

# O Large Hadron Collider (LHC) e novos desafios tecnológicos

**Magno V. T. Machado**

<http://magno-machado.blogspot.com>

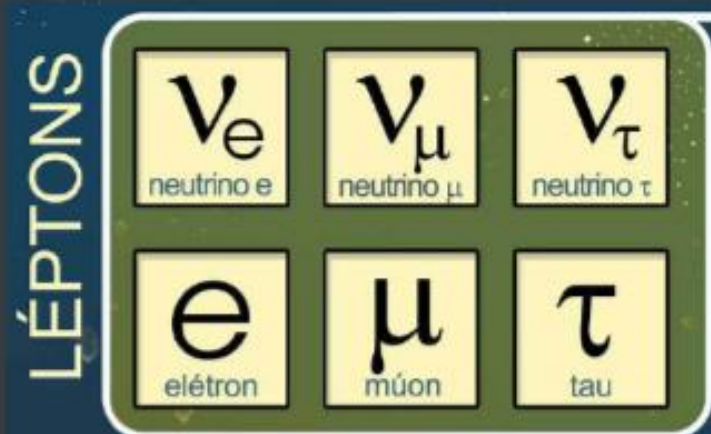


# Sumário

- Modelo Padrão das Partículas
- Aceleradores - O CERN
- O Large Hadron Collider (LHC)
- Higgs e buracos negros criados no LHC ?
- Desafios tecnológicos no LHC
- O GFP AE IF-UFRGS e a RENAF AE

# Modelo Padrão (SM)

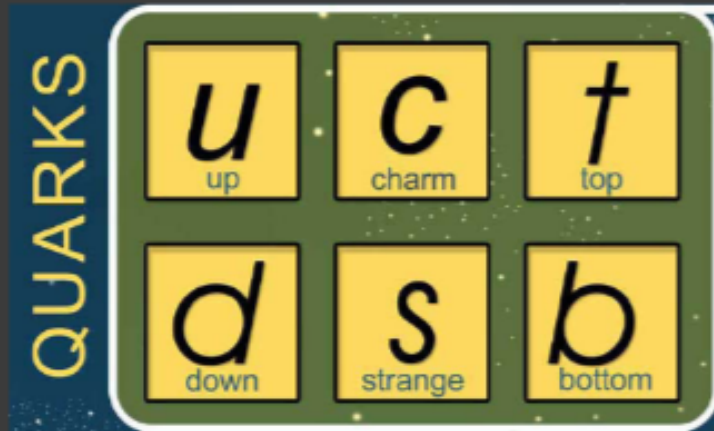
# Férmions: Léptons



Sabor	Massa (Gev)	Carga
Neutrino Leve	$(0-0,13) \times 10^{-9}$	0
Elétron	0,000511	-1
Neutrino Médio	$(0,009-0,13) \times 10^{-9}$	0
Múon	0,106	-1
Neutrino Pesado	$(0,04-0,14) \times 10^{-9}$	0
Tau	1,777	-1

- Elétron:
  - 1897 Thomson
- Múon:
  - 1937 Neddermeyer, Anderson
- Tau:
  - 1975 Perl
- Neutrino do Elétron
  - 1956 Cowan, Reines
- Neutrino do Móon
  - 1962 Lederman
- Neutrino do Tau
  - 2000 DONUT Collab., Fermilab

# Férmions: Quarks



Sabor	Massa (Gev)	Carga
Up	0,002	2/3
Down	~ 0,005	-1/3
Charm	1,3	2/3
Strange	~ 0,1	-1/3
Top	173	2/3
Bottom	4,2	-1/3

- Up, Down, Strange
  - 1964 Gell Mann
- Charm
  - 1974 Ting, Richter
- Bottom
  - 1977 Herb et al.
- Top
  - 1995 CDF, DØ



# Modelo a Quarks

## ● Murray Gell-Mann e George Zweig

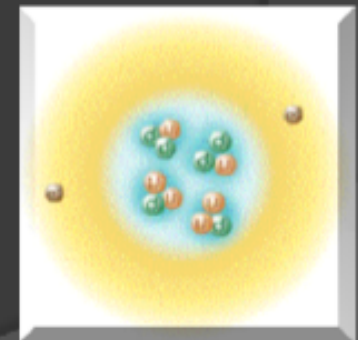


- Introduziram o modelo a quarks:
  - Bárions (próton, nêutron, etc)
  - Mésons (píon, kaon, etc)
- **Compostos** de partículas mais fundamentais: **quarks**.
  - Três “sabores” de quarks: **u**p, **d**own e **s**trange.
  - Spin  $\frac{1}{2}$  e carga  $\frac{2}{3}$ ,  $-\frac{1}{3}$  e  $-\frac{1}{3}$ .

## ● Bárions: compostos de **3 quarks**:

$$\text{próton} = \mathbf{u} + \mathbf{u} + \mathbf{d}$$

$$\text{nêutron} = \mathbf{u} + \mathbf{d} + \mathbf{d}$$



## ● Mesons: compostos de um par **quark-antiquark**

$$\text{píon} = \bar{\mathbf{u}} + \mathbf{d}$$

# Famílias

- Os diferentes **sabores** aparecem em **famílias**

- 2 Léptons por Família
- 2 Quarks por Família

- Anti-partículas:

- Mesma massa e spin
- Carga, sabor, cor opostas

- Por que 3 Famílias?

