

# MEDIDAS DE PRECISÃO NO MODELO PADRÃO NO EXPERIMENTO ATLAS



Marco Leite

Instituto de Física da Universidade de São Paulo

30 de Julho de 2018

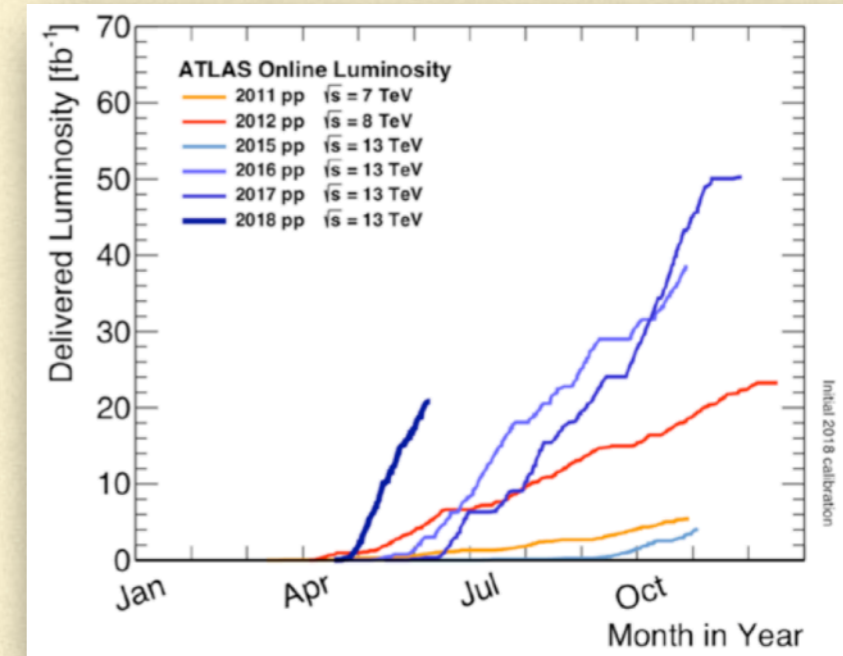




# MEDIDAS DE PRECISÃO NO MODELO PADRÃO

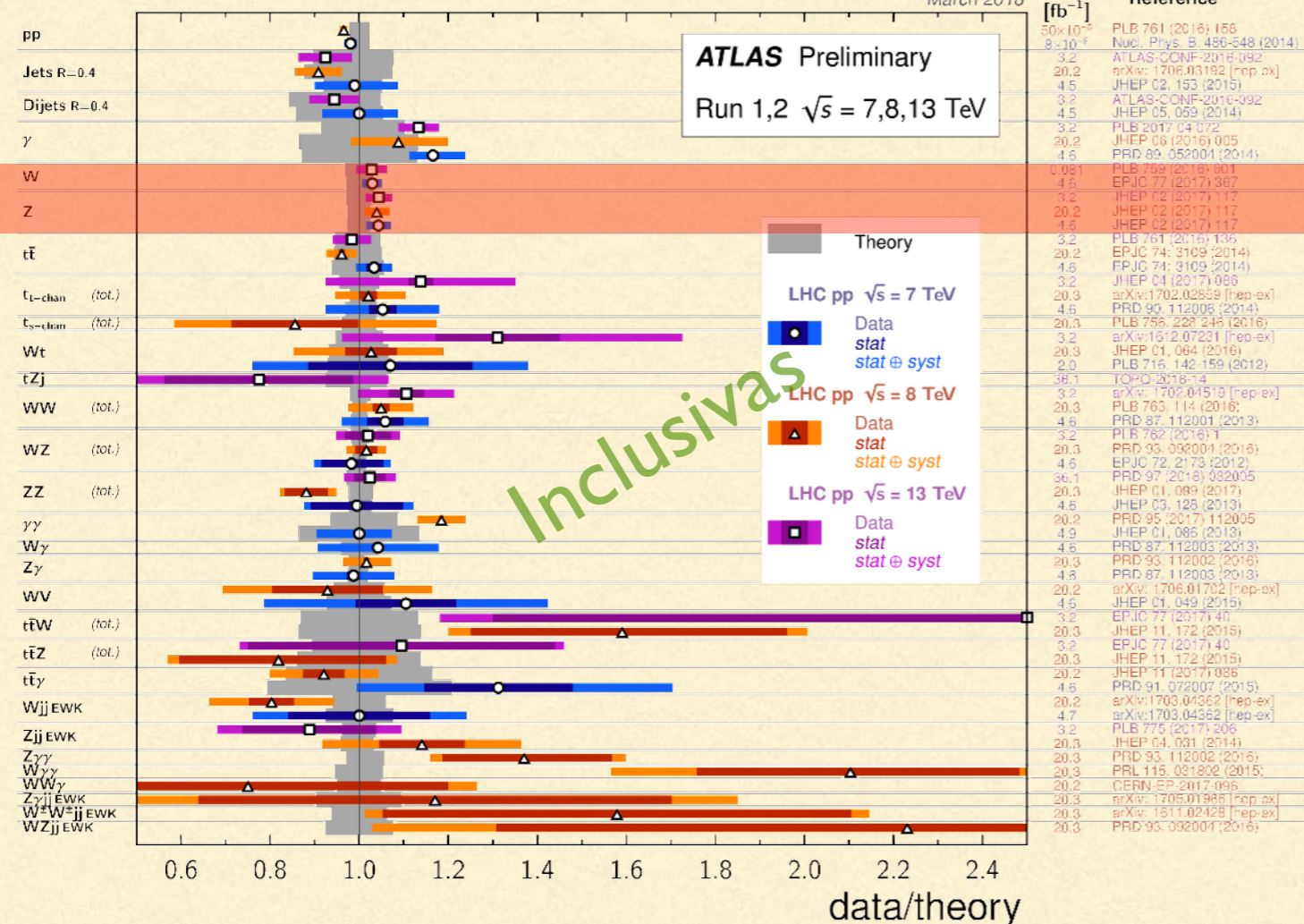
## Motivação

- Medidas precisas de parâmetros do modelo padrão (seção de choque, massa do W,  $\alpha_s$ , weak mixing angle etc.)
- Teste de precisão dos modelos teóricos e geradores de MC
- Diversas medidas sensíveis a PDF do próton
- Muitas medidas são fundos irreduzíveis em busca por nova física
- Assinaturas claras nos decaimentos leptônicos
- Referência para determinar o desempenho dos detectores
- Alta luminosidade permite explorar medidas diferenciais
- Atualmente só chegamos a  $< 5\%$  da luminosidade projetada ( $4000 \text{ fb}^{-1}$ )



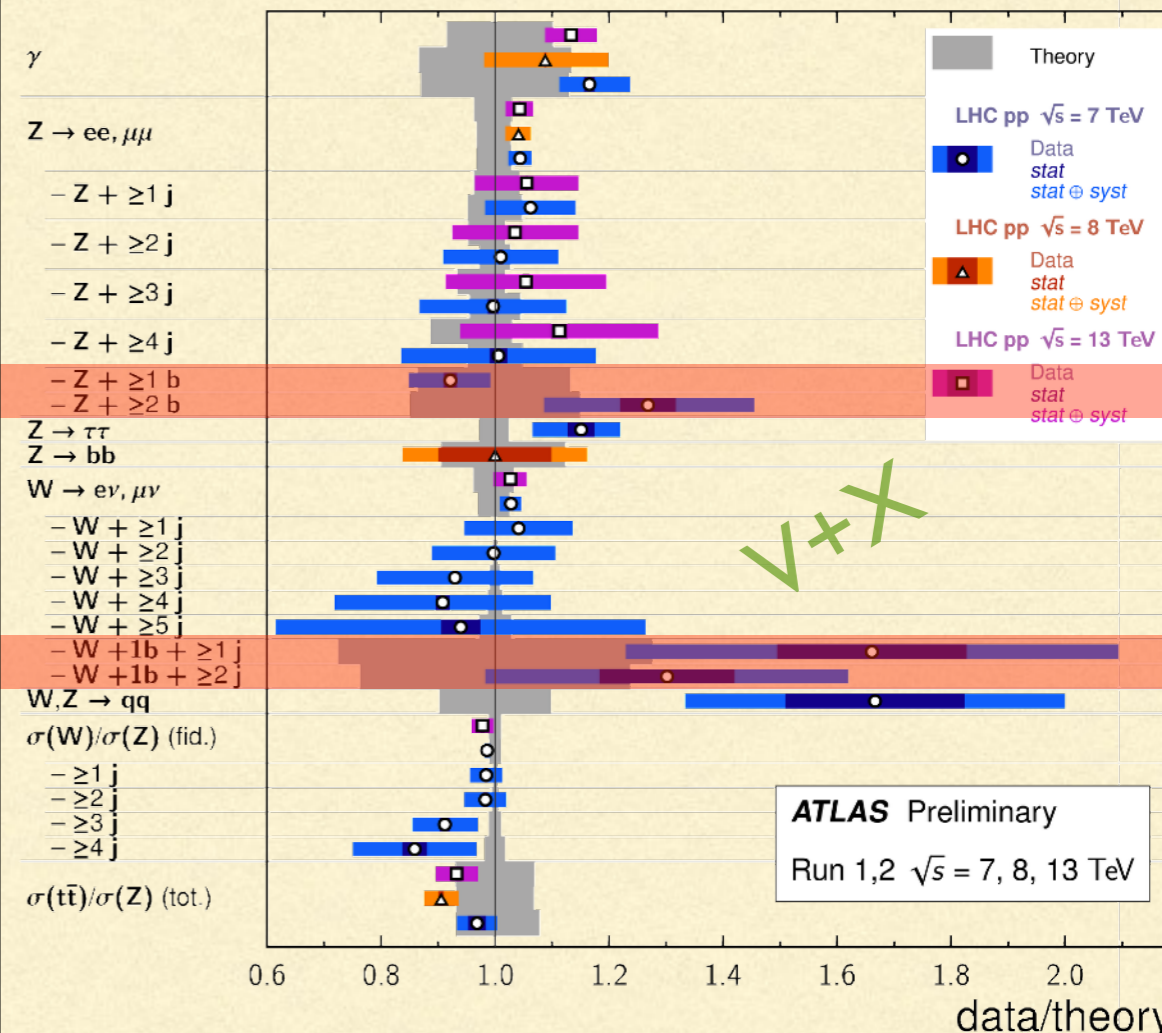
### Standard Model Production Cross Section Measurements

Status: March 2018



### Vector Boson + X fid. Cross Section Measurements

Status: March 2018





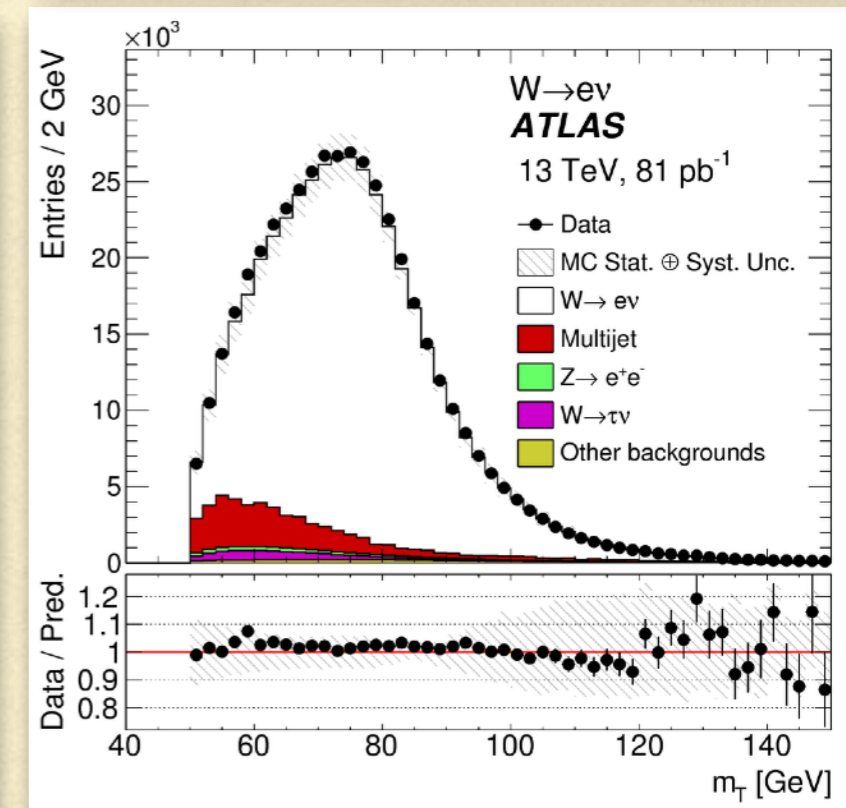
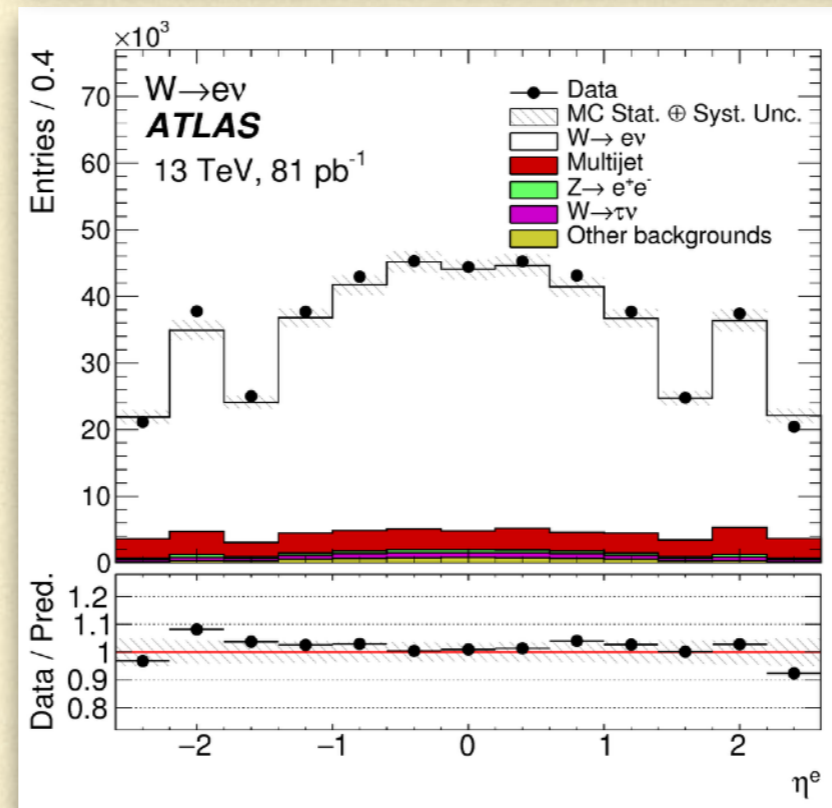
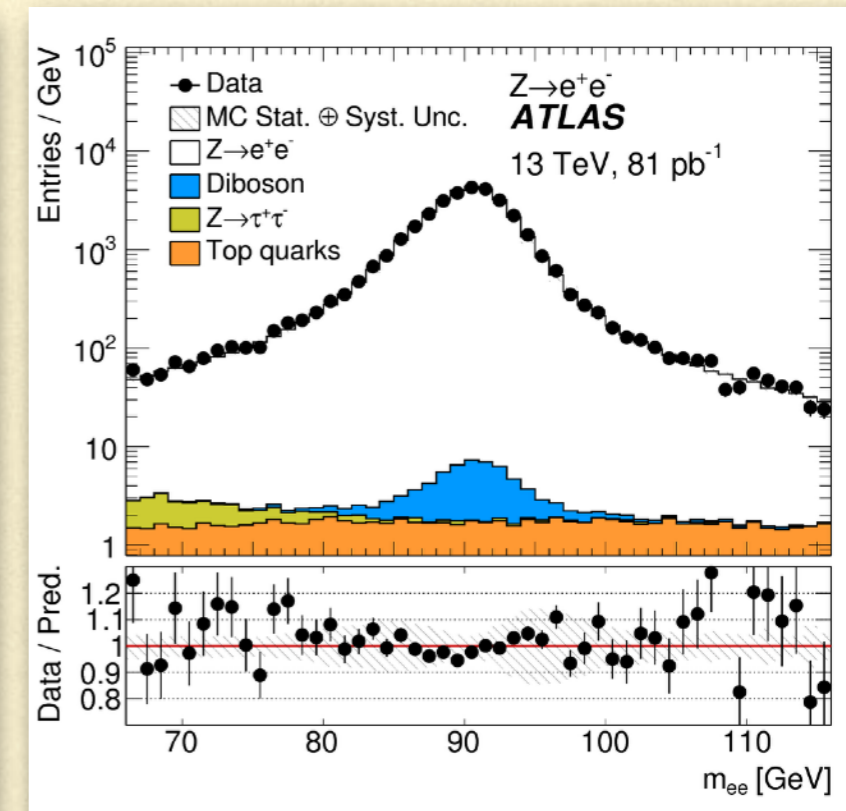
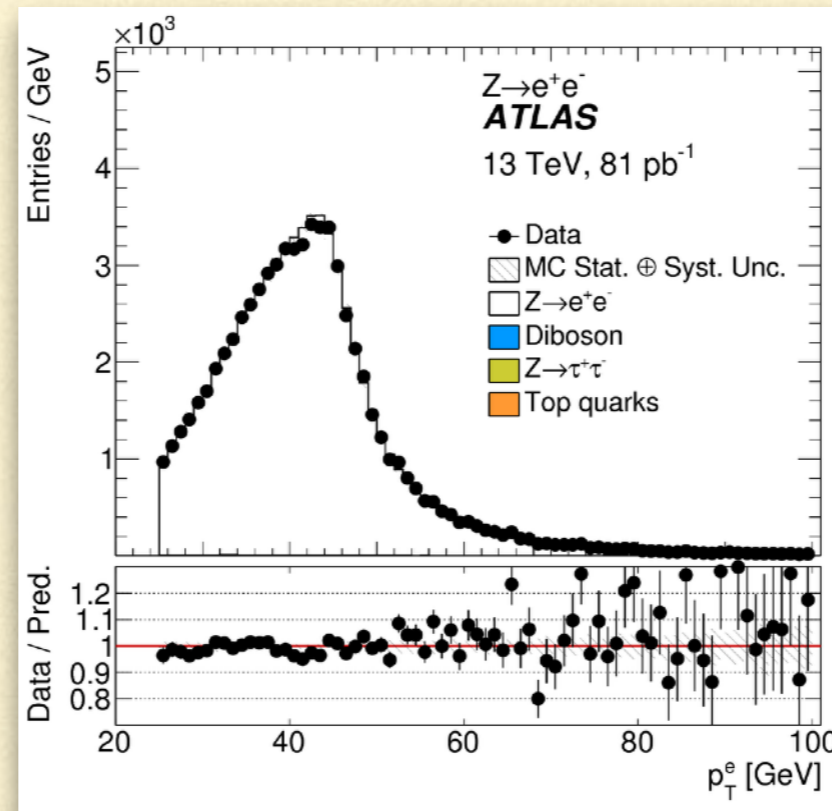
## I. PRODUÇÃO INCLUSIVA DE BÓSONS W,Z (13 TEV)



