

Produção de charmonia em colisões pO em rapidez central com o ALICE

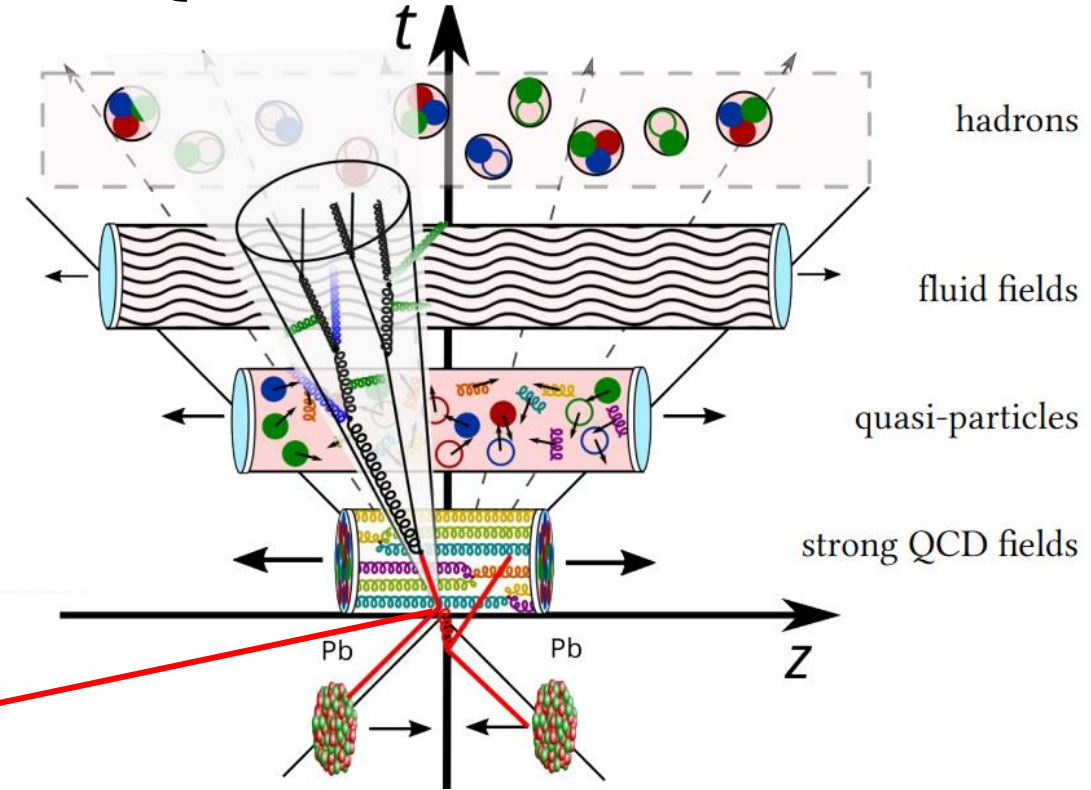
Aluno: Luca Aguiar de Oliveira

Orientador: Cristiane Jahnke Fiorini da Silva

Universidade Estadual de Campinas UNICAMP (BR)

Mésons J/ψ e $\psi(2S)$ no QGP

- Hadronização
 $t > 10 \text{ fm}/c$
- Expansão do fluido
 $t \sim 1\text{-}10 \text{ fm}/c$
- QGP equilíbrio
 $t \sim 1 \text{ fm}/c$
- Deposição de energia
- Colisão

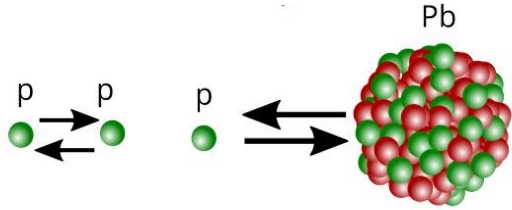


Berges, Heller, AM, Venugopalan RMP (2021)

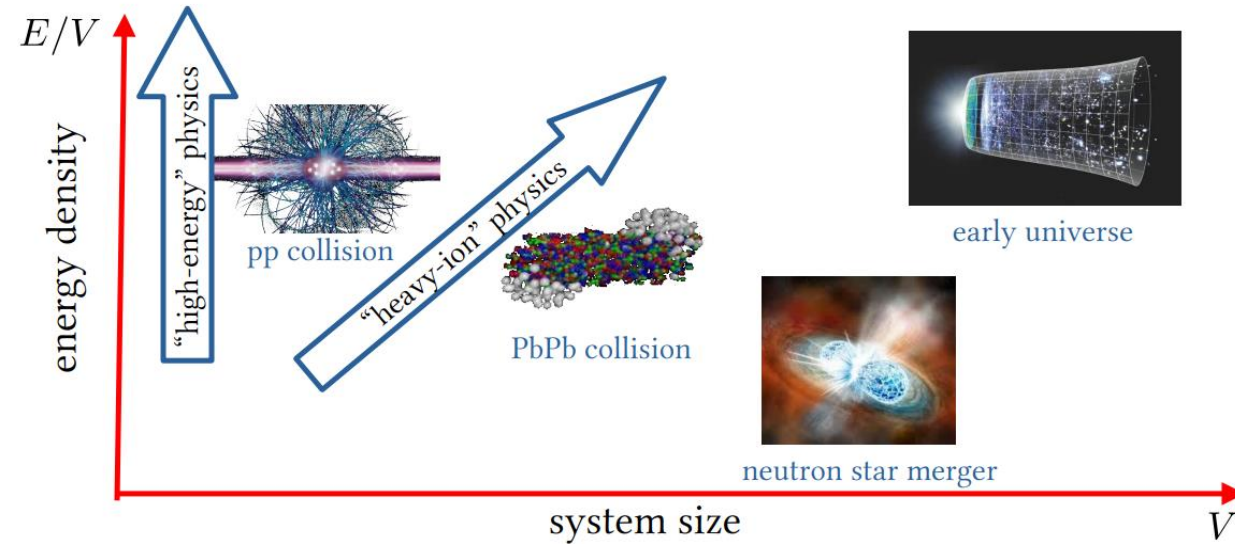
Léptons $\rightarrow e^-e^+$

\uparrow Massa \rightarrow *hard scatterings* no início \rightarrow vivenciam/afetados pela evolução do meio \rightarrow *probe* para investigar as propriedades

