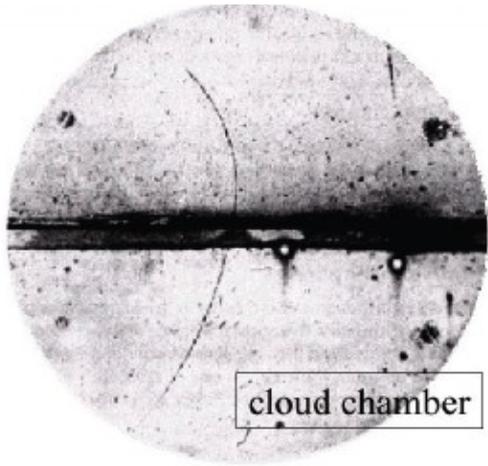


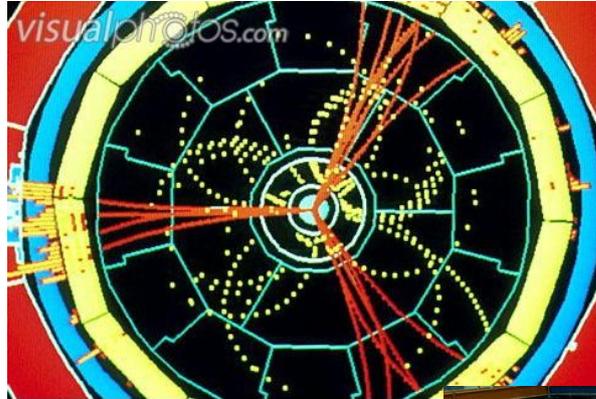
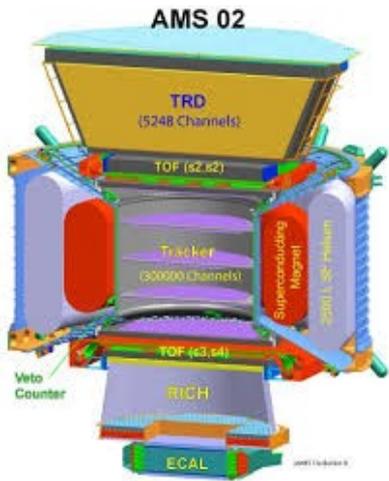
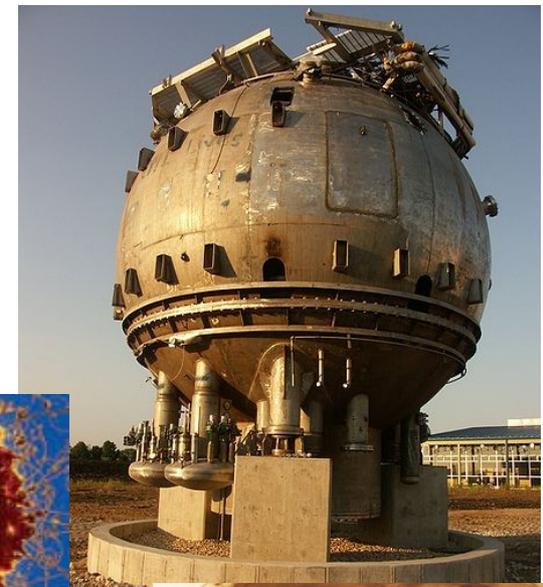
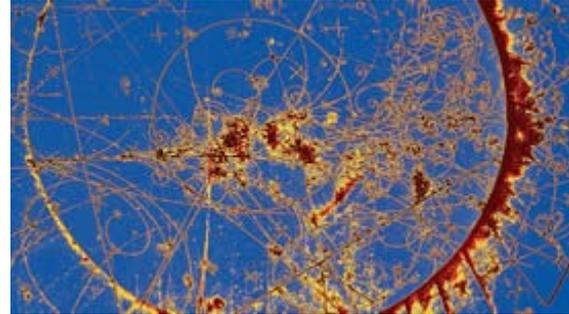
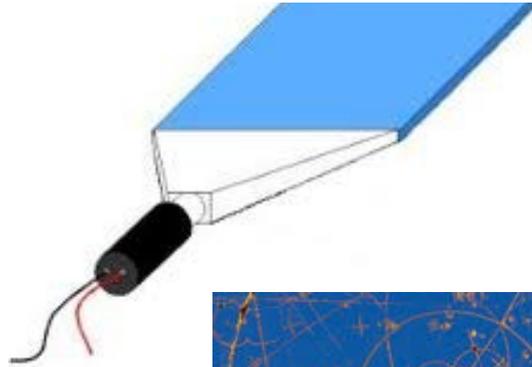


# E os Detectores de Partículas?

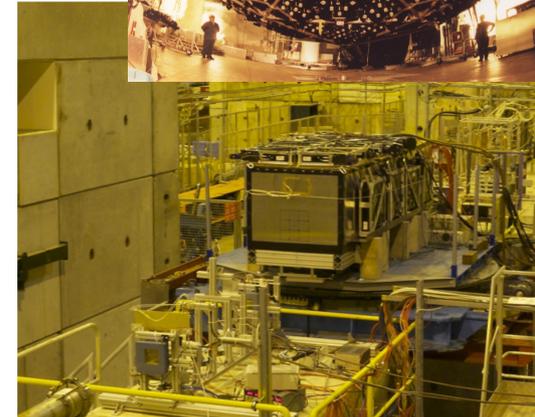
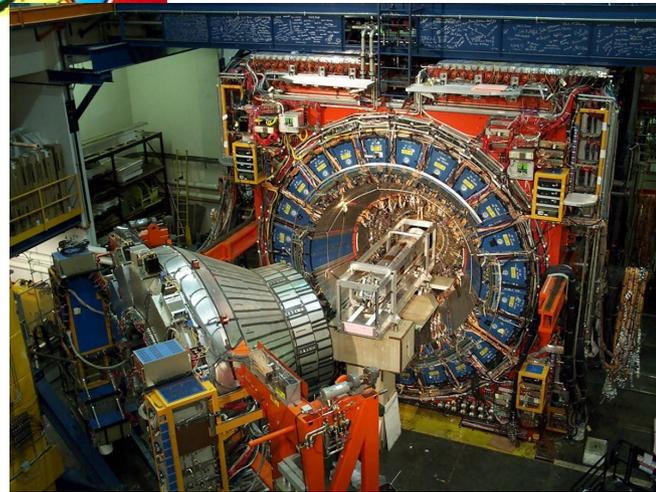
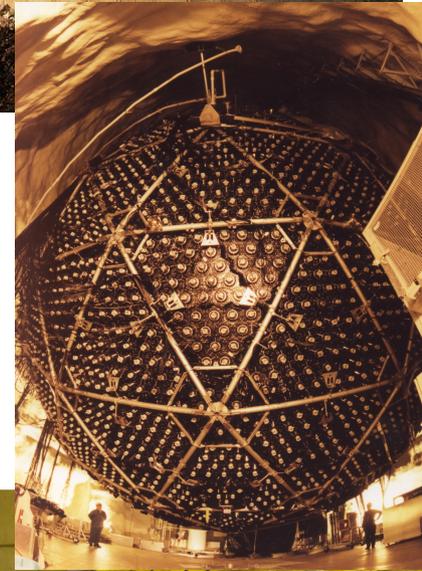




