

Fotoprodução difrativa do bóson de Higgs por duplo pomeron

Gustavo Silveira

Orientação: Maria Beatriz Gay Ducati

Grupo de Fenomenologia de Partículas de Altas Energias

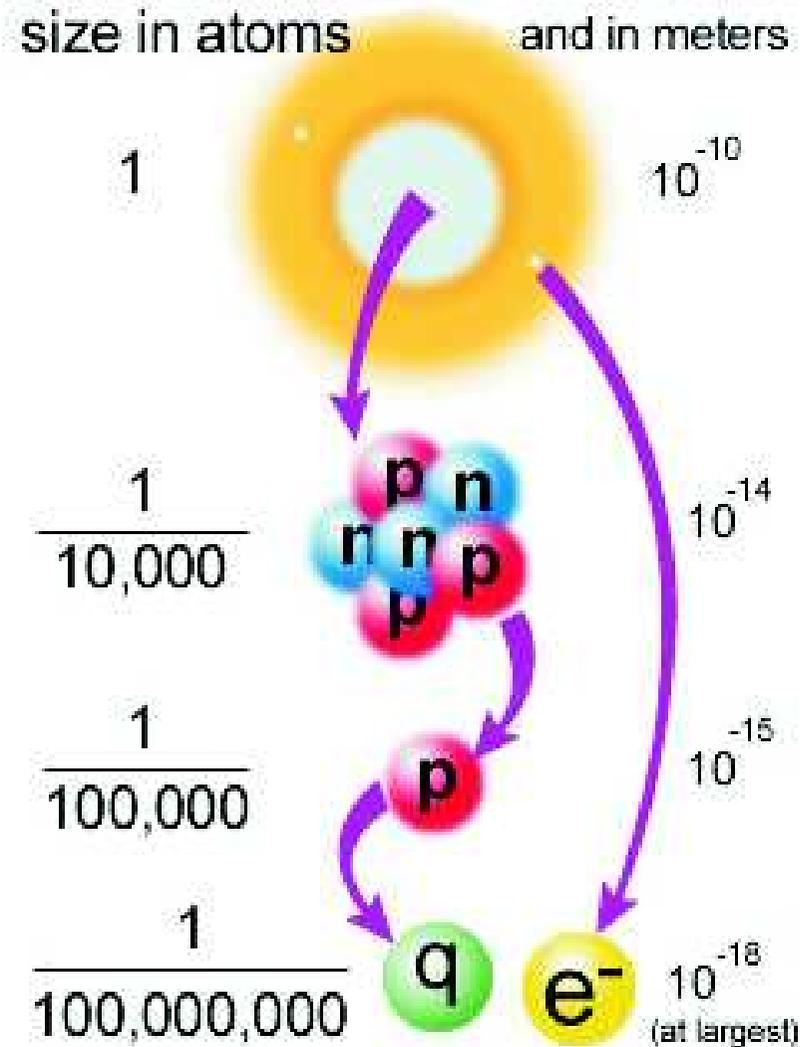
<http://www.if.ufrgs.br/gfpae>

Instituto de Física — Universidade Federal do Rio Grande do Sul

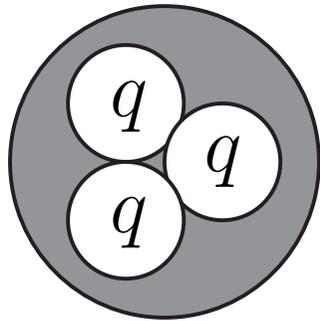
Escalas do Universo

- Distâncias e comprimentos:

- Universo: $10^{27}m$
- Via-Lactea: $10^{21}m$
- Alpha Centauri: $10^{16}m$
- Sol: $10^{11}m$
- Terra: 10^6m
- Humanos: 10^0m
- Células: $10^{-4}m$
- Moléculas: $10^{-10} - 10^{-2}m$
- Transistores: $10^{-9}m$

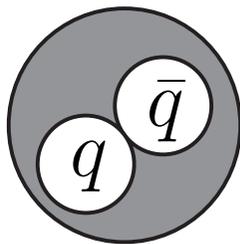


Nomenclatura



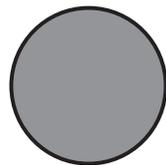
Hádrons

{ próton
nêutron



Mésons

{ píons
káons



Léptons

{ elétron
neutrino

Propriedade fundamental: **Confinamento quântico**

Modelo Padrão

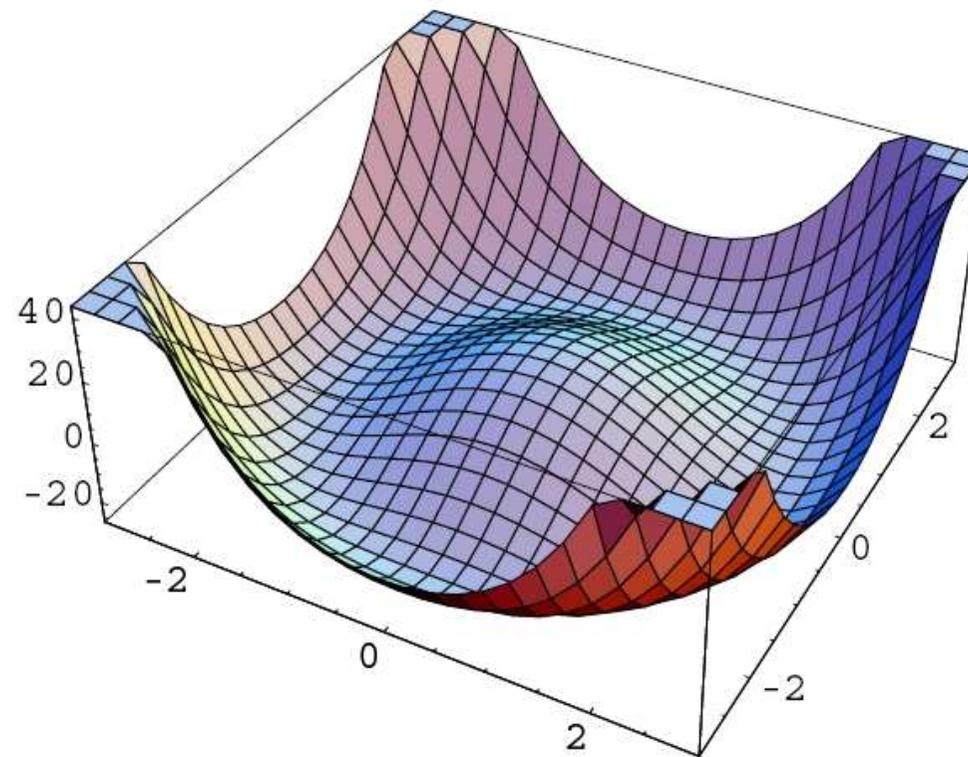
- Interações fundamentais da Natureza descritas pela Teoria Quântica de Campos:
 - **Força forte** :: **Cromodinâmica Quântica (QCD)** → quarks e glúons;
 - **Força eletromagnética** :: **Eletrodinâmica Quântica (QED)** → quarks, léptons e fótons;
 - **Força fraca** :: **Teoria de Fermi** → léptons, quarks e bósons vetoriais.