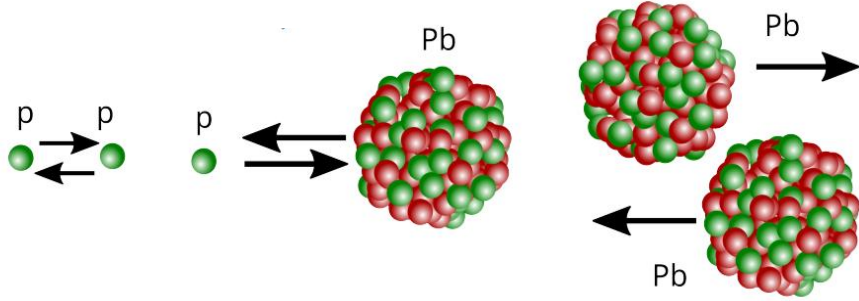
Íons na Run 3 do LHC



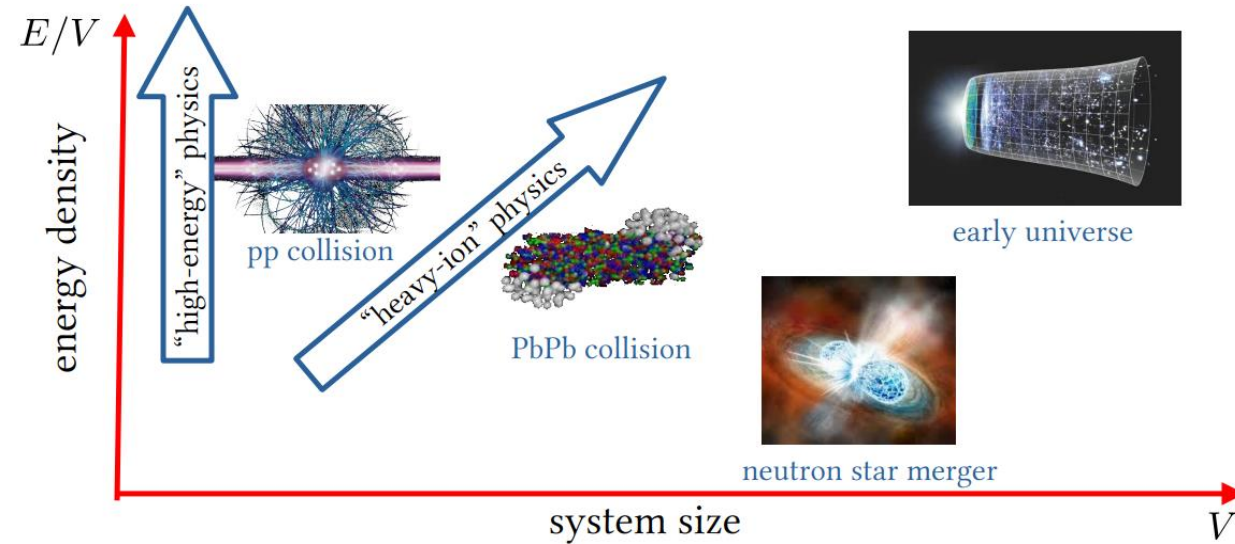
- Fora do equilíbrio
- ↓ espalhamento
- QGP?



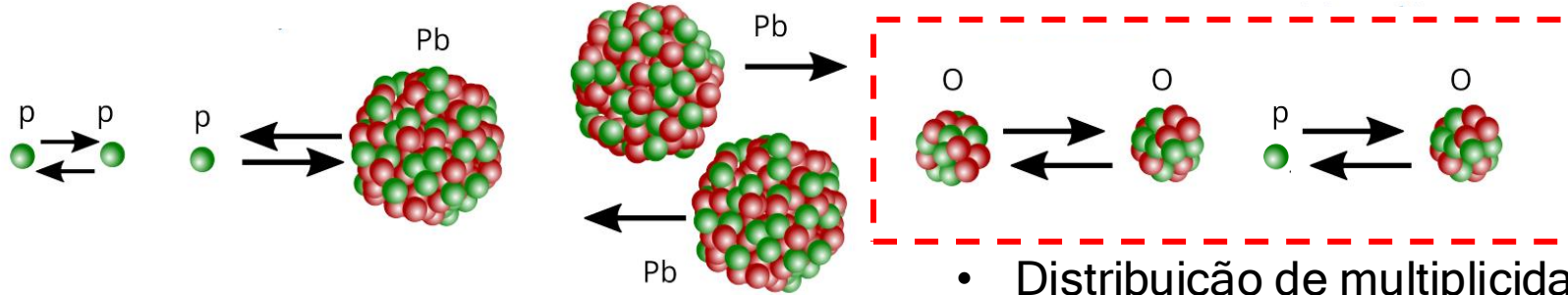
Íons na Run 3 do LHC



- Fora do equilíbrio
- QGP
- ↓ espalhamento
- Forte coletividade
- QGP?