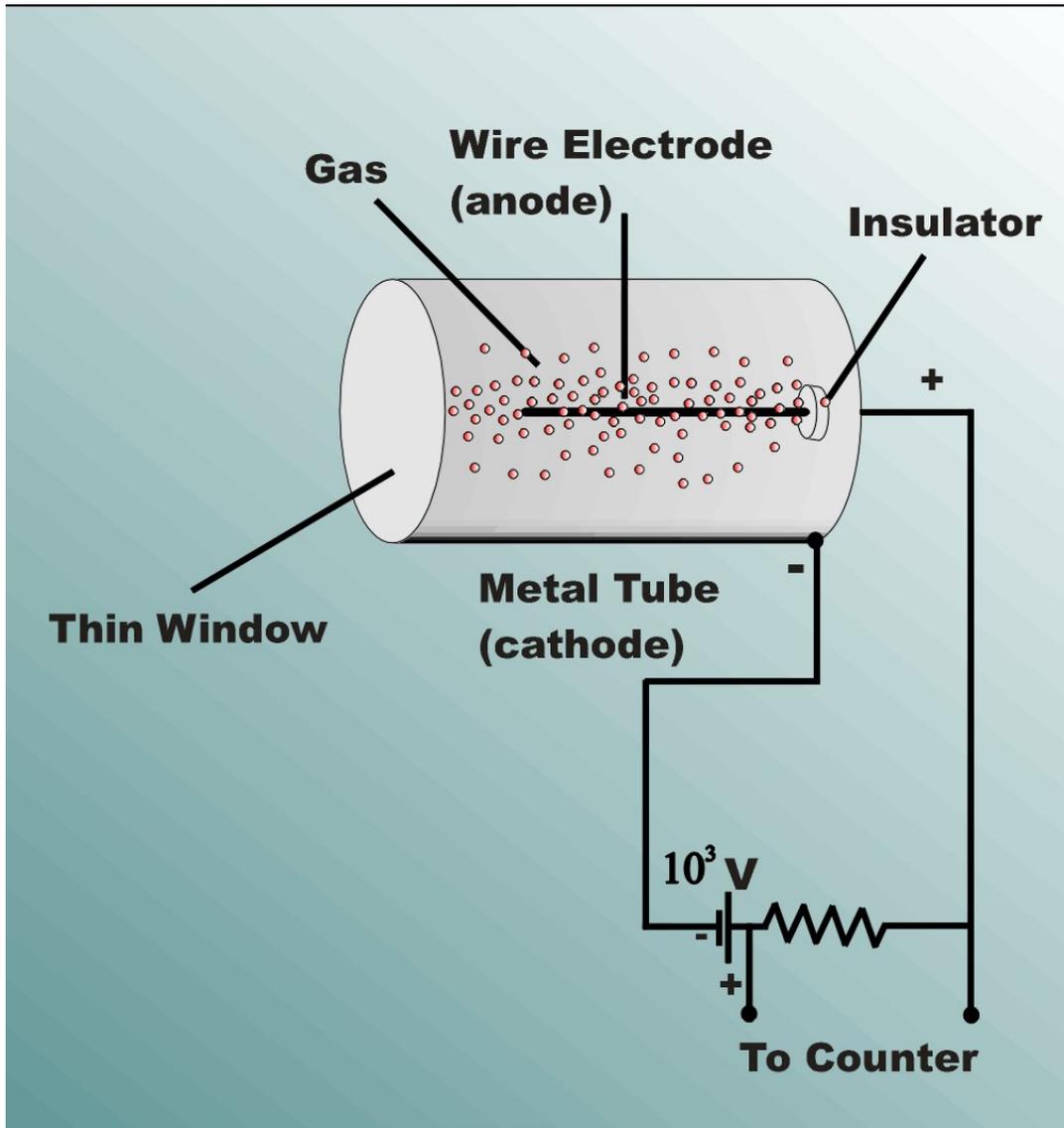
cloud chamber



a142379 [RM] © www.visualphotos.com



# Contador Geiger



- Por vezes queremos
- saber se partículas
- estão a passar numa
- dada região do espaço

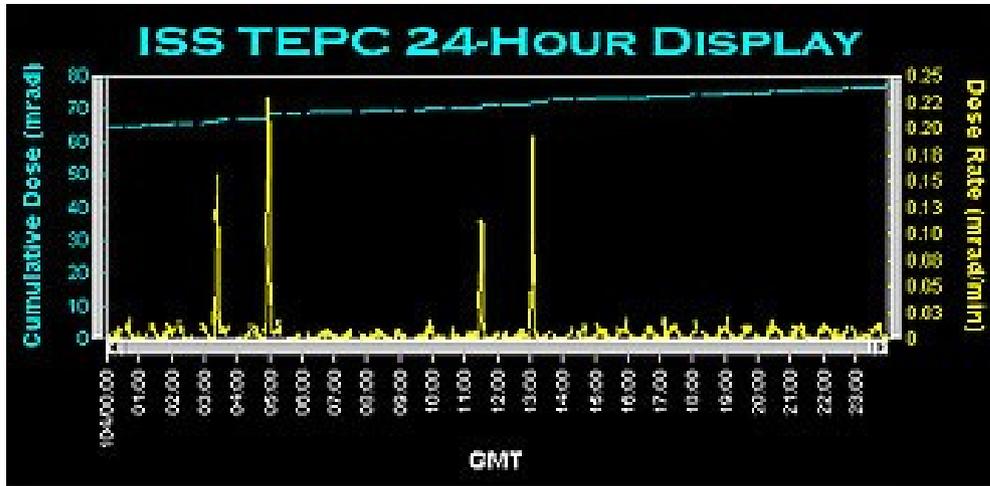
**Partículas ionizantes  
atravessarem o  
detector**

