

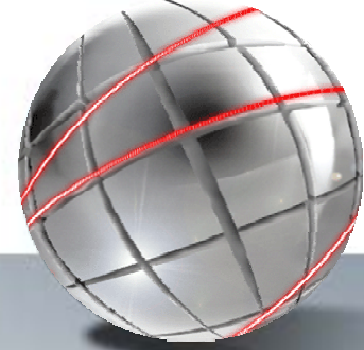
# Dimensões Extras Universais

Parte 2: Experimento do DZero



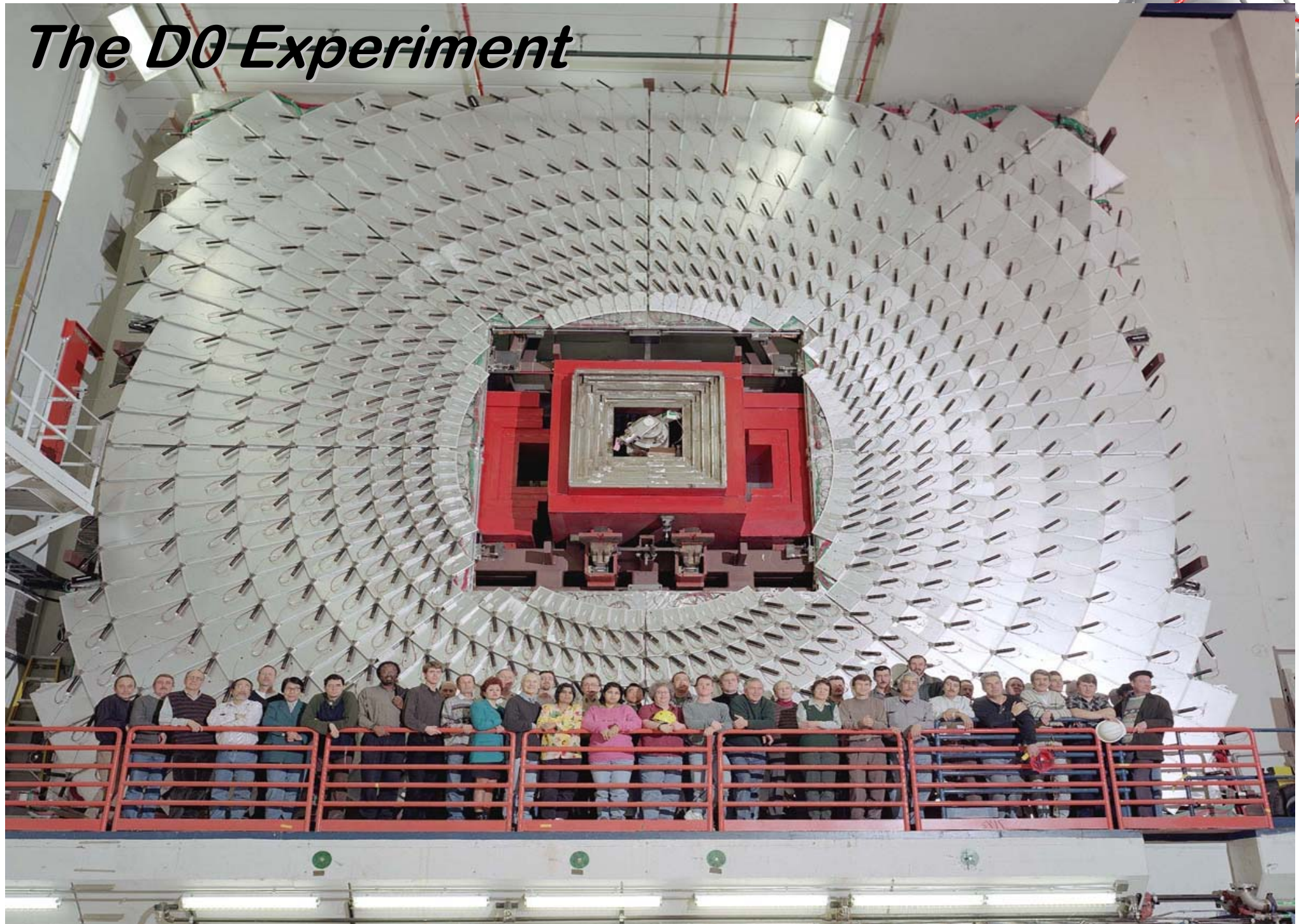
Pedro Mercadante (UNESP)

# Sumário



- Detector
- Simulação
  - Pythia ued
  - DZero Monte Carlo
- Cafe
  - Alguns objetos: Missing  $E_T$  e Muon