# PRODUÇÃO INCLUSIVA DE W,Z (13 TEV)

Phys. Lett. B 759 (2016) 601

- Primeiro resultado do ATLAS a 13 TeV
- 81 pb<sup>-1</sup>
- Canal e,  $\mu$
- Referência para estudos de QCD e interações eletrofracas
- Teste das previsões dos modelos
  - QCD (NNLO)
  - EW (NLO)
- permite medir a razão entre seções de choque
- Sinal Powheg+Pythia
- Estimativa do fundo correspondente ao MJ contribui dominantemente para a sistemática

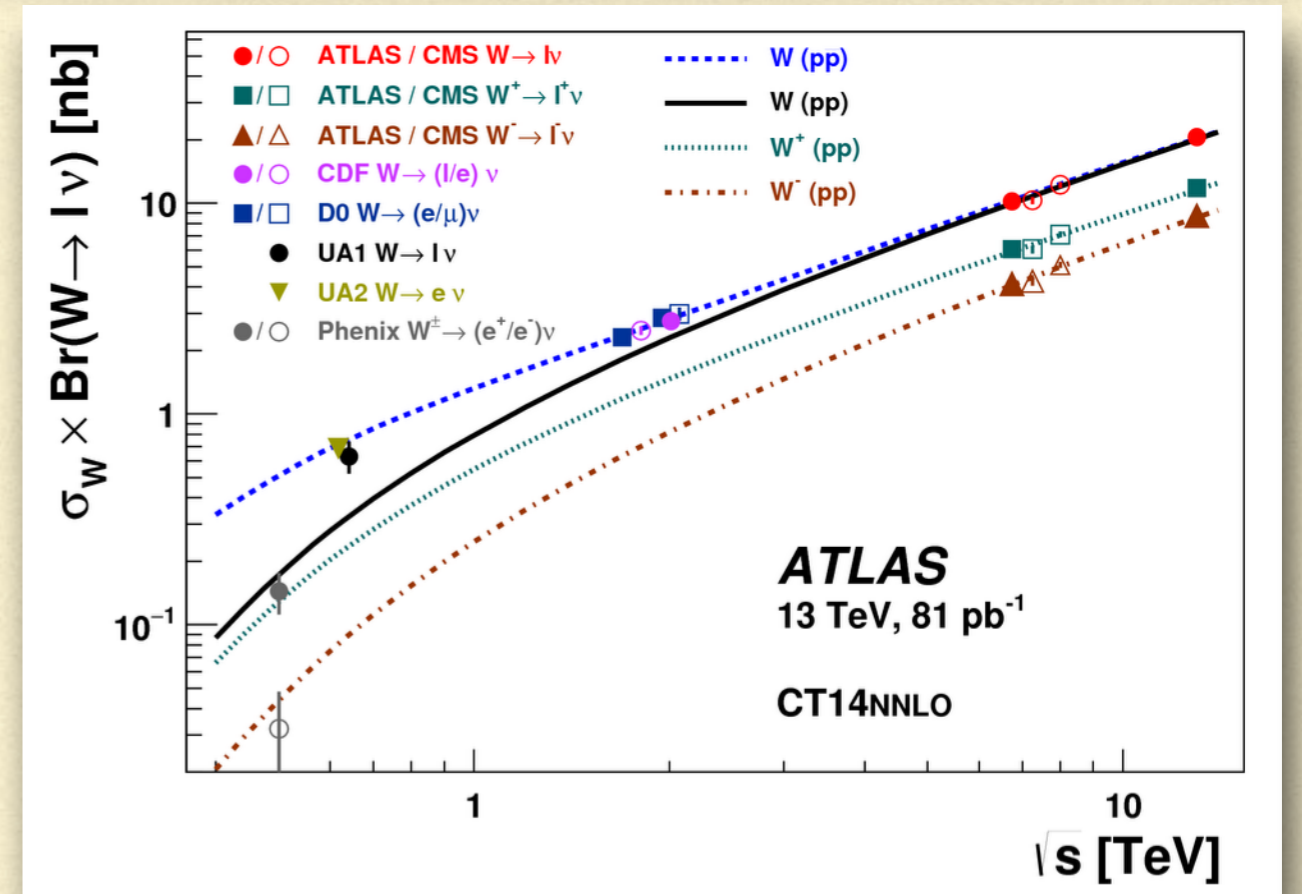
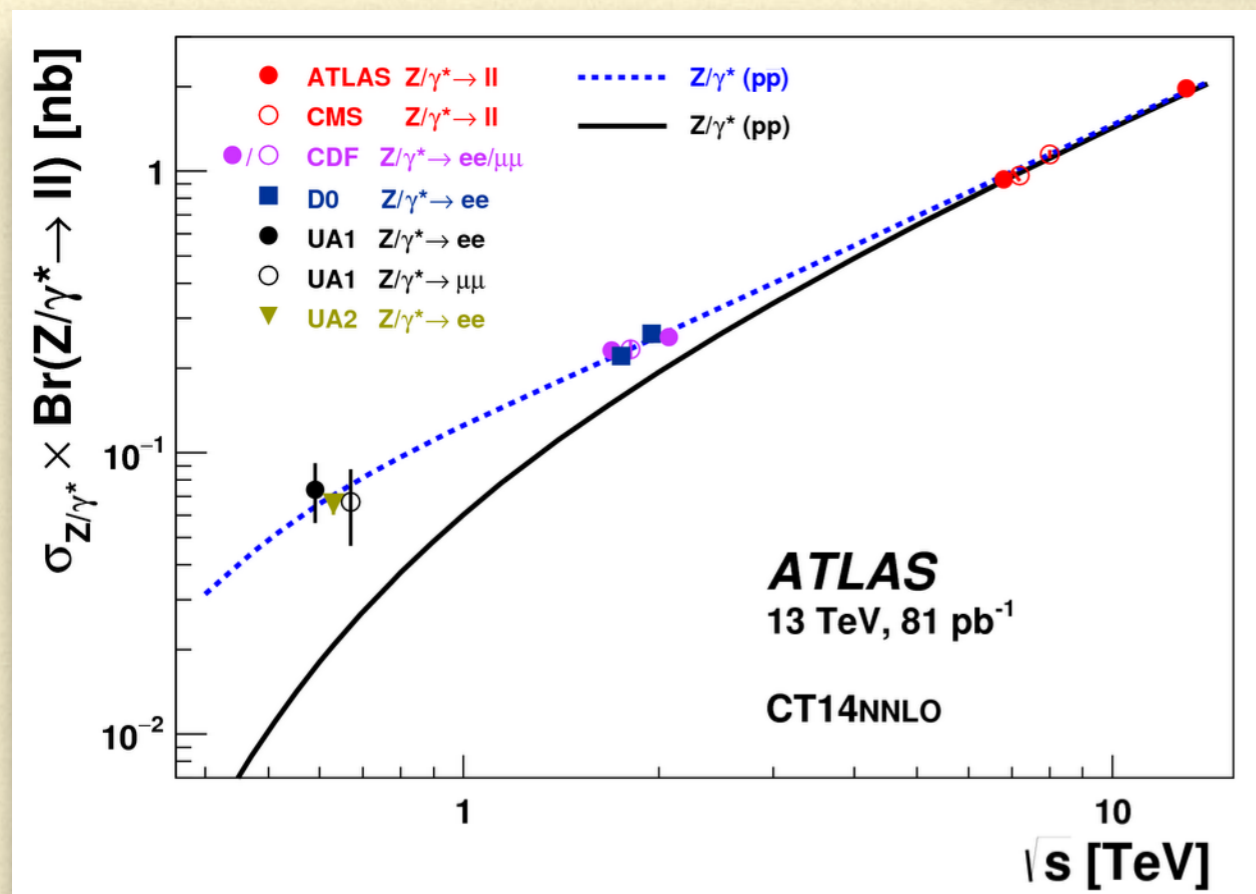
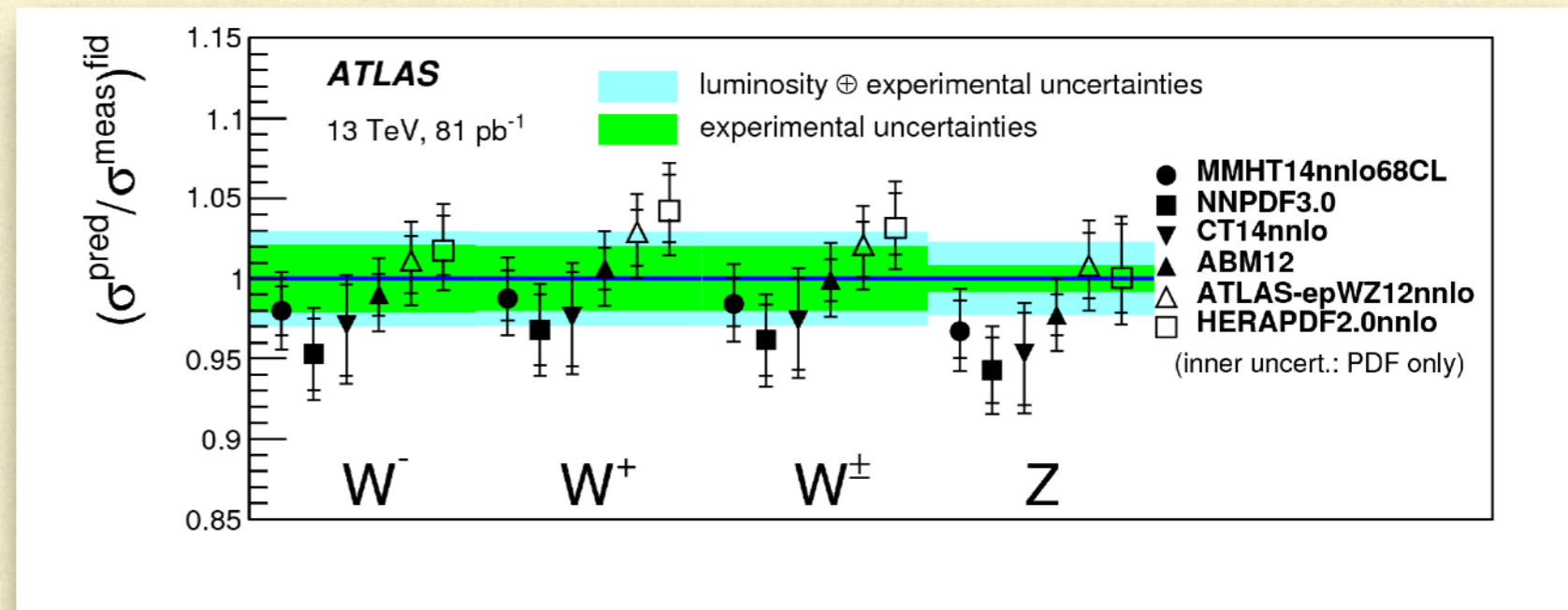