**Ionização do gás**

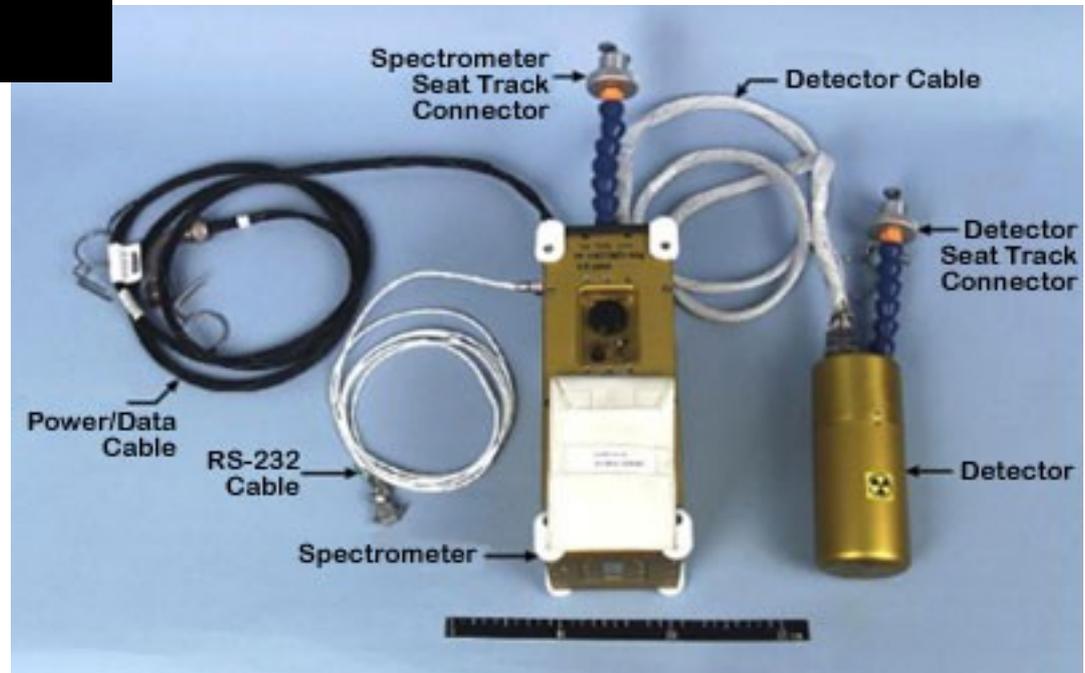
**Sinal eléctrico**

# TEPC

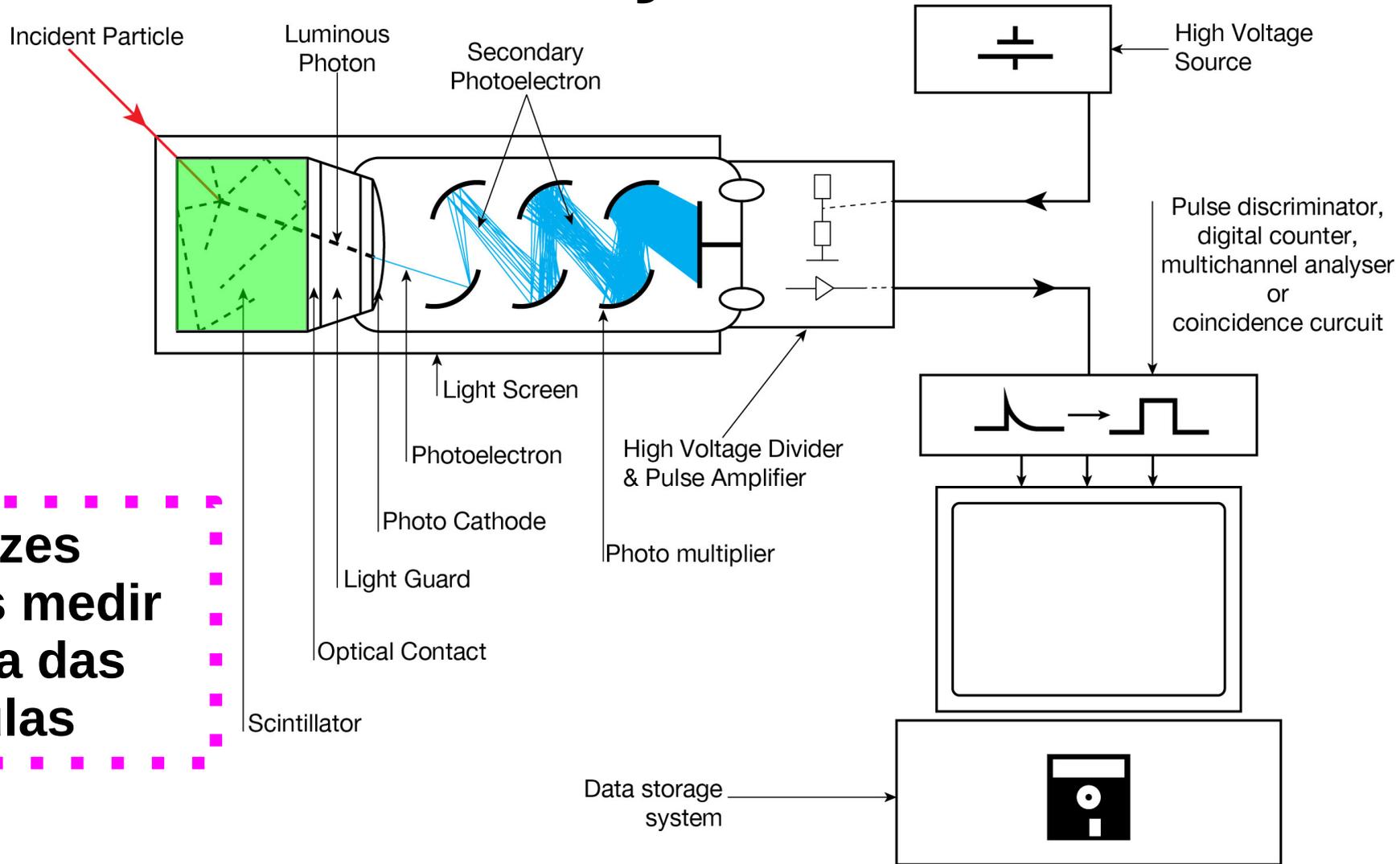
## Tissue Equivalent Proportional Counter



Mas complicando um pouco mais podemos não só contar as partículas que passam mas também medir a energia.



# Cintilação



**Por vezes queremos medir a energia das partículas**

**Partículas interagem com o cintilador e são totalmente absorvidas ou paradas**



**O sinal de cintilação é proporcional à energia depositada**

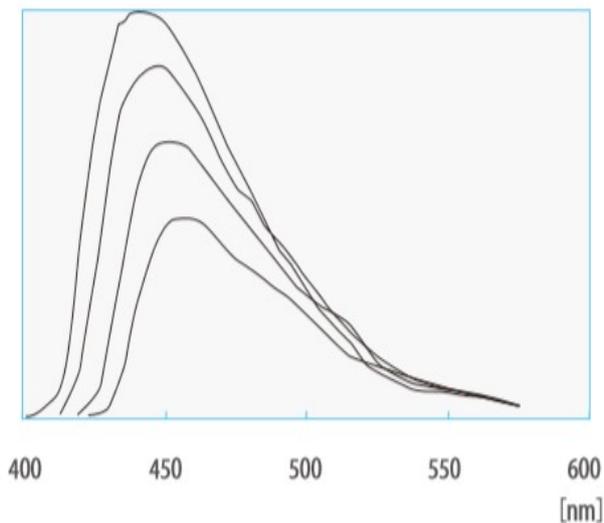


**Sinal eléctrico**

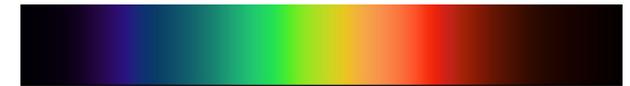
# Scintillation and Fluorescence

- Scintillation – Material excited by any ionizing radiation. Usually absorbs radiation in the UV
- Fluorescence – Material only excited by photons

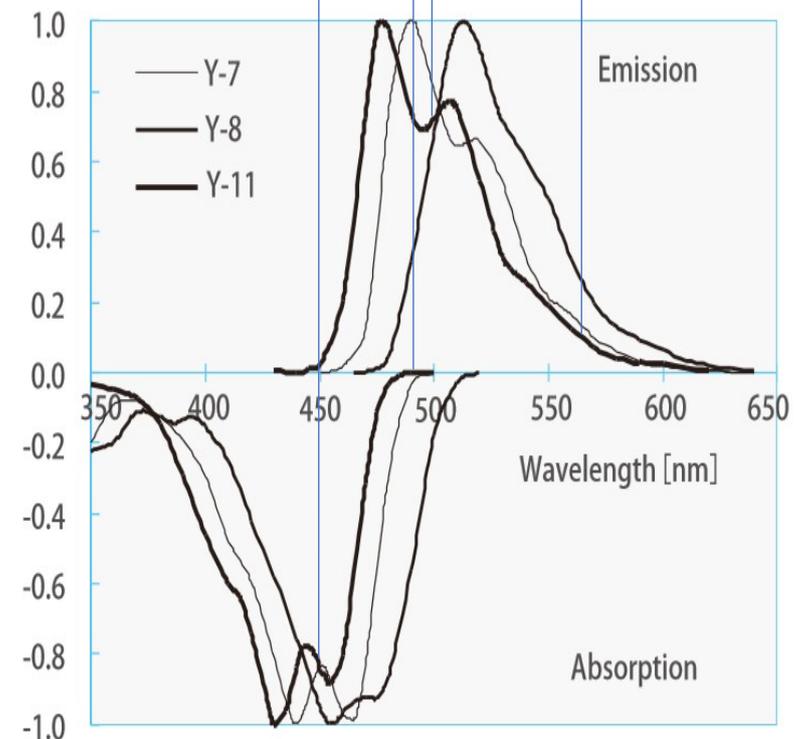
Photons emitted are of longer wavelength



[8] Spectrum of emission of a typical scintillation process



Blue (450-485 nm) Green (500-565 nm)