Partículas Elementares					
Quarks	u	c	t	Mediadores	
	d	s	b		
Léptons	ν_e	ν_μ	ν_τ		W^+
	e	μ	τ		W^-
					Z^0
					g
		Higgs*			

* a ser confirmado.

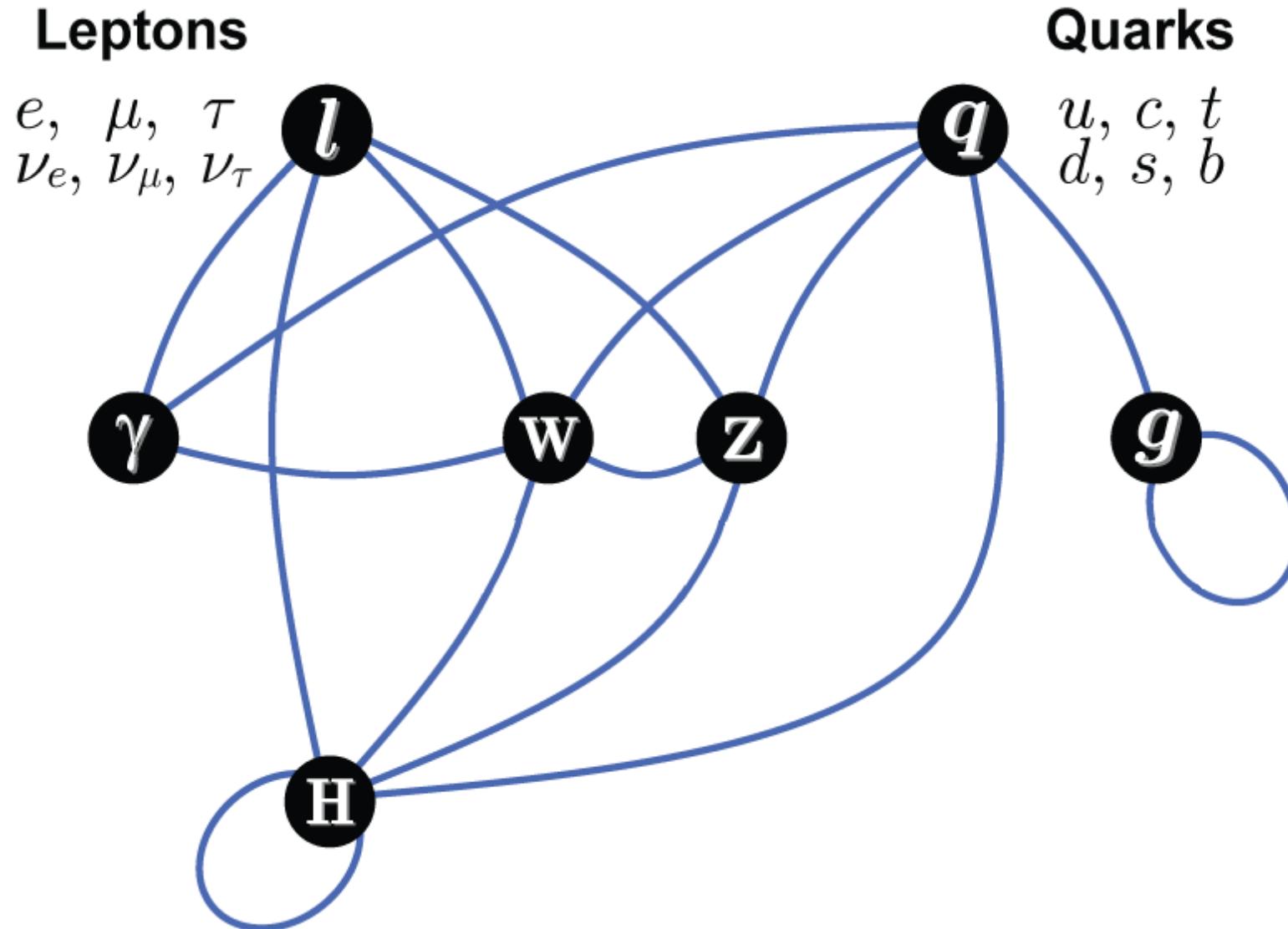
Mecanismo de Higgs

- **Sistemas quânticos:** partículas físicas sujeitas a um potencial quântico;
- **Proposta:** Potencial quântico que permeia todo o espaço → **Campo de Higgs**