# (I) PRODUÇÃO INCLUSIVA DE W,Z (13 TEV)

## Seção de choque

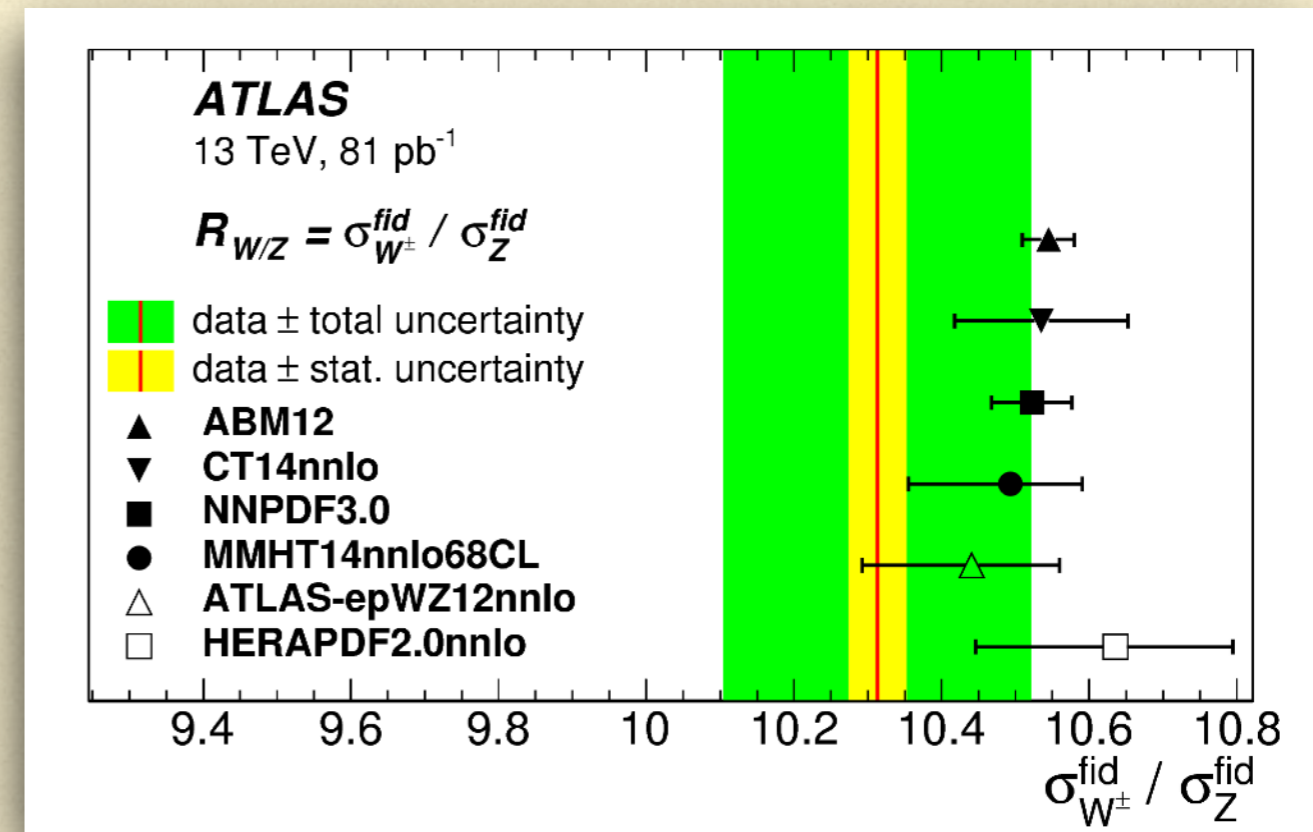
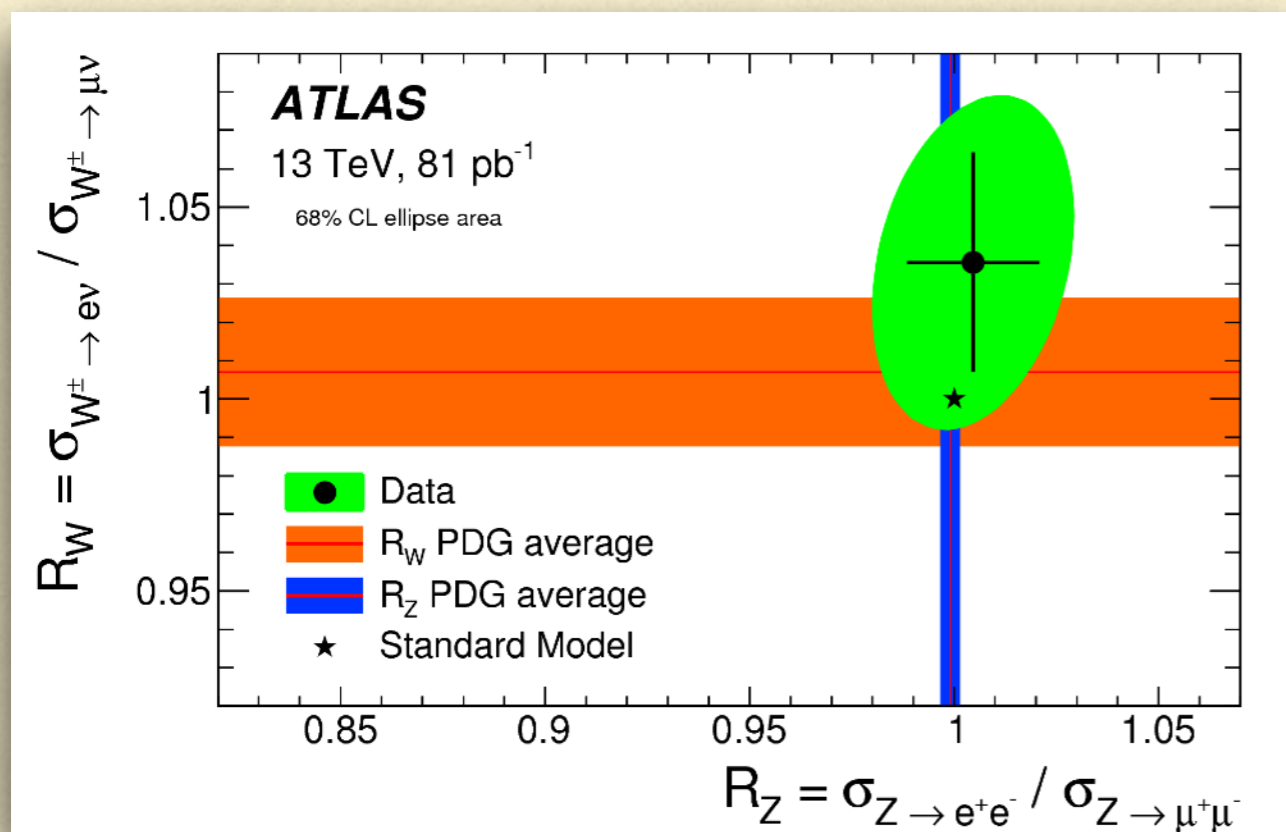
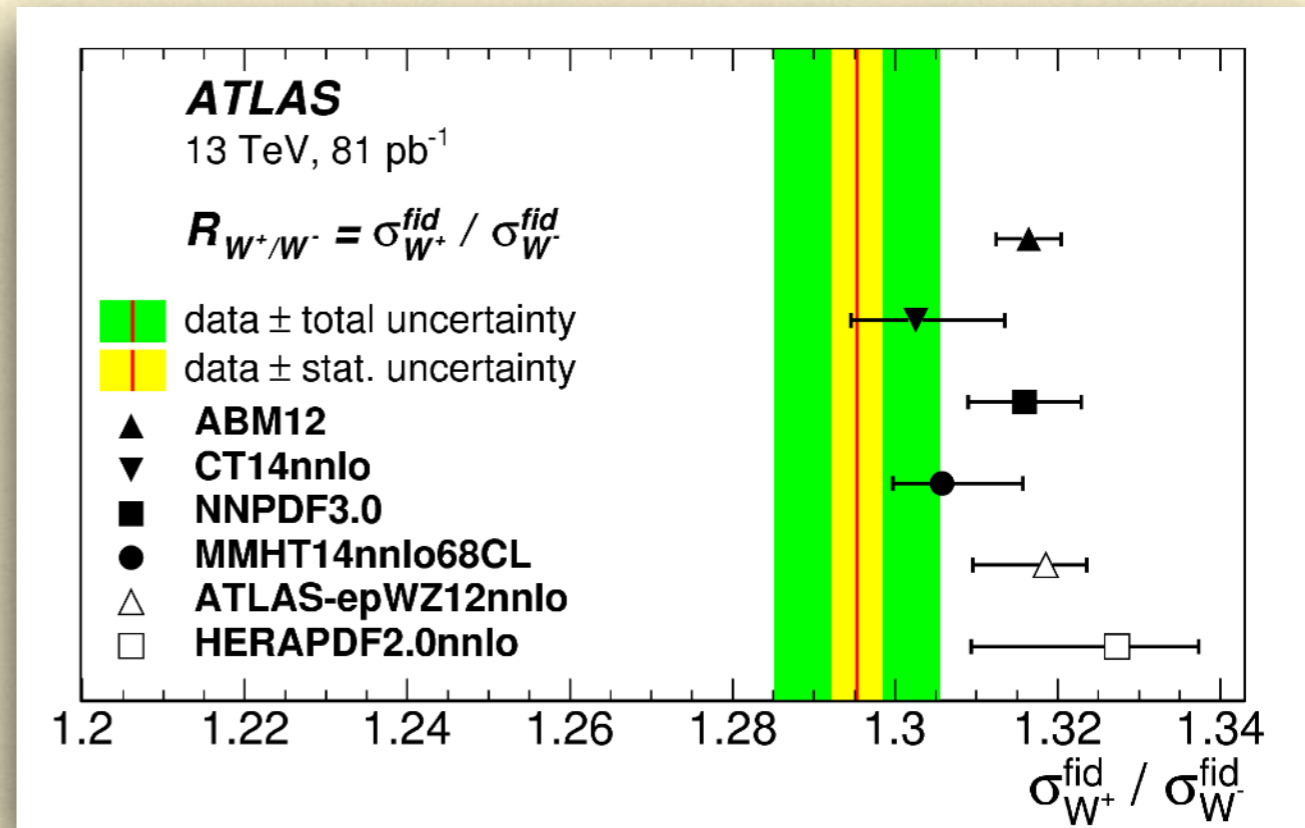
- Medidas feitas a partir de uma otimização preliminar da reconstrução
- já é suficiente para restringir PDFs
- Incerteza na luminosidade é significativa





# (I) PRODUÇÃO INCLUSIVA DE W,Z (13 TEV)

- Razão entre seres de choque permite cancelar os erros sistemáticos correlacionados
- 0.8% incerteza em  $W^+/W^-$
- Teste da universalidade leptônica





## 2. PRODUÇÃO DE BÓSONS W,Z ASSOCIADAS A HF (13 TEV)



# (II) PRODUÇÃO DE BÓSONS Z, W ASSOCIADA A HF

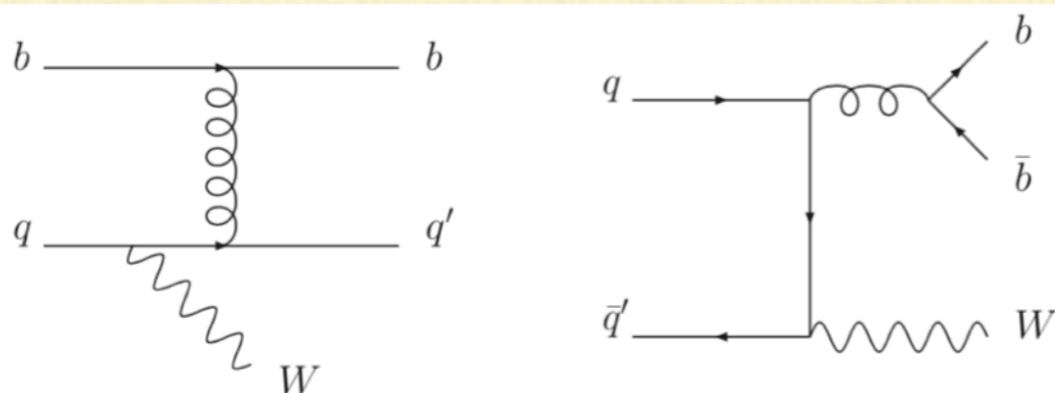
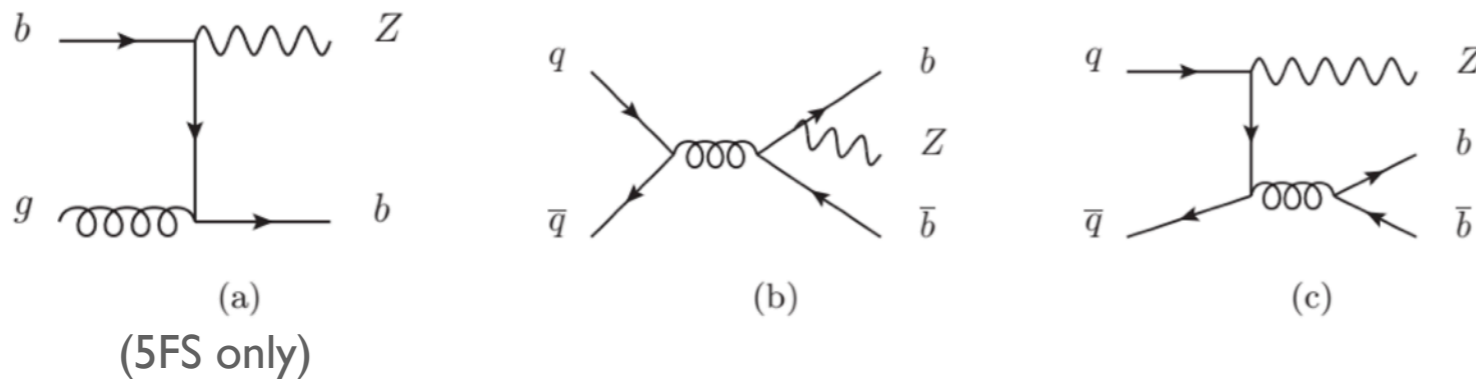
## Motivação

- Sensível à densidade de quarks b no estado inicial (PDF)
- QCD faz previsões para até 2 jatos b
- Fundo irreduzível em várias medidas de Higgs e buscas BSM
- comparação entre 4FNS e 5FNS
  - 4 FNS: b quark no estado final (massivo)
  - 5 FNS: b da PDF do próton (sem massa)
- Assinatura experimental clara nos canais Z e W

## Procedimento

- 2016+2017 (36.5 fb-1)
- Sinal : 5FNS: Sherpa 2.2.1, MGPy8EG; 4FNS: Alpgen+Pythia6 (4FNS)
- A comparação é feita em particle level com os dados unfolded W, e Z (Sherpa 2.2.1)  $\geq 1b$  e  $\geq 2b$ 
  - $p_T$  (Z, b)
  - $y$  (Z, b)
  - $m_{bb}$
  - $\Delta R$  (b, b)
  - $\Delta R$  (Z, b)
- Flavor fit (light, c e b) jets para extrair a seção de choque em W e Z para  $\geq 1b$  e  $\geq 2b$

