

Exercícios de estatística para análise de dados em HEP

Professores: Eliza Melo, Dilson Damião e Mauricio Thiel *Nome:* Jorge Júlio Barreiros Venuto de Siqueira

Leitura dos arquivos

A primeira tarefa que foi pedida foi usar os dados do CMS opendata distribuídas anteriormente, utilizei o Python com auxílio do ROOT para ler os arquivos e selecionar as informações relativísticas das partículas.

Lendo o arquivo

```
diretorios = [
    "/opendata/eos/opendata/cms/Run2016G/DoubleEG/NANOAOD/UL2016_MiniAODv2_
    NanoAODv9-v1/100000/*.root",
    "/opendata/eos/opendata/cms/Run2016G/DoubleEG/NANOAOD/UL2016_MiniAODv2_
    NanoAODv9-v1/1010000/*.root",
    "/opendata/eos/opendata/cms/Run2016G/DoubleEG/NANOAOD/UL2016_MiniAODv2_
    NanoAODv9-v1/250000/*.root"
]

# Expandir caminhos com glob e carregar arquivos
arquivos = glob.glob(diretorios[0]) + glob.glob(diretorios[1]) + glob.glob(diretorios[2])
#print(arquivos)

file_1 = uproot.open(arquivos[0])
file_2 = uproot.open(arquivos[1])
file_3 = uproot.open(arquivos[2])

nElectron_1 = tree_1["nElectron"].array()
eletron_pt_1 = tree_1["Electron_pt"].array()
eletron_eta_1 = tree_1["Electron_eta"].array()
eletron_phi_1 = tree_1["Electron_phi"].array()
eletron_mass_1 = tree_1["Electron_mass"].array()
eletron_charge_1 = tree_1["Electron_charge"].array()

nElectron_2 = tree_2["nElectron"].array()
eletron_pt_2 = tree_2["Electron_pt"].array()
eletron_eta_2 = tree_2["Electron_eta"].array()
eletron_phi_2 = tree_2["Electron_phi"].array()
eletron_mass_2 = tree_2["Electron_mass"].array()
eletron_charge_2 = tree_2["Electron_charge"].array()

nElectron_3 = tree_3["nElectron"].array()
eletron_pt_3 = tree_3["Electron_pt"].array()
eletron_eta_3 = tree_3["Electron_eta"].array()
eletron_phi_3 = tree_3["Electron_phi"].array()
eletron_mass_3 = tree_3["Electron_mass"].array()
eletron_charge_3 = tree_3["Electron_charge"].array()

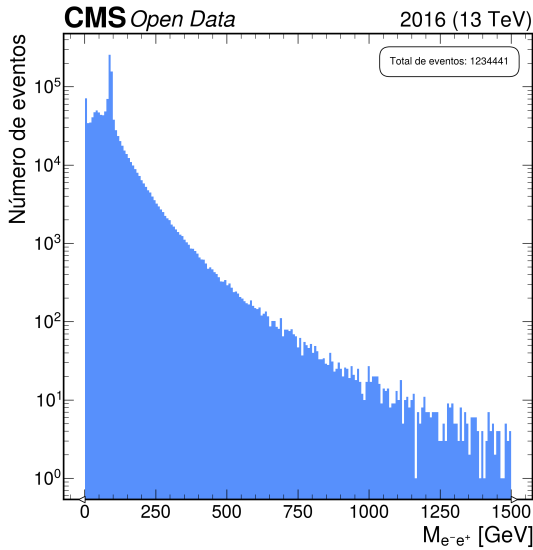
# Combinar os arrays
Neletron = np.concatenate([nElectron_1, nElectron_2, nElectron_3])
eletron_pt = np.concatenate([eletron_pt_1, eletron_pt_2, eletron_pt_3])
eletron_eta = np.concatenate([eletron_eta_1, eletron_eta_2, eletron_eta_3])
eletron_phi = np.concatenate([eletron_phi_1, eletron_phi_2, eletron_phi_3])
eletron_mass = np.concatenate([eletron_mass_1, eletron_mass_2, eletron_mass_3])
eletron_charge = np.concatenate([eletron_charge_1, eletron_charge_2, eletron_charge_3])
```

Para a análise dos dados, foram adotadas as seguintes estratégias de seleção e cortes nos eventos:

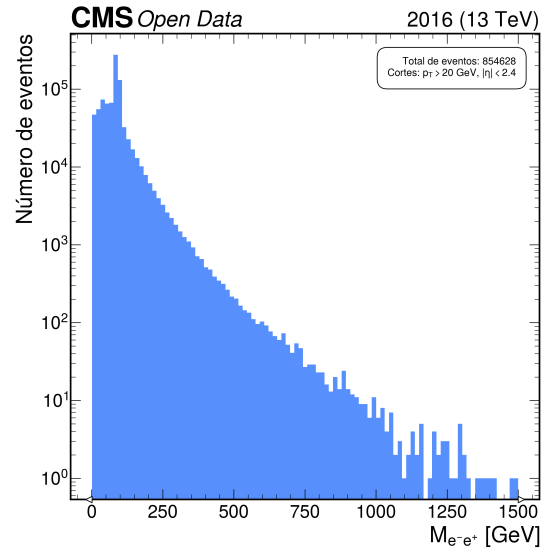
- **Seleção de eventos com dois elétrons de cargas opostas:** Apenas eventos contendo dois elétrons de cargas opostas foram considerados, garantindo que os pares de partículas relevantes fossem analisados.
- **Corte no momento transversal (P_T):** Foi aplicado um corte no momento transversal (P_T) de 20 GeV. Esse corte visa excluir partículas com baixo P_T , que frequentemente não contribuem de maneira significativa para os processos físicos de interesse ou são difíceis de detectar. Dessa forma, é possível reduzir o fundo de eventos irrelevantes, concentrando a análise em partículas de maior energia, mais associadas a eventos físicos relevantes.
- **Corte na pseudo-rapidez (η):** Foi aplicado um corte na pseudo-rapidez dos elétrons, restringindo o intervalo de η entre -2.4 e 2.4. Esse intervalo corresponde à região de aceitação do detector, onde a eficiência de detecção é máxima. Partículas fora dessa faixa têm menor probabilidade de serem detectadas corretamente, o que pode comprometer a precisão da análise. A exclusão dessas partículas melhora a eficiência da análise, garantindo que apenas eventos com partículas detectáveis sejam considerados.

Esses cortes são fundamentais para refinar a seleção dos dados, eliminando eventos irrelevantes e garantindo que a análise se concentre em regiões do espaço de fase com maior relevância física e precisão para realizar o cálculo da massa invariante dos di-elétrons.

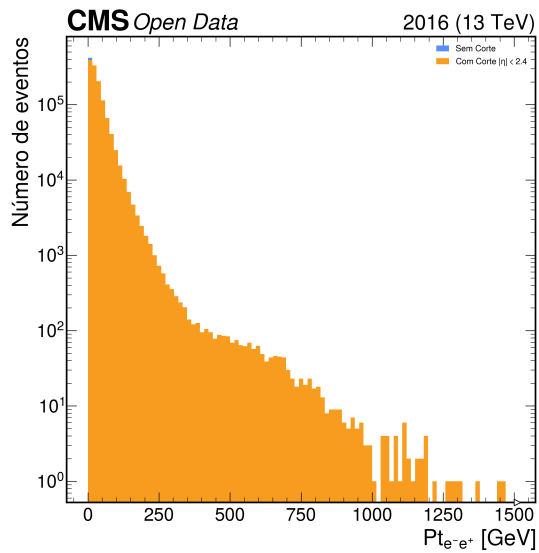
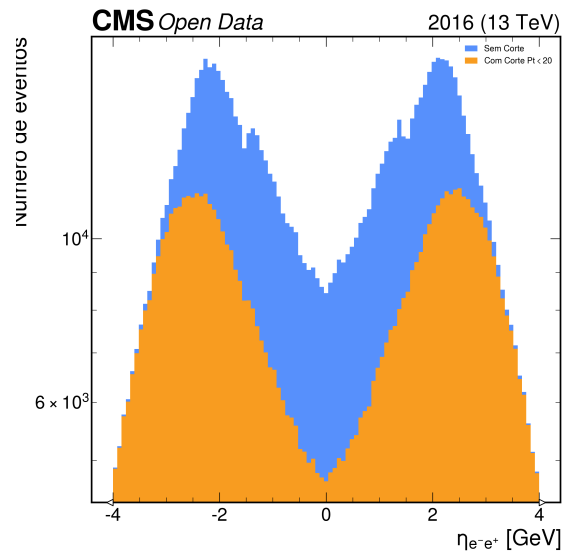
Gráfico da massa invariante dos elétrons



(a) Distribuição da Massa invariante dos di-elétrons sem os cortes



(b) Distribuição da Massa invariante dos di-elétrons com os cortes de P_T e η

Distribui  o de P_T e η (a) Distribui  o de P_T com e sem o corte em η (b) Distribui  o de η com e sem o corte no P_T