# *The D0 Experiment*

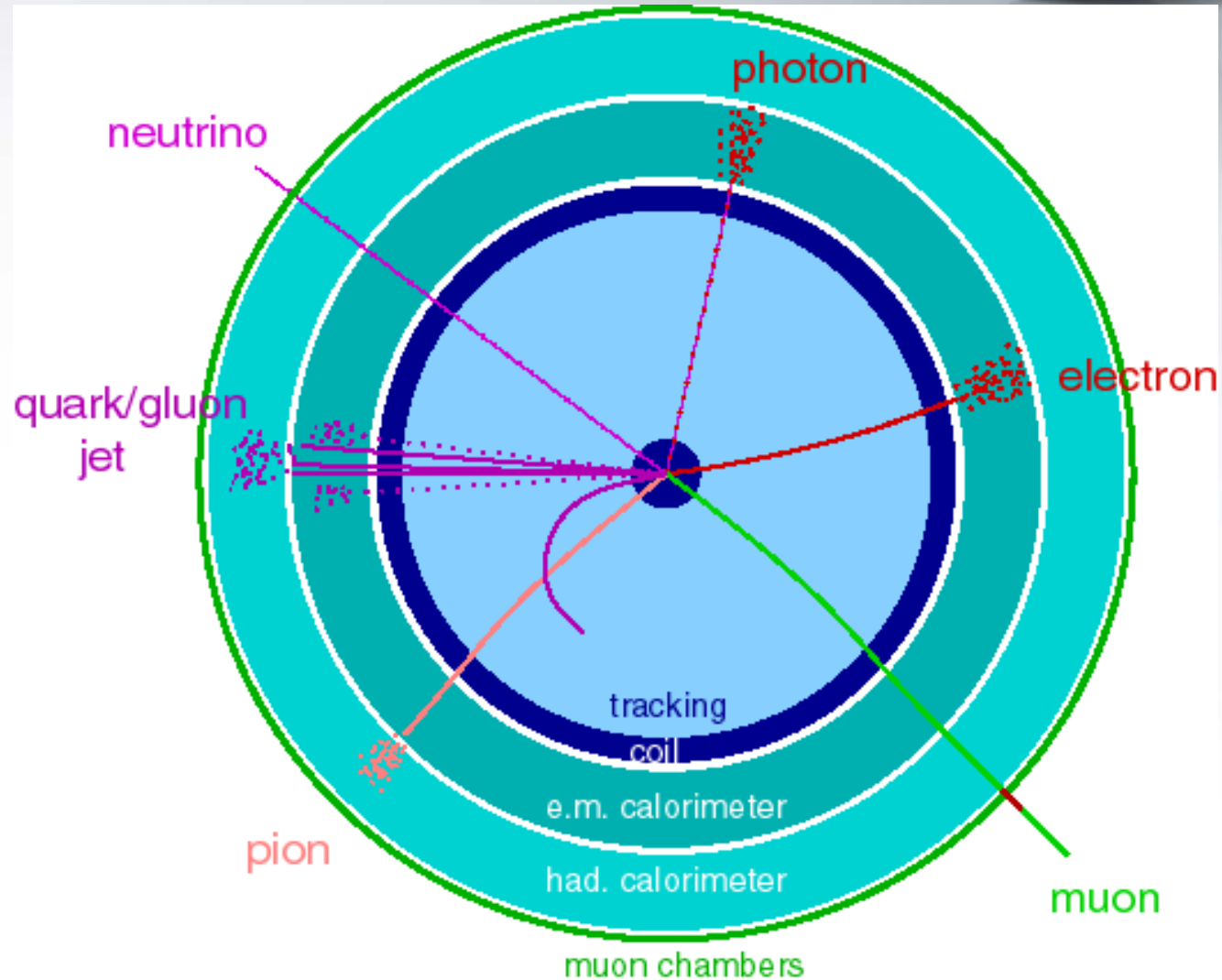




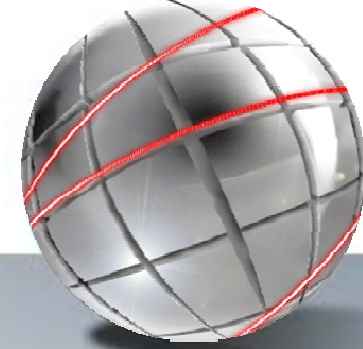
# Detectores Modernos



- A idéia básica é medir as partículas carregadas, fótons, jatos e missing Et de maneira acurada.
- Deve ter a menor quantidade de material interno possível
- Detetores cilíndricos e em várias camadas



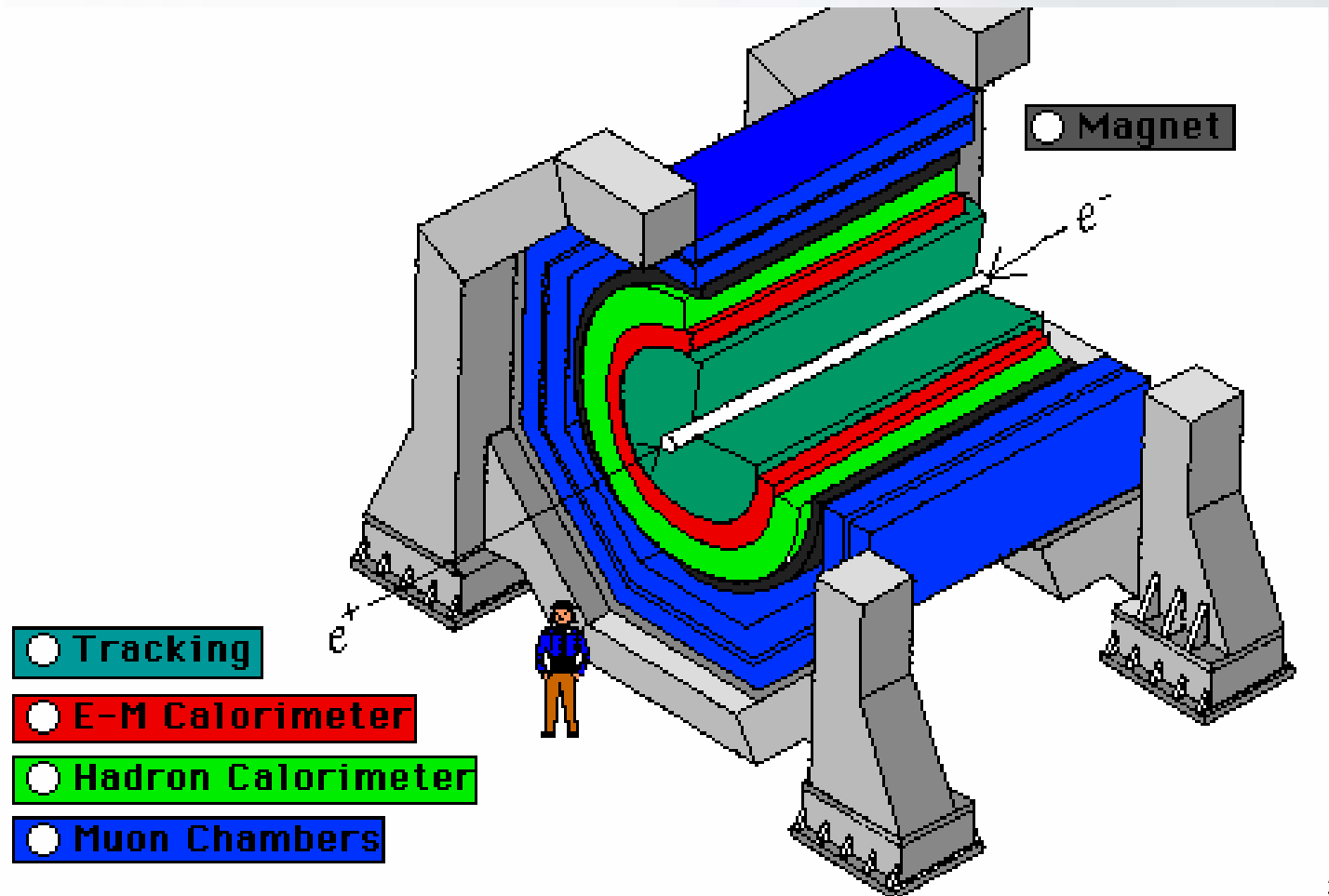
# As várias componentes



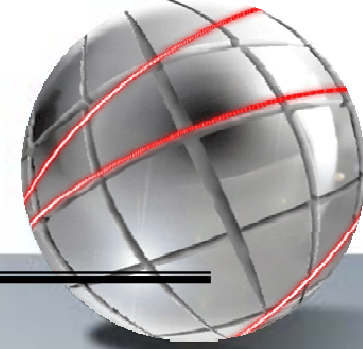
Os detectores são constituídos por várias partes para medir os diferentes aspectos do evento

## Devemos medir:

1. Posição
2. Momento
3. Energia
4. Carga
5. Tipo




















# Métodos de detecção



Signature	Detector Type	Particle
Jet of hadrons	Calorimeter	$u, c, d, s$ $b, g$
'Missing' energy	Calorimeter	$\nu_e, \nu_\mu, \nu_\tau$
Electromagnetic shower	EM Calorimeter	$e, \gamma$
Purely ionization interactions, $dE/dx$	Muon Absorber	$\mu, \tau \rightarrow \mu \nu \nu$
Decays, $c\tau \geq 100\mu\text{m}$	Si tracking	$c, b, \tau$