W + b LO process Z + b LO process





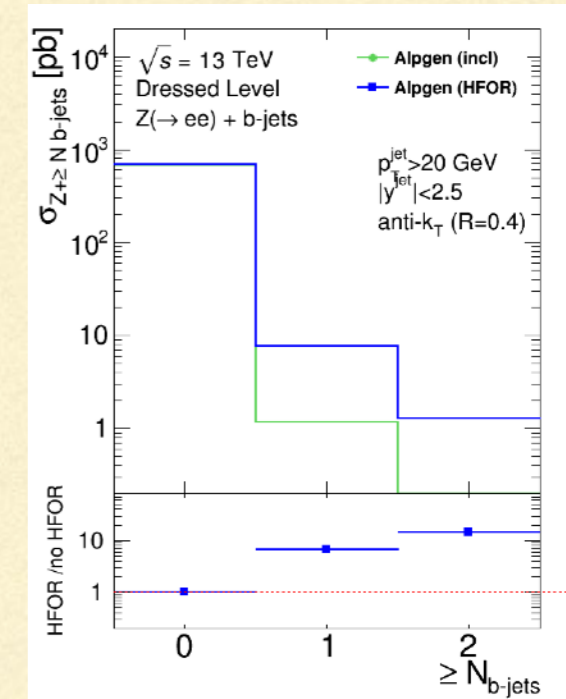
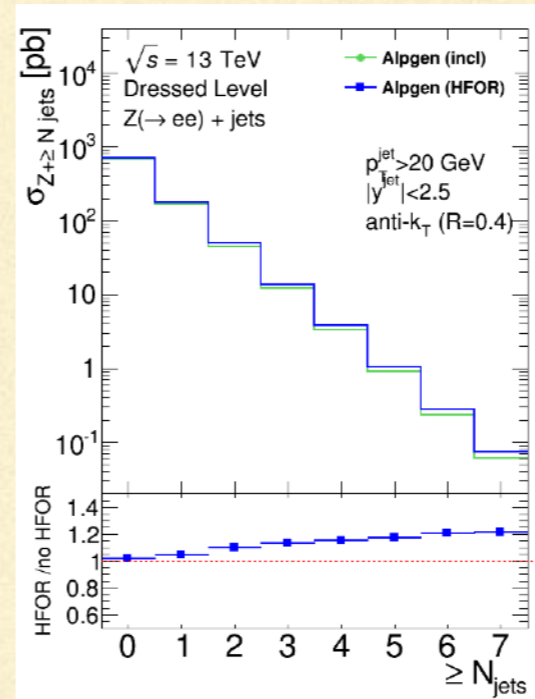
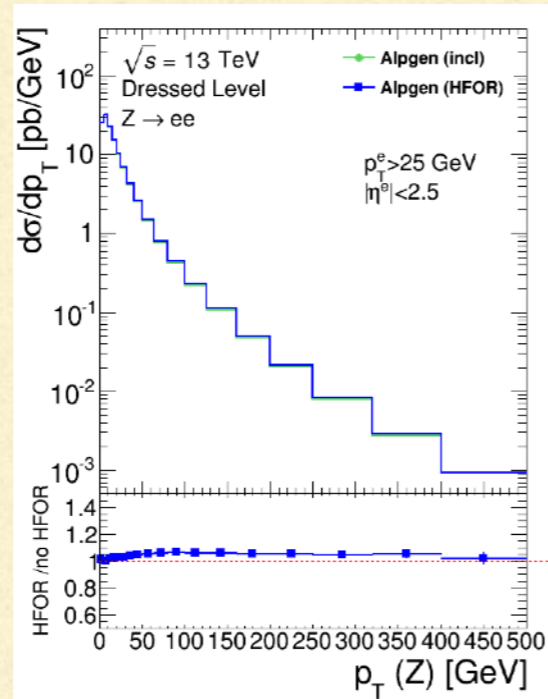
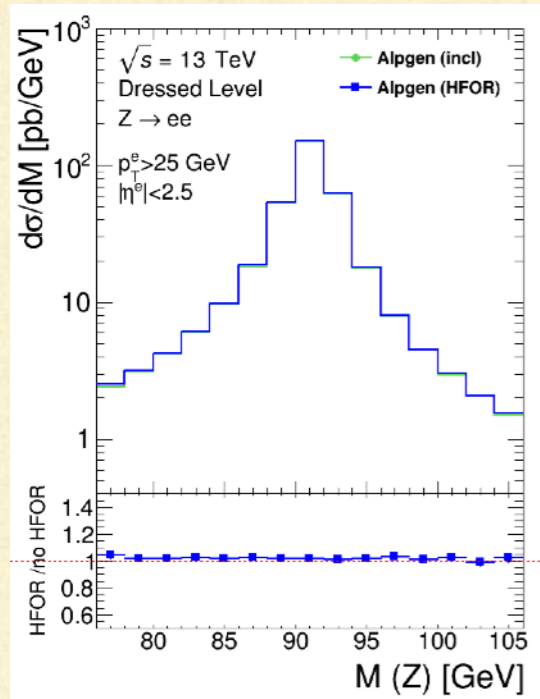
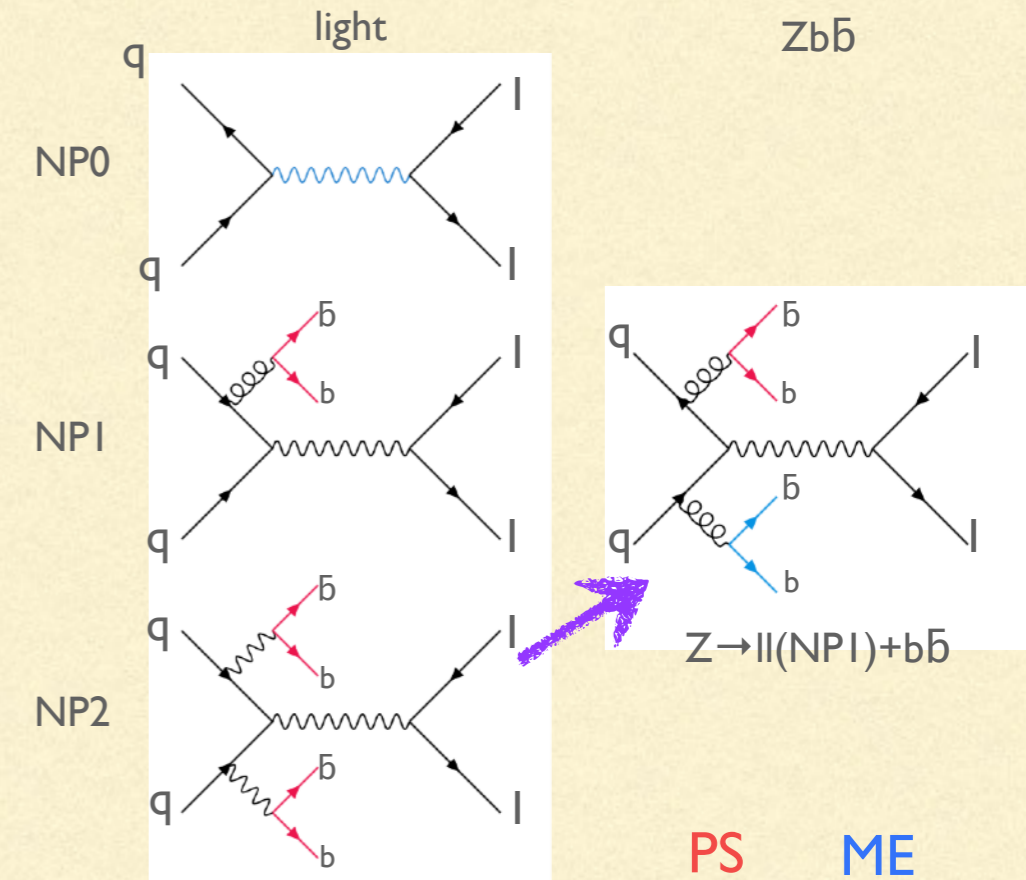
# (II) PRODUÇÃO DE BÓSONS Z, W ASSOCIADA A HF

## Heavy Flavor Overlap removal

- 4FNS exige um tratamento especial ao juntar as amostras de MC
- AlpgenPythia6 não implementa matching explícito de ME to PS para HF
- Mesmo estado de HF ocorre em múltiplas amostras → double counting
- Um possível procedimento é baseado na separação entre os quarks b:
  - se tem origem no parton shower :  $\Delta R$  menor
  - se tem origem no matrix element :  $\Delta R$  maior

## Procedimento

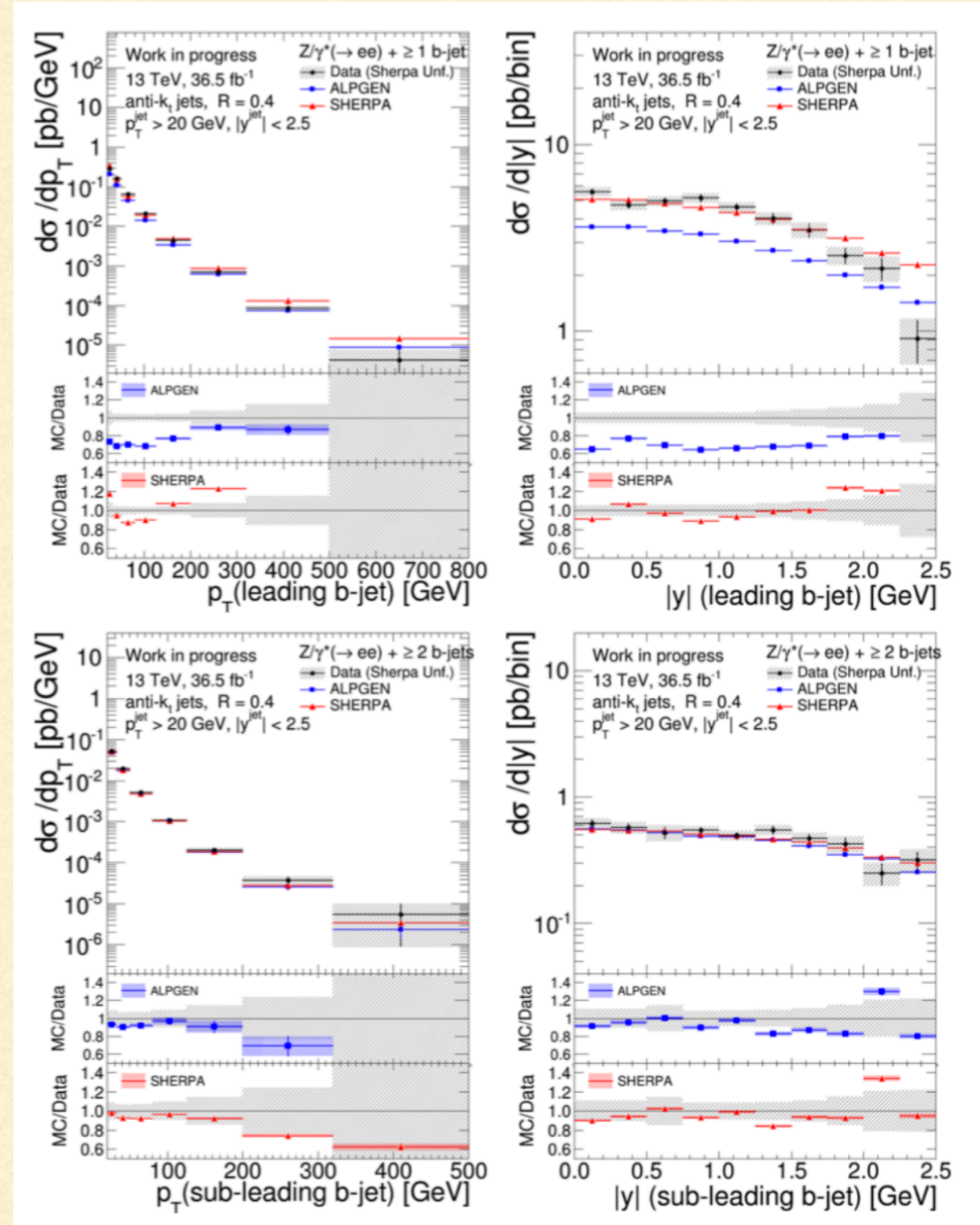
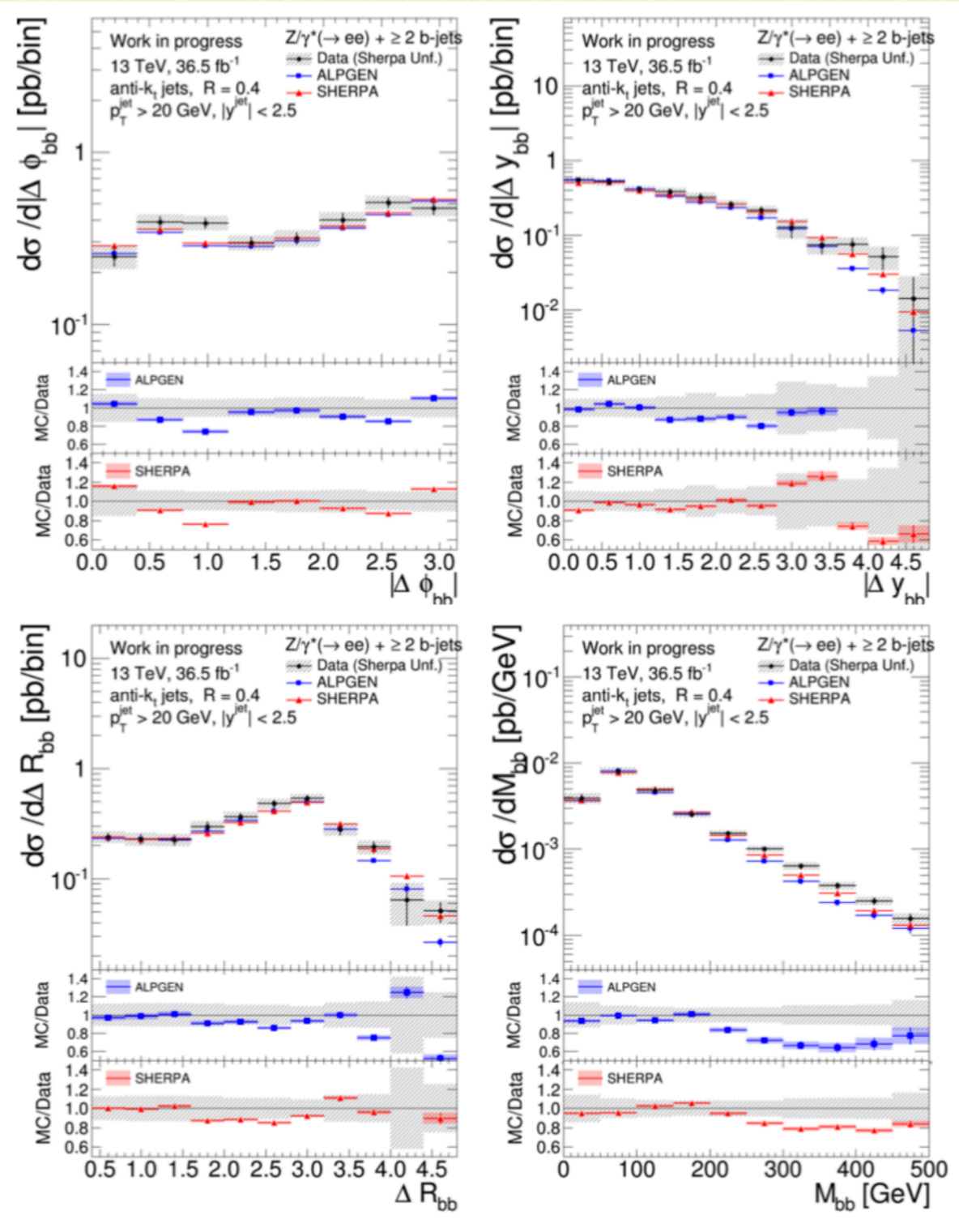
- Varre o HEPMC Event Record
- Encontra os pares b,c no event
- Classifica como ME or PS
- encontra  $\Delta R$  entre  $q\bar{q}$ 
  - PS e  $\Delta R > 0.4$  → remove
  - ME e  $\Delta R < 0.4$  → remove