- Somente a primeira seria “suficiente”  
 $p (uud) + n (udd) + e = \text{matéria usual}$



# Bósons Intermediários



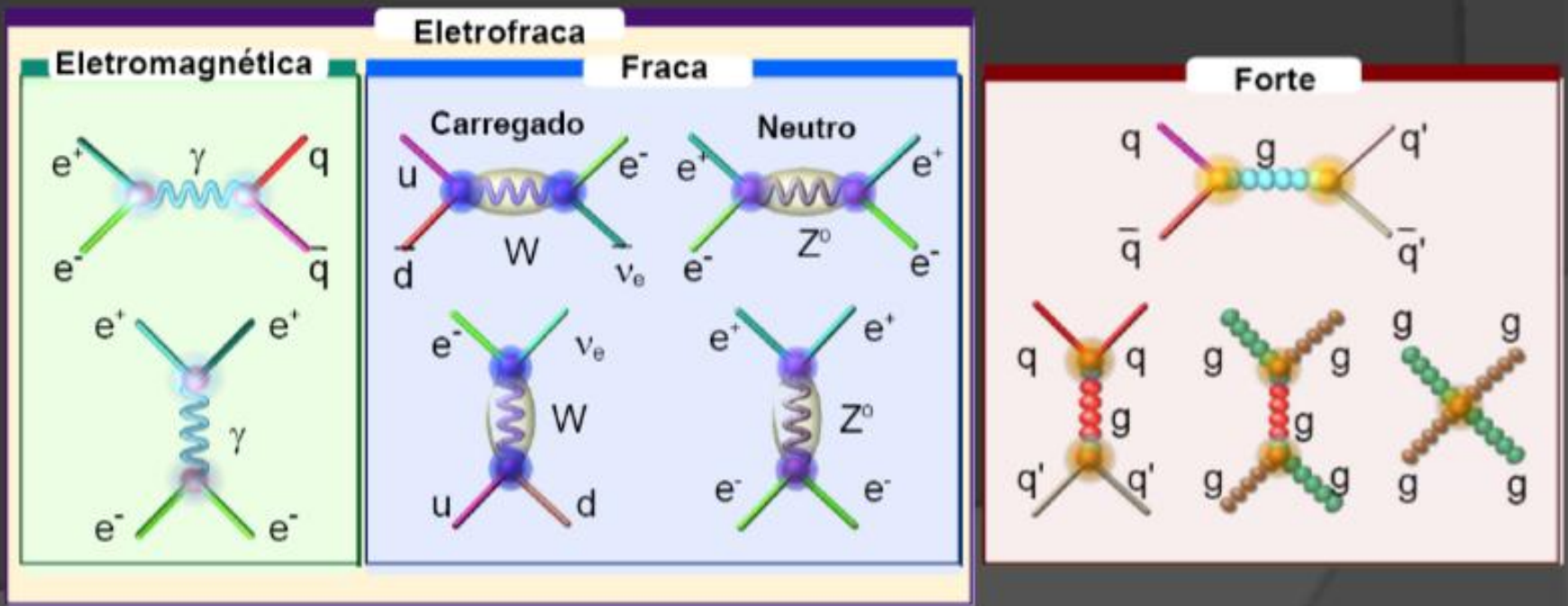
- Fóton
  - 1923 Compton
- W e Z
  - 1983 UA1/2 Collab. (CERN)
- Glúon
  - 1979 MARKJ/TASSO/PLUTO/JADE (Desy)

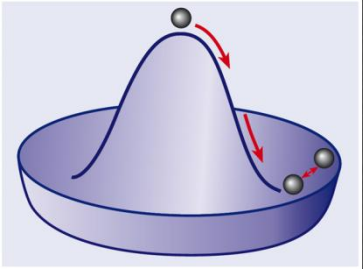
Sabor	Massa (Gev)	Carga
Fóton	0	0
W <sup>+</sup>	80,39	1
Z <sup>0</sup>	91,19	0
W <sup>-</sup>	80,39	-1
Glúon	0	0



Propriedades	Gravitacional	Fraca	Eletromagnética	Forte
Atua em	Massa e Energia	Sabor	Carga Elétrica	Carga de Cor
Partículas que sentem	Todas	Quarks e Léptons	Partículas Carregadas	Quarks e Glúons
Partículas Intermediárias	Gráviton (?)	$W^+ Z^0 W^-$	$\gamma$	Glúons
Intensidade a $\sim 10^{-17}$ m	$10^{-41}$	$10^{-4}$	1	60
Alcance	Infinito	$10^{-18}$ m	Infinito	$10^{-15}$ m

Interações





# Bóson de Higgs



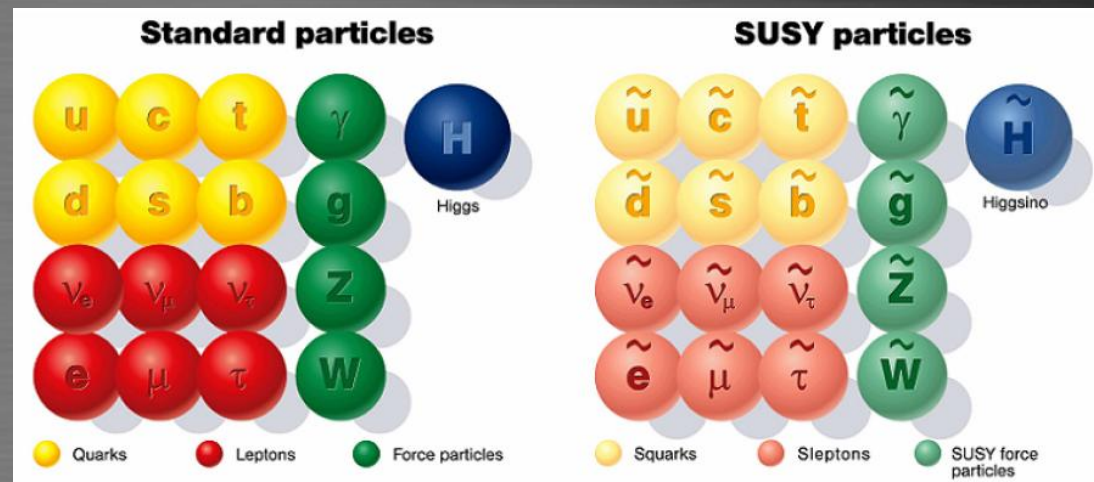
- Bóson de Higgs é o quantum (partícula) de um dos componentes de um campo de Higgs.
- No vácuo, o campo de Higgs adquire um valor diferente de zero, que permeia o universo.
- Este valor esperado do vácuo (VEV) do campo de Higgs é constante e igual a 246 GeV.
- A existência deste VEV diferente de zero tem um papel fundamental: dá a massa a cada partícula elementar, incluindo o próprio bóson de Higgs.
- Um VEV diferente de zero quebra espontaneamente a simetria de calibre da força eletrofraca, um fenômeno conhecido como o mecanismo de Higgs.