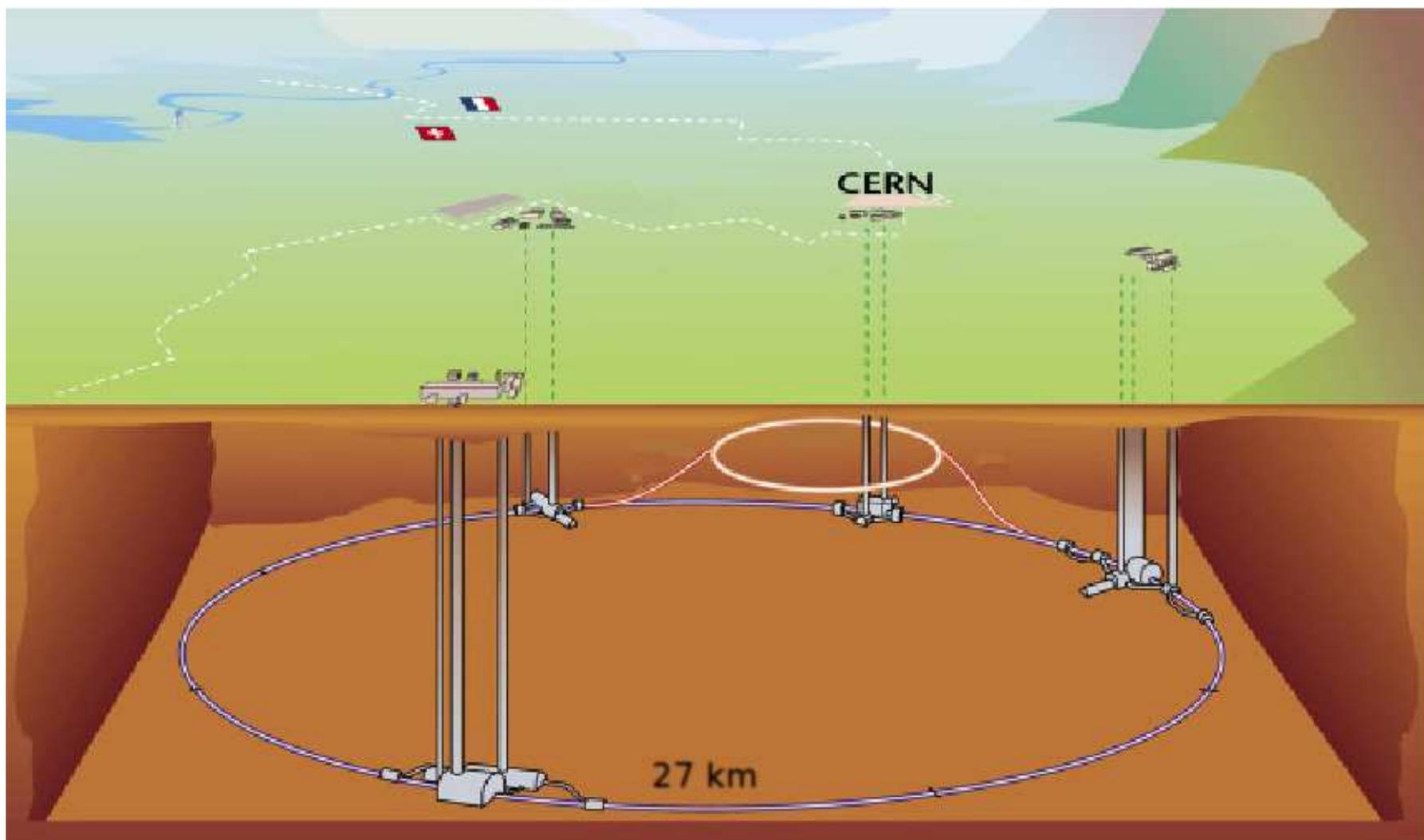


- Determinação do **estado fundamental** → *quebra de simetria* do potencial!
- **Conseqüência:** surgem as massas das partículas e o **bóson de Higgs!** $M_H?$