# (II) PRODUÇÃO DE BÓSONS Z, W ASSOCIADA A HF

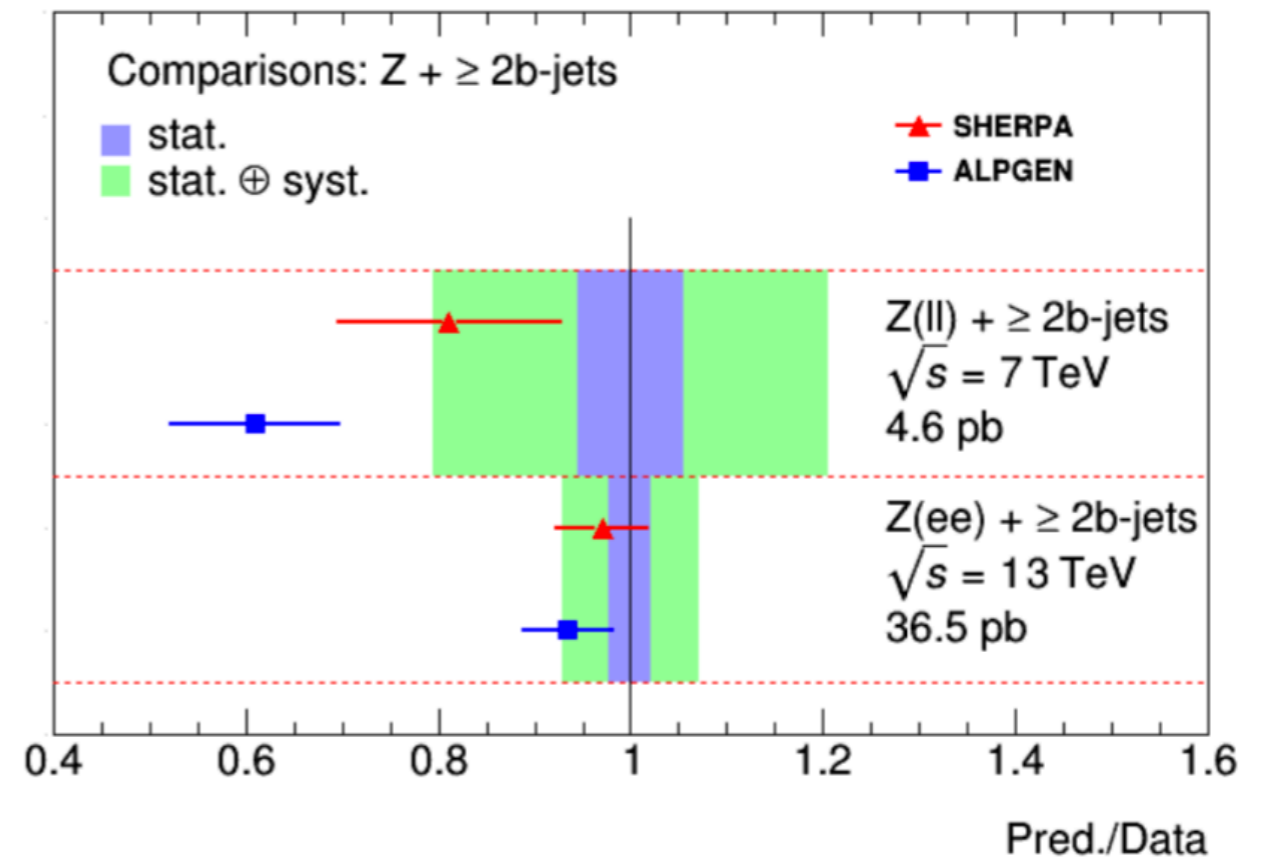
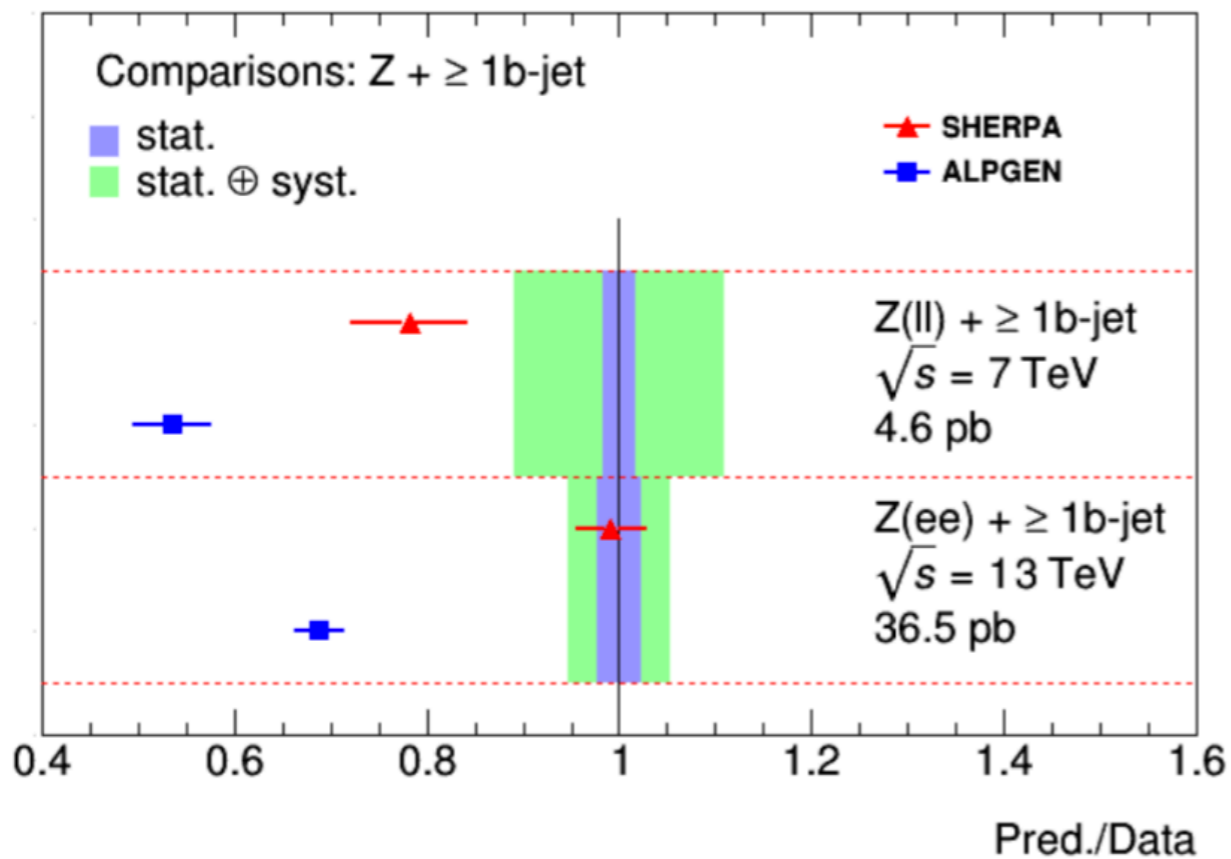
- Dados “unfolded” (particle level)
- Sherpa utilizado no unfolding





# (II) PRODUÇÃO DE BÓSONS Z, W ASSOCIADA A HF

- Seção de choque, inclusiva para  $Z + 1b$  e  $Z + 2b$
- Sistemática dominante : b-tag e jet energy scale
- Melhor concordância obtida com Sherpa 2.2



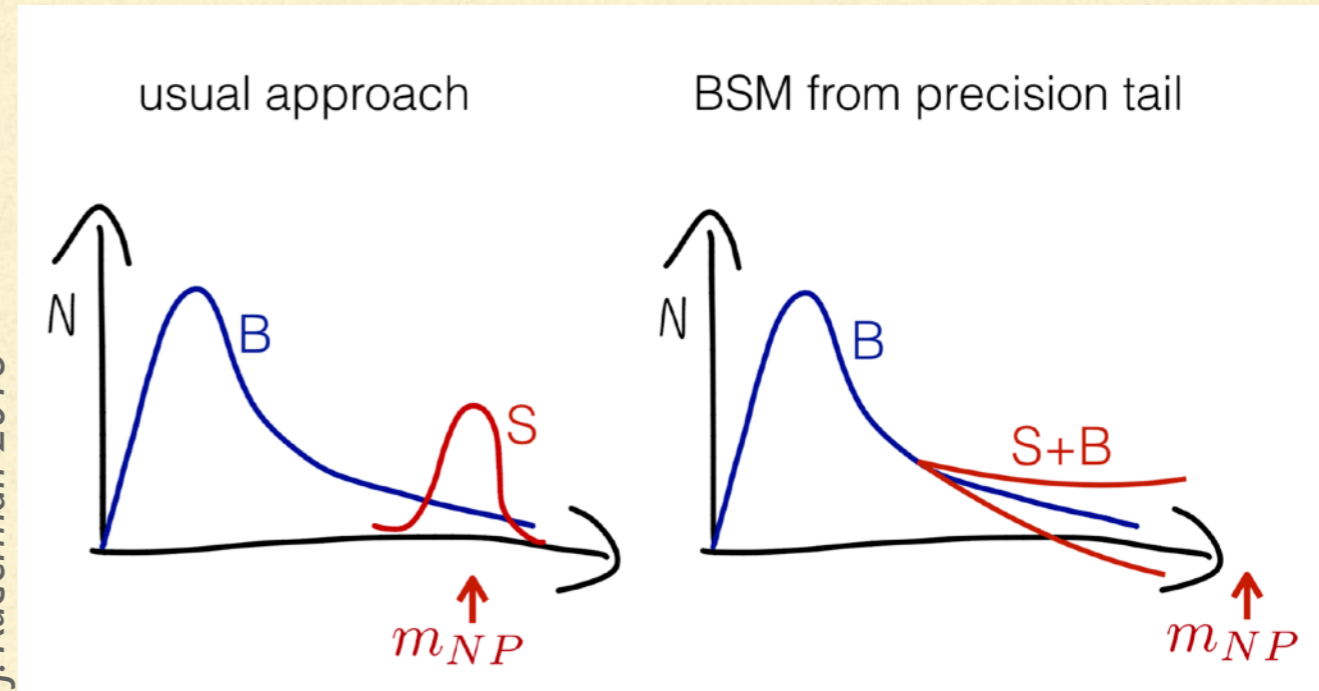
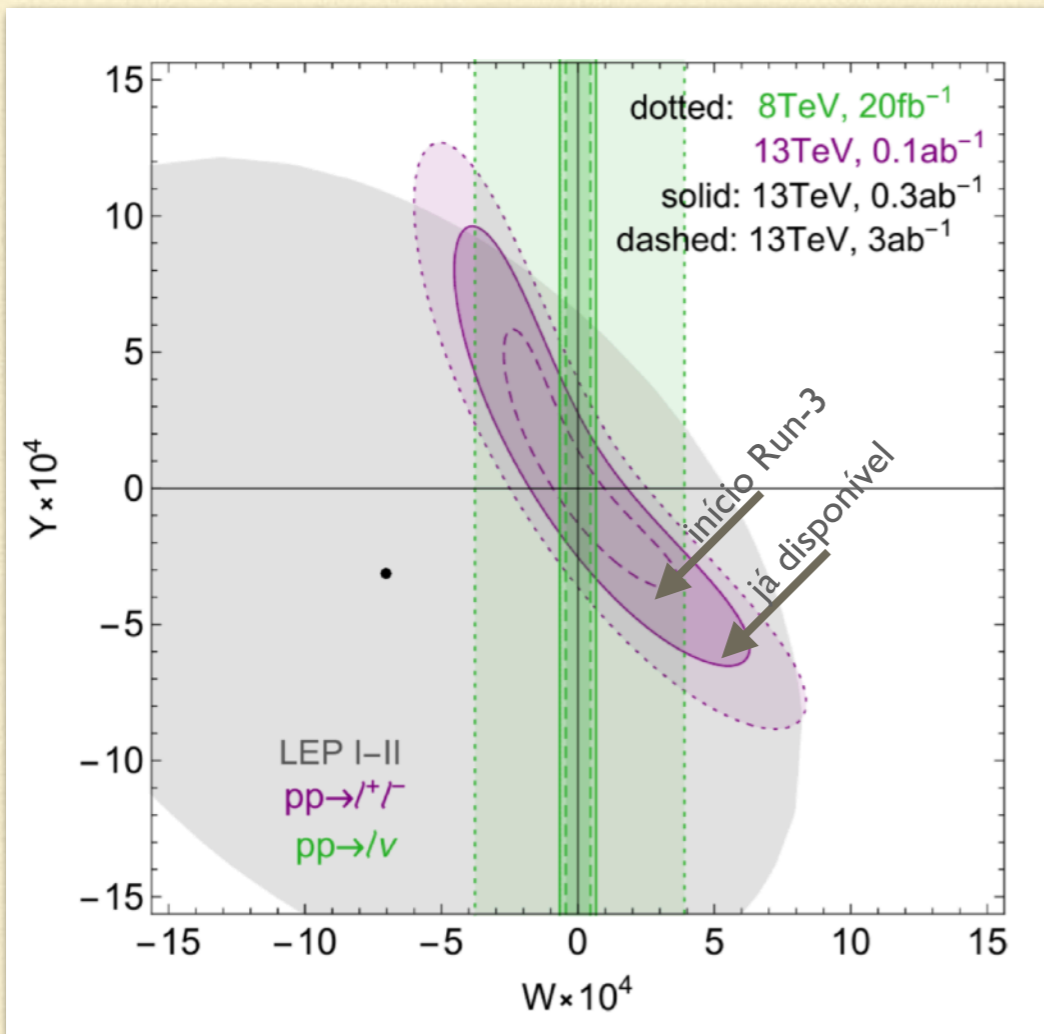
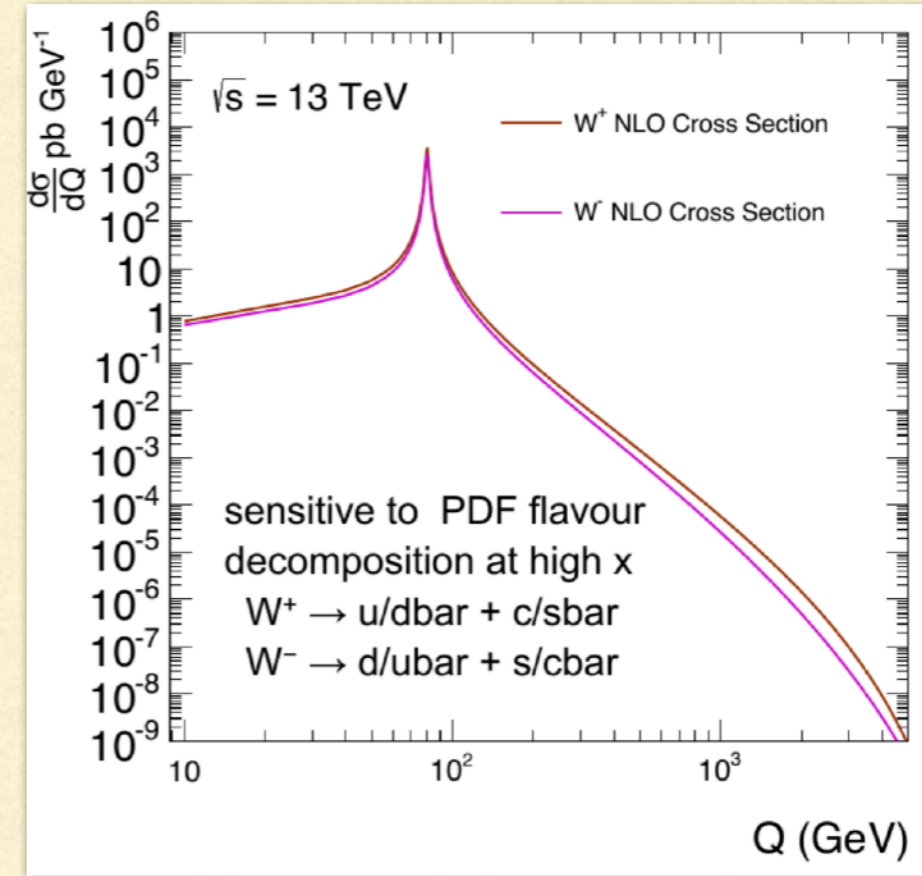