# Resumo crítico sobre o SM

- O Modelo Padrão (SM) funciona !
- Descreve TODAS as observações experimentais
- TODAS partículas do SM têm sido descobertas, exceto o Higgs
- Teoria altamente preditiva – testada em alta precisão a uma energia da escala de 100 GeV

- **Questões abertas:**

- Muitos parâmetros livres
- É muito mais um modelo efetivo que uma teoria exata/fundamental
- Por que 3 gerações?
- Por que férmions e bósons?
- Por que Higgs?
- E quanto a grande unificação?
- E quanto a gravidade?



# Aceleradores

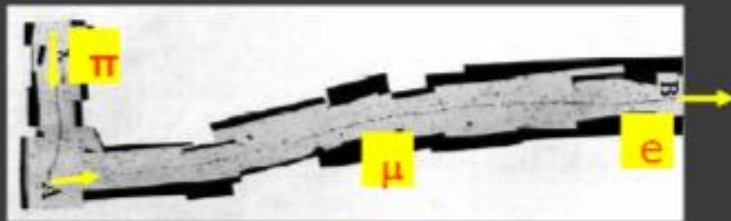


# Usando aceleradores naturais – Raios C3smicos

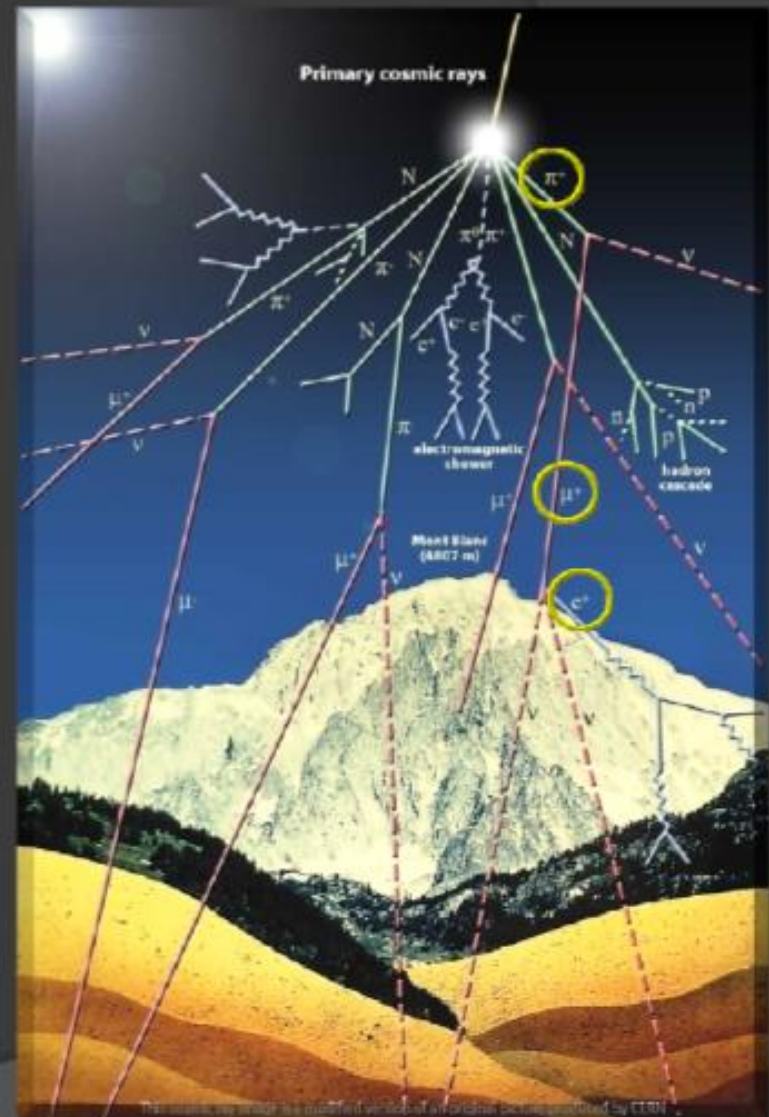