Interações

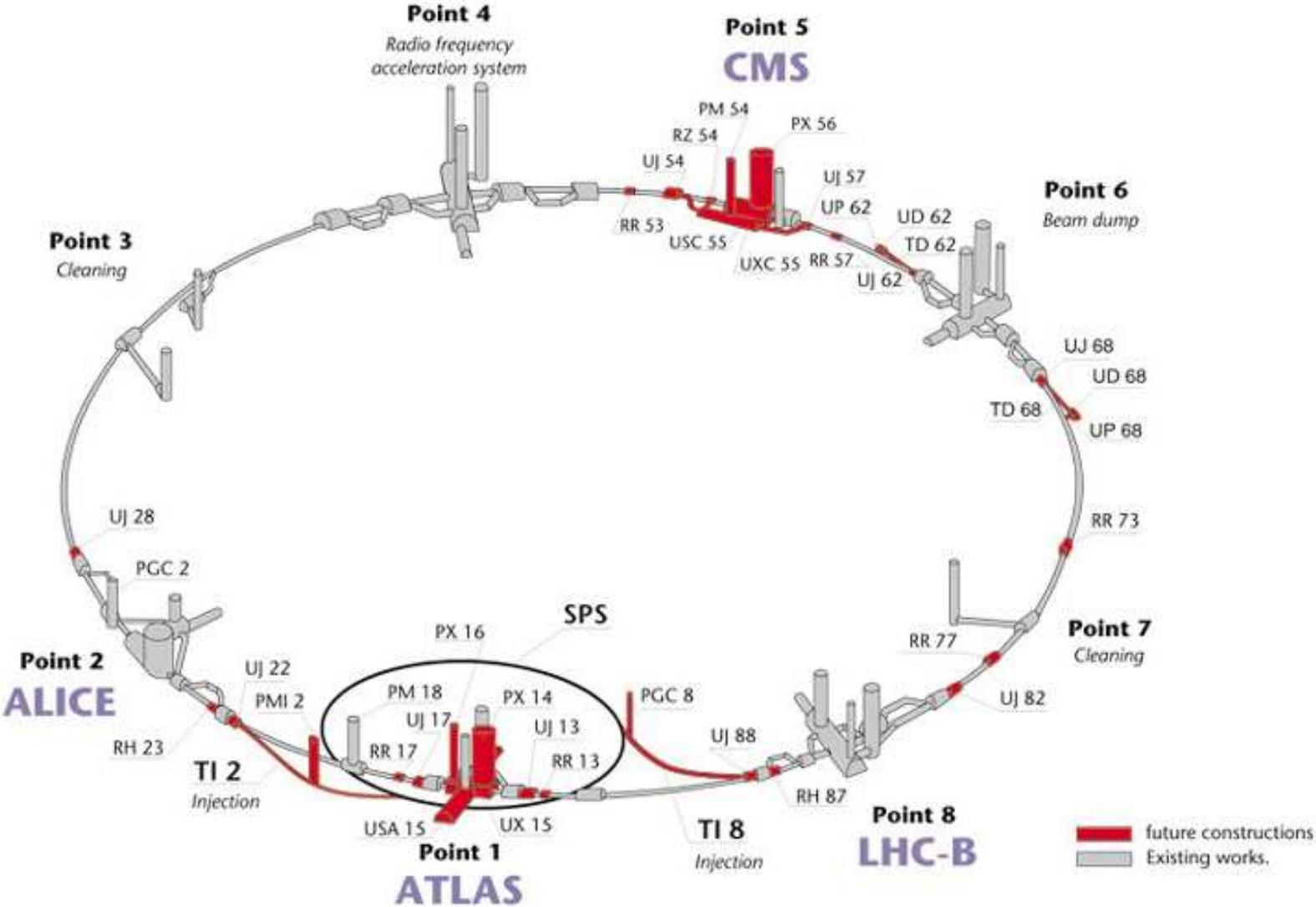


À espera do LHC



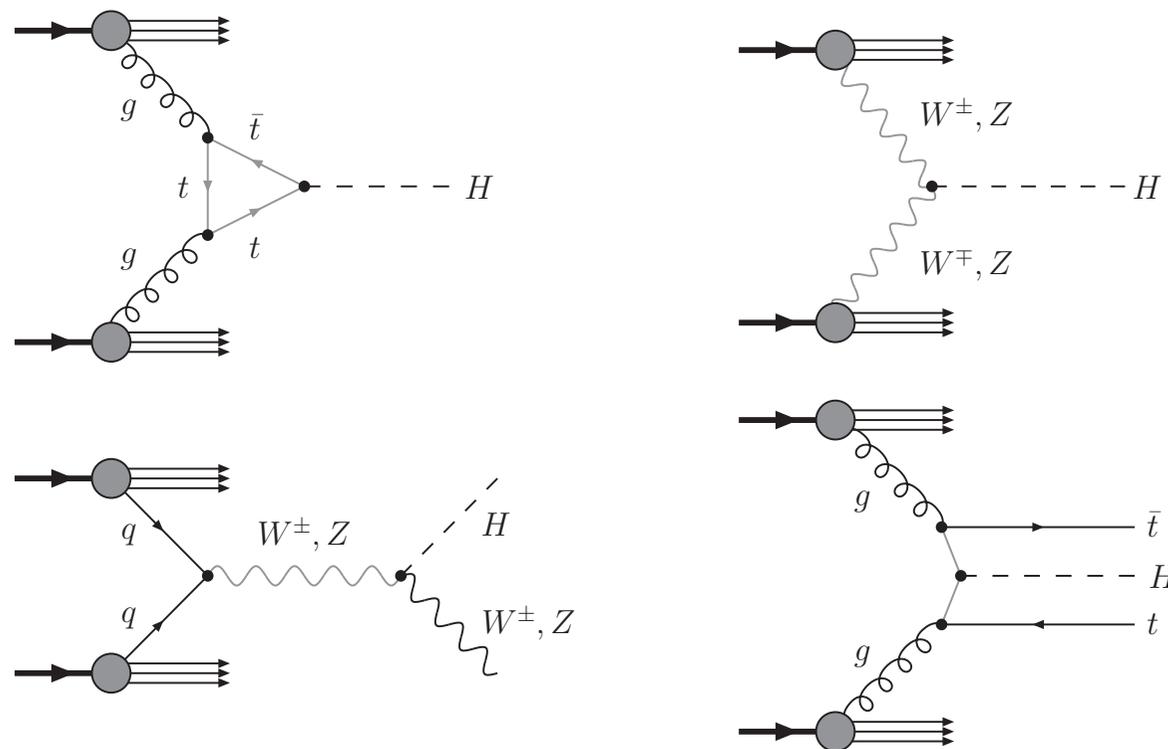
$$E = 14 \text{ TeV} \rightarrow 27 \text{ km em } 90 \mu s$$

Detectores do LHC



Fenomenologia

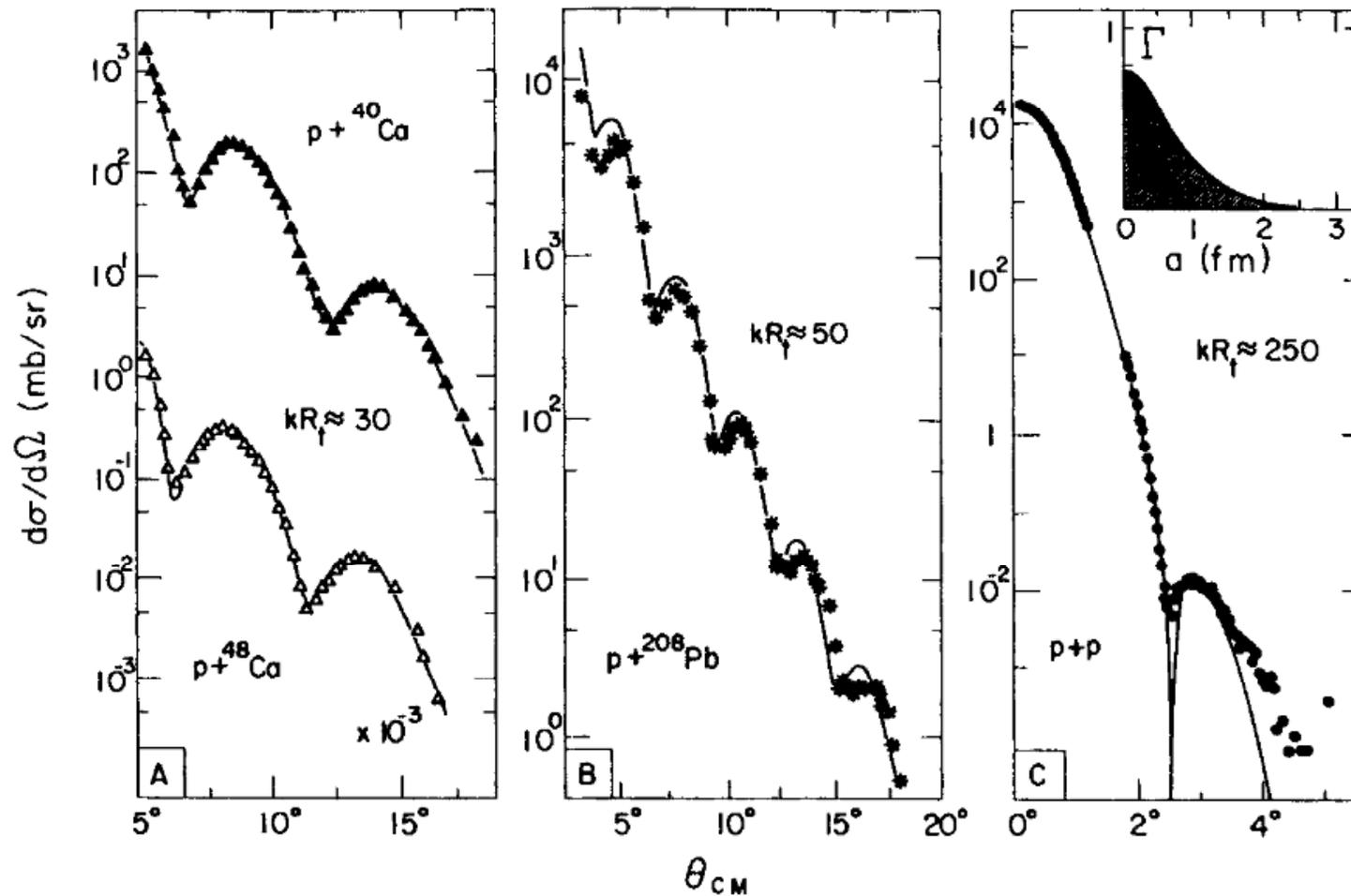
- A fenomenologia explora processos possíveis para o estudo de estados finais específicos;
 - Predições podem ser feitas \rightarrow expectativa quanto a *observáveis de interesse*.
- Um dos processos de produção do bóson de Higgs é o processo **direto**



- **Decaimentos esperados:** $H \rightarrow b\bar{b}$ e $H \rightarrow W^+W^-$.