## 3. MEDIDA DA PRODUÇÃO DE BÓSONS $W$ NA REGIÃO DE ALTA MASSA TRANSVERSA (13 TEV)



## Motivação

- Processos Drell-Yan carregados são benchmark para várias medidas no LHC
- Proporciona medidas para restringir a PDF do próton
- Primeira medida na região de alta massa transversa (HmTW)
- Teste de novos propagadores em EFT → sinal de nova física
  - Produção de DY : 4 parâmetros obliquos (S, T, Y, W) que modificam os propagadores para Z, W,  $\gamma$
  - Y, W : sensibilidade maior que no LEP (aumenta com  $\sqrt{s}$ )
  - novos bósons vetoriais
  - novos férmions
- Comparação com a teoria necessita da seção de choque em particle level



arXiv:1609.08157v2

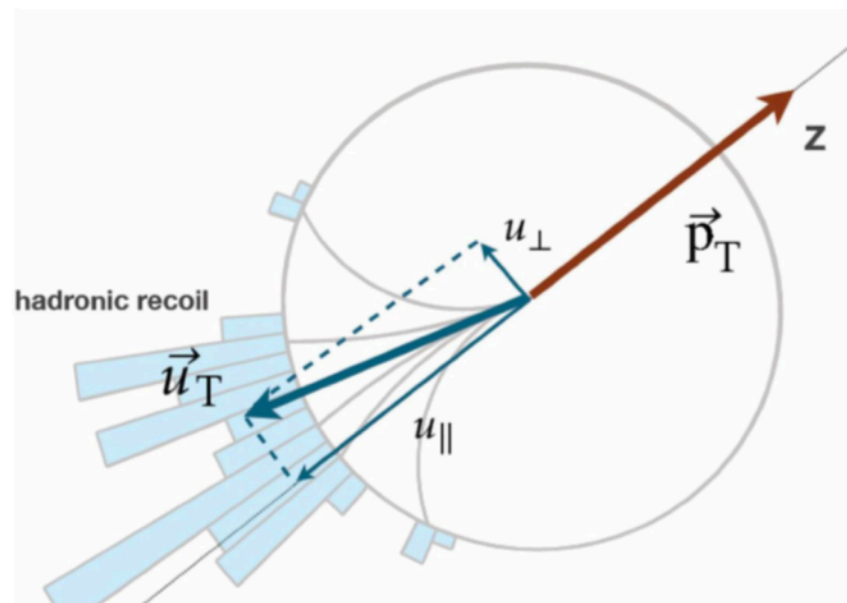
J. Ruderman 2018



# (III) MEDIDA DA PRODUÇÃO DE W NA REGIÃO DE ALTA MASSA TRANSVERSA

- canal e,  $\mu$
- dados de 2015+2016+2017 ( $\sim 80 \text{ fb}^{-1}$ )
- top background (ttbar)  $\rightarrow$  desafio
- validação na região inclusiva
- amostras na região de alta massa são produzidas em slices (massa)
- estudo de reconstrução da massa transversa utilizando hadronic recoil

$$\vec{p}_T(W/Z) = \vec{p}_T^{\text{lepton1}} + \vec{p}_T^{\text{lepton2}} = - \sum \vec{p}_T^{\text{ISRquarks, gluons}}$$

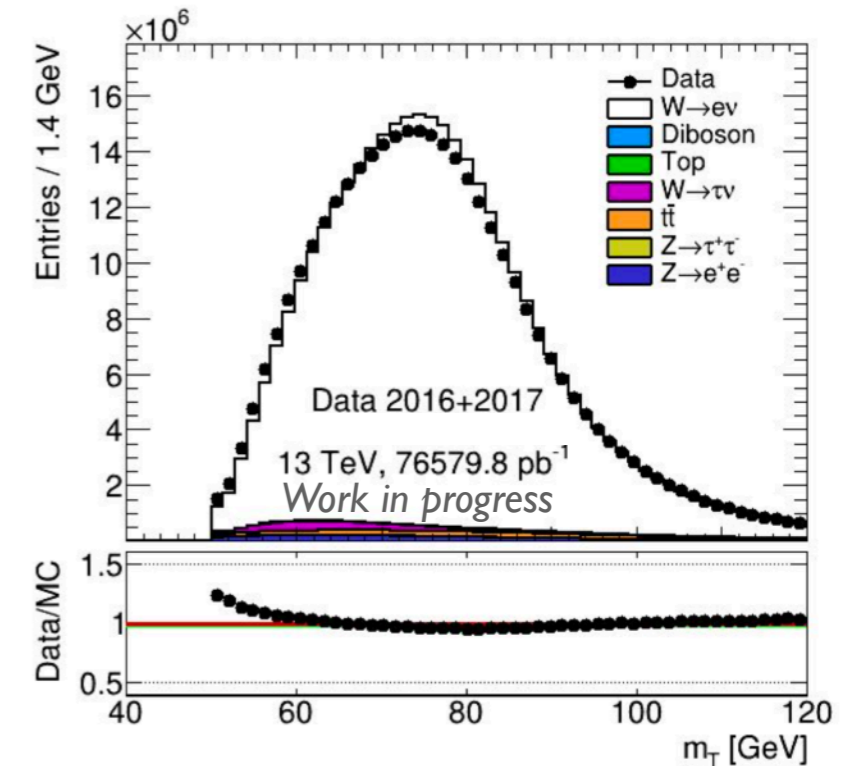
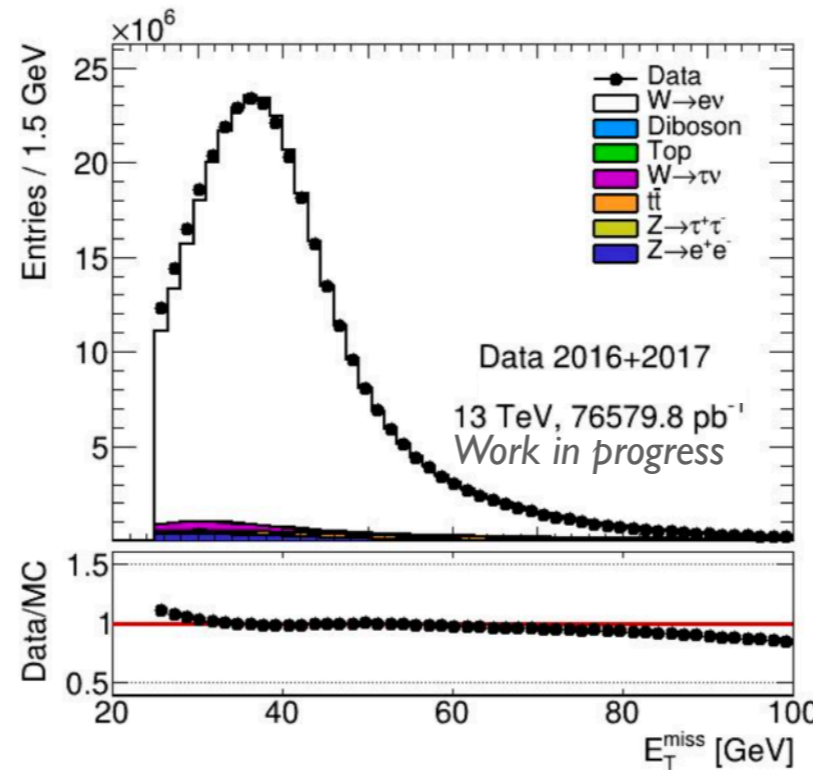
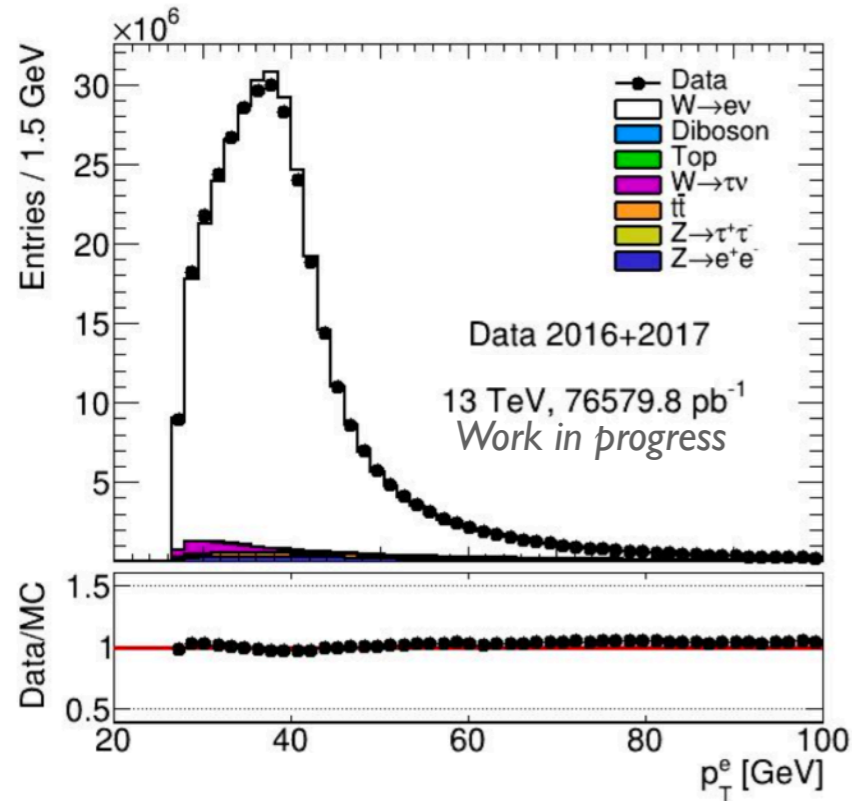
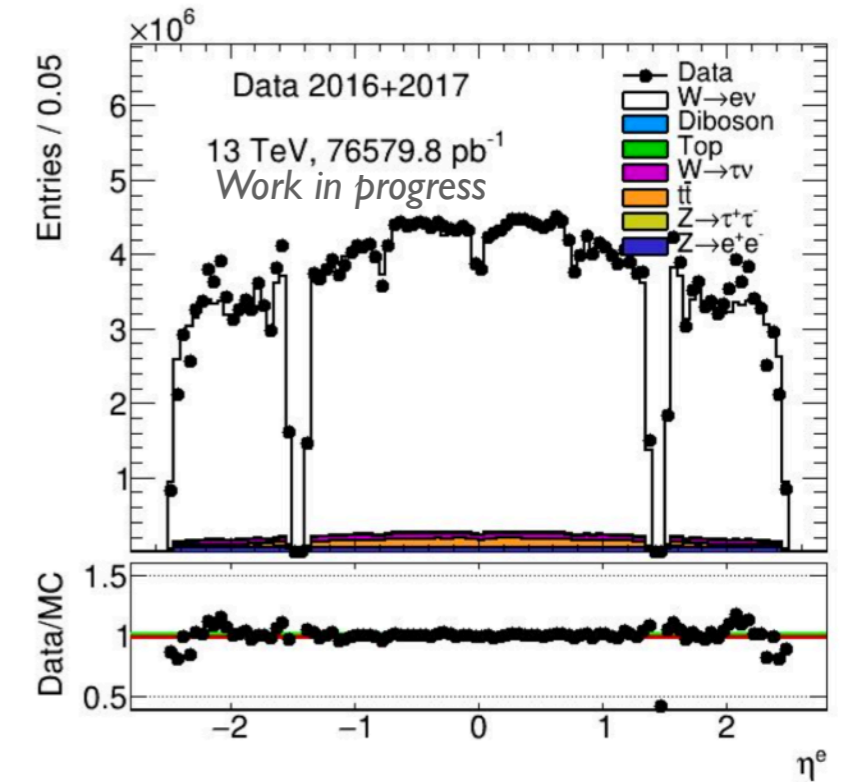
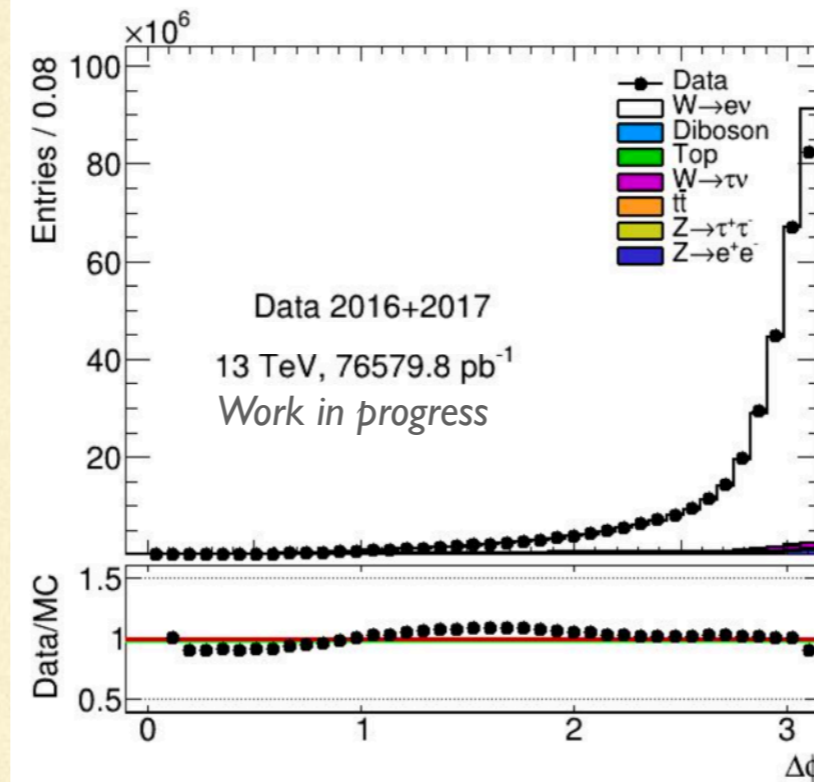