## P3on

1947

- Lattes, Occhialini e Powell
- Descoberta do p3on

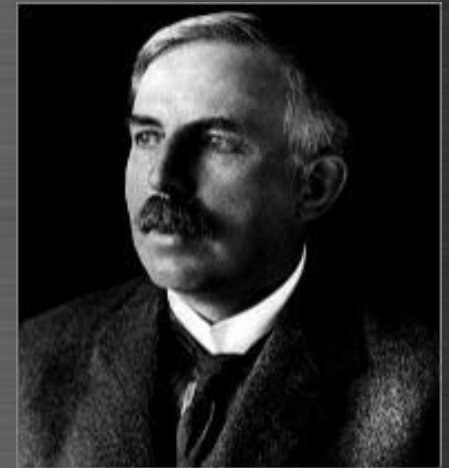


Monte Chacaltaya, Bolivia, 5.600 m





# Descobrimos componentes

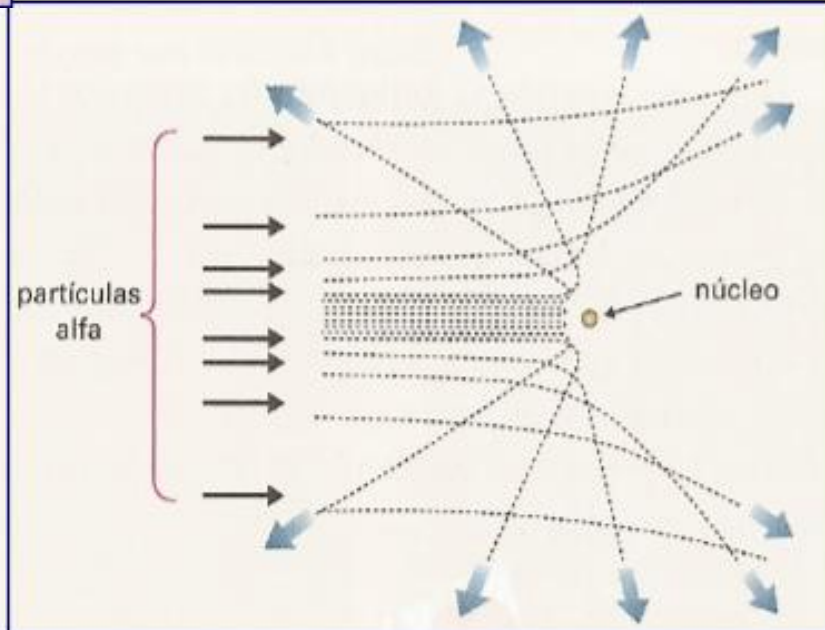
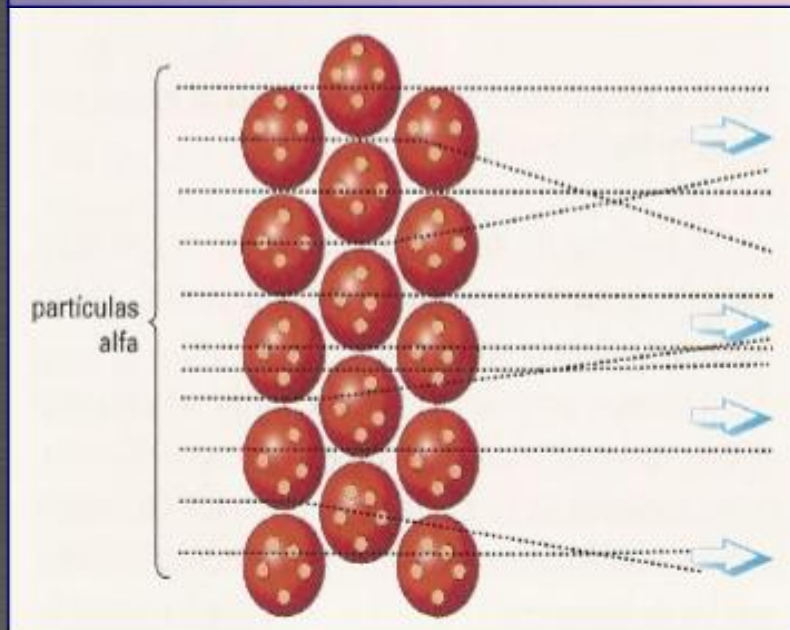


Ernest Rutherford  
(1871-1937)



1911

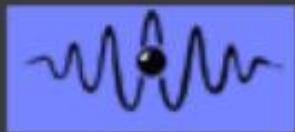
Descoberta do núcleo atômico



# Usando aceleradores artificiais

## Porque Altas Energias?

- de Broglie:



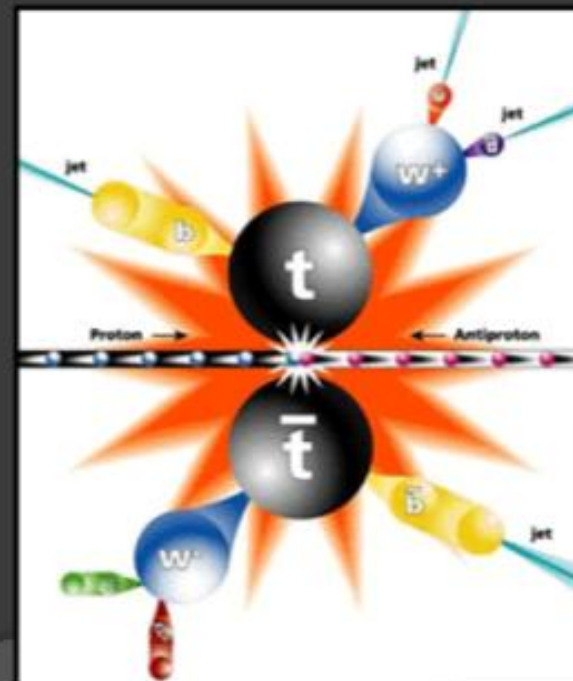
$$\lambda \swarrow = \frac{h}{p \nearrow} = \frac{1.2 \text{ fm}}{p [\text{GeV}]}$$

