



**ATLAS**  
EXPERIMENT



LABORATÓRIO DE INSTRUMENTAÇÃO  
E FÍSICA EXPERIMENTAL DE PARTÍCULAS  
*partículas e tecnologia*

# Análise de dados com os dados abertos de ATLAS

CV no Laboratório 2024 - À Caça das Partículas  
10 Julho 2024

Beatriz Rosalino & Inês Pinto

# O que vão fazer

- Usando dados reais da experiência ATLAS e dados resultantes de uma simulação Monte Carlo:
  - Analisar histogramas de variáveis importantes em física de partículas
  - Foco no decaimento do bóson de Higgs,  $H \rightarrow W^+W^-$  (sinal)
  - Ver como melhor separar o sinal de processos de fundo (irrelevantes para a análise), aplicando cortes nos dados

# Luminosidade

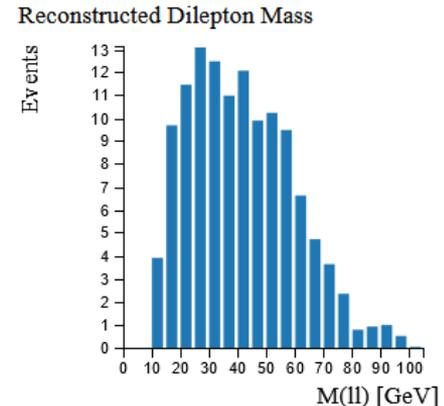
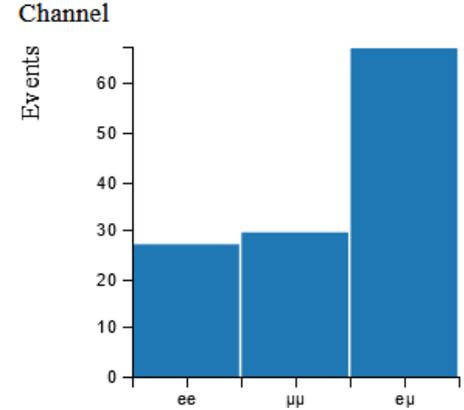
- Os dados que vamos usar correspondem a um período com luminosidade  $\mathcal{L} = 10 \text{ fb}^{-1}$  (há 10 colisões por femtobarn)
  - 1 barn =  $10^{-28} \text{ m}^2$ , femto =  $10^{-15} \Rightarrow 1 \text{ fb} = 10^{-43} \text{ m}^2$
  - Isto corresponde a **1000 triliões de colisões**

$$\frac{dN}{dt} = \mathcal{L} \sigma$$

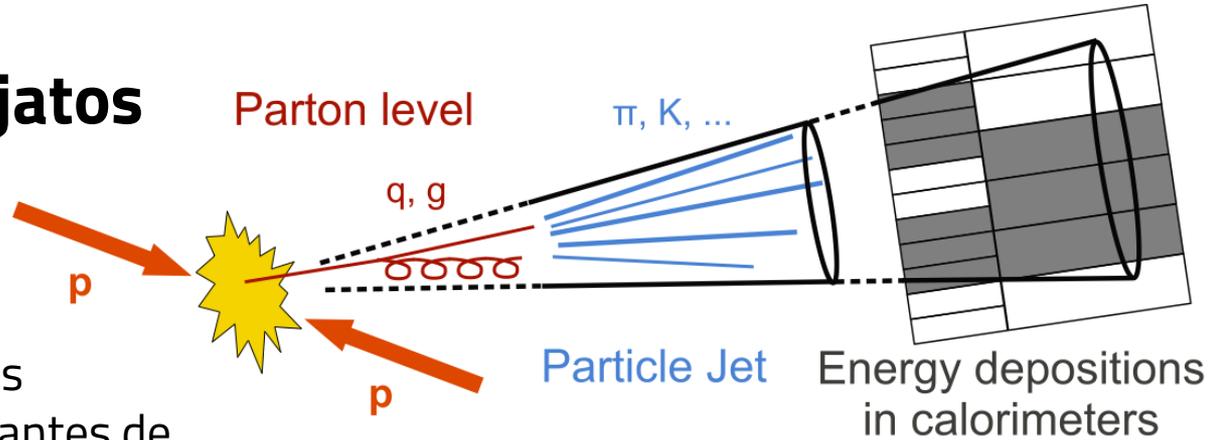
- A produção de bosões H tem uma secção eficaz de  $\sigma = 50 \text{ pb} = 5 \times 10^4 \text{ fb}$ 
  - São produzidos cerca de 500 mil bosões no período de recolha de dados
  - $\frac{1}{4}$  destes (125 mil) decaem em  $H \rightarrow W^+W^-$
- Mas nem todos os eventos são reconstruídos pelo detetor