Processos difrativos

- **Difração em alta energia:** aspectos físicos similares à difração óptica;

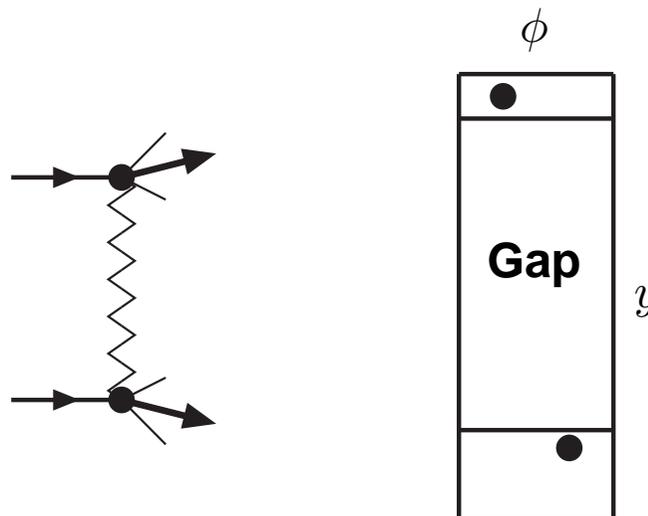


Amaldi et al, *Ann. Rev. Nucl. Sci.* **26** (1976) 385.

Definição

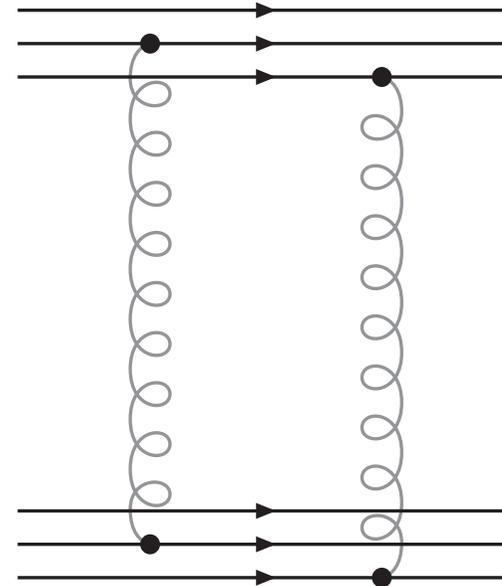
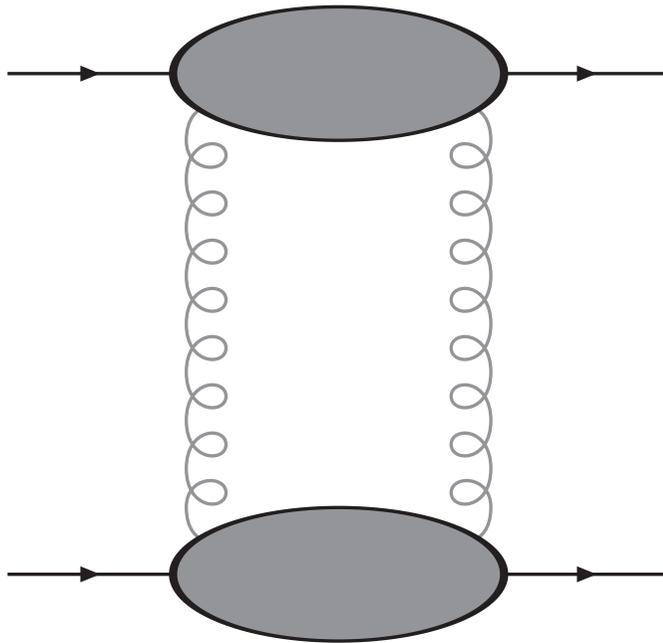
- Definição para processos difrativos:
 - **Interação:** espalhamento elástico → partículas iniciais iguais às finais;
 - Assinaturas experimentais:
 - ◇ Estado final *pouco* perturbado (pequenos ângulos, pouca perda de momentum, etc.)
 - ◇ Presença de **lacunas de rapidez**

$$y = \ell n \left(\frac{E + p_z}{E - p_z} \right)$$



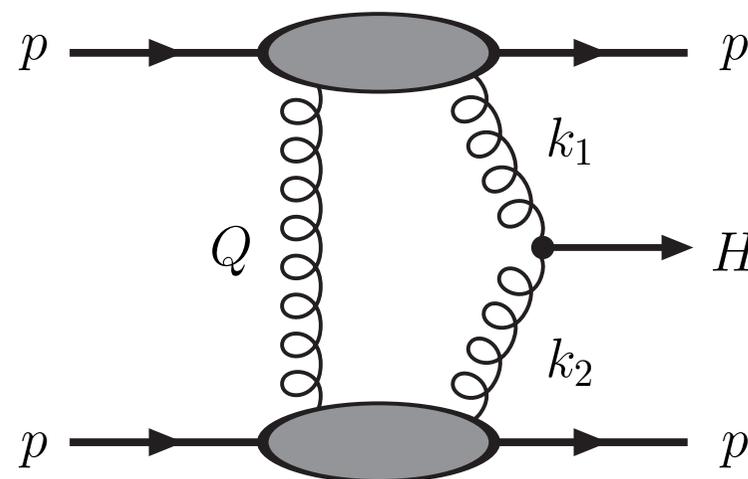
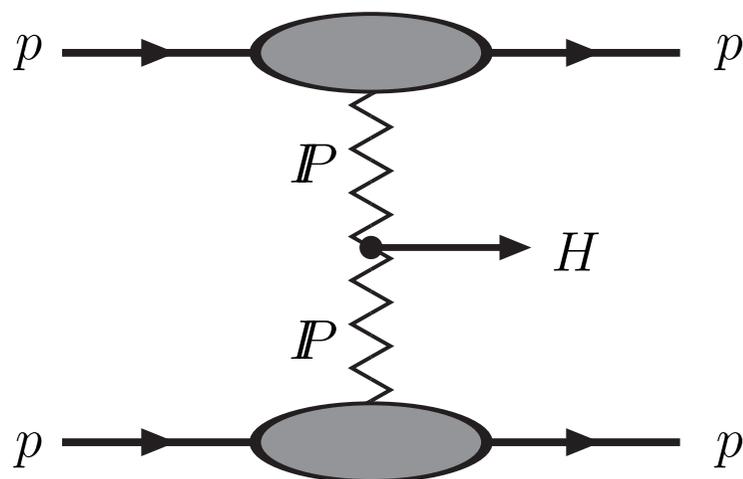
Descrição