- Einstein:

$$E = \sqrt{p^2 c^2 + m^2 c^4}$$

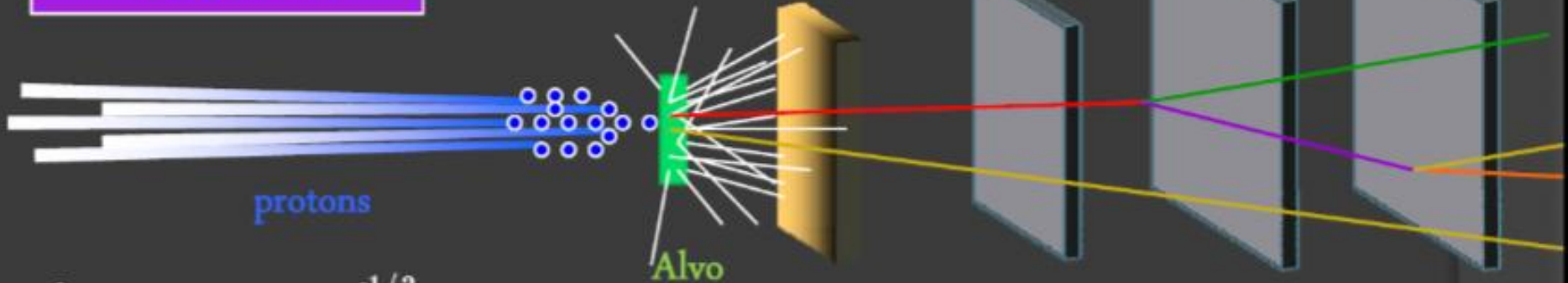
$$E \nearrow = m \nearrow c^2$$

- Aceleradores de partículas a altas energias
  - Pequenas distâncias são exploradas
  - Novas partículas são produzidas



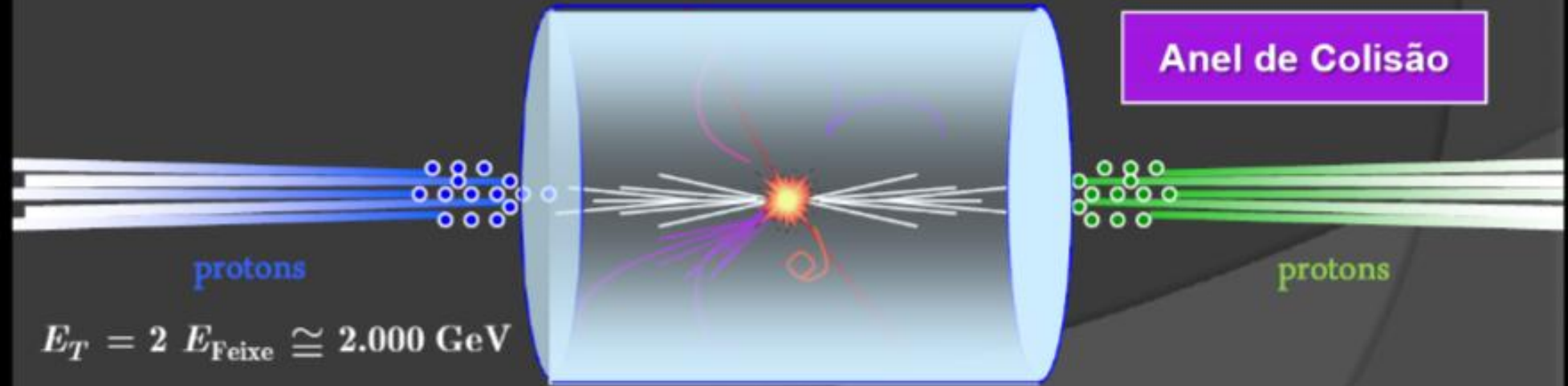
# Alvo Fixo X Anel de Colisão

Alvo Fixo



$$E_T = \left[ 2 m_{\text{Alvo}} c^2 E_{\text{Feixe}} \right]^{1/2} \cong 43 \text{ GeV}$$