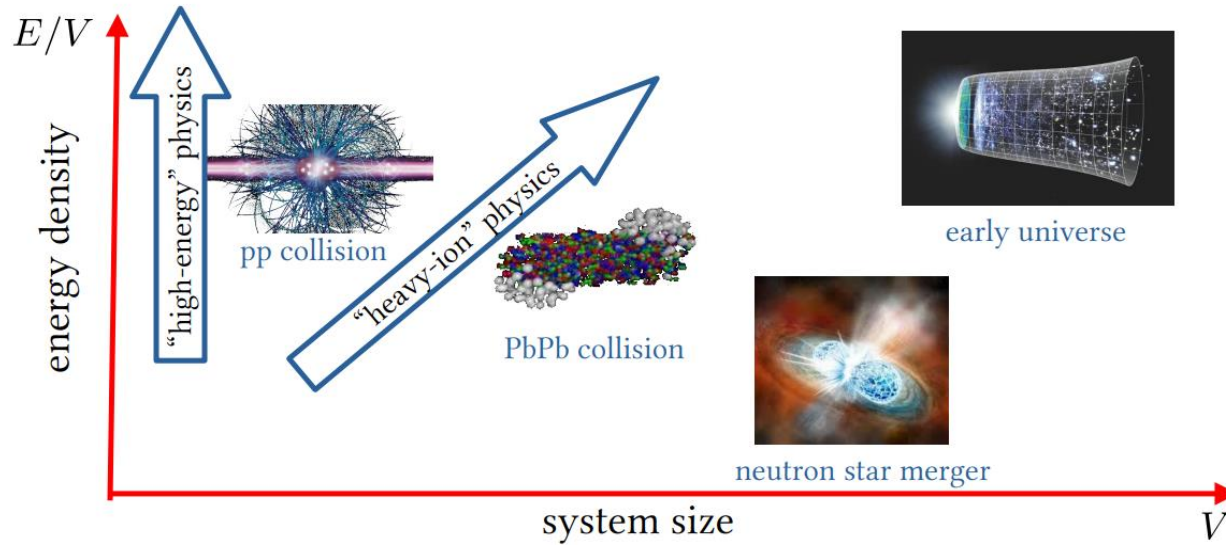


Íons na Run 3 do LHC



- Fora do equilíbrio
- QGP
- ↓ espalhamento
- Forte coletividade
- QGP?

- Distribuição de multiplicidade
- Estrutura Longitudinal (3D) relevante para sistemas pequenos (invariante de boost)
 - Grande/pequeno o suficiente
- 8 dias no início de julho
- Primeiros resultados de análise em setembro



Hot medium/Cold Nuclear Matter effects (CNM)



Hot medium:

- Supressão dos estados por *color screening* e *dynamical dissociation*
- (re)combinação → quarkonia pode regenerar por combinação tanto na transição de fase ou no QGP

Comparar produção de J/ψ com $\psi(2S)$:

- Energia de ligação do $\psi(2S)$ menor que J/ψ → dissociado a temperatura menor que J/ψ .
- Tamanho do $\psi(2S)$ maior que J/ψ → processo de recombinação diferente/produzido mais tarde no QGP (sistema diluído) → testar modelos de recombinação

Hot medium/Cold Nuclear Matter effects (CNM)

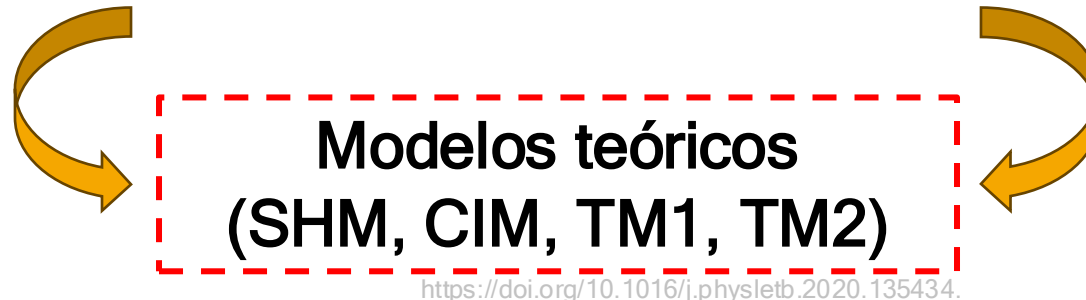


Hot medium:

- Supressão dos estados por *color screening* e *dynamical dissociation*
- (re)combinação → quarkonia pode regenerar por combinação tanto na transição de fase ou no QGP

CNM:

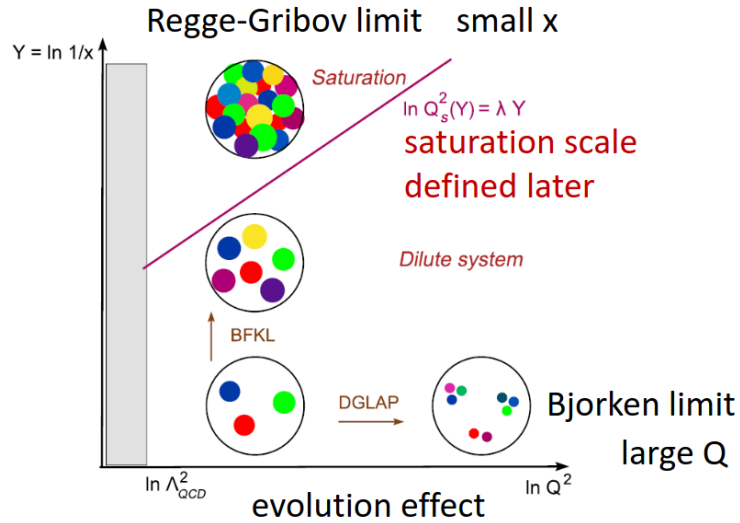
- Efeitos não lineares da saturação de glúons (CGC)
- Modificação das funções de distribuição de partões no núcleo (nPDFs)
- Perda de energia inicial dos partons
- Absorção nuclear



Comparar produção de J/ψ com $\psi(2S)$:

- Energia de ligação do $\psi(2S)$ menor que J/ψ → dissociado a temperatura menor que J/ψ .
- Tamanho do $\psi(2S)$ maior que J/ψ → processo de recombinação diferente/produzido mais tarde no QGP (sistema diluído) → testar modelos de recombinação

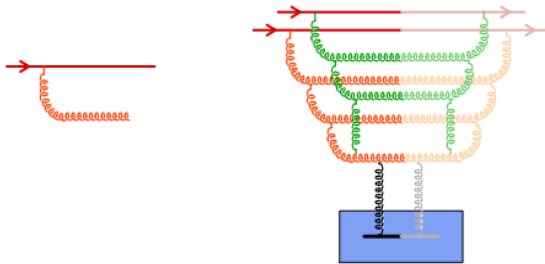
Hot medium/Cold Nuclear Matter effects (CNM)



CNM:

- Efeitos não lineares da saturação de glúons (CGC)
- Modificação das funções de distribuição de partões no núcleo (nPDFs)
- Perda de energia inicial dos partões
- Absorção nuclear

<https://indico.phys.sinica.edu.tw/event/52/contributions/217/attachments/197/326/EIC.pdf>