# Histogramas do canal e massa dos leptões

- Temos o número de eventos em cada canal, dependendo das partículas detetadas. Só vamos considerar estados finais com 2 leptões carregados:
  - 2 eletrões
  - 2 muões
  - 1 eletrão e 1 muão
- Conseguimos ver a reconstrução do detetor da massa das partículas originais, a partir da massa dos dois leptões



# Histogramas de jatos

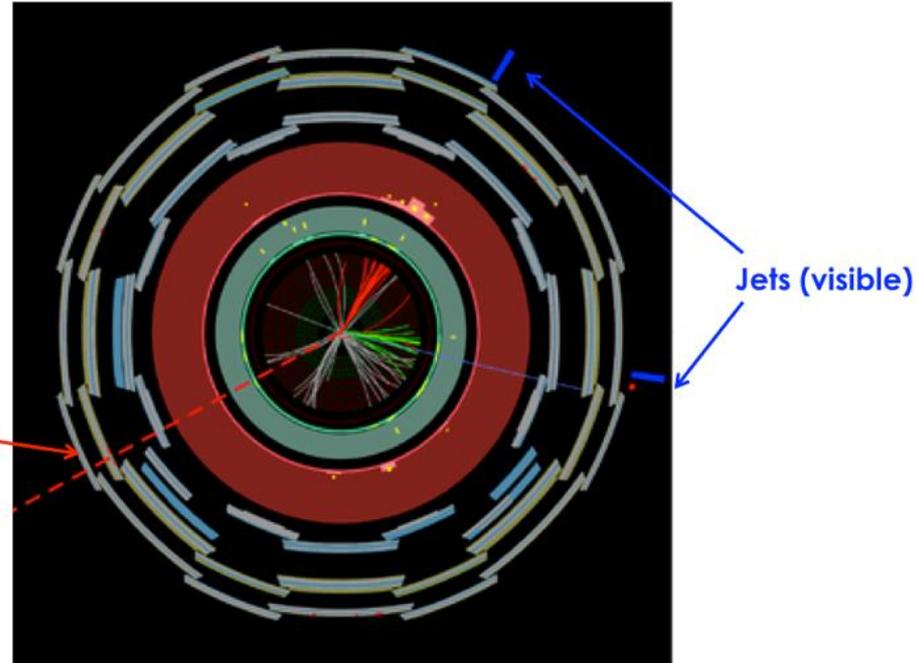


- Jatos de hádrões formam-se a partir dos quarks e gluões resultantes de uma colisão e dão-nos informação sobre estas partículas
- Nos histogramas conseguimos:
  - Contabilizar o número de jatos nos eventos
  - Saber se os jatos têm hádrões com quarks  $b$  ( $b$ -tagging)