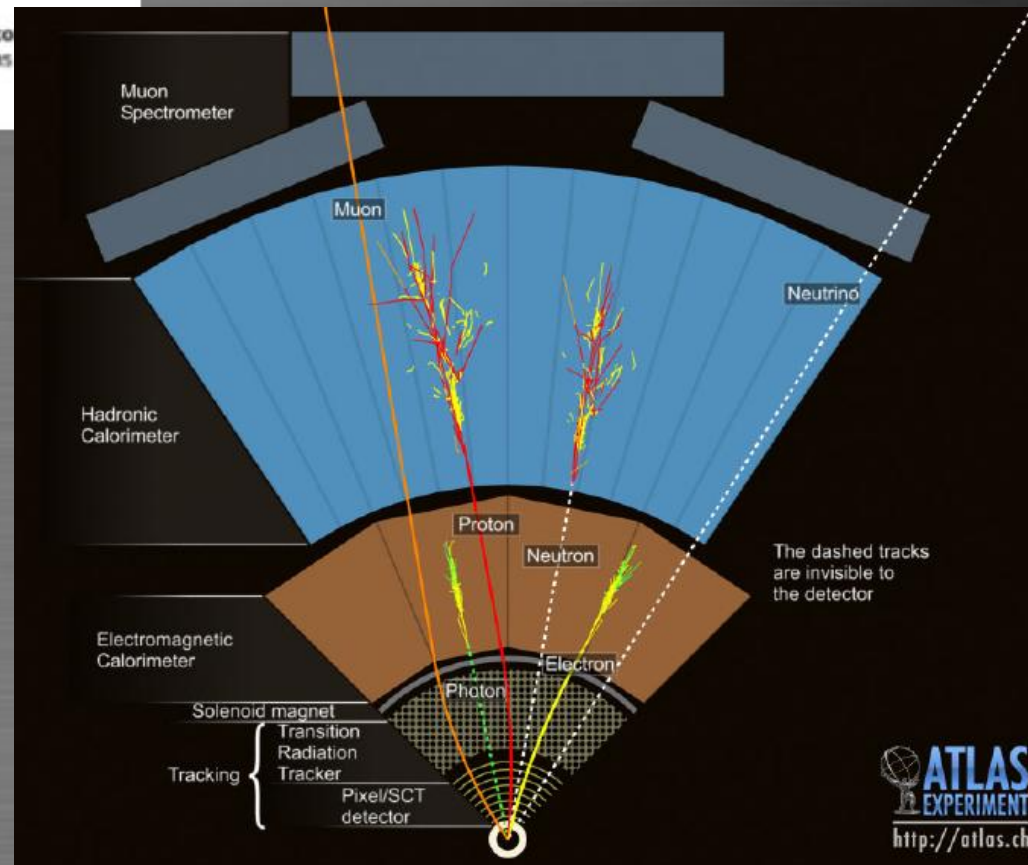
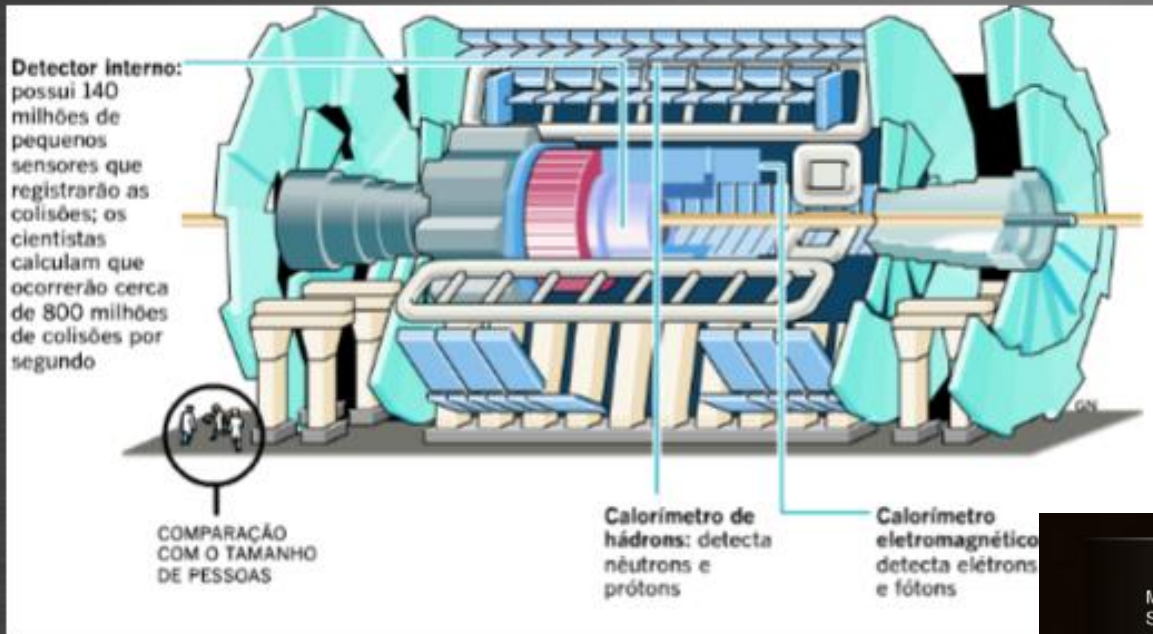
Anel de Colisão



$$E_T = 2 E_{\text{Feixe}} \cong 2.000 \text{ GeV}$$



# Detectando o produto das colisões



# Aceleradores - CERN



# CERN

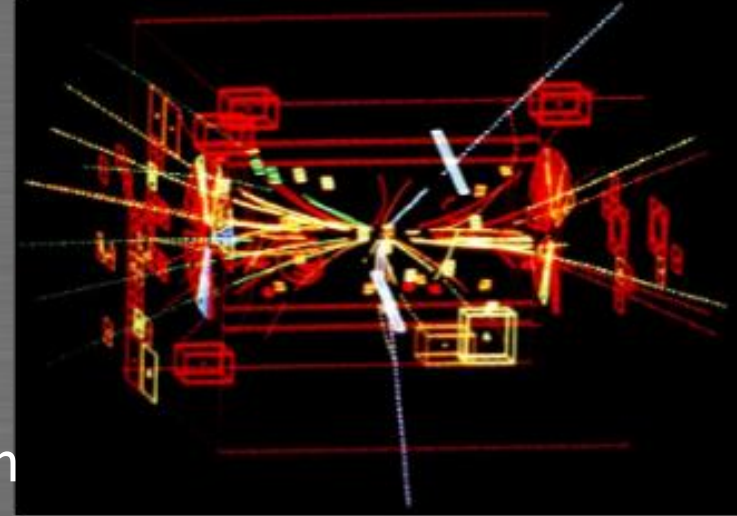
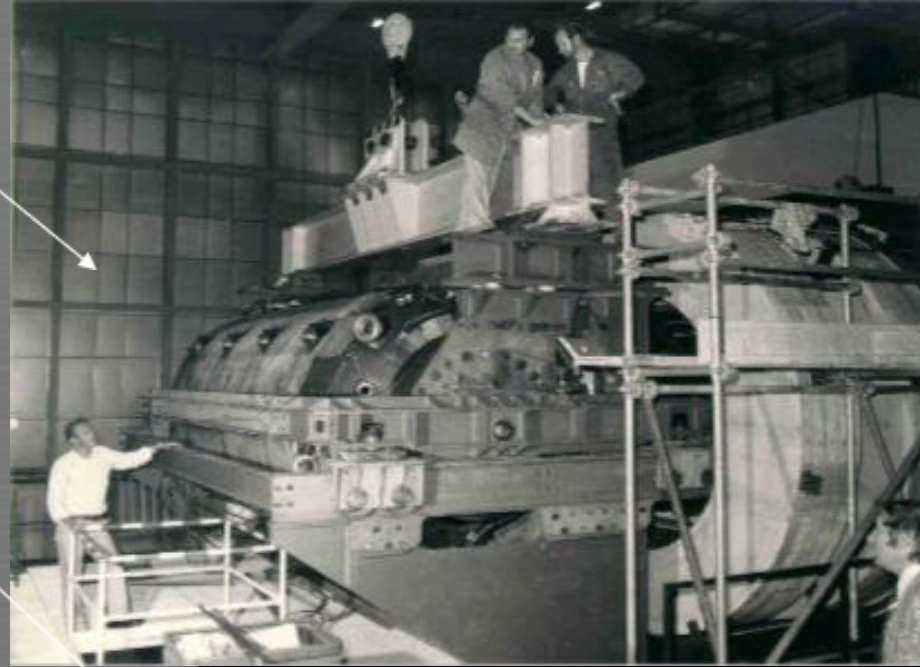