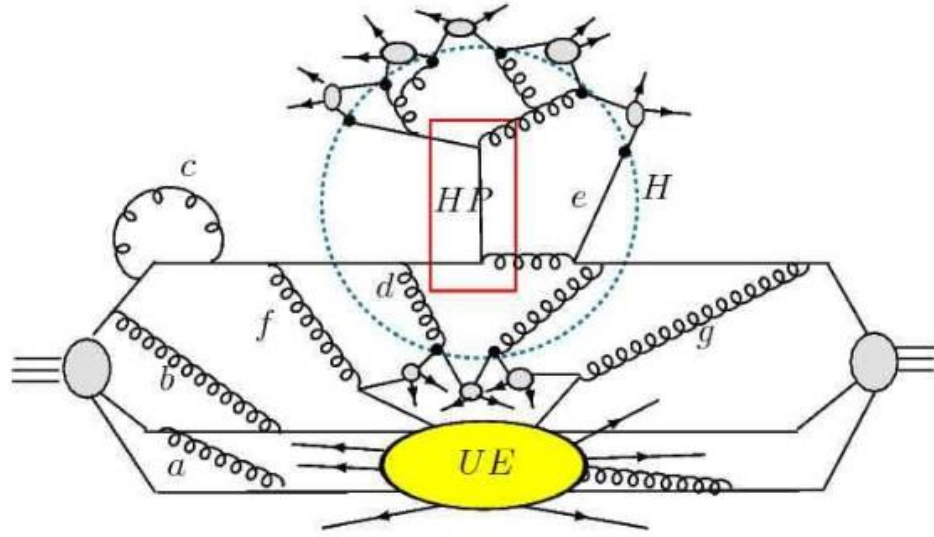


<https://arxiv.org/pdf/1002.0333>

Effective Field Theory (EFT)

- $\downarrow x \rightarrow$ emissão mais provável \rightarrow cascata de *soft glúons*
- $\uparrow Q^2 \rightarrow$ emissões mais resolvidas (espaço de fase maior)
- $\uparrow Q^2 + \downarrow x \rightarrow$ comprimento de coerência longo ($\tau \sim x^{-1}$) \rightarrow interação coerente com múltiplo núcleons \rightarrow recombinação de glúons (saturação)
- Fontes "lenta" (partons) e fontes rápidas (glúons) \rightarrow estático e distribuídas aleatoriamente + campos dinâmicos \rightarrow "glass"

Hot medium/Cold Nuclear Matter effects (CNM)



CNM:

- Efeitos não lineares da saturação de glúons (CGC)
- Modificação das funções de distribuição de partões no núcleo (nPDFs)
- Perda de energia inicial dos partões
- Absorção nuclear

$$\frac{d\sigma}{dX} = \sum_{j,k} \int_{\hat{X}} \boxed{f_j(x_1, Q_i) f_k(x_2, Q_i)} \frac{d\hat{\sigma}_{jk}(Q_i, Q_f)}{d\hat{X}} F(\hat{X} \rightarrow X; Q_i, Q_f),$$

<https://cds.cern.ch/record/1183646/files/p37.pdf>

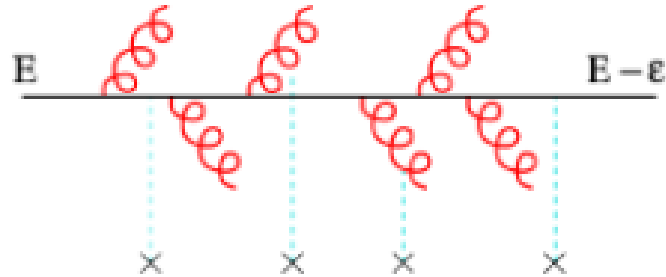
Shadowing

- Coerência de campos em $\downarrow x \rightarrow$ recombinação de glúons (supressão)

Anti-Shadowing

- Conservação do momento $x \rightarrow$ em x intermediário $f(x) \uparrow \rightarrow$ redistribuição de nPDFs

Hot medium/Cold Nuclear Matter effects (CNM)



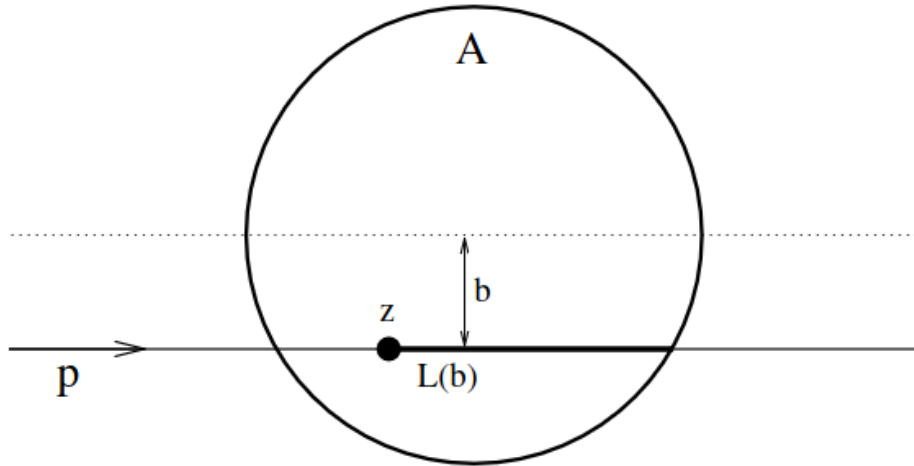
CNM:

- Efeitos não lineares da saturação de glúons (CGC)
- Modificação das funções de distribuição de partóns no núcleo (nPDFs)
- Perda de energia inicial dos partóns
- Absorção nuclear

Espalhamento Múltiplo

- Partón incidente+núcleons \rightarrow troca de *soft glúons* enquanto transversa o meio nuclear $\rightarrow x_{effe} < x(\Delta p)$
- Perda de energia via emissão de *soft glúons* (i.e análogo a Bremsstrahlung)

Hot medium/Cold Nuclear Matter effects (CNM)



<https://arxiv.org/pdf/hep-ph/9803495>

CNM:

- Efeitos não lineares da saturação de glúons (CGC)
- Modificação das funções de distribuição de partóns no núcleo (nPDFs)
- Perda de energia inicial dos partóns
- Absorção nuclear