- **1950:** Estudo fenomenológico de eventos em altas energia: **Teoria de Regge**
 - Prevê a troca de uma partícula chamada *Pomeron*.
- **1960:** Teoria de campos :: **QCD** → troca de **dois** glúons



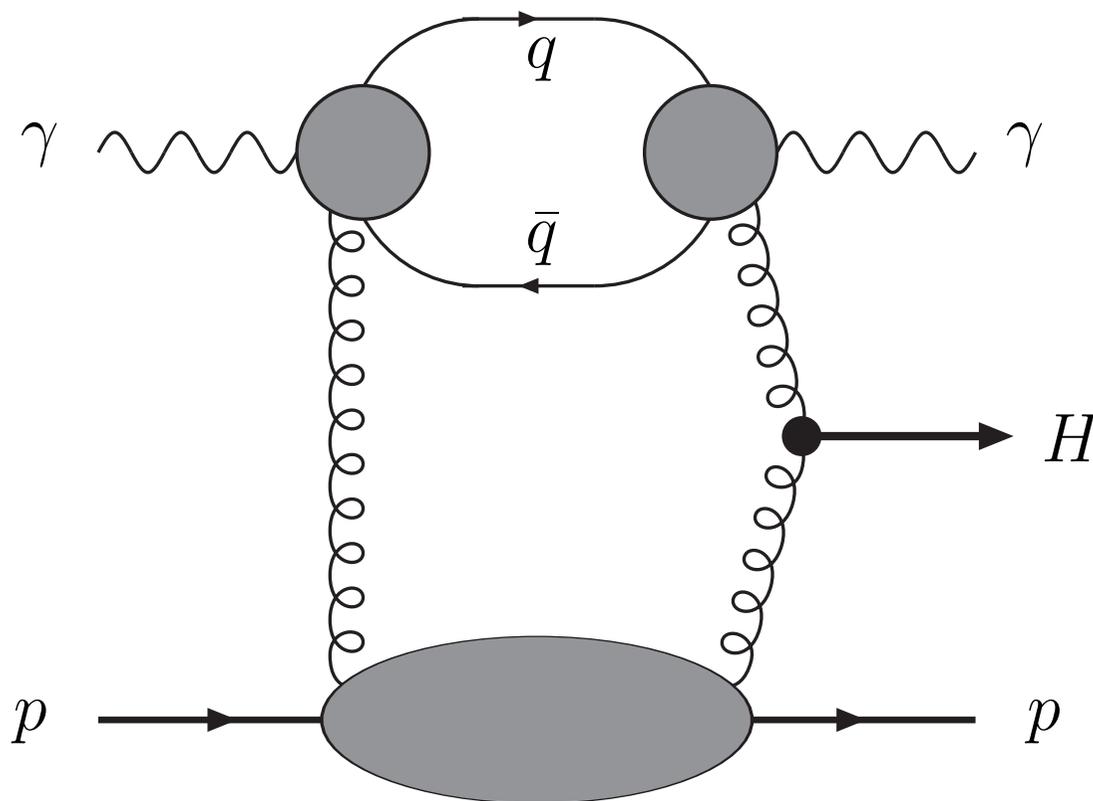
Produção difrativa de Higgs

- **1991:** modelo de Bialas e Landshoff → parâmetros fenomenológicos;
- **1997:** modelo KMR → glúons da QCD:
 - **Interação:** *troca dupla de pomerons* → vértice dominante de produção $gg \rightarrow H$;
 - Duas lacunas de rapidez presentes no estado final do processo.



Fotoprodução difrativa

- A fotoprodução **exclusiva** propõe a interação entre prótons através do subprocesso γp ;



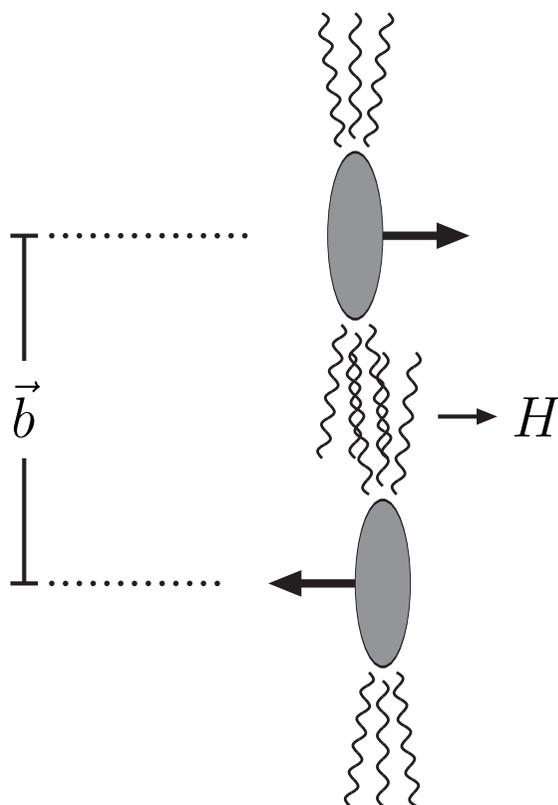
- Aspectos fenomenológicos aplicados pelo Modelo KMR são empregados à fotoprodução.

Colisões periféricas

- Esperam-se observar colisões com grande parâmetro de impacto

$$b > 2R$$

- A expectativa é que estas colisões sejam uma porcentagem das que ocorrerão no LHC.



sem interação forte!