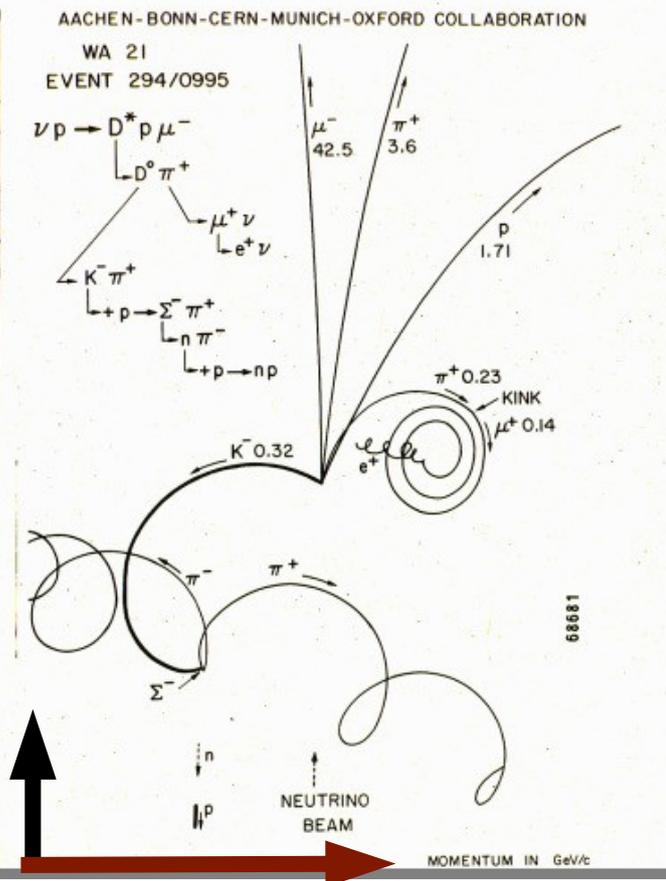
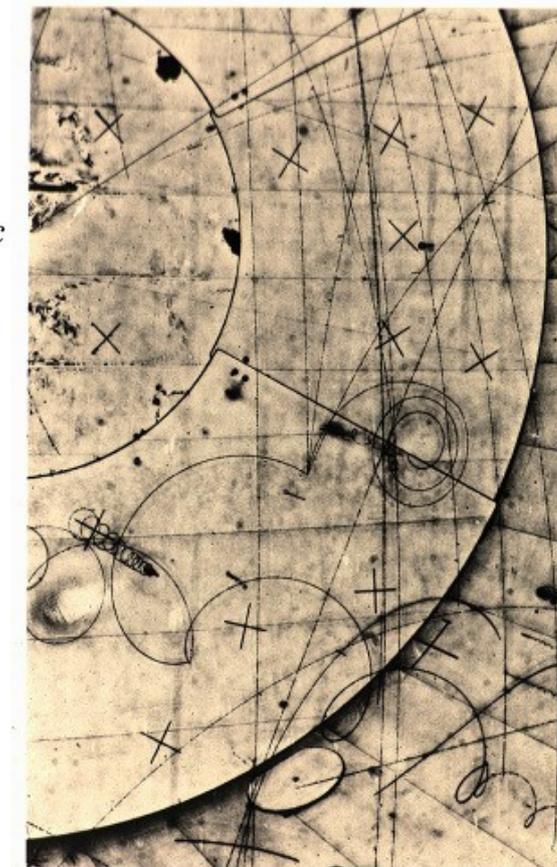
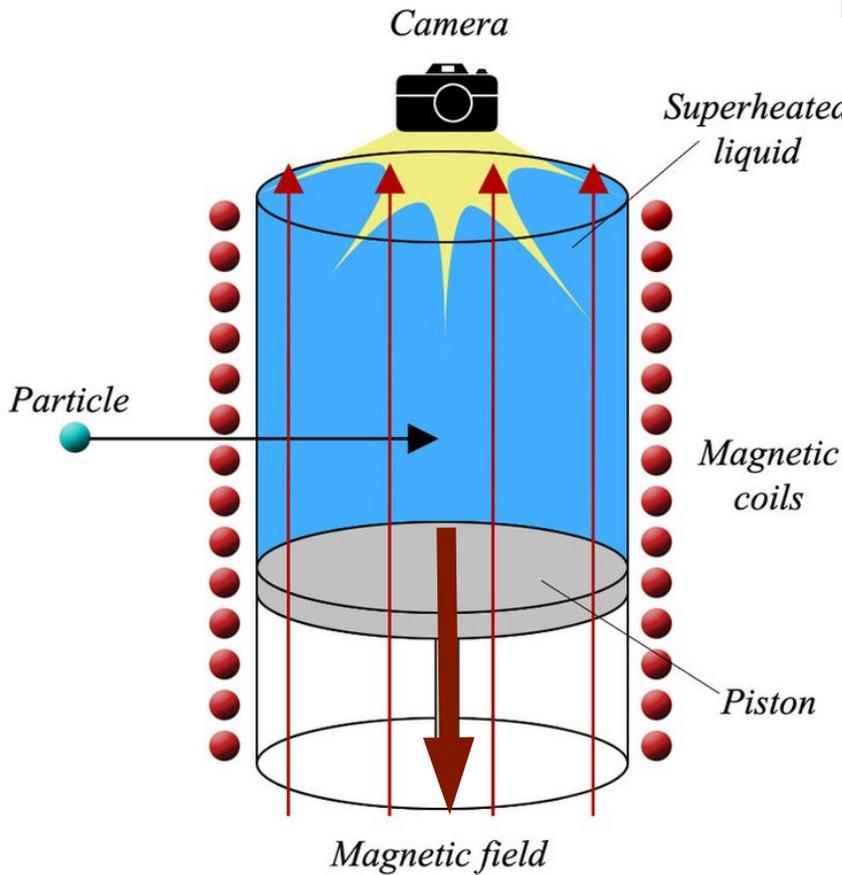
[9] Spectra of emission and absorption of the WLS fibres. The type used was **Y-11** (1 mm diam.) .

# Câmara de bolhas (1960's-70's)

Expansão da câmara favorece a formação de bolhas

Interação de partículas deixam marcadas as trajetórias de **TODAS** as partículas ionizantes produzidas

Descrição de processos de decaimento complexos



# E no LHC?

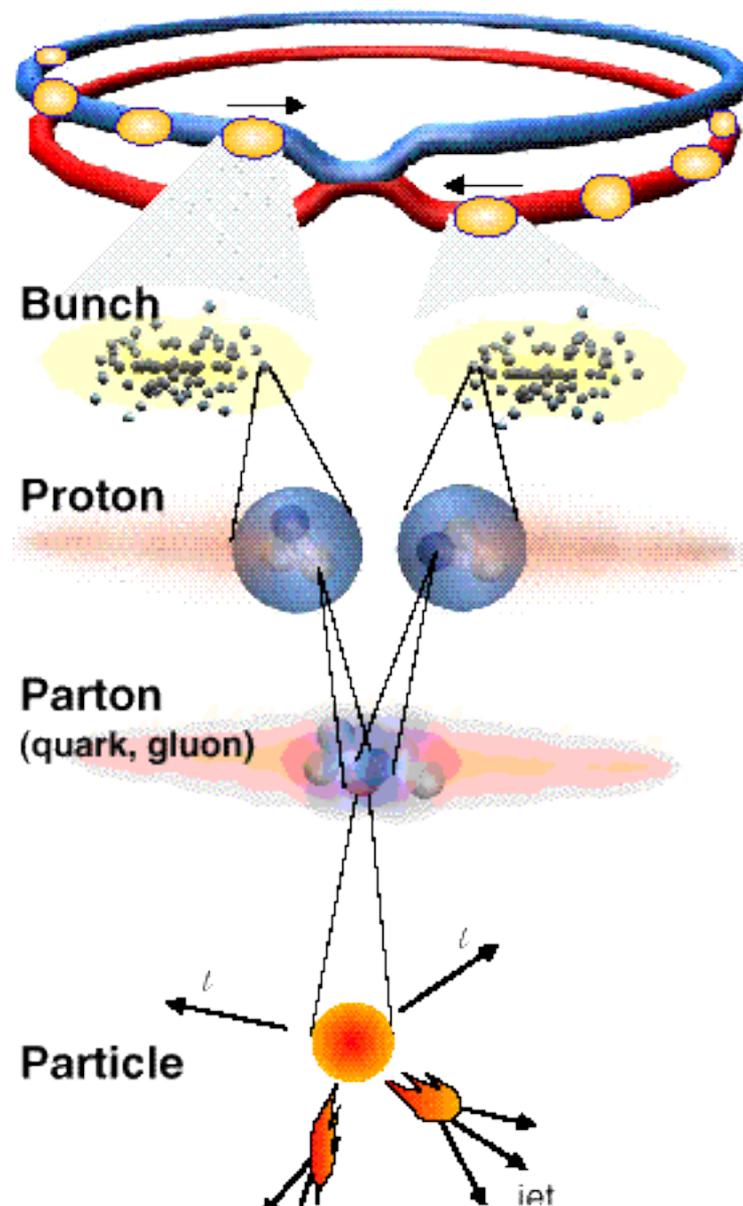
- Desenhamos os detectores a pensar no objectivo i.e. o tipo de eventos de física que precisamos de estudar
- Os princípios de funcionamento são:
  - Semelhantes nos princípios de detecção
  - A escala é que é completamente diferente
  - E com requisitos de construção muito restritos como foram exemplos:
    - Delphi, OPAL, L3 e Aleph - Acelerador LEP (CERN)
    - D0 e CDF - Acelerador TEVATRÃO (FermiLab, EUA)
    - E muitos mais...
- E depois é ir à procura de partículas e medir as suas propriedades tal como a sua massa!