- qq^* pré-ressonante formado no ponto \mathbf{z} → interage com o meio → supressão
- **No LHC:** $t^{\text{lab}} = \gamma t^{\text{rest}}$ → formação fora do núcleo

Produção de MC



O2DPG / MC / config / PWGDQ / ini / Generator_InjectedInclusiveJpsiPsi2SMidy_Pythia8_TriggerGap_pO96TeV.ini

laguiard741 Add Pythia8 trigger gap generator config for pO 9.6 TeV (#2292) ✓

eb2b891 · 2 months ago History

Code Blame 7 lines (6 loc) · 355 Bytes · 🔒

Raw 📄 ⬇️ ✎ ⌵ ⌵

```
1  ### The external generator derives from GeneratorPythia8.
2  [GeneratorExternal]
3  fileName=${O2DPG_MC_CONFIG_ROOT}/MC/config/PWGDQ/external/generator/generator_pythia8_HadronTriggered_withGap.C
4  funcName=GeneratorInclusiveJpsiPsi2S_EvtGenMidY(5, -1.5, 1.5)
5
6  [GeneratorPythia8]
7  config=${O2DPG_MC_CONFIG_ROOT}/MC/config/common/pythia8/generator/pythia8_pO_961.cfg
```

-rwxr-xr-x	laguiard:laguiard	10 Feb 2026 22:37	30.84 KB	latest_reco_1.log
-rwxr-xr-x	laguiard:laguiard	10 Feb 2026 22:37	30.84 KB	log_20260211-060751_1.log
-rwxr-xr-x	laguiard:laguiard	10 Feb 2026 22:38	15.72 KB	o2dpg_config_replacements.log
-rwxr-xr-x	laguiard:laguiard	10 Feb 2026 22:38	419.8 KB	pipeline_action_1361.log
-rwxr-xr-x	laguiard:laguiard	10 Feb 2026 22:38	221.9 KB	pipeline_metric_1361.log
-rwxr-xr-x	laguiard:laguiard	10 Feb 2026 22:39	189.8 KB	precolcontext.log
-rwxr-xr-x	laguiard:laguiard	10 Feb 2026 22:39	503 B	precolcontext.log_done
-rwxr-xr-x	laguiard:laguiard	10 Feb 2026 22:40	68 B	precolcontext.log_time
-rwxr-xr-x	laguiard:laguiard	10 Feb 2026 22:40	489 B	remote_logging.properties
-rwxr-xr-x	laguiard:laguiard	10 Feb 2026 22:40	246.9 KB	timestampsampling_564251.log
-rwxr-xr-x	laguiard:laguiard	10 Feb 2026 22:40	31.1 KB	workflowconfig.log

25.23 MB in 27 files

$$\text{Expected running time} = \frac{N_{\text{events}}^{\text{target}}}{N_{\text{events}}^{\text{test}}} \times \Delta t_{\text{test}} \times \frac{N_{\text{parallel workers}}}{10\,000} \quad (N_{\text{parallel workers}} = 8 \text{ on the GRID})$$

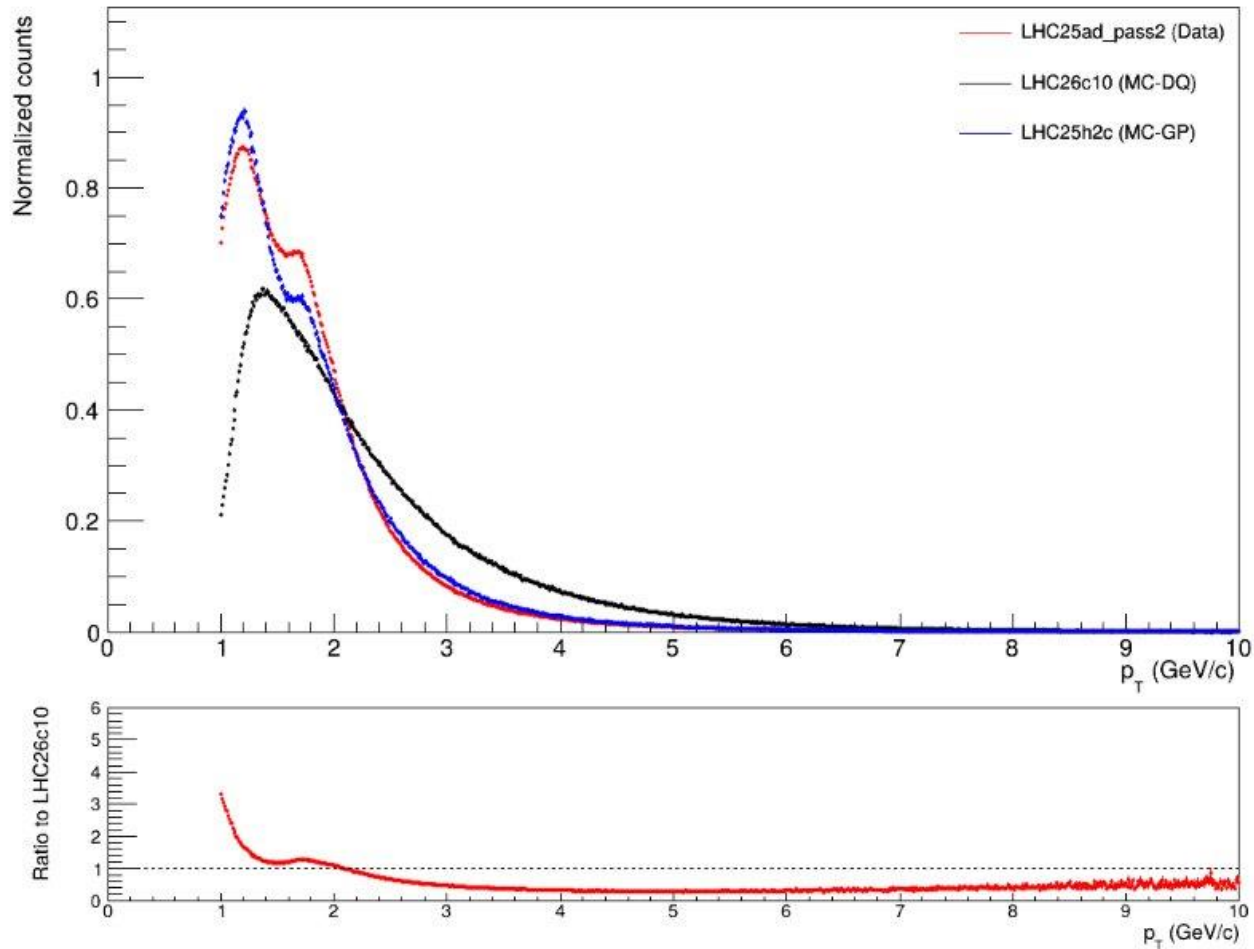
$$1\text{d} = 24 \cdot 60 \cdot 60 \text{ s} = 86400 \text{ s} \rightarrow 1\text{s} = 0.00001157407 \text{ d}$$