# Histogramas de momento transverso

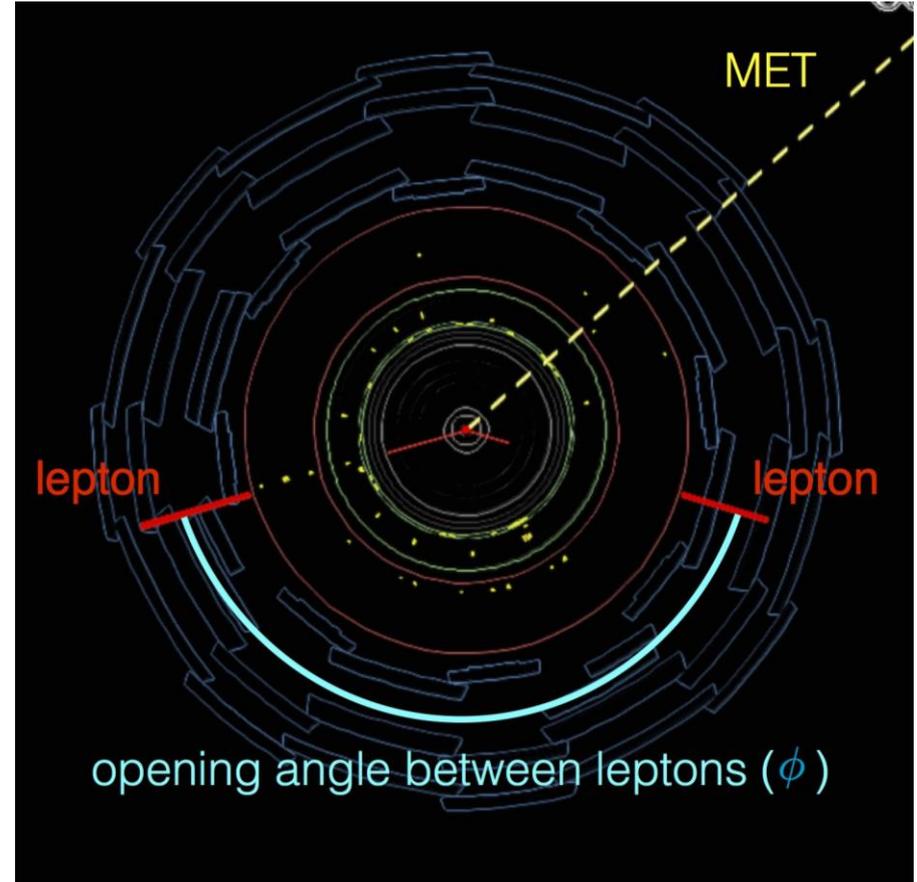
- O momento em falta na direção transversa (MET) ajuda-nos a inferir se há partículas no evento que não conseguimos detetar
- O momento transverso dos leptões é a soma dos momentos dos dois leptões
  - Pode ter uma distribuição diferente dependendo do processo

$ME_T$   
(invisible)



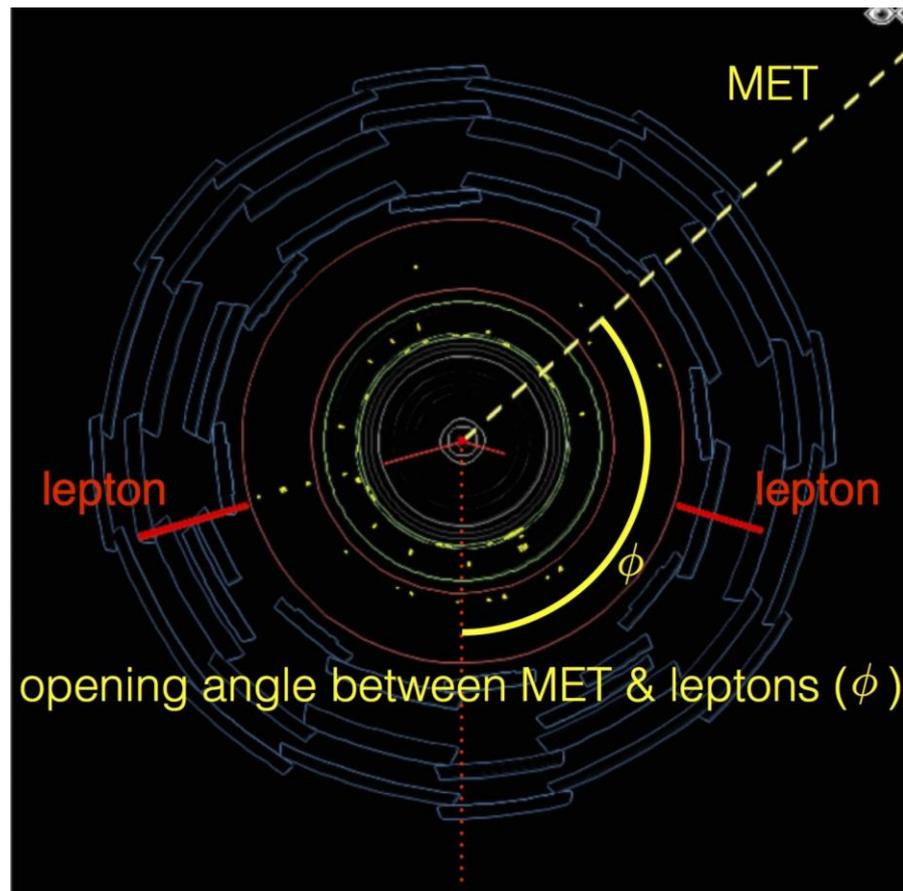
# Histogramas angulares

- O ângulo entre leptões é a abertura entre as trajetórias, medido à volta da direção do feixe