# E para o que vamos estar a olhar no LHC?

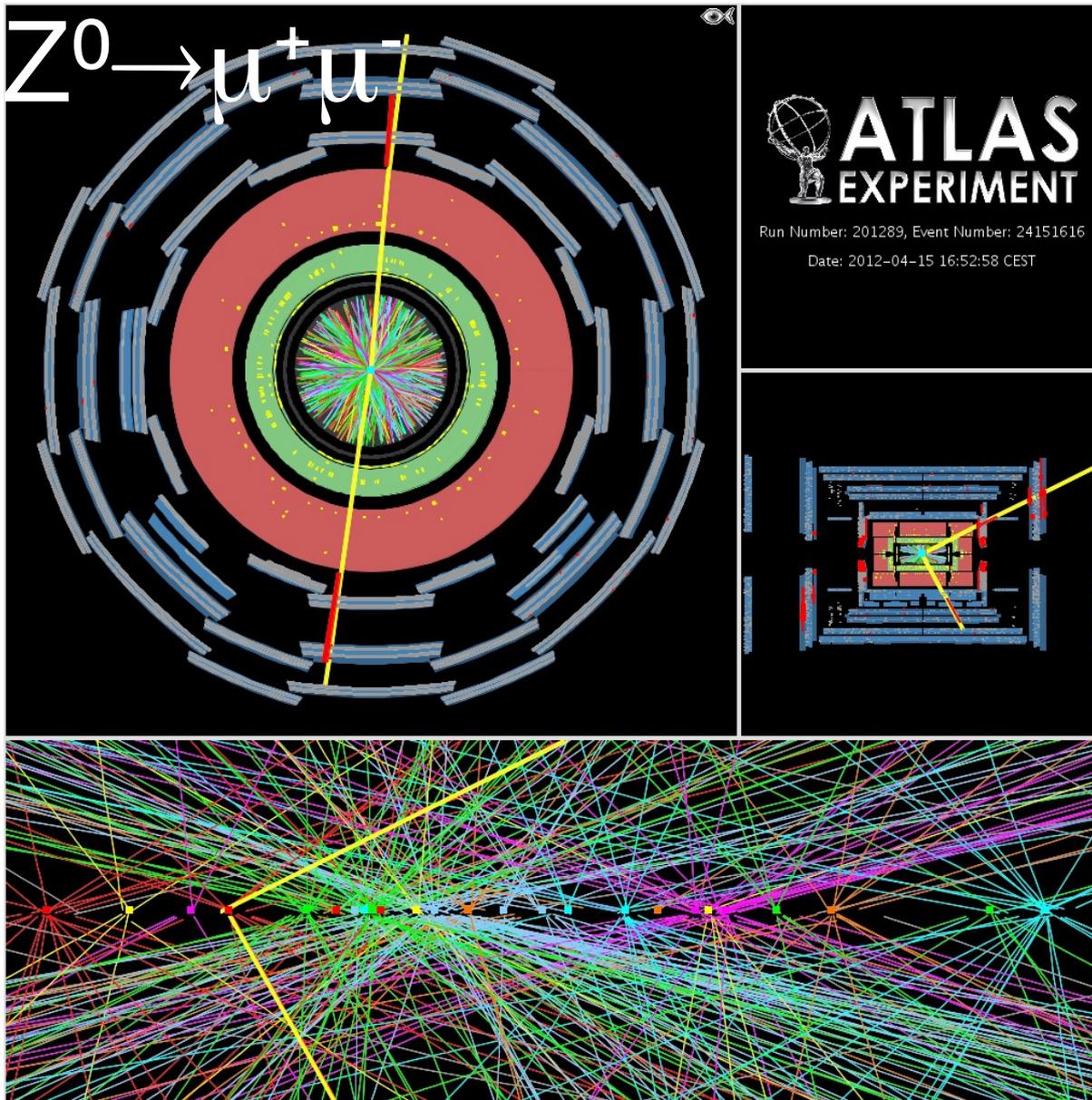
Nº pacotes = 2808

Protões / pacote =  $10^{11}$

$E = 2 \times 2808 \times 10^{11} \times 7 \text{ TeV} \sim \mathbf{0,6 \text{ GJ}}$

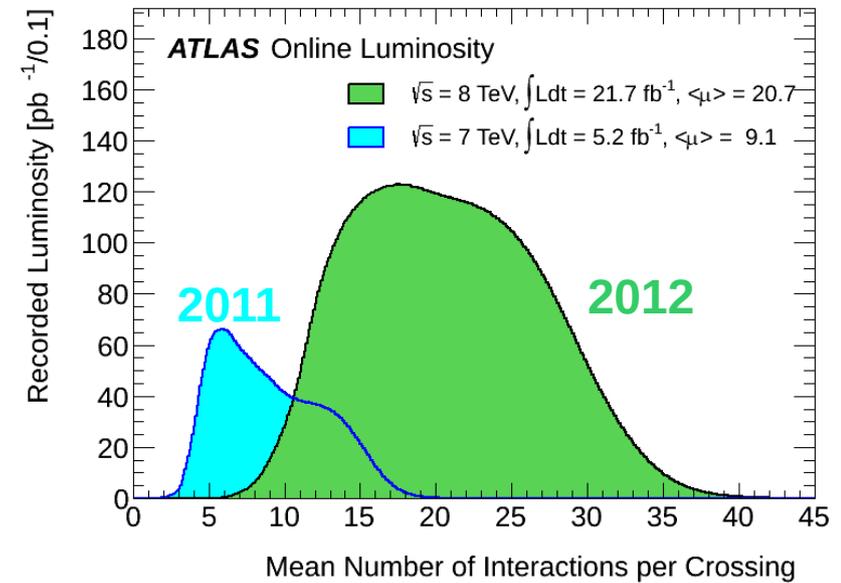


# $10^{11}$ prótons contra $10^{11}$ prótons !!!



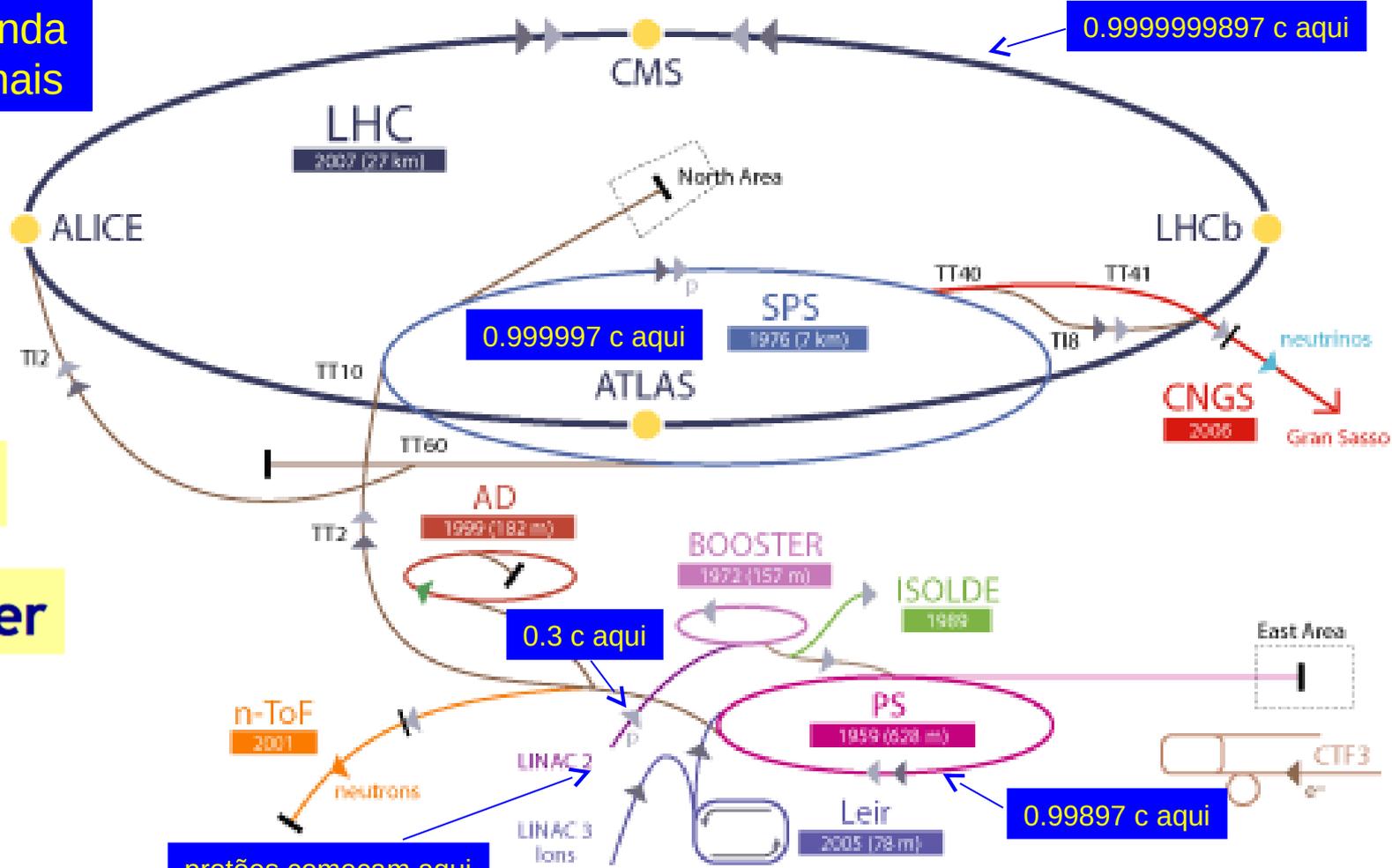
Os protoes **ou não colidem** ... muito útil quando estamos a acelerar os protoes até: 7 TeV (2011), 8 TeV (2012), 13 TeV (2015-2018)