Seção de choque do processo

- Seção de choque do processo é calculada pela relação

$$d\sigma \propto \int \frac{d^3\vec{p}'}{(2\pi)^3 2E_{p'}} \frac{d^3\vec{p}'_H}{(2\pi)^3 2E_H} \frac{d^3\vec{q}'}{(2\pi)^3 2E_\gamma} |A|^2$$

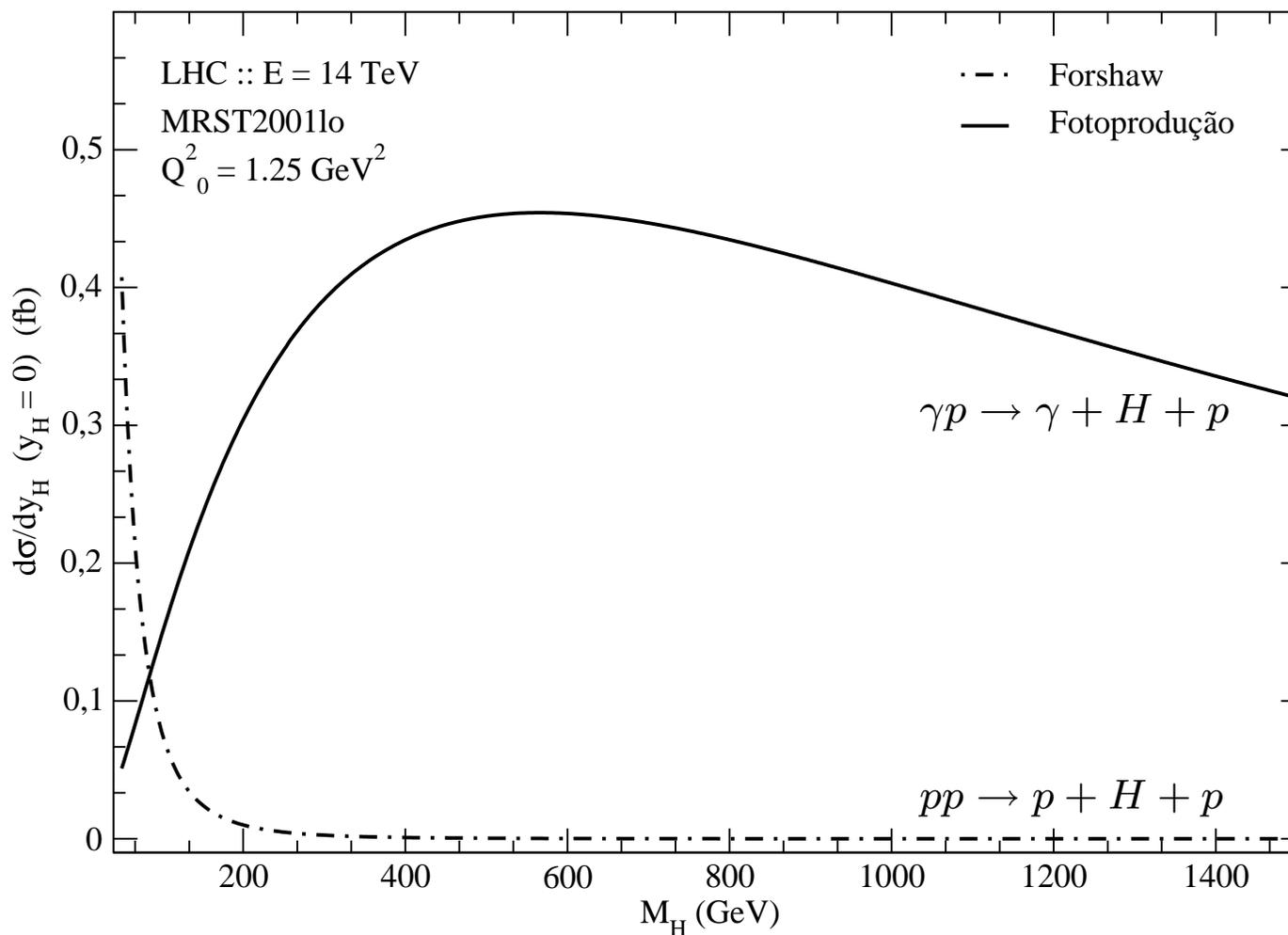
- Resultado para produção em rapidez central

$$\left. \frac{d\sigma}{dy_H} \right|_{y_H=0} \propto \left[\int_{\mathbf{k}_0^2}^{\infty} \frac{d\mathbf{k}^2}{\mathbf{k}^6} f_g(x, \mathbf{k}^2) \right]^2$$

- Distribuição de pártons (quarks e glúons) no interior do próton $\rightarrow f_g(x, \mathbf{k}^2)$
 - Complexidade do conteúdo: *parametrizações* para a distribuição