AMOSTRA	GERADOR
$W \rightarrow e\nu$	Powheg+Pythia8
$W \rightarrow \mu\nu$	Powheg+Pythia8
$W \rightarrow \tau\nu$	Powheg+Pythia8
$Z \rightarrow ee$	Powheg+Pythia8
$Z \rightarrow \mu\mu$	Powheg+Pythia8
$Z \rightarrow \tau\tau$	Powheg+Pythia8
ttbar	Powheg+Pythia8
Wtop	Powheg+Pythia8
single top	Powheg+Pythia8
diboson	Sherpa2.2.1



# Distribuições cinemáticas - Região Inclusiva

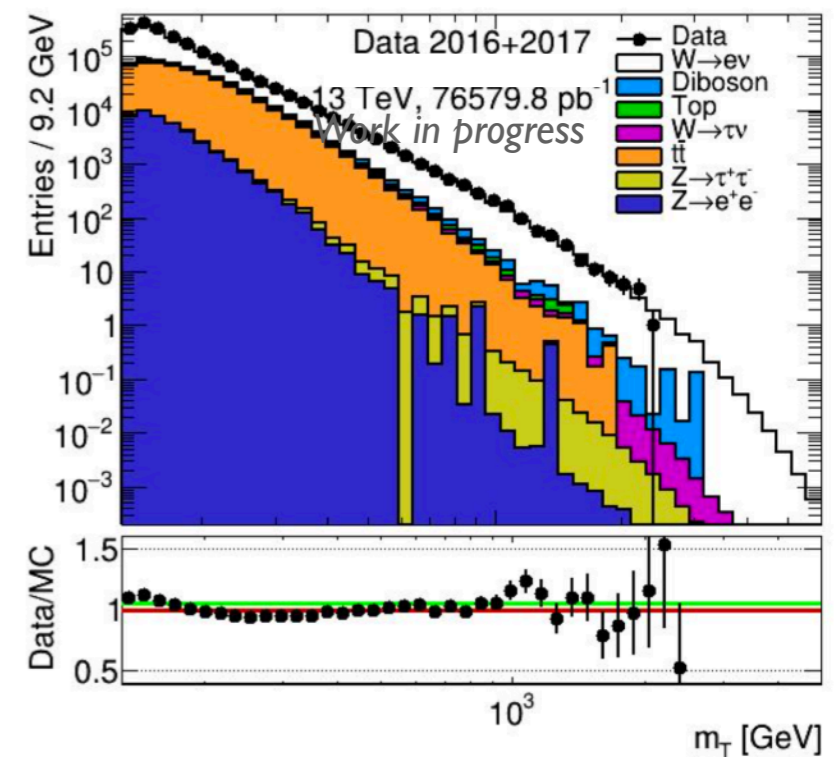
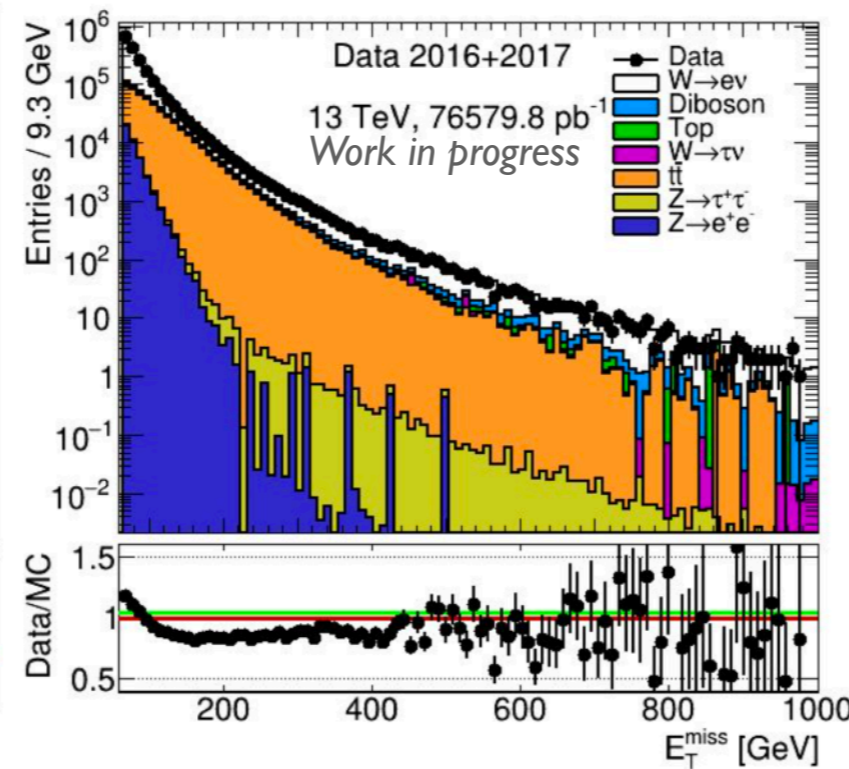
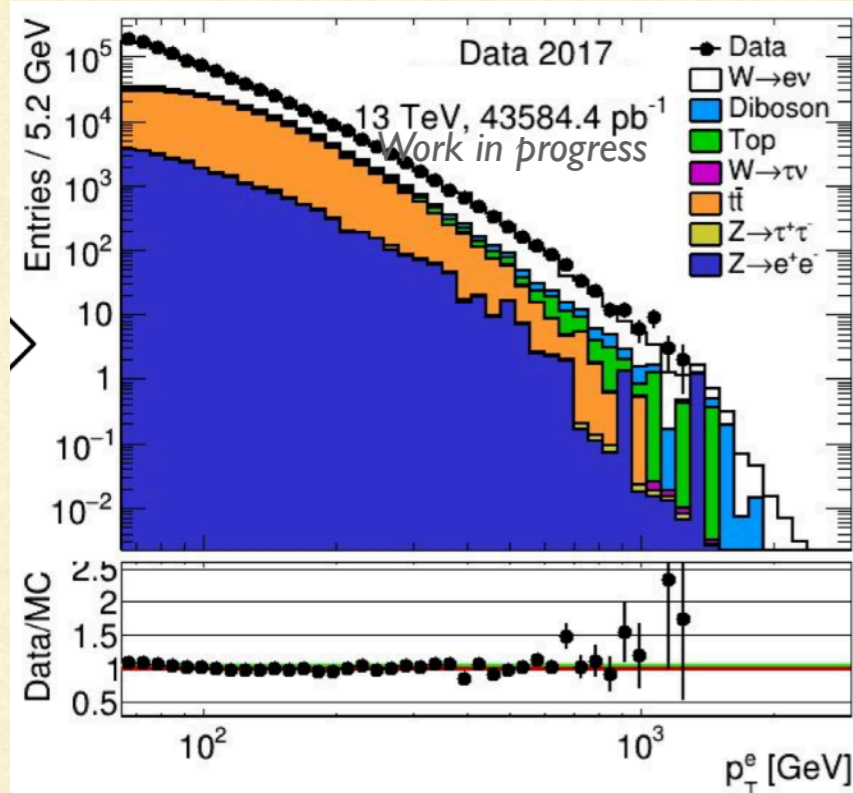
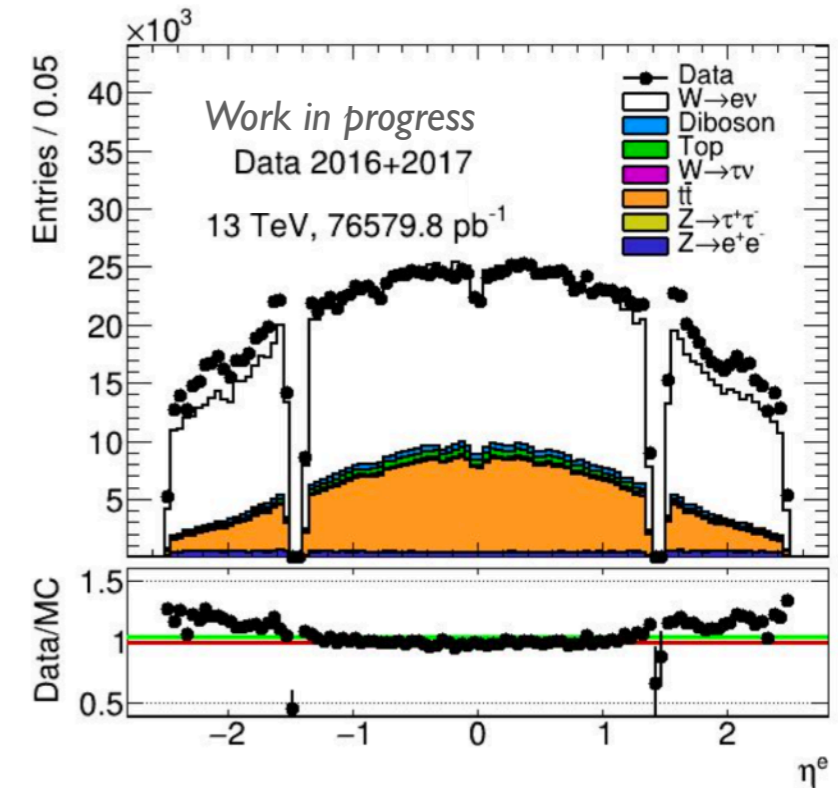
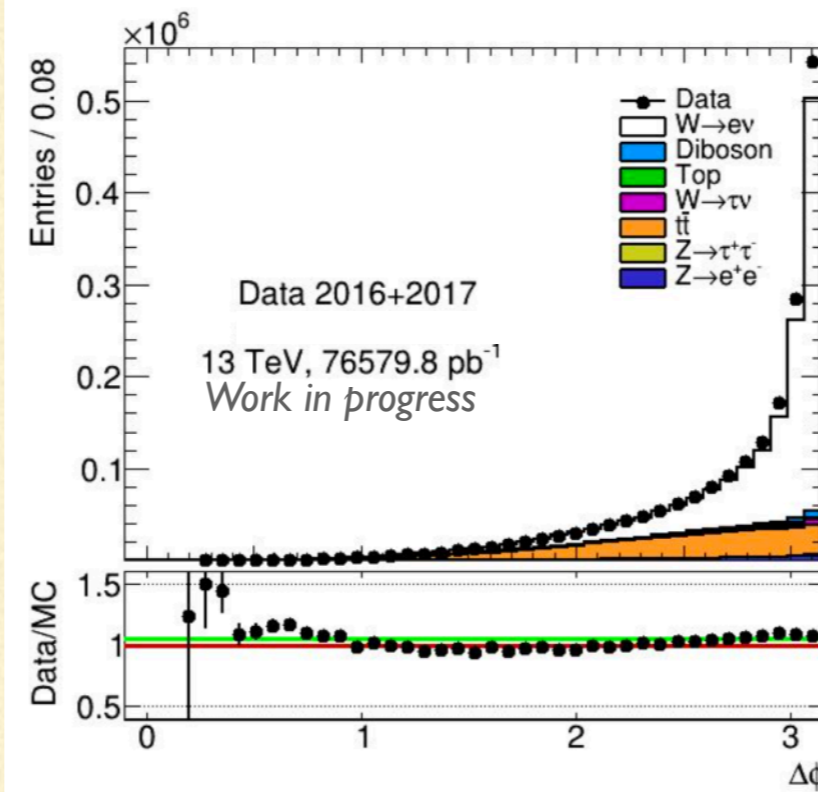
- léptons :
  - $|\eta| < 2.47$  ( $1.37 < |\eta| < 1.52$ )
  - isolamento e id=medium
  - 1 lépton
  - $p_T > 27$  GeV
- Jatos
  - anti-kT, R=0.4
  - $p_T > 25$ ,  $|\eta| < 2.47$
  - Jatos com  $p_T < 60$  GeV e  $JVT < 0.59$  são rejeitados
- $E_{T,miss} > 25$  GeV
- $m_{TW} > 50$  GeV





# Distribuições cinemáticas - Região High $m_{\tau}W$

- léptons :
  - $|\eta| < 2.47$  ( $1.37 < |\eta| < 1.52$ )
  - isolamento e id=medium
  - 1 lépton
  - $p_{\tau} > 65$  GeV
- Jatos
  - anti-kT, R=0.4
  - $|\eta| < 2.47$
  - Jatos com  $p_{\tau} < 60$  GeV e  $J_{VT} < 0.59$  são rejeitados
- $E_{\tau}^{\text{miss}} > 65$  GeV
- $m_{\tau}W > 130$  GeV





- Medidas da seção de choque inclusiva são suficiente para restringir modelos mesmo com luminosidade limitada
- Alta luminosidade deve permitir medidas diferenciais da produção inclusiva de  $W$  e  $Z$  em espaços de fase extremos
- Produção de  $V+HF$  indica que boa concordância entre Sherpa 2.2.1 e dados (1b e 2b)
- Apresentados apenas os casos de  $Z(ee)$ , mas a análise prossegue também no canal de  $W$
- A medida da produção de  $W$  na região de alta massa transversa é a primeira medida desse tipo no LHC
- Medida deve combinar os canais  $(e,\mu)$  e luminosidade completa do RUN2 ( $\sim 130 \text{ fb}^{-1}$  ?)