$$\text{Expected running time} = \frac{N_{\text{events}}^{\text{target}}}{N_{\text{events}}^{\text{test}}} \times \Delta t_{\text{test}} \times \frac{N_{\text{parallel workers}}}{10\,000} \times 0.00001157407 \text{ [days @ 10kCPU]}$$

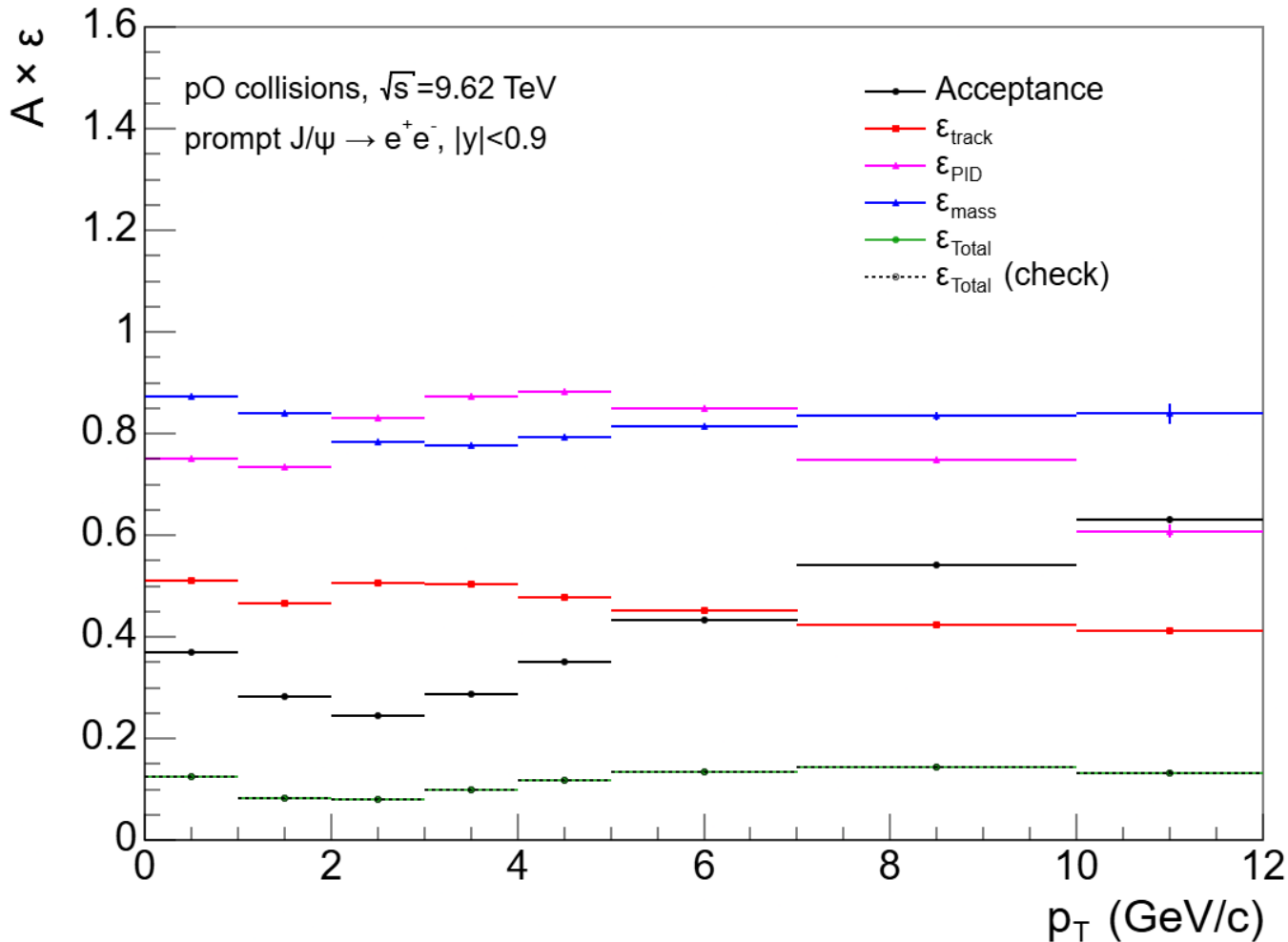
2026-02-11 06:32:40,555 DEBUG global_runtime : 1122.846s

MC QA

- P_t
- $|\eta|$
- ITSSPDAny
- ITS χ^2
- TPCncls
- TPC χ^2
- $|DCA|$
- VtxZ



Eficiência

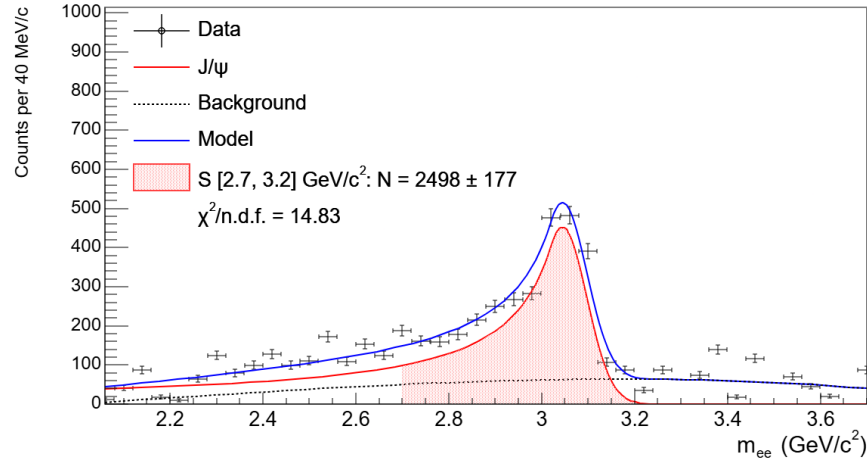


- $p_T > 1$ GeV/c
- $|\eta| < 0.9$
- ITSSPDAny
- ITS $\chi^2 < 7$
- TPCncls > 70
- TPC $\chi^2 < 4$
- $|DCA| < 0.5$ cm