European Organization for Nuclear Research

- European Organization for Nuclear Research  
(Organização Europeia para Pesquisa Nuclear)
- Fundado em **1954** para **estudos do núcleo atômico**.
- Admirável exemplo de colaboração internacional.
- Inicialmente 12 países.
- Hoje 59 (85) países.
- Emprega **8000+** pessoas.
- **2600** em tempo integral.
- Profissionais de várias áreas, como físicos, engenheiros e técnicos.

# Realizações do CERN

- **1973**: Descoberta da **corrente neutra** na câmara de bolhas Gargamelle
- **1983**: Descoberta dos **bósons W e Z** nos experimentos UA1 e UA2
- **1989**: Determinação do **número de famílias do neutrino** no Large Electron Positron Collider (LEP).
- **1990**: Criação da **World Wide Web (www)**
- **1995**: Criação do primeiro **átomo de anti-hidrogênio** no experimento PS210.
- **1999**: Descoberta da **violação CP** no experimento NA48
- **1984**: **Prêmio Nobel de Física** para Carlo Rubbia e Simon van der Meer pelas construções que levaram as descobertas dos bósons W e Z
  - **1992**: **Prêmio Nobel de Física** para Georges Charpak por suas invenções e construções de detectores de partículas





# O Brasil e o CERN

- Primeiro contato no CERN (Roberto Salmeron).
- Entre 1990 e 2002, 24 cientistas viajam ao CERN.
- A partir de 2003 as demandas são atendidas via edital específico de fomento (CNPq).
- Negociação CERN-CNPq define que CNPq pagaria apenas as anuidades nos experimentos.
- Desde 2004, foram pagos montantes de mais de R\$ 737.316,73 com as anuidades dos experimentos ATLAS, LHCb, CMS e ALPHA.
- O Acordo de Cooperação Brasil-CERN (1990-2000; Joint Statement em 2002, **2006-atual**)



# Large Hadron Collider - LHC

# O Large Hadron Collider - LHC





# O LHC em números



Características	Valores	Equivalente a
Circunferência	~ 27 km	
Distância percorrida em 10 horas por um feixe	~ 10 mil milhões de km	uma ida e volta a Neptuno
Número de voltas no túnel por segundo	11 245	
Velocidade dos prótons à entrada do LHC	229 732 500 m/s	99,9998 % da velocidade da luz
Velocidade dos prótons na colisão	299 789 760 m/s	99,9999991 % da velocidade da luz
Temperatura da colisão	~ $10^{16}$ °C	1 milhão de vezes mais quente que no centro do Sol
Temperatura dos crió-ímans	1,9 K (-271,3 °C)	temperatura inferior à do espaço intersidial (2,7 K, -270,5°C)
Quantidade de Hélio necessário	~ 120 t	
Volume do vazio isolando os crió-ímans	~ 9 000 m <sup>3</sup>	volume da nave de um catedral
Pressão do vazio no feixe	~ $10^{-13}$ atm	pressão 10 vezes inferior à da Lua
Consumo eléctrico	~ 120 MW	o dobro de um Airbus A380 em viagem de cruzeiro

# O LHC em números - custos comparativos

Projecto	CHF	Euro
<b>LHC</b>	4,6 Milhares	3 Milhares
Navette espacial Endeavour (NASA)	1,9 Milhares	1,3 Milhares
Telescópio Hubble(ESA/NASA)	1,6 Milhares	1,1 Milhares
Porta-aviões	2,9 Milhares	2 Milhares
Ponte de Öresund (Dinamarca)	5,7 Milhares	4 Milhares
Jogos Olímpicos Atenas (2003)	16 MilharesC	11,2 Milhares
Orçamento de uma corrida de F1	2.3 Milhares	1.6 Milhares
Grande équia F1	535 Milhões	375 Milhões

# História e problemas técnicos

	MONDAY	TUESDAY	WEDNESDAY	THURSDAY	FRIDAY	SATURDAY	SUNDAY
WEEK 1		<b>10/09/2008</b>	<b>Início de funcionamento</b>				
WEEK 2		<b>19/09/2008</b>	<b>Incidente no setor 3-4 do LHC resultou em vazamento de hélio no túnel</b>				
WEEK 3		<b>20/11/2009</b>	<b>Retorno ao funcionamento (apos 14 meses)</b>				
WEEK 4		<b>30/11/2009</b>	<b>Energia chega a 2.36 TeV (apos 900 GeV)</b>				
WEEK 5		<b>30/03/2010</b>	<b>Energia chega a 7 TeV !</b>				