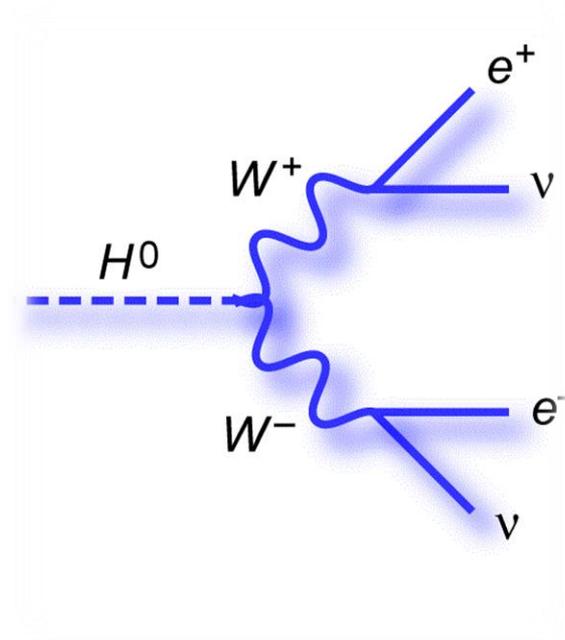
# Histogramas angulares

- O ângulo entre leptões e MET, medido entre MET e a bissetriz do ângulo anterior
  - Vai ser útil para separar o nosso sinal de fundos



# O sinal que estamos à procura

- 21% das vezes o Higgs decai para um par de bosões  $W$ , que também não são estáveis e decaem, neste caso para leptões e neutrinos
- Sinal caracterizado por:
  - 2 leptões com momento elevado e carga oposta
  - MET (neutrinos)

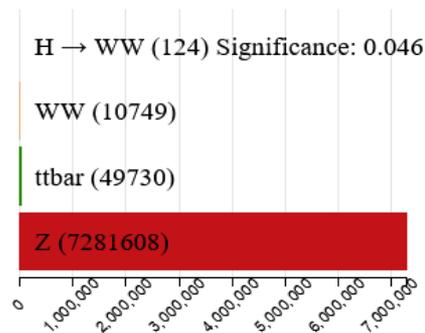


# Os Fundos

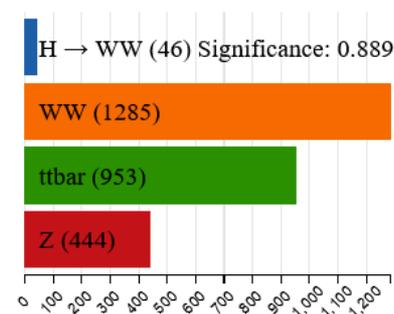
- Processos com assinaturas no detetor muito semelhantes ao sinal que queremos estudar.
- Muitas vezes, têm secções eficazes muito maiores que o sinal.
- Por isso, o nosso trabalho vai ser tentar aumentar a **significância**:

$$\frac{S}{\sqrt{S+B}}$$

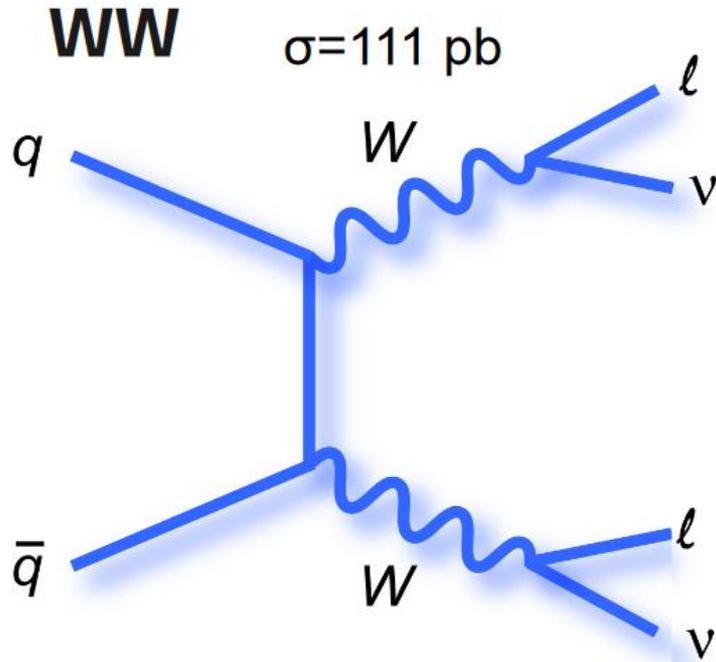
Expected Number of Events for 10/fb



Expected Number of Events for 10/fb

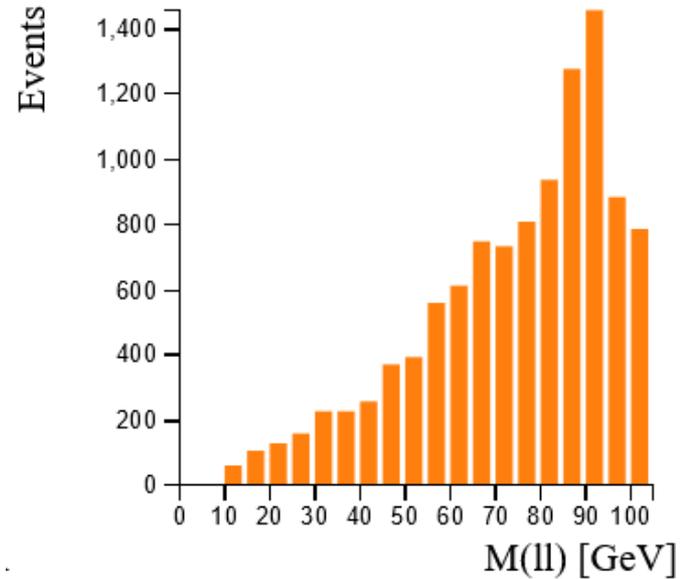


# Os Fundos - WW



- Pico em  $M(\ell\ell)$  próximo da massa do W (80GeV)

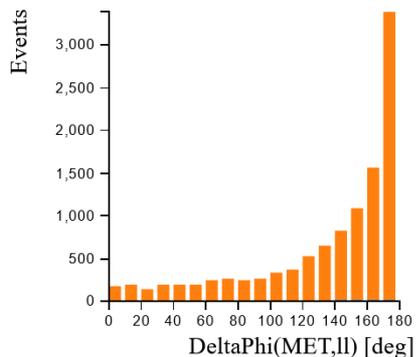
Reconstructed Dilepton Mass



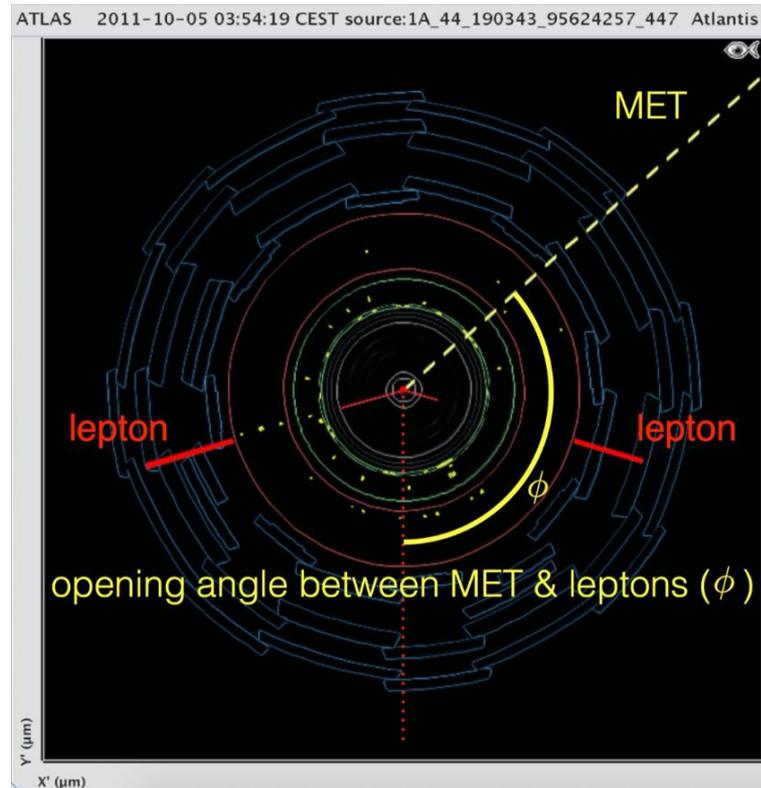
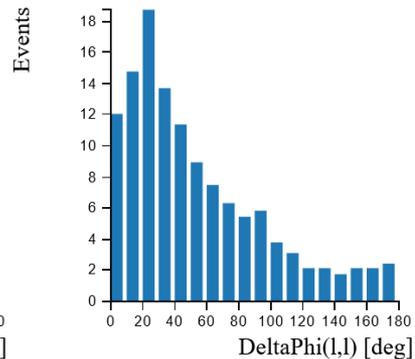
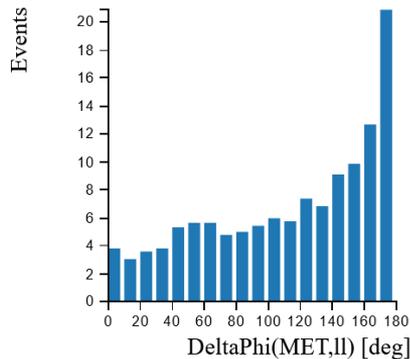
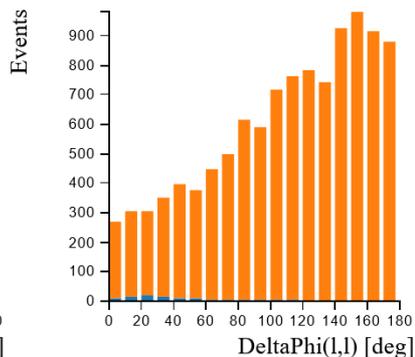
# Os Fundos - WW