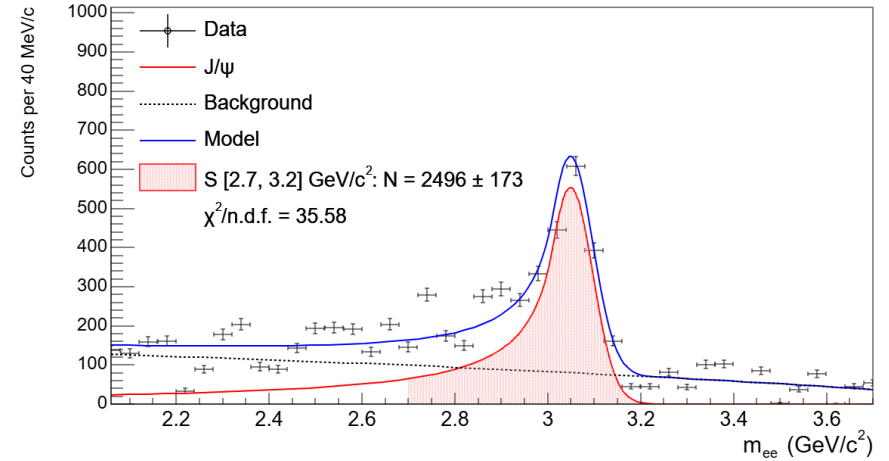
Dataset - reconstrução em $m_{e^+e^-}$



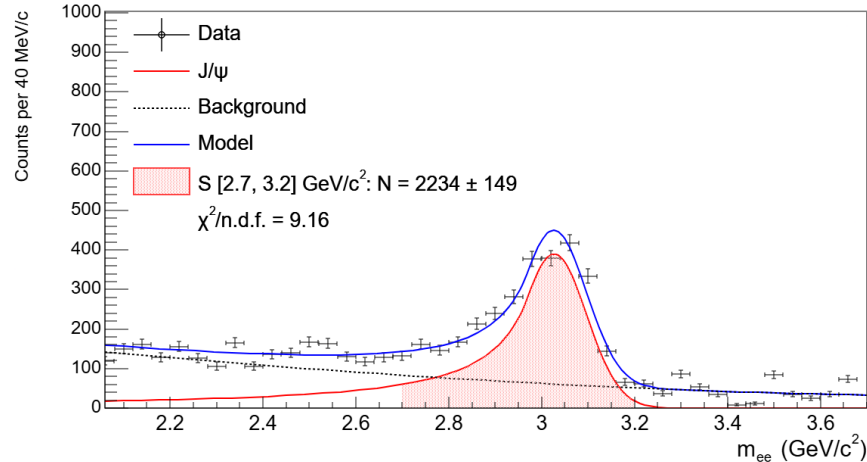
$0 < p_T < 1 \text{ GeV}/c$



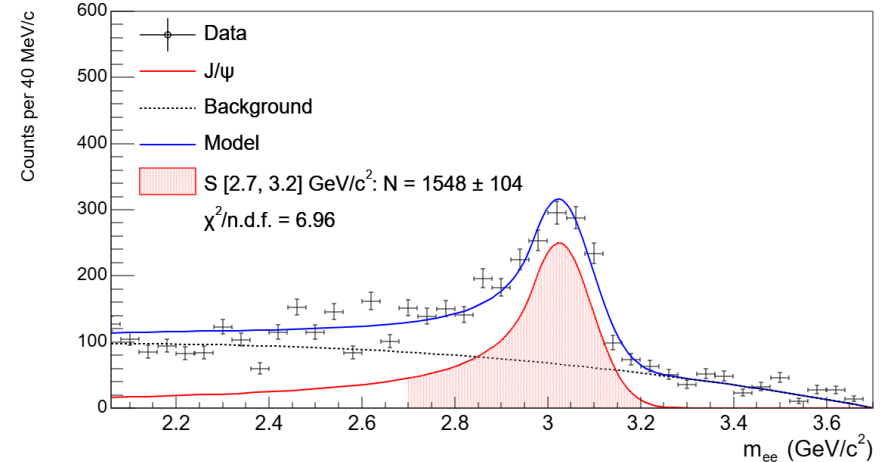
$1 < p_T < 2 \text{ GeV}/c$



$2 < p_T < 3 \text{ GeV}/c$



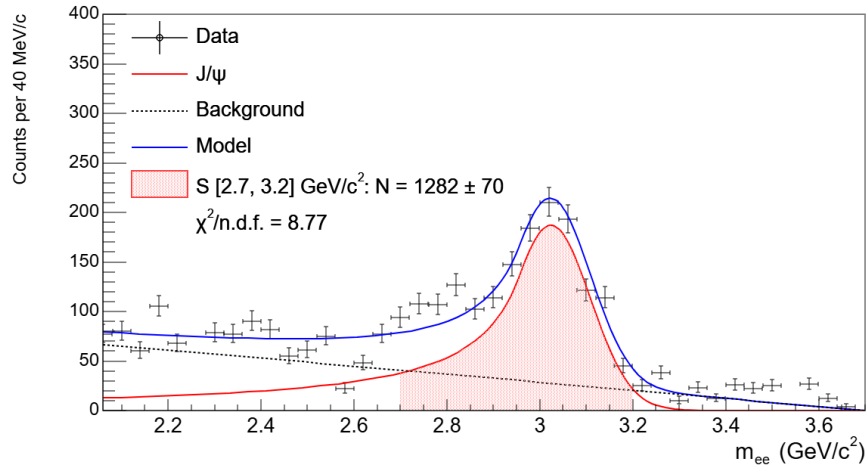
$3 < p_T < 4 \text{ GeV}/c$



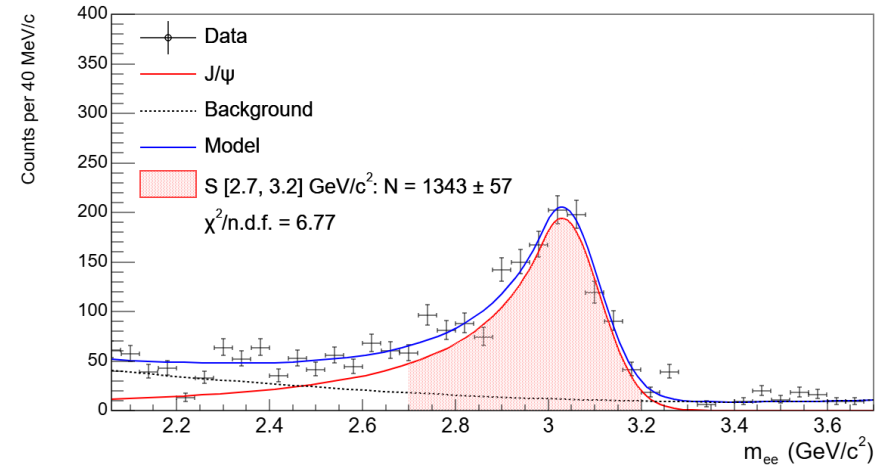
Dataset - reconstrução em $m_{e^+e^-}$



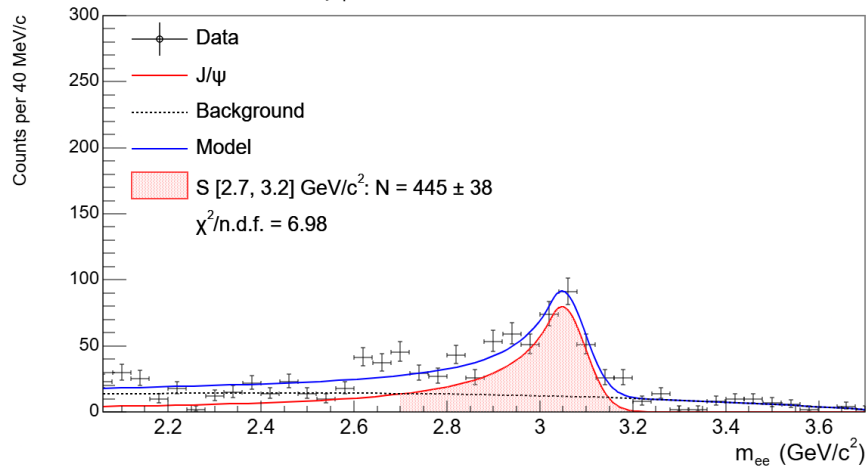
$4 < p_T < 5 \text{ GeV}/c$



$5 < p_T < 7 \text{ GeV}/c$

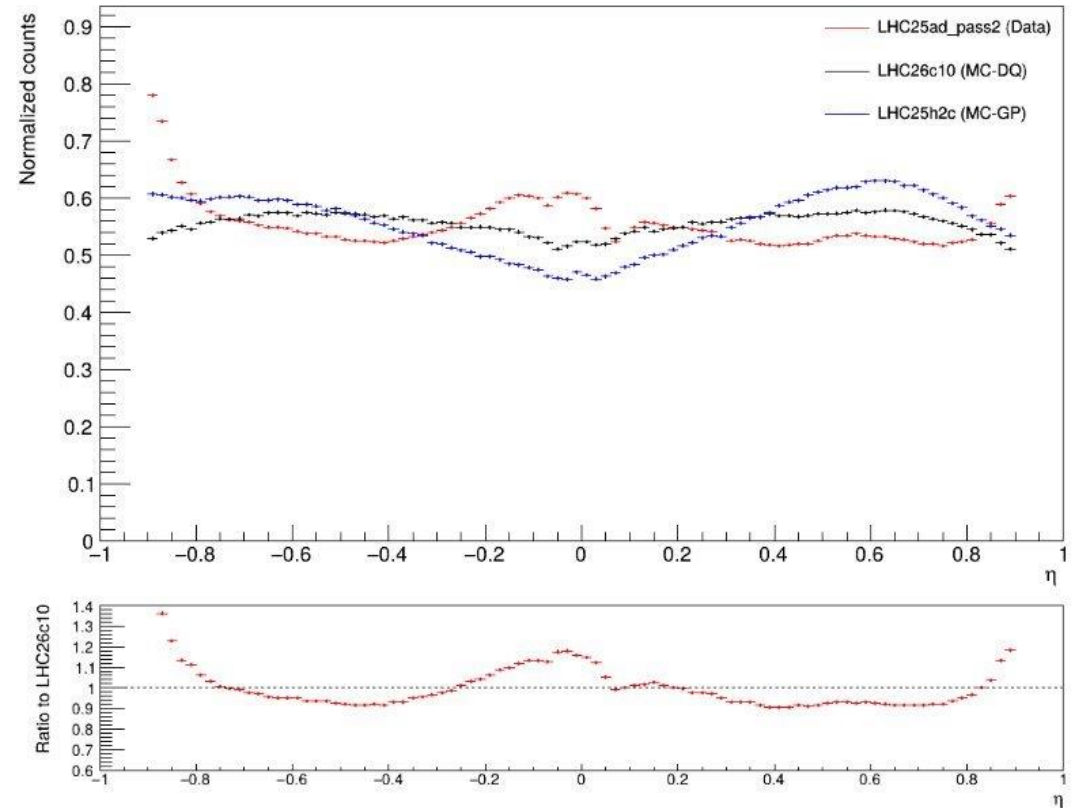


$7 < p_T < 10 \text{ GeV}/c$



TODO

- Correção *Data Driven*
- Interpolação de dados de pp
- RpO



Obrigado!