**Ou ocorrem muitas colisões** de cada vez que os pacotes de  $10^{11}$  prótons se cruzam



50 anos de história no CERN ainda operacionais

# CERN Accelerator Complex



Linac  
 ↓  
 Booster  
 ↓  
 PS  
 ↓  
 SPS  
 ↓  
 LHC

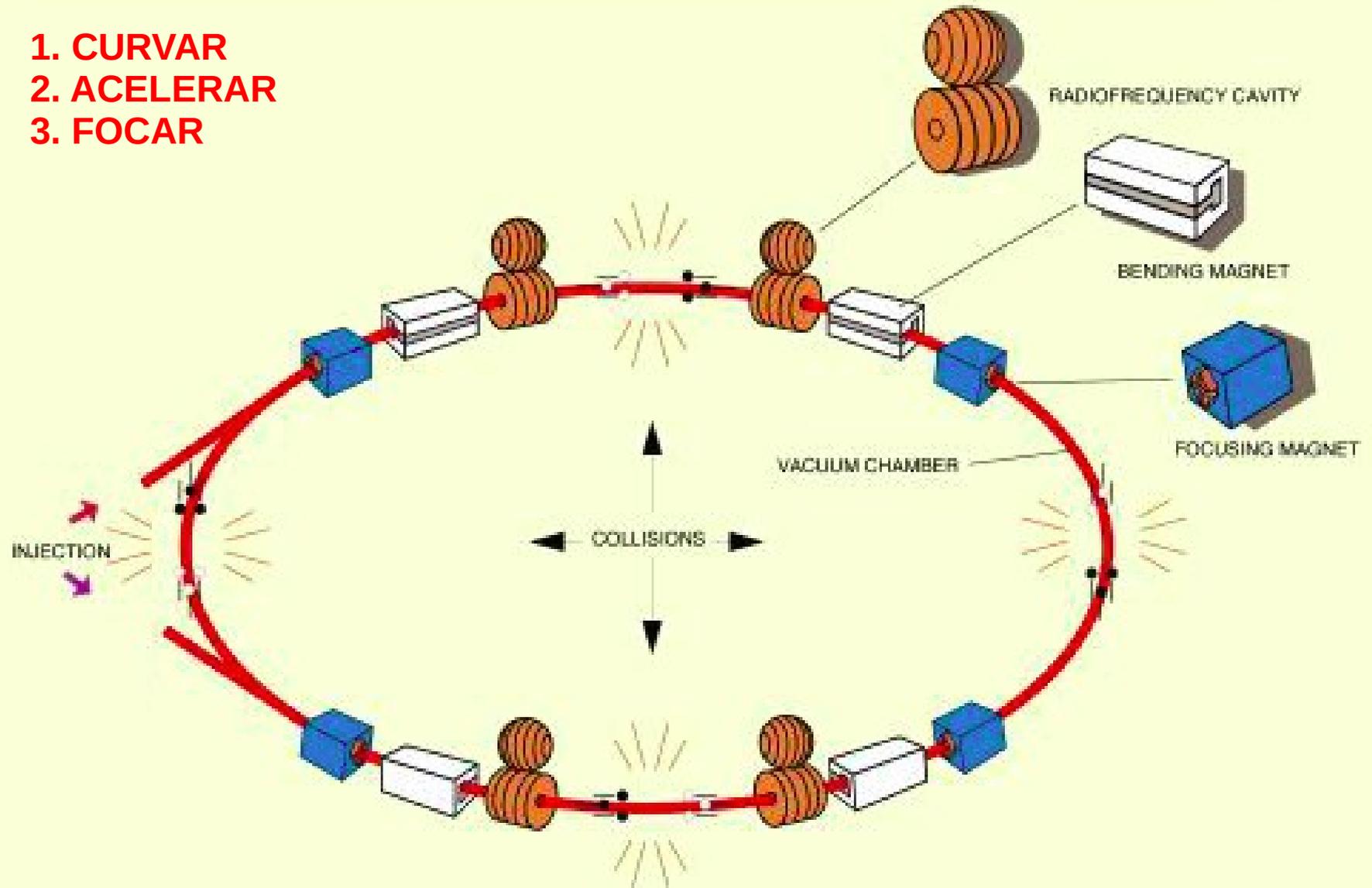
▶ p (proton)   ▶ ion   ▶ neutrons   ▶  $\bar{p}$  (antiproton)   ▶ neutrinos   ▶ electron  
 ↔↔↔ proton/antiproton conversion

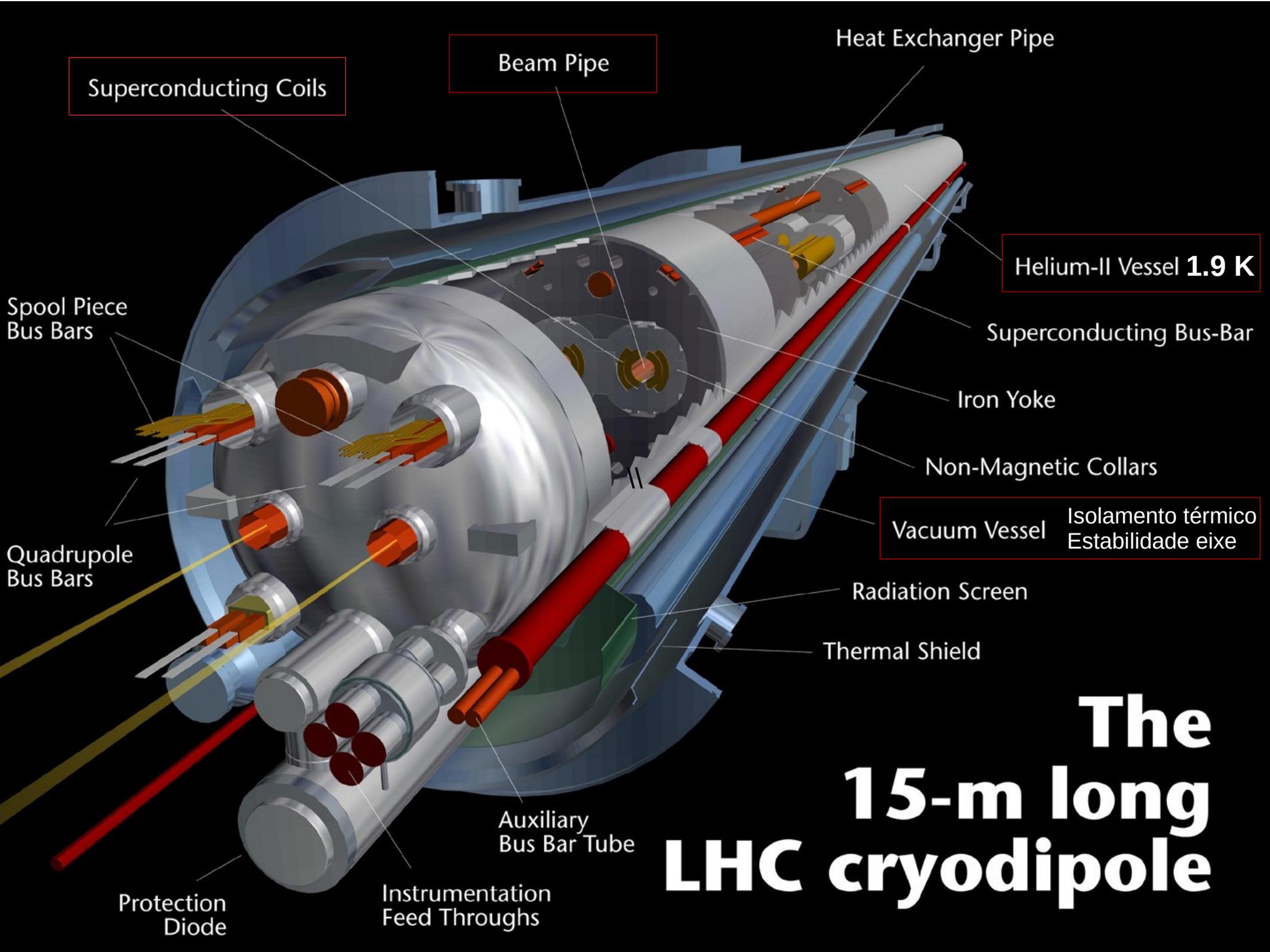
LHC Large Hadron Collider   SPS Super Proton Synchrotron   PS Proton Synchrotron  
 AD Antiproton Decelerator   CTF3 Clic Test Facility  
 CNGS Cern Neutrinos to Gran Sasso   ISOLDE Isotope Separator OnLine DEvice  
 LEIR Low Energy Ion Ring   LINAC LINEar ACcelerator   n-ToF Neutrons Time Of Flight