- Diferenças sinal/fundo em distribuições angulares

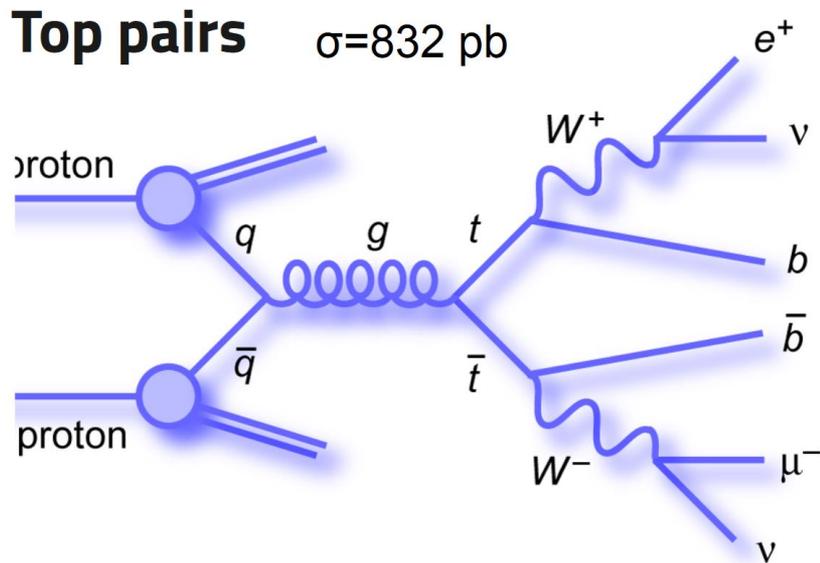
Opening Angle Between MET and Leptons



Opening Angle Between Leptons

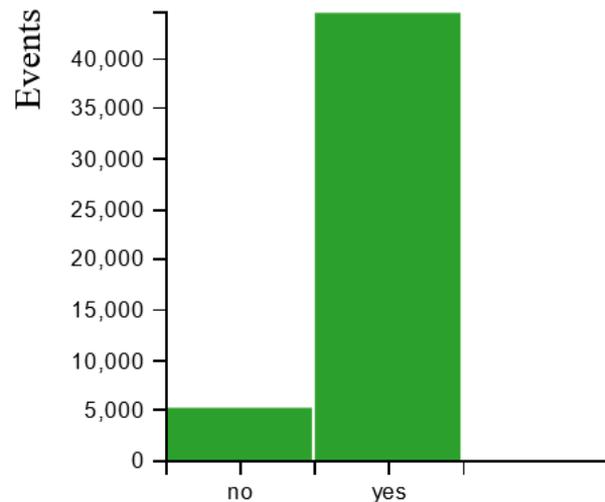


# Os Fundos - Pares Top



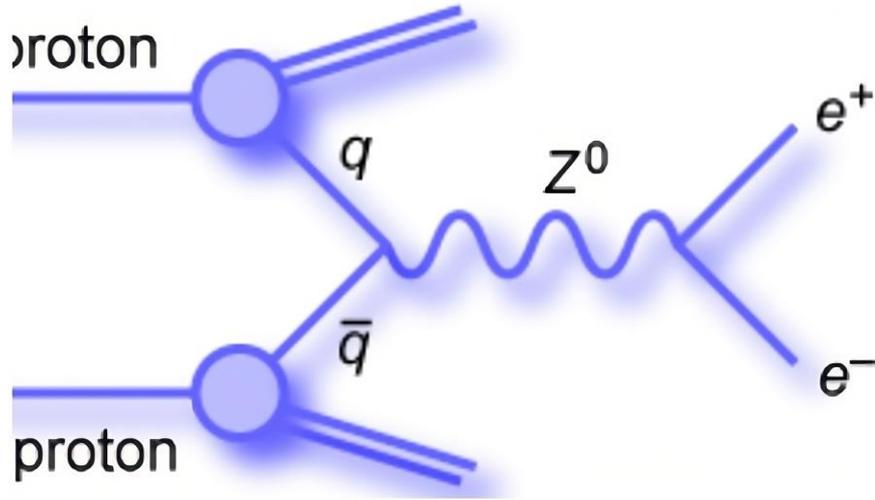
- Mesmos estados finais que o sinal, com a adiao de 2 jatos  $b$ .

Are Jets b-tagged?

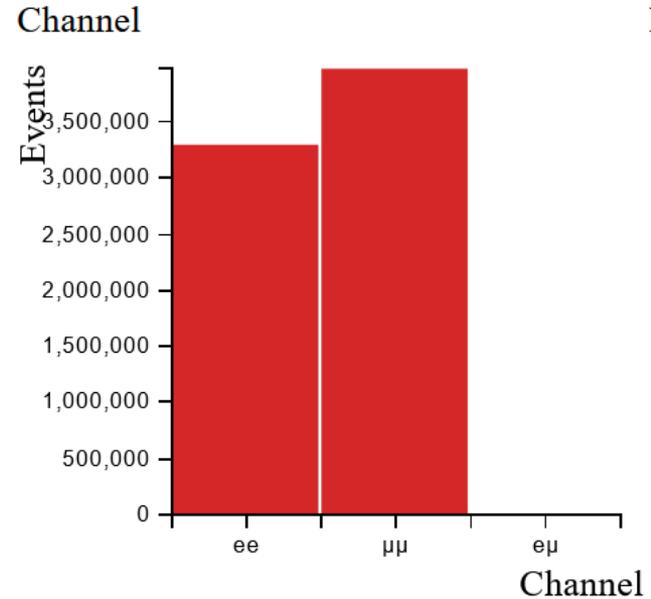


BTag

# Os Fundos - Z



- O bóson Z mantém o número leptónico.



# Tabela Resumo Assinatura Processos

Sinal	$ee/\mu\mu/e\mu$	MET		
WW	$ee/\mu\mu/e\mu$	MET		Maior ângulo entre leptões
ttbar	$ee/\mu\mu/e\mu$	MET	Jatos b	
Z	$ee/\mu\mu$			



LABORATÓRIO DE INSTRUMENTAÇÃO  
E FÍSICA EXPERIMENTAL DE PARTÍCULAS  
*partículas e tecnologia*

**Link para a atividade:**

**<https://tinyurl.com/histogramasATLAS>**

**Divirtam-se!**



# ATLAS

EXPERIMENT



LABORATÓRIO DE INSTRUMENTAÇÃO  
E FÍSICA EXPERIMENTAL DE PARTÍCULAS  
*partículas e tecnologia*

# BACKUP

# Partículas vistas pelo Detetor