# Métodos de identificação

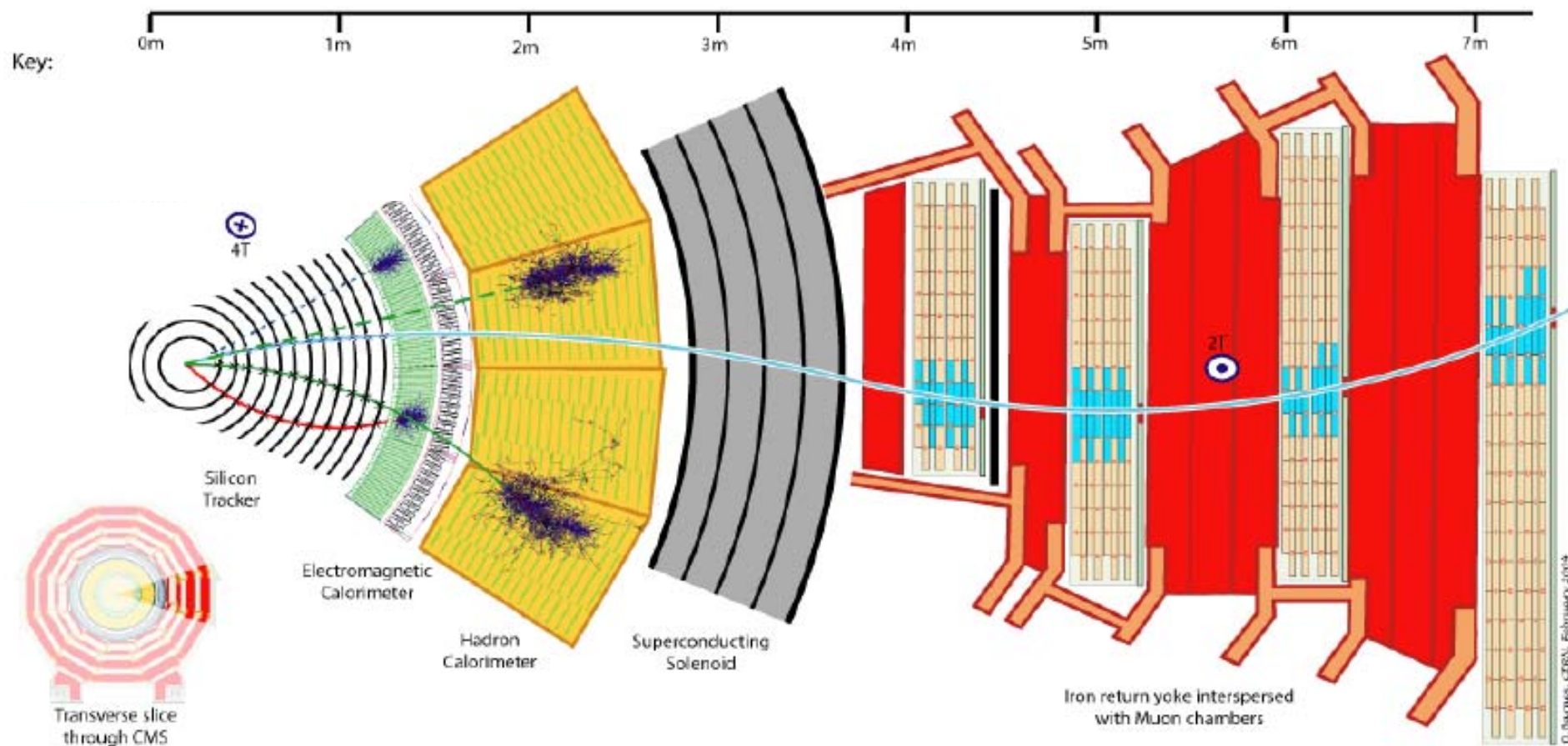


Constituent	Si Vertex	Track	PID	Ecal	Hcal	Muon
electron	primary				—	—
Photon $\gamma$	primary	—	—		—	—
u, d, gluon	primary		—			—
Neutrino $\nu$	—	—	—	—	—	—
s	primary					—
c, b, $\tau$	secondary					—
$\mu$	primary		—	MIP	MIP	

PID = Particle ID  
(TOF, C,  $\nu dE/dx$ )

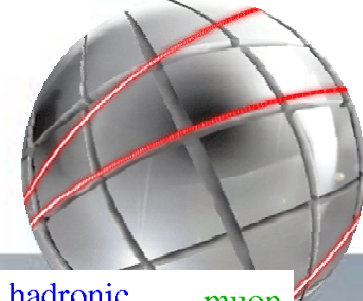
MIP = Minimum  
Ionizing Particle

# Uma visão esquemática



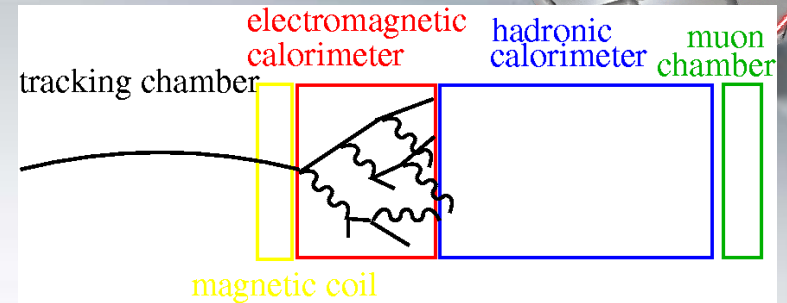


# Identificação de Leptons



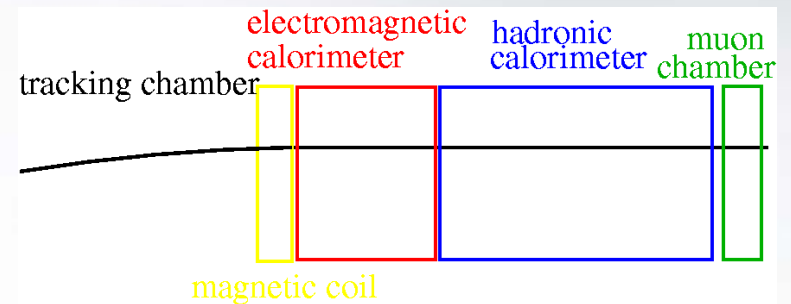
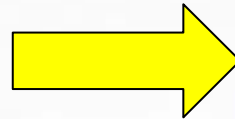
- **Electrons:**

- Cluster eletromagnético compacto
- Compatível com um track



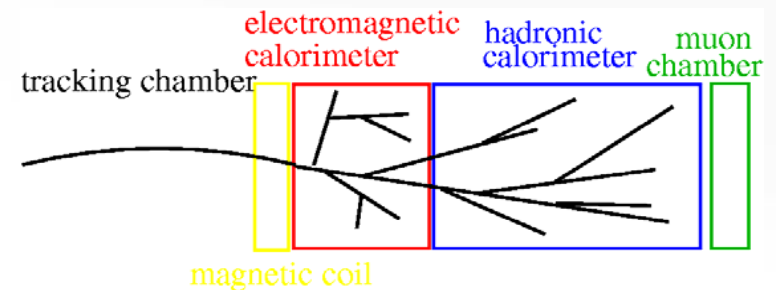
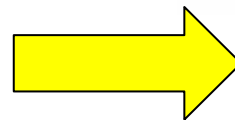
- **Muons:**