# Sincrotrão: LHC

## THE PRINCIPAL MACHINE COMPONENTS OF AN ACCELERATOR

1. CURVAR
2. ACELERAR
3. FOCAR





Superconducting Coils

Beam Pipe

Heat Exchanger Pipe

Helium-II Vessel 1.9 K

Superconducting Bus-Bar

Iron Yoke

Non-Magnetic Collars

Vacuum Vessel Isolamento térmico Estabilidade eixe

Radiation Screen

Thermal Shield

Auxiliary Bus Bar Tube

Instrumentation Feed Throughs

Protection Diode

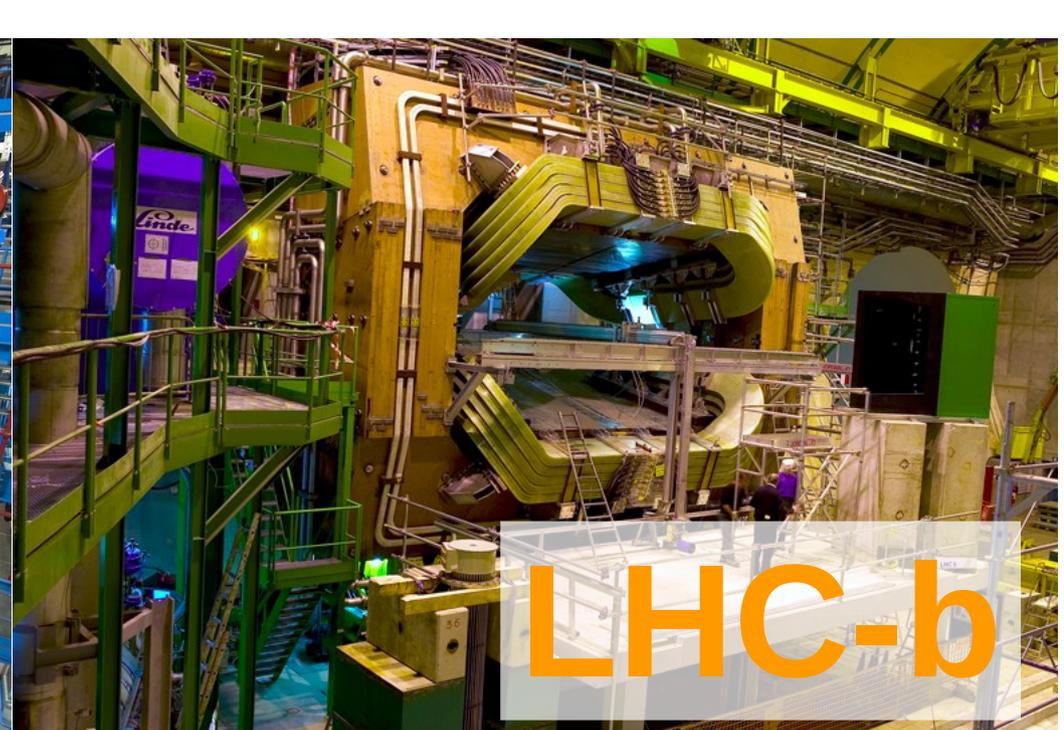
Spool Piece Bus Bars

Quadrupole Bus Bars

# The 15-m long LHC cryodipole



ATLAS



LHC-b



CMS



ALICE

# Muito grande, muitos e diferentes detectores

- Produzimos partículas de energia muito alta
  - Por vezes até muito difíceis de parar
  - Outras vezes impossíveis de detetar
- Temos que ter remédio para todos os males
  - Para (quase) todas as partículas:
    - Electrões, fótons, múons, hádrons, mésons
  - Medindo bem estas até podemos medir o que falta:
    - Em falta porque apenas interage de uma forma muito fraca com a matéria: neutrinos ...
    - Chamamos-lhe: Energia transversa em falta

# O que queremos detectar?

- Partículas! Mas como?

- Reconstruimos a trajetória das partículas:
  - **Medimos**: Carga eléctrica, velocidade
- Paramos as partículas
  - **Medimos**: Energia
- Muitas vezes apenas conseguimos **VER** o **estado final de um acontecimento**
- E outras vezes **NÃO** as conseguimos ver...
  - Energia transversa em falta (neutrinos)
  - Mas para isso construímos detectores de Neutrinos

- E depois? Vamos medir várias propriedades p.e.:

- Taxa de produção de um acontecimento p.e. quantas vezes aparece um bosão Z, W+, W-, H etc...?
- A massa invariante de uma partícula