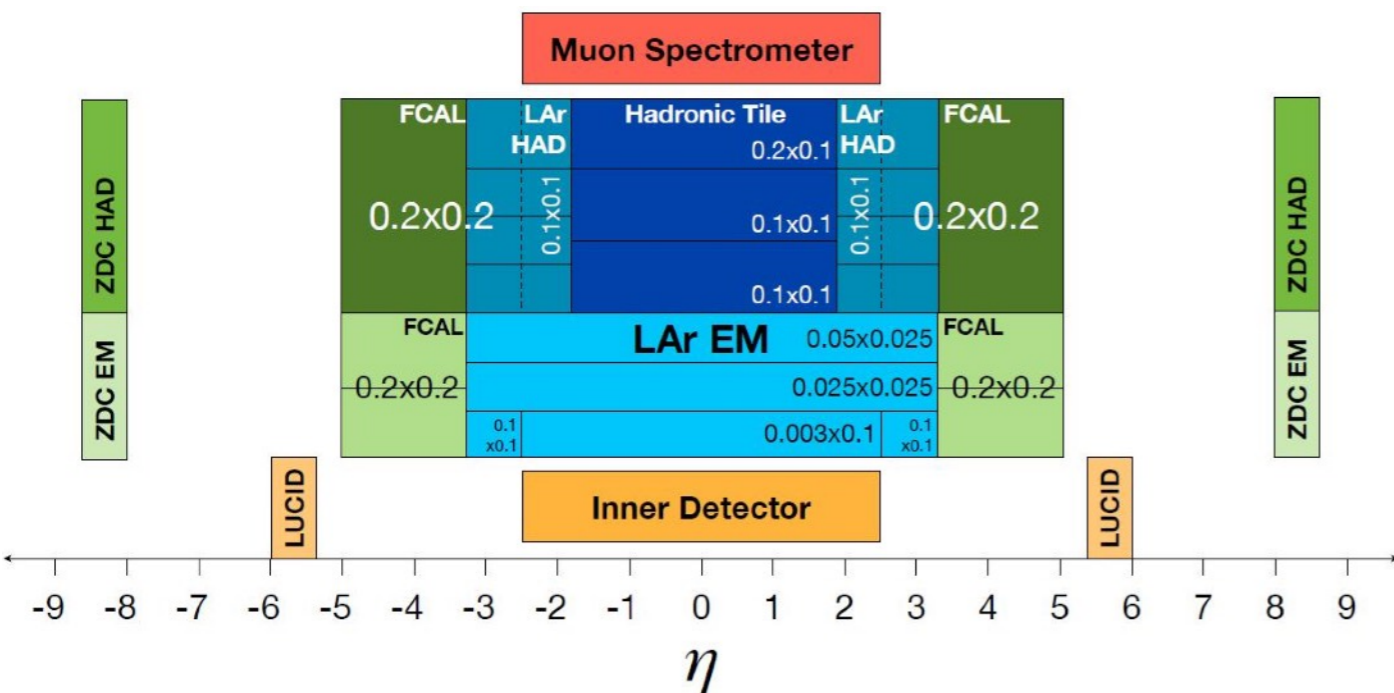
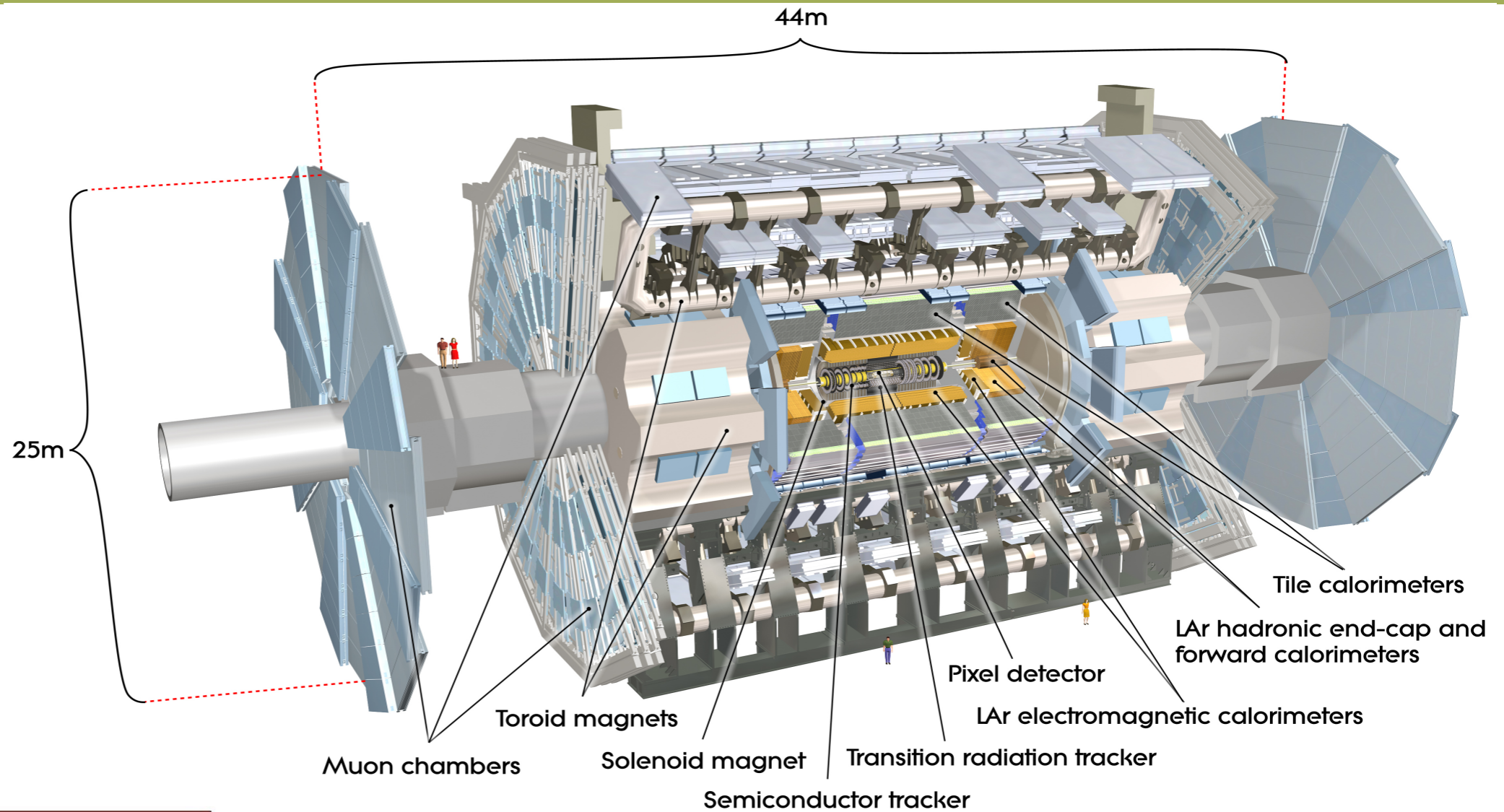




BACKUP



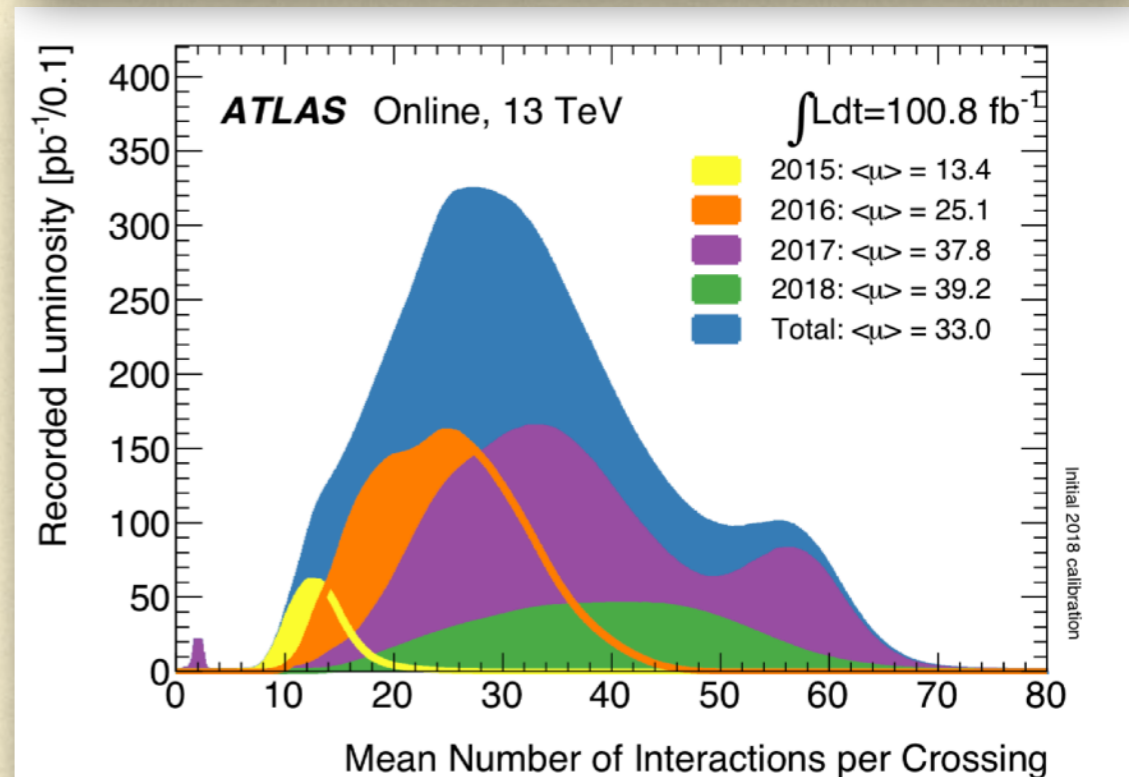
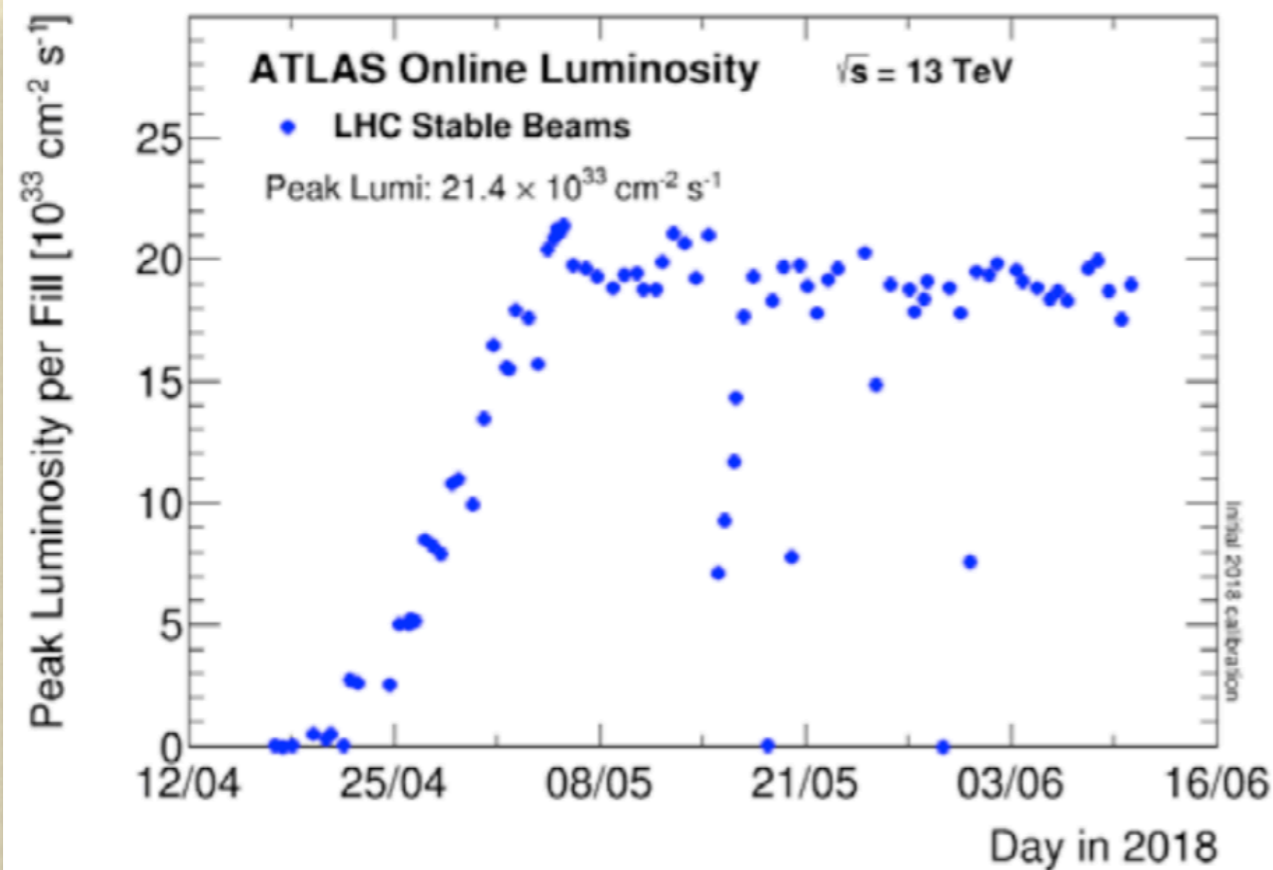
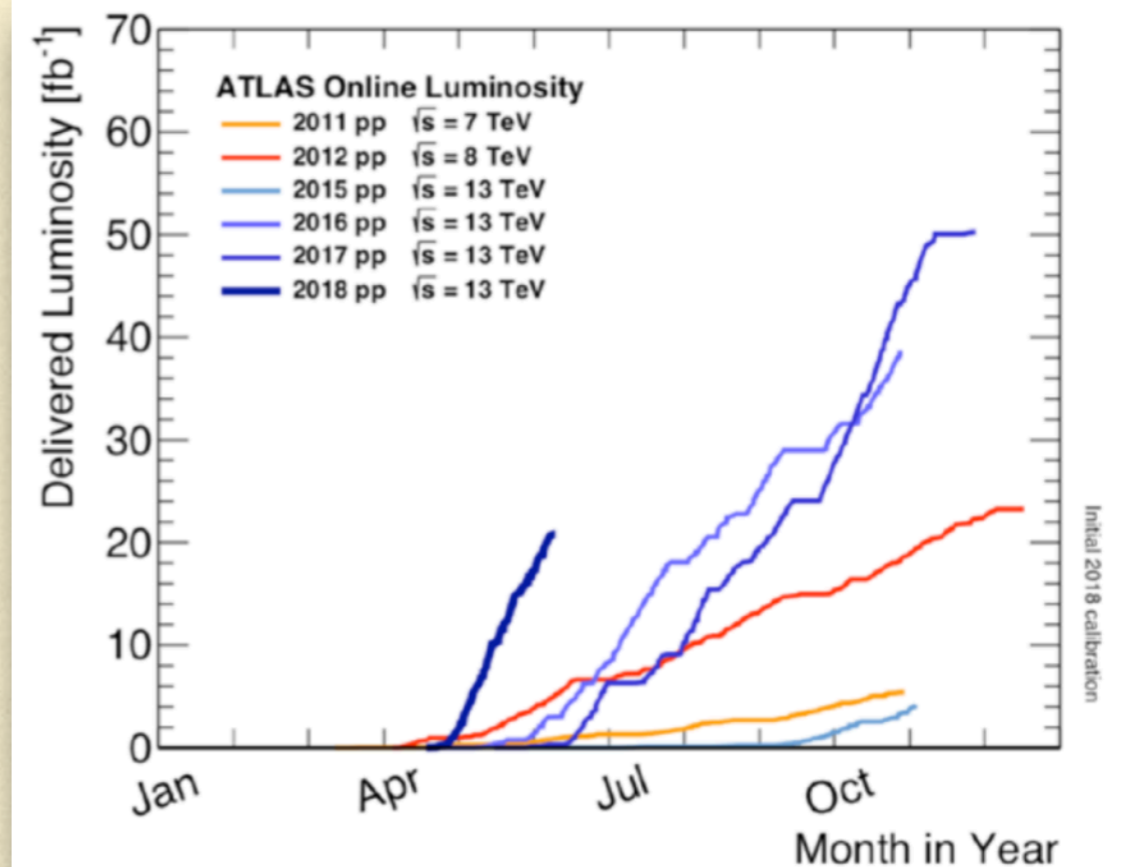
# ATLAS - A TOROIDAL LHC APARATUS





# LUMINOSIDADE INTEGRADA E $\langle \mu \rangle$

- $\sim 100$  I/fb acumulada em 13 TeV até o momento
- progressivo aumento da taxa de luminosidade acumulada a cada ano
- $\langle \mu \rangle$  chega a mais de 60 colisões/cruzamento
- good for physics data :  $> 96\%$  entregue pelo LHC
- o dobro da luminosidade de pico projetada para essa fase





# B TAGGING V+HF

## MV2C10 b tagger rejection and uncertainty