- Track na câmara de muon
- Compatível com um track



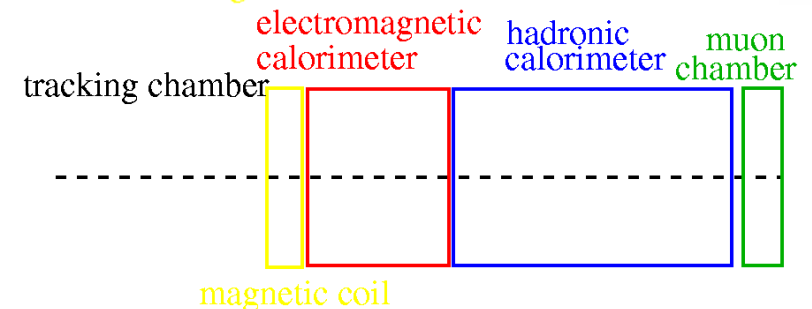
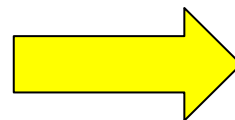
- **Taus:**

- Narrow jet
- Compatível com um ou três tracks



- **Neutrinos:**

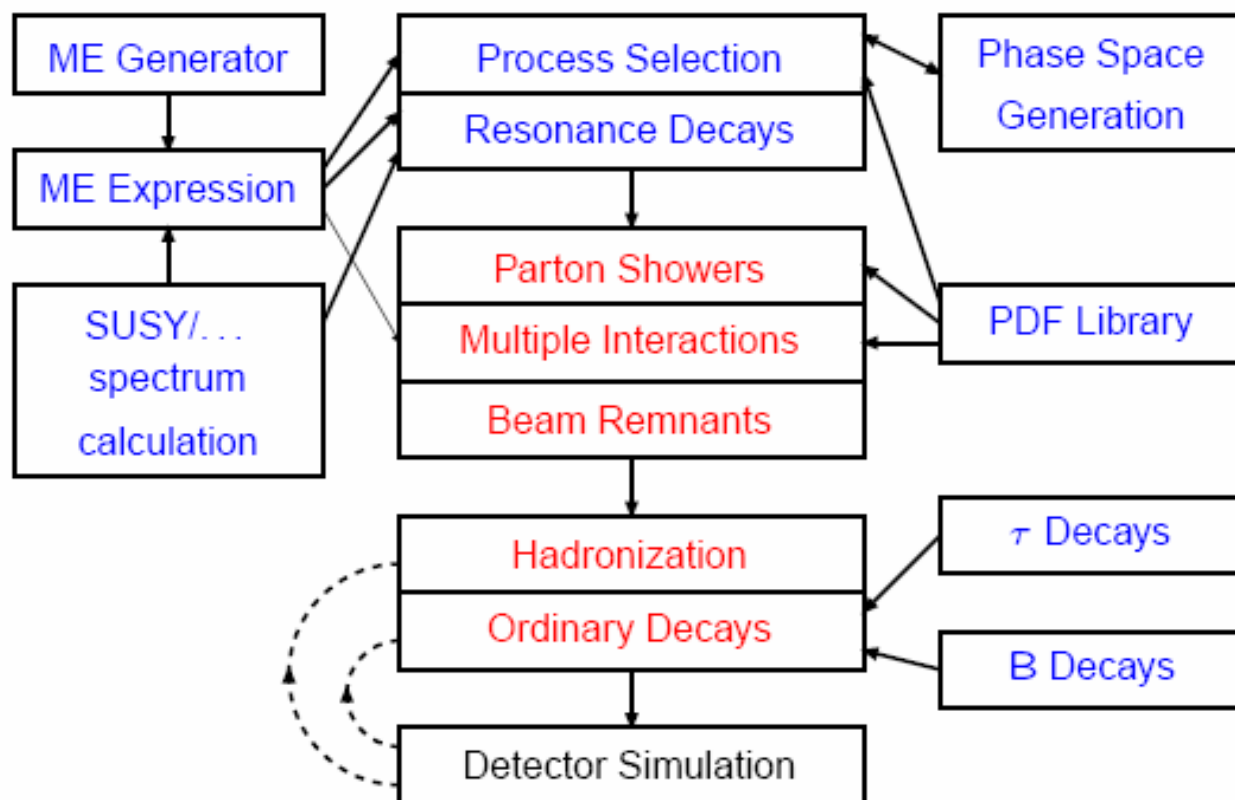
- Momento transversal não balanceado
- Inferido da energia transversal total depositada no detector



# Simulação (Diretamente do Sjostrand) ...

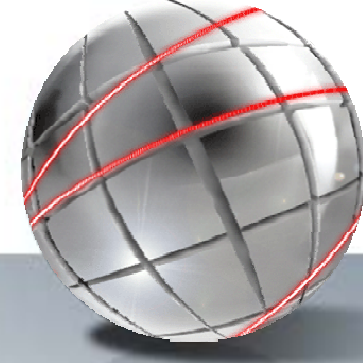


## The Bigger Picture



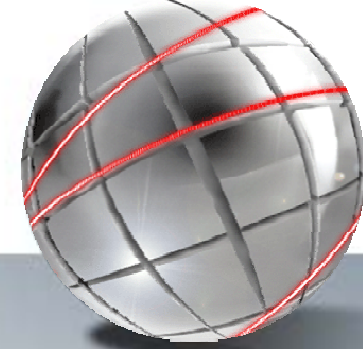
⇒ need standardized interfaces (LHA, LHAPDF, SUSY LHA, ...)

# ***Simulação por Monte Carlo***



- Pythia fornece a simulação do evento completo (todas as partículas produzidas com seus momentos)
- Como comparar com o experimento?
- Simulação do detector:
  - d0gstar: Simulação do detector. O programa segue a trajetória de cada partícula, calculando, para cada elemento do detector, a energia depositada, mudanças na trajetória e outros efeitos de interação com a matéria
  - d0sim: Transforma a informação do d0gstar em dados idênticos ao que o detector real nos daria (pulsos, contagens ADC)
  - d0reco: Reconstrução do sinal. Transforma as informações do detector em objetos físicos. Exatamente o mesmo programa é utilizado sobre os dados reais.

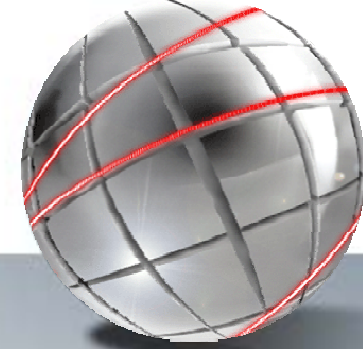
# Pythia ued no DZero



- Simulação completa do DZero para o sinal. Receita:
  - Utilizar os códigos: `mcpp_gen` e `D0_mcpp_gen` na versão p17.09.06 do D0RunII release.
  - Copiei o pythia do Dzero no meu diretório juntamente com os seguintes códigos de minha versão do pythia ued:  
`pydata.f`, `pyevnt.f`, `pymaxi.f`, `pyprep.f`, `pyrand.f`,  
`pyresd.f`, `pyscat.f`, `pysigh.f`, `pywidt.f`, `pyuxed.f`,  
`uedini.f`
  - Em `pyini.f` incluir `call ued_ini` para inicializar UED. As massas, modos de decaimento e processos a serem escolhidos são dados no pythia card.
  - Compilar `libpythia.a` e `pydata.o`



# Compilar e rodar



- Precisamos compilar os programas `mcpp_gen` e `D0_mcpp_gen` incluindo nossas bibliotecas do Pythia:
  - Incluir as bibliotecas geradas *libpylib.a* e *aldata.o* no diretório `/lib/Linux2.4-GCC_3_4/`
  - Definir as variáveis de pythia para o nosso diretório:  
>setenv PYTHIA\_DIR /rooms/safe/brazil/mercadan/monte\_carlo/test/pythia  
>setenv PYLIB /rooms/safe/brazil/mercadan/monte\_carlo/test/pythia/lib
- Rodar o programa utilizando a simulação completa do DZero:
  - Utilizei `mc_runjob v06-05-26` e o macro:  
`/rooms/safe/brazil/mercadan/monte_carlo/mc_p17.09.01/pythia_ued.macro`
  - Utilizei o card file:  
`/work/lafex-clued0/mercadan/pythia_cards/pythia_ued_incl.cards`

# Análise



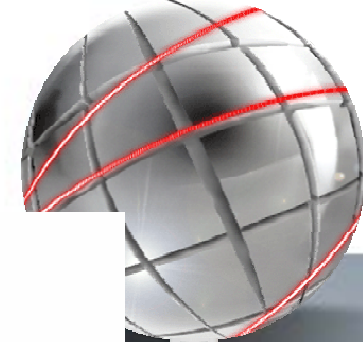
- Reconstruir os objetos físicos
  - Dados  $\longrightarrow$  d0reco  $\longrightarrow$  Tmbanalyze  $\longrightarrow$  root
  - MC  $\longrightarrow$  d0reco  $\longrightarrow$  Tmbanalyze  $\longrightarrow$  root
- Ferramentas comuns (cafe). Executamos a partir das rootuplas geradas após o Tmbanalyze.
- Os diversos grupos de algoritmos preparam as definições dos objetos.
  - Muons
  - Missing Et

# Muons



- Podem ser identificados em três subsistemas independentes
  - Câmara de Muons (3 camadas): associa um track, chamado muon local
  - O central track system (consiste do SMT e CFT) mede tracks com precisão. Um muon local com um track associado é chamado de central track matched muon
  - Partícula MIP no calorímetro (método em desenvolvimento, eficiência de apenas .5)
- Qualidade
  - Tight: Sinal na camada A e BC do sistema de muons, consistente com um track no CTS
  - Medium: Pode falhar em um dos critérios do tight
  - Loose: Outras combinações
- Isolamento

# Configuração do muon



```
+cafe.Run: MuonSelector(muon)
```

```
+cafe.Packages: caf_util
```

```
##### MUON SELECTOR #####
```

```
muon.DebugLevel: 0
```

```
# input muon branch name
```

```
muon.From: Muon
```

```
# output tree name
```

```
muon.Tree: SelectedObjects
```

```
# output muon branch name
```

```
muon.To: selectedMuons
```

```
#sort branch in pT:
```

```
muon.Sort: 1
```

```
##### pT cut and eta cut are not set by std MuonID
```

```
# pT cut in GeV (set in main config file)
```

```
#muon.pT: 15.0
```

```
# eta cut
```

```
muon.eta: -1
```

```
# minimal number of muons in events
```

```
muon.nMuons: 2
```

```
muon.nMuonsMax: -1
```

```
# Beam spot info
```

```
muon.BeamSpotFile: caf_util/configs/beamSpot-2.09
```

```
# Do you want to reject runs with no beam spot entry
```

```
muon.RejectNoBeamSpot: 1
```

```
# Do you want to correct Muon pT (with or without smt hits)
```

```
muon.CorrectPtSMT: 0
```

```
muon.CorrectPtNoSMT: 1
```

```
##### Standard Muon ID
```

```
# Set Muon Quality name & version
```

```
muon.MuonQualityName: Loose
```

```
muon.MuonQualityVersion: 1
```

```
# Set Muon Track Quality name & version
```

```
muon.TrkQualityName: Loose
```

```
muon.TrkQualityVersion: 1
```

```
# Set Muon Isolation name & version
```

```
muon.IsoQualityName: NPTight
```

```
muon.IsoQualityVersion: 1
```



# Configuração para MC



```
+cafe.Run: MuonSelector(muon_pre)
+cafe.Run: ApplyMuonSmear(mu_smear)
+cafe.Run: MuonSelector(muon)
```

```
##### FIRST MUON SELECTOR #####
```

```
configure first muon selector:
```

- apply pT correction
- no pt cut
- select 2 loose muons, loose tracks, NPTight isolation

```
##### MUON SMEARING #####
```

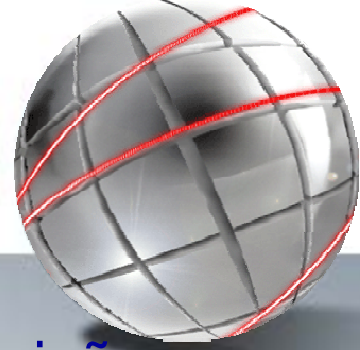
```
mu_smear.From: preselectedMuons
mu_smear.Tree: TMBTree
mu_smear.To: smearedMuons
mu_smear.conf_name: p17_09
#mu_smear.Smear: post #set in main config file
```

```
##### FIRST MUON SELECTOR #####
```

```
configure second muon selector:
```

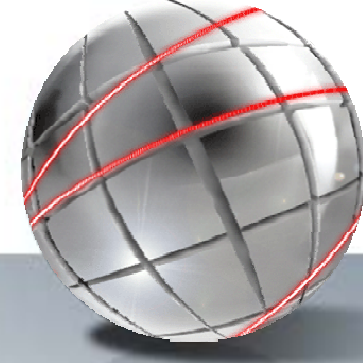
- DON'T apply pT correction
- DO pt cut
- other cuts the same (select 2 loose muons, loose track, NPTight isolation)

# Missing $E_T$



- Calculada a partir das células do calorímetro. Várias definições dependendo se consideramos todas as células ou só acima de certos thresholds (usualmente desconsidera-se as células do CH)
- Várias correções a partir dos objetos reconstruídos:
  - Jatos: Em um jato as células do CH são consideradas sinal e não ruído. A energia de um jato também é recomputada com maior precisão
  - Electrons e fótons: Objetos reconstruídos têm a energia recomputada com maior precisão
  - Muons: Muons depositam pouca energia no calorímetro. Muons reconstruídos devem ter o momento subtraído do cálculo de missing  $E_T$  após ser deduzido a quantidade de energia depositada no calorímetro

# ***Resultados usando a simulação completa (2ss muons)***



- Usamos Cafe no background de MC do D0 (p17.09)
- Realizamos as seguintes ações:

Data Quality, muon smear, jet selection, muon correction, trigger\_efficiency, met correction, **analysis**, write (events with two muons)

## **Utilizando os Processadores :**

CafeDataQualityProcessor, FindDuplicateEvents, MuonSelector, ApplyMuonSmear, MuonSelector, ApplyJES, RunJetSSR, JetSelector, MuonCorr, cafTriggerEfficiency, METSelector, ReComputeMET, muon\_ued, Write

(Thanks to G. Hesketh Manchester Tutorial)

- Seleccionamos eventos → 2 loose muons com  $P_T > 5 \text{ GeV}$

# Background (2ss muons)

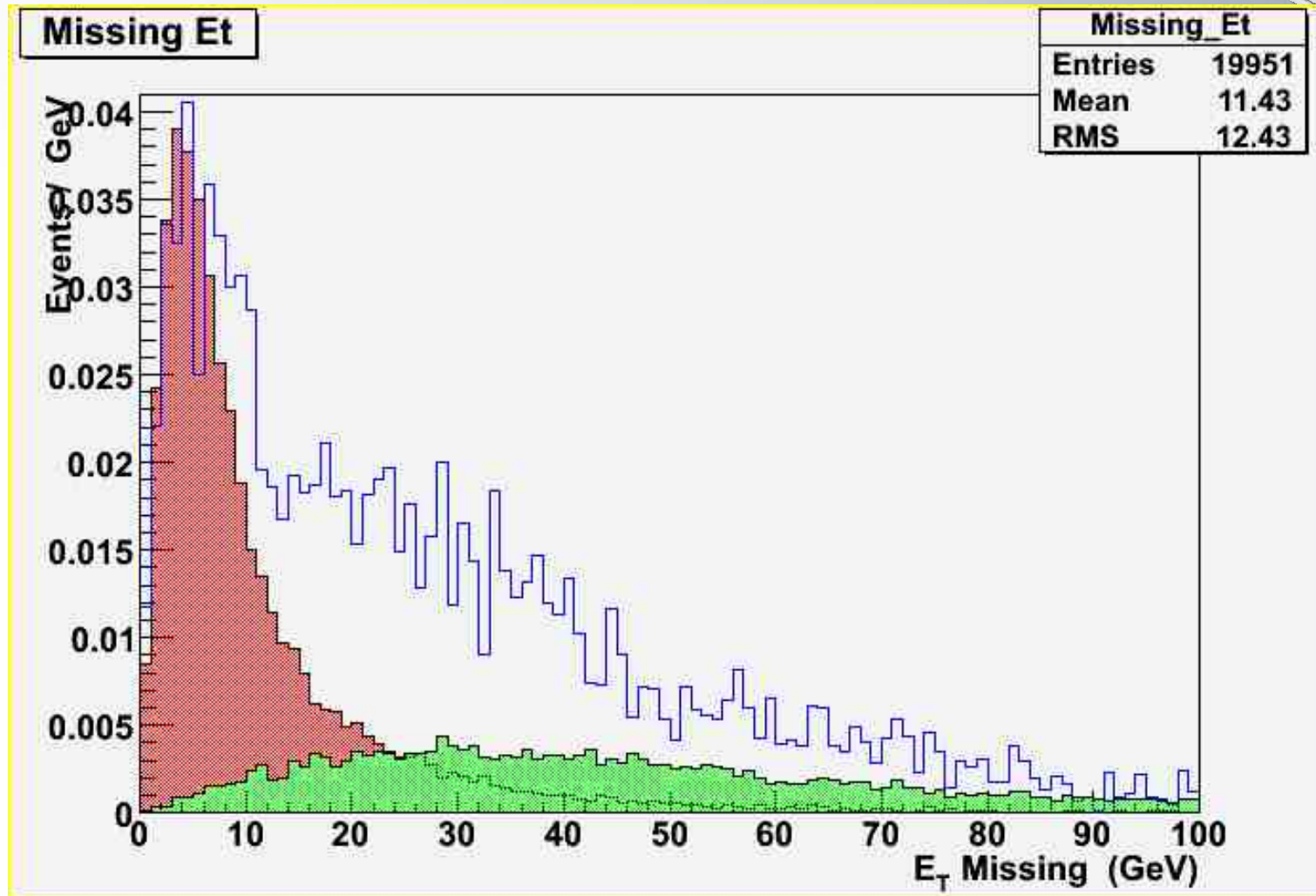
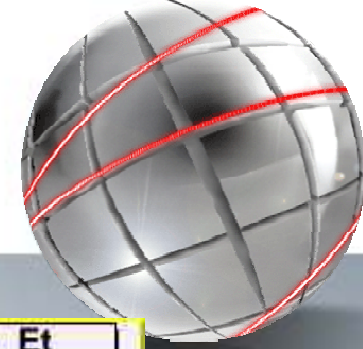


Background	$\sigma$ (fb)	Total de eventos	$2\mu$	$2\mu_{ss}$	$\sigma$ (fb)
<b><math>W \rightarrow \mu\nu</math></b>	$1.82 \times 10^6$	4,026,329	255	177	31.2
<b><math>WZ \rightarrow inc</math></b>	$2.41 \times 10^3$	305,500	4,662	619	2.22
<b><math>ZZ \rightarrow 4\mu</math></b>	1.22	25,250	19,951	16,019	0.35
<b><math>ZZ \rightarrow 2e\ 2\mu</math></b>	2.44	25,000	11,242	180	0.0054
<b><math>ZZ \rightarrow inc</math></b>	994	100,250	2,926	95	0.38

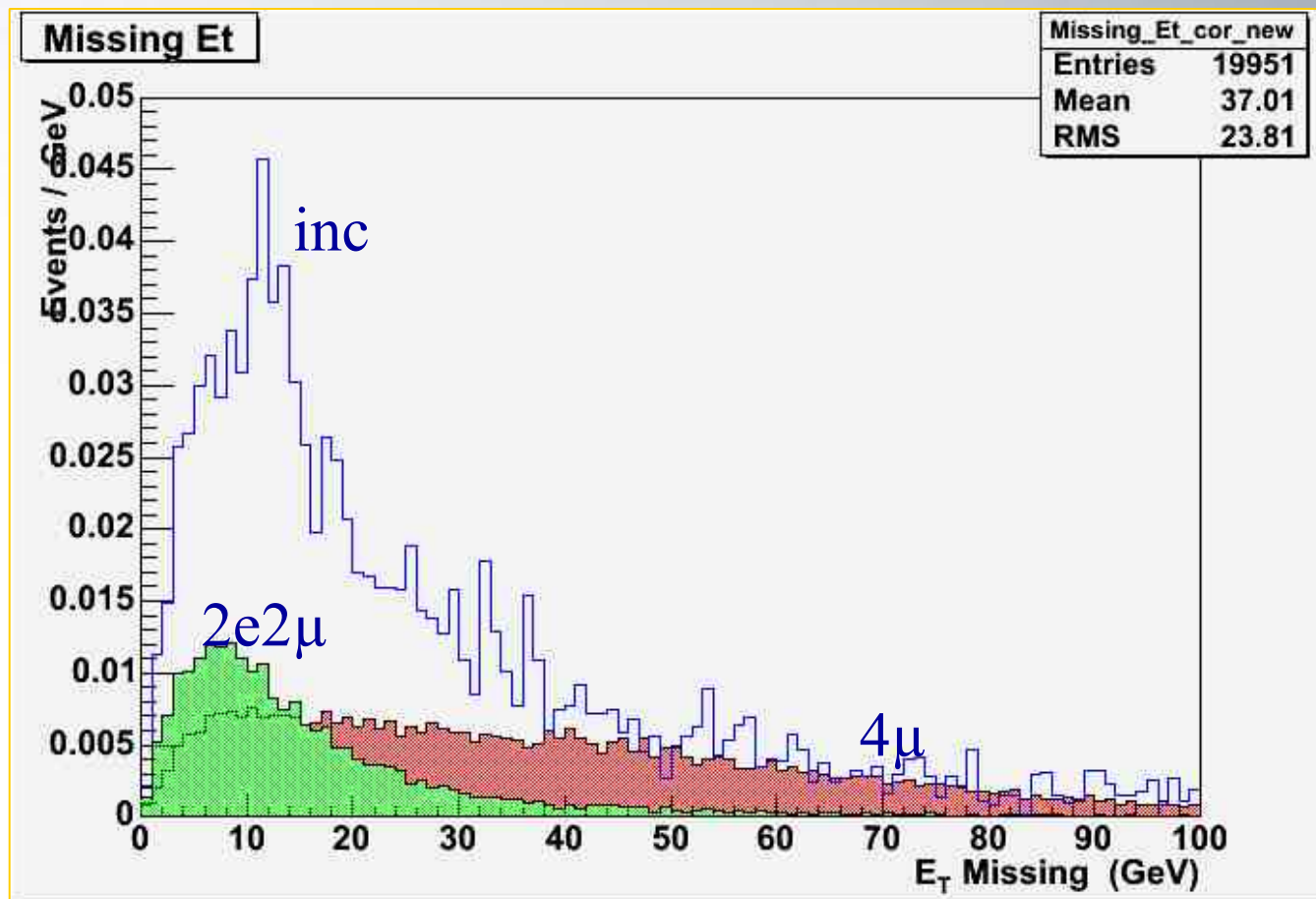
- A seção de choque é calculada a partir do Pythia X BR.
- Incluímos o peso a partir da eficiência do MC (última coluna)
- Comparação com o estudo fenomenológico:
  - Redução da seção de choque por um fator de 3
  - Esperamos um fator similar para o sinal
- O segundo muon no Bg do W é quase sempre um fake muon.



# Distribuição de missing $E_t$

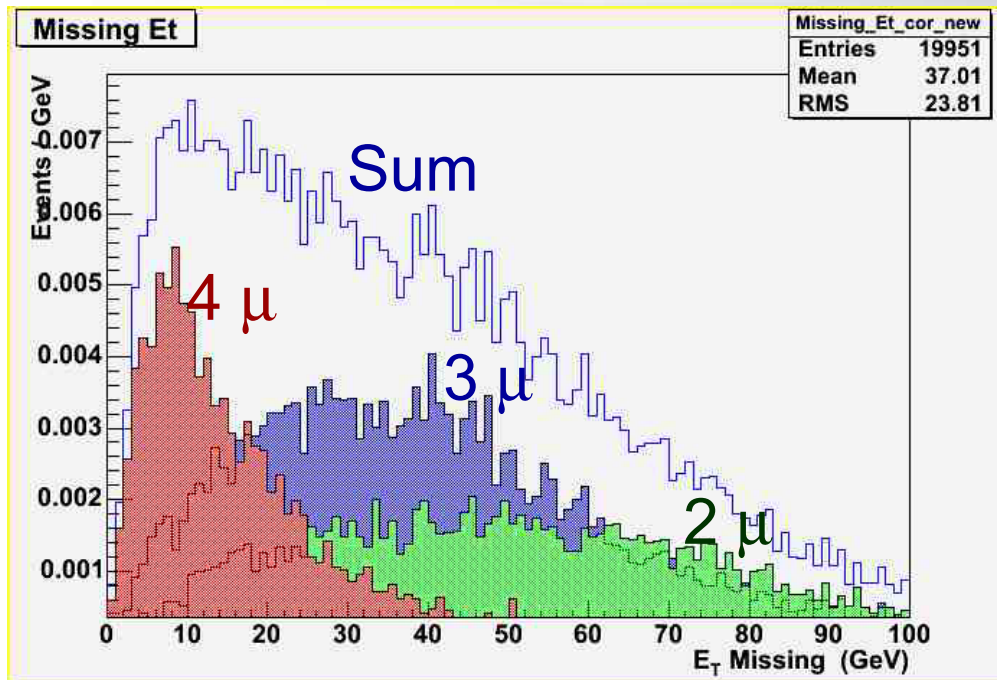
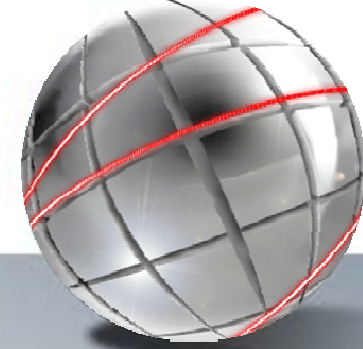


# Algumas distribuições



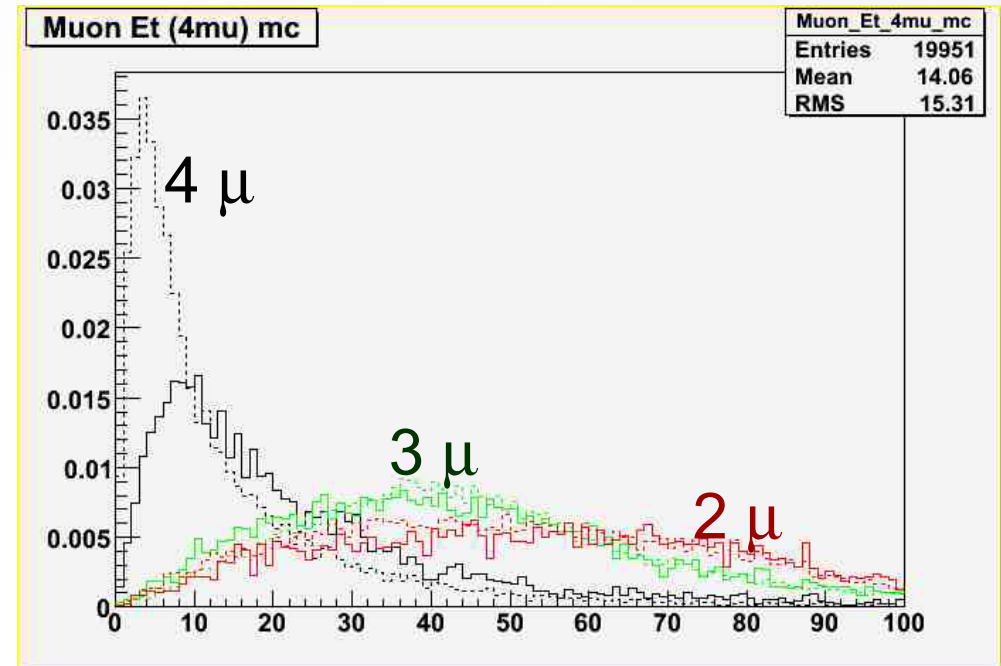
Missing E<sub>T</sub> para o bg de ZZ

# Missing Et para sinal com muons

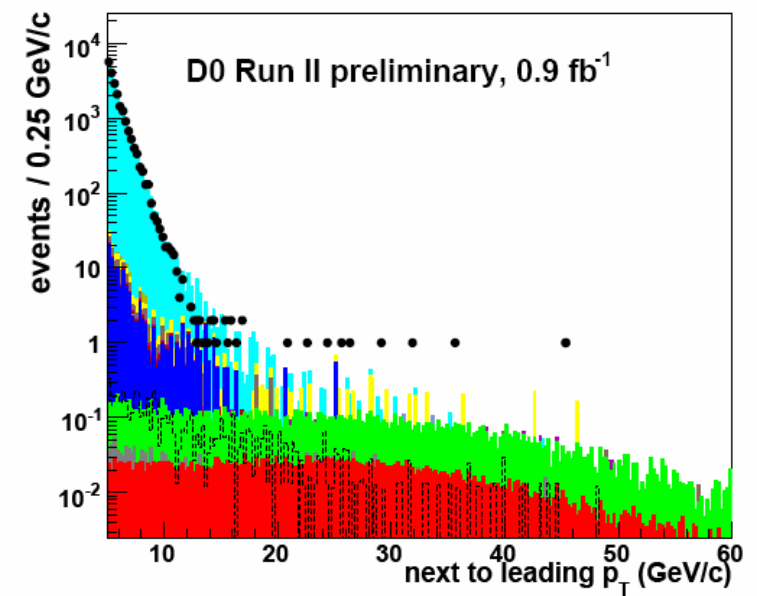
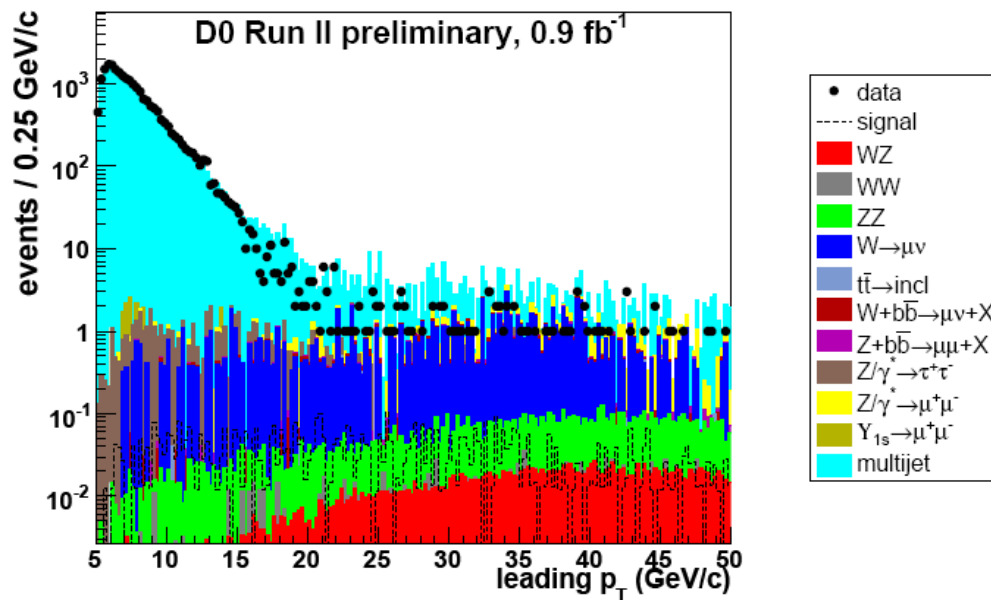
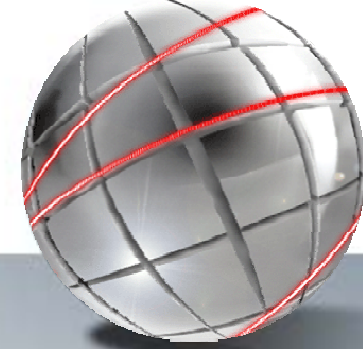


Missing Et for  $Z \rightarrow 4\mu$  para várias multiplicidades

Soma do Et do muon para  $Z \rightarrow 4\mu$  no nível do gerador de MC (linhas pontilhadas) e a simulação completa do Dzero (linhas cheias)



# Outros bg (instrumentais)



2 same sign muons

D0 Note 5126-CONF v7

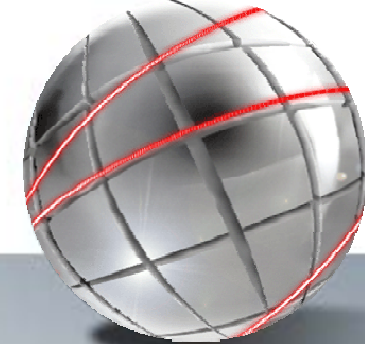


# Conclusões



- As ferramentas para a análise estão prontas.
- Precisamos gerar MC para o sinal
- Devemos analisar os dados experimentais, comparar com o MC, entender os dados
- O bg de jatos deve ser parametrizado a partir dos dados

# Arquivo de configuração



```
# attach and configure d0gstar
#
attach d0gstar
cfg d0gstar define string D0Release          p17.09.06
cfg d0gstar define string Geometry          plate
cfg d0gstar define string KeepParticleCalEnergy off
cfg d0gstar define int NumRecords 500
cfg d0gstar define int SkipRecords 0
#
# attach and configure d0sim
# Using MinBiDir option to provide list of minbias files even if MinBias is 0
#
cfg d0gstar make seeds
#
# Sam store/declare options for d0gstar
#
#cfg d0gstar define string SamActive on
#cfg d0gstar define string SamDeclareOutput on

# attach and configure d0sim
attach d0sim
cfg d0sim define string D0Release          p17.09.06
cfg d0sim define string MinBiOpt          Fixed
cfg d0sim define string MinBiDir          /rooms/anger/top/begel/production/zero_bias
cfg d0sim define string CalorimeterNoise  off
cfg d0sim define float  NumMinBi          1.0
```

# ***d0reco e tmbanalyze***



```
# attach and configure d0reco
#
attach d0reco
cfg d0reco define string D0Release          p17.09.06
cfg d0reco define string FrameworkRCPName   runD0reco_mc_dst.rcp
cfg d0reco define string RunOnData          off
cfg d0reco define string Reprocess          off
cfg d0reco define int NumFiles 2

# attach and configure tmbanalyze
attach tmbanalyze
cfg tmbanalyze define string D0Release p18.08.00
cfg tmbanalyze define string FrameworkRCPName runTMBTreeMaker.rcp
cfg tmbanalyze define string OutputFormat tree
cfg tmbanalyze define string doFps true
cfg tmbanalyze define string doCps true
cfg tmbanalyze define string doCh true
cfg tmbanalyze define string doVtx true
cfg tmbanalyze define string doEM true
cfg tmbanalyze define string doMuon true
cfg tmbanalyze define string doJets true
cfg tmbanalyze define string doTaus true
cfg tmbanalyze define string doGlob true
cfg tmbanalyze define string doTrig true
```