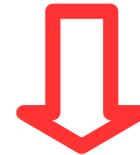
-----  
+ **Detector de traços**

+ **Campo magnético**

-----  
+ **Calorímetros**

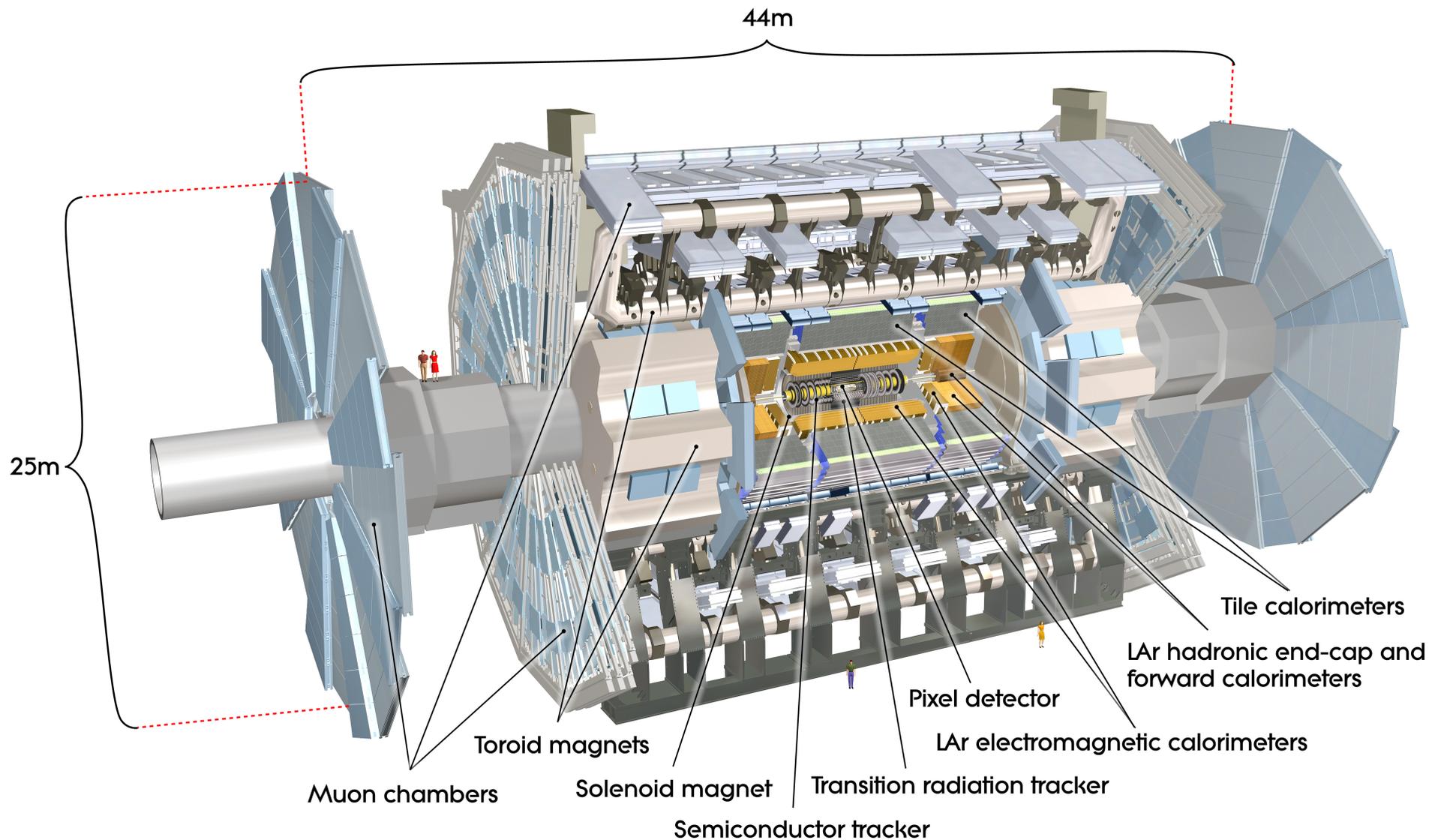
-----  
+ **Detector de Muões**

+ **Campo magnético**  
-----



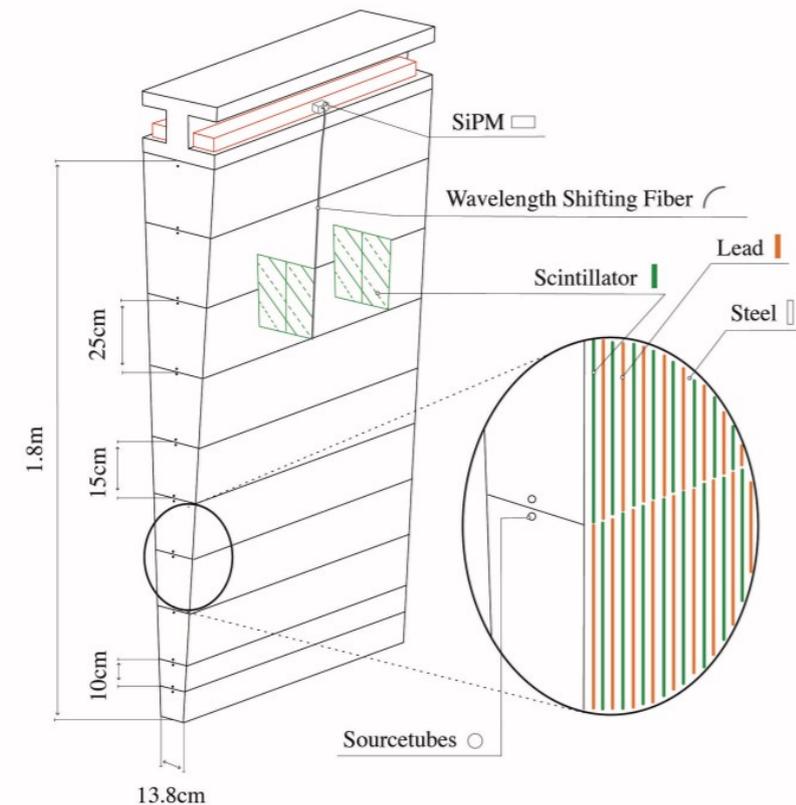
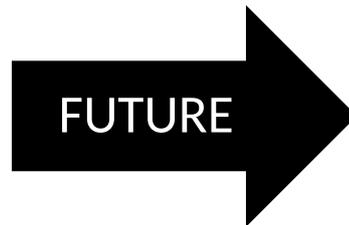
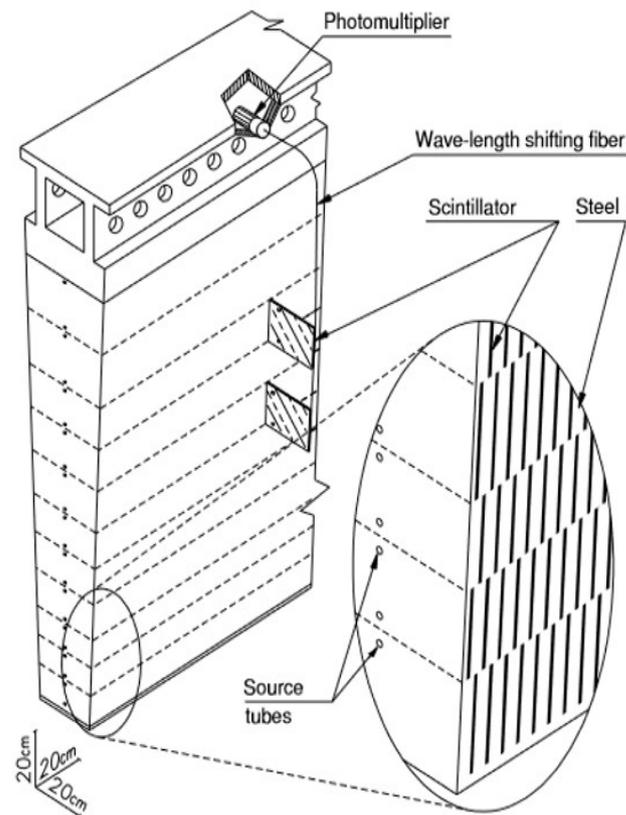
**Detector  
de  
partículas**

# O detector ATLAS e os seus sub-detectores



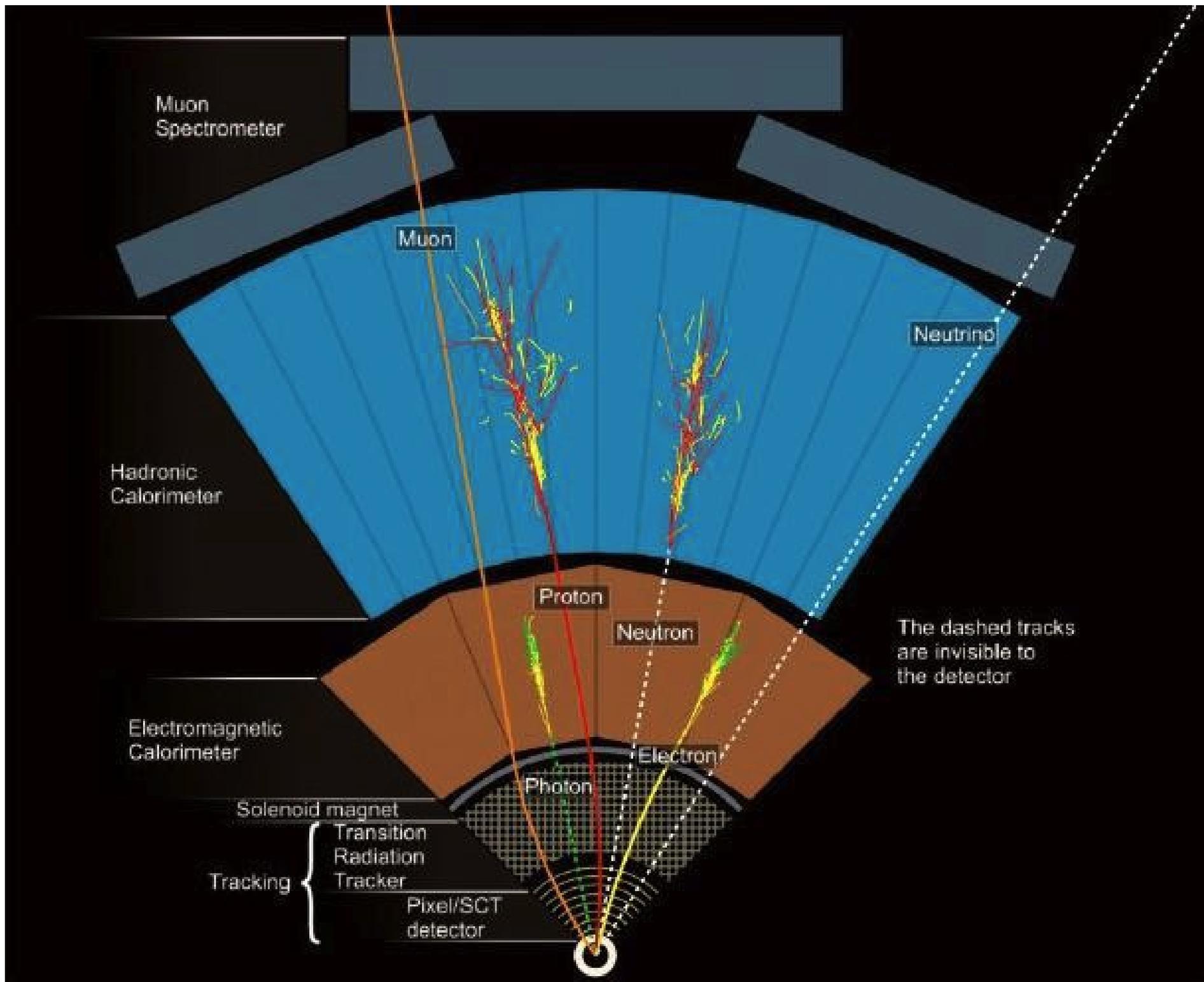
# ATLAS@LHC - Hadronic Calorimeter

Hadronic Calorimeter – Measures the energy a hadron (particle containing quarks) loses as it passes through the detector.



[1] ATLAS Hadronic Calorimeter

[2] FCC Hadronic Calorimeter



Perguntas?