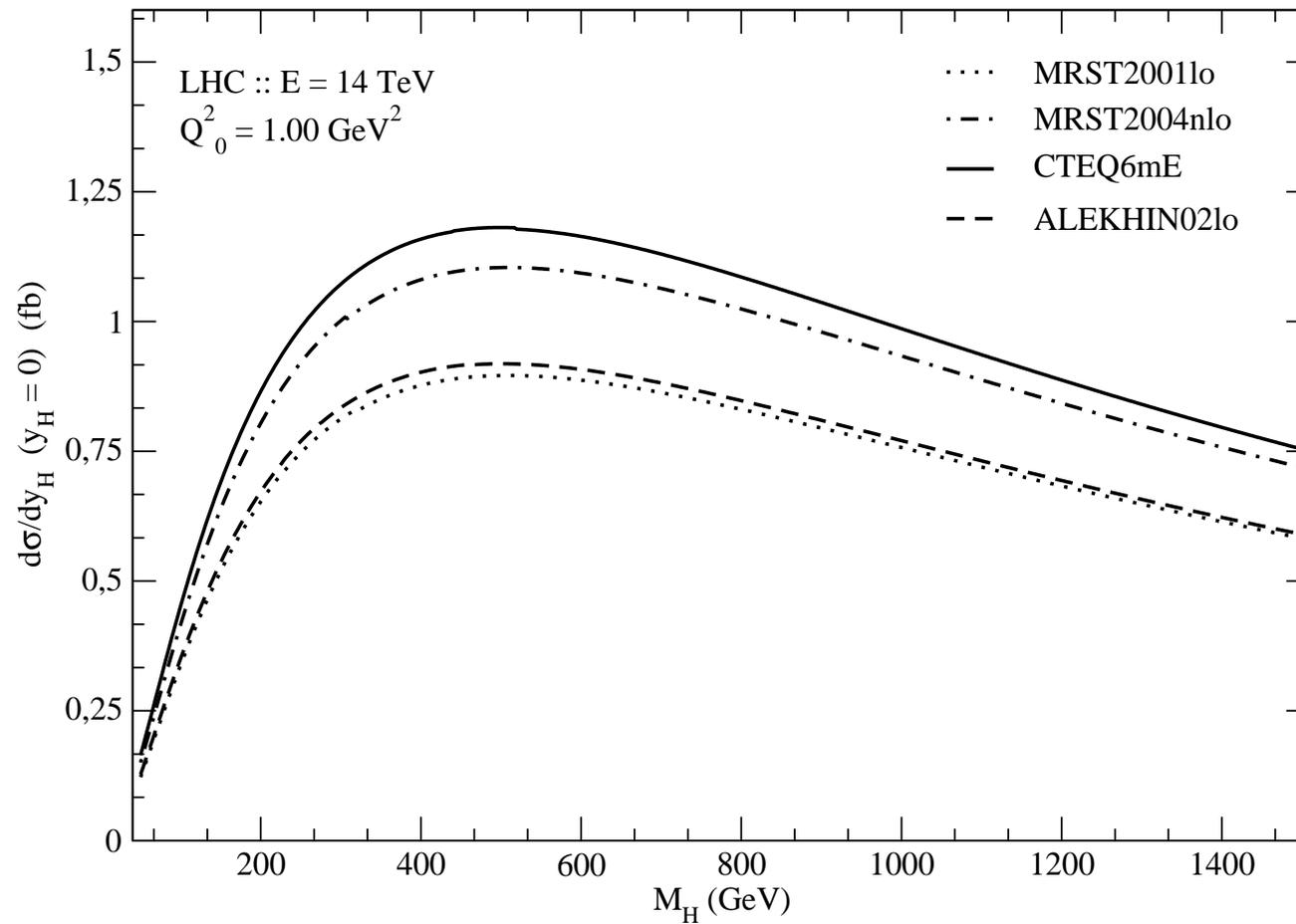
Resultados: KMR *versus* Fotoprodução

- Seção de choque diferencial para produção em rapidez central $50 \text{ GeV} < M_H < 1.5 \text{ TeV}$:



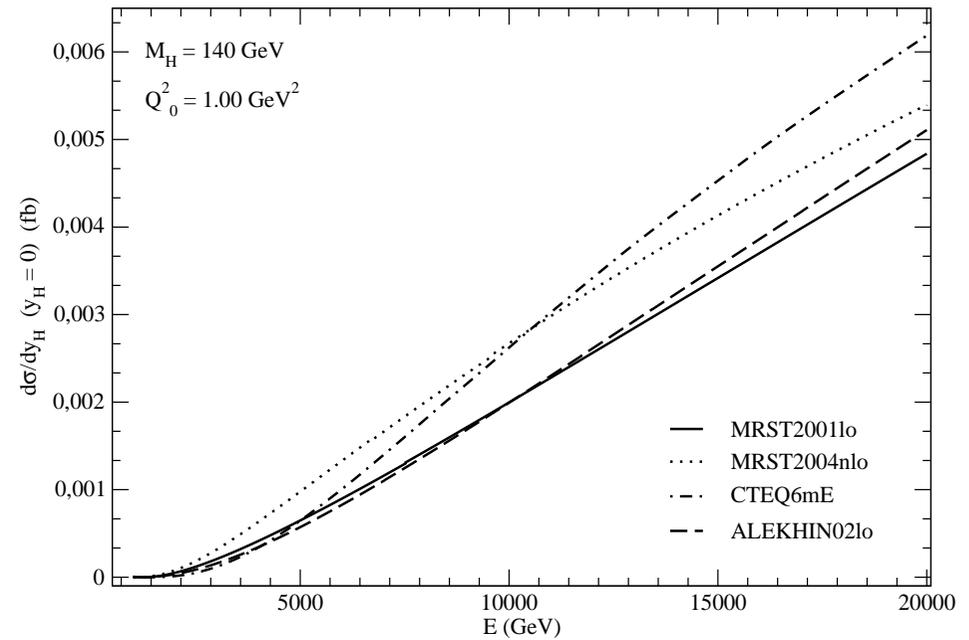
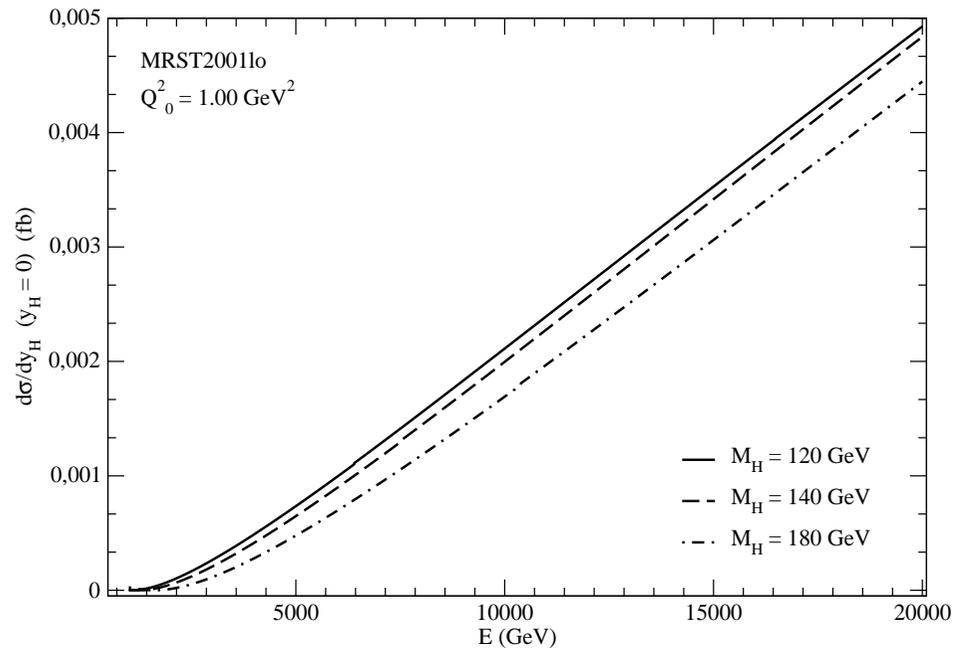
Resultados: Parametrizações

- Seção de choque diferencial para produção em rapidez central $50 \text{ GeV} < M_H < 1.5 \text{ TeV}$:



Resultados: Dependência em energia

- Seção de choque diferencial para produção em rapidez central $500 \text{ GeV} < \sqrt{s} < 20 \text{ TeV}$:



Conclusões e perspectivas

- Resultados significativos para a produção do bóson de Higgs;
- Análise quanto a produção para colisões pp ;
- Colisões periféricas também possibilitam a produção do bóson de Higgs;
- Análises futuras para o Modelo Superssimétrico;
- Estudar a produção de outras partículas.