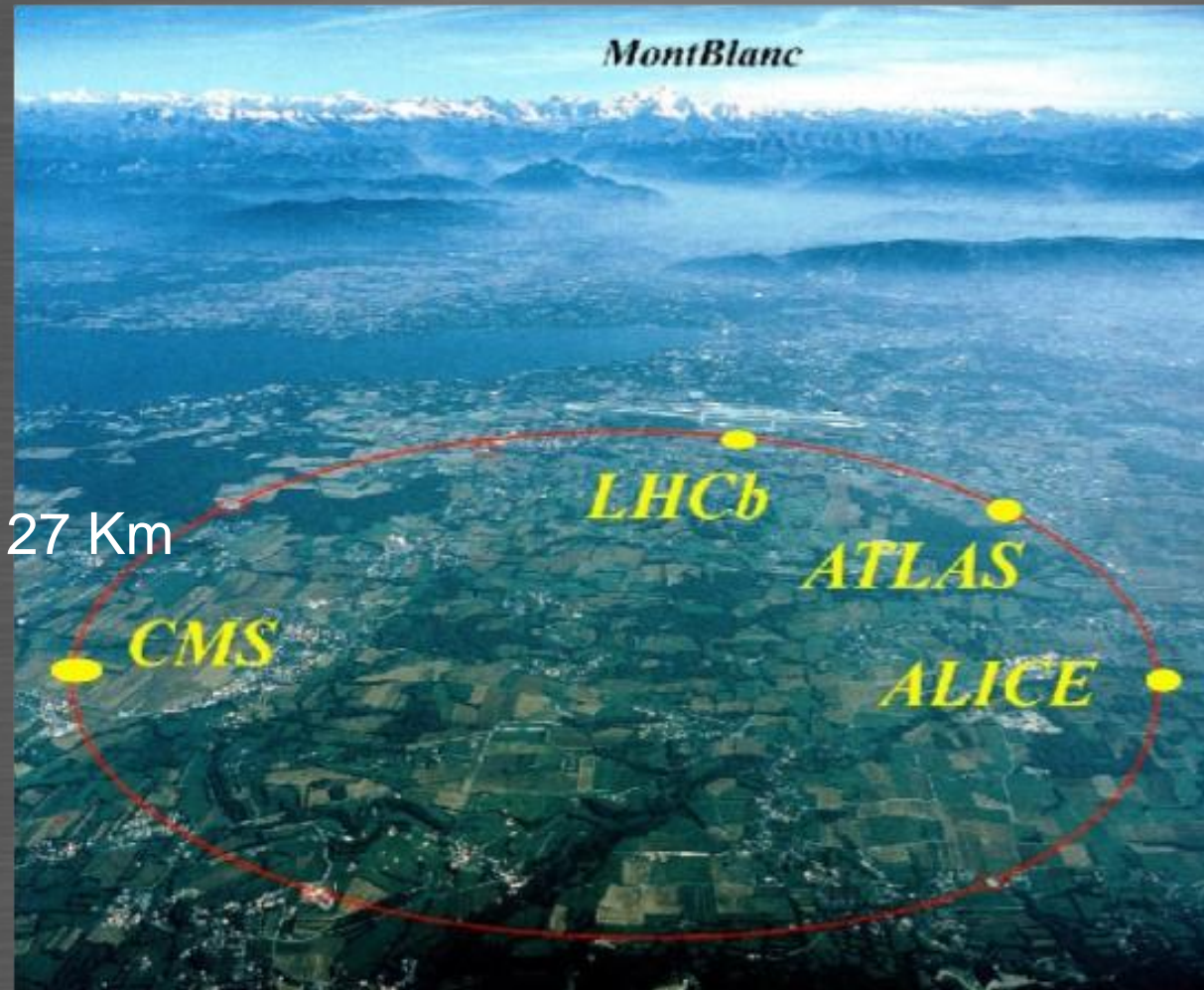
# Objetivos

- Principais objetivos do LHC é tentar explicar a origem da massa das partículas elementares e encontrar outras dimensões do espaço
- Procura-se também a existência da *supersimetria*.
- LHC simula condições do Universo primordial após ordens de nanossegundos após Big Bang





# LHC – Experimentos



"Você pode pensar que cada experimento é uma câmera digital gigante com 150 milhões de pixels tomando imagens 600 milhões de vezes por segundo", (Ian Bird)



# Experimentos

- Quatro pontos de interação onde os detectores são instalados:
  - **ATLAS** (A Toroidal LHC ApparatuS) e **CMS** (Compact Muon Solenoid) em dois pontos opostos
    - experimento de proposta geral
    - concentrados na busca dos bósons de Higgs
  - **LHCb** (LHC Beauty )
    - dedicado a física dos quarks b
  - **ALICE** (A Large Ion Collider Experiment)
    - estudo de colisões de íons pesados
    - estudo das propriedades da matéria nuclear em altas densidades
  - Pequenos experimentos
    - **TOTEM** (TOTAl Elastic and diffractive cross section Measurement ) e **LHCf** (Large Hadron Collider Forward)

# Bóson de Higgs e os buracos negros ...

# Descoberta do bóson de Higgs?

- Questão: Por que o Higgs é tão importante?
- Resposta: Descobrir (ou excluir definitivamente) o bóson de Higgs mudará fundamentalmente nosso entendimento
  - Qualquer uