sup>; VICTOR P. GONÇALVES<sup>2</sup>; WERNER K. SAUTER<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas – [luausoma@yahoo.com](mailto:luausoma@yahoo.com)

<sup>2</sup>Universidade Federal de Pelotas - [victorpbg@gmail.com](mailto:victorpbg@gmail.com)

<sup>3</sup>Universidade Federal de Pelotas - [werner.sauter@gmail.com](mailto:werner.sauter@gmail.com)

## 1. INTRODUÇÃO

O estudo da estrutura interna dos prótons atrai a atenção da comunidade da física de altas energias há muitos anos.

Na última década o colisor HERA estudou em detalhe interações elétron – próton no regime de altas energias, fornecendo uma imagem mais precisa do conteúdo de partículas (quarks e glúons) no interior do próton. O Próton é formado por 3 quarks de valência e um certo número de quarks de mar, que os rodeiam. Os quarks de mar existem aos pares quark-antiquark. Eles são produzidos pelos glúons radiados pelos quarks de valência. Os dados de HERA permitiram vincular satisfatoriamente o conteúdo de quarks de mar, mas a incerteza presente em glúons ainda é grande, como pode se verificar ao compararmos as previsões advindas das distintas parametrizações partônicas, realizadas por diferentes grupos que se especializaram na realização de ajustes globais aos dados experimentais. Tal aspecto e o início de funcionamento do LHC motivam o estudo de novos observáveis que permitam vincular com precisão esta distribuição no regime de altas energias.

Enfim a determinação da distribuição de Glúons é fundamental para compreendermos a QCD a altas energias, motivando assim nosso estudo (GREINER 2002).

## 2. METODOLOGIA

Neste trabalho estudamos a fotoprodução de mésons vetoriais (J/Psi e Upsilon) em colisões elétron - próton e em interações coerentes no LHC, considerando diversas parametrizações existentes para as distribuições de glúons (DEVENISH 2004). Considerando que a seção de choque  $\gamma p$  e a distribuição de rapidez para o processo  $pp$  são proporcionais ao quadrado da função de distribuição de glúons no próton, a diferença entre as distintas parametrizações existentes na literatura são amplificadas. Este processo pode ser utilizado para vincular o comportamento da distribuição de glúons discriminando entre essas parametrizações usando interações coerentes (BARONE 2002).

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A seção de choque da fotoprodução difrativa de mésons vetoriais é proporcional ao quadrado da distribuição de glúons (BARONE 2002) e é representada pela equação abaixo (derivada por RYSKIN 93):

$$\sigma_{\gamma p \rightarrow Vp} = \frac{1}{b_V} \frac{\Gamma_{e^+e^-} M_V^3 \pi^3 \alpha_s^2(\bar{Q}^2)}{48\alpha_{em}} \frac{\alpha_s^2(\bar{Q}^2)}{\bar{Q}^8} [xg(x, \bar{Q}^2)]^2$$

onde

$$x = 4\bar{Q}^2/W \quad \text{e} \quad \bar{Q}^2 = M_V^2/4.$$

Sendo  $W$  a energia de centro de massa,  $M_V$  é a massa do méson vetorial,  $xg$  é a distribuição de glúons no alvo. Com base na equação que representa esta seção de choque foi implementada uma rotina *computacional*, onde foram usadas diferentes parametrizações, a fim de obter os gráficos da seção de choque  $\gamma p$  por  $W$  (energia do centro de massa). Foram gerados tanto para o méson vetorial  $J/\psi$  (ver Fig.01) como para Upsilon (ver Fig.02), conforme pode ser visto abaixo:

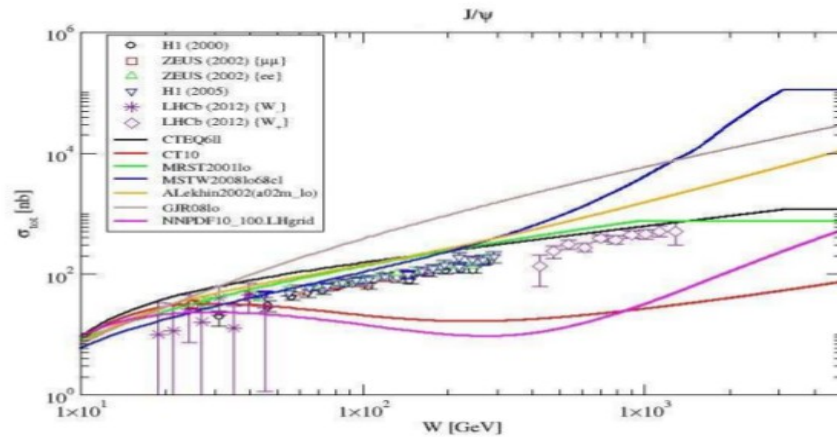


Fig. 01:  $\sigma^{\gamma p \rightarrow J/\psi p}$  por  $W$  com  $\bar{Q}^2 = 2,4 \text{ GeV}^2$ .

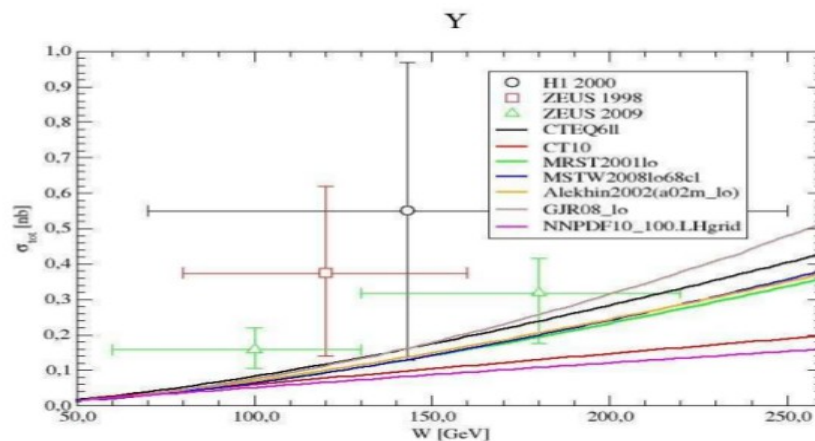


Fig. 02:  $\sigma^{\gamma p \rightarrow \Upsilon p}$  por  $W$  com  $\bar{Q}^2 = 22,4 \text{ GeV}^2$ .

Para  $J/\Psi$  percebemos que para valores menores de  $Q^2$ , melhor podemos vincular os valores de seção de choque com os valores dos dados experimentais de H1, ZEUS e LHCb. Já para  $\Upsilon$  percebemos que para valores maiores de  $Q^2$ , melhor podemos vincular os valores de seção de choque com os valores dos dados experimentais de H1 e ZEUS.

#### 4. CONCLUSÕES

O objetivo deste estudo foi obter os conhecimentos básicos de física de partículas e eletromagnetismo (ANSELMINO 2013) necessários para a descrição de colisões  $\gamma p$  e fotoprodução de mésons vetoriais. Percebemos que é possível vincular o comportamento da distribuição de glúons considerando a fotoprodução de mésons vetoriais, cuja seção de choque é proporcional ao quadrado da distribuição de glúons (GONÇALVES 1997).

Pretendemos ainda considerar os seguintes cálculos:

- 1) Considerar correções provenientes da parte real da amplitude de espalhamento e da torção ("skewness") das distribuições partônicas;
- 2) Calcular a distribuição em rapidez e a seção de choque total para a produção de mésons vetoriais pesados em colisões  $pp$  para energias do LHC considerando diferentes distribuições de glúons.
- 3) Estudar a dependência dos resultados no modelo utilizado para diferentes distribuições de fóton equivalentes.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARONE, V.; PREDAZZI, E. **High-Energy particle diffraction**, Springer 2002.

GONÇALVES, V. P. **A obtenção da distribuição de glúons na QCD para pequeno  $x$** . Porto Alegre: Curso de Pós-Graduação em Física – UFRGS, Dissertação de Mestrado, 1997.

GREINER, W.; SCHARAMM, S.; STEIN, E. **Quantum Chromodynamics**. New York: Springer, 2002.

RYSKIN, M. G. **Diffraction  $J/\psi$  electroproduction in LLA QCD**. (1993), Z. Phys. C57, 89.

DEVENISH, R. C. E.; COOPER-SARKAR, A. M. **Deep inelastic scattering**. Oxford University Press, 2004.

ANSELMINO, M.; CARUSO, F.; MAHON, J. R.; OGURI, V.; **Introdução à QCD Perturbativa**. LTC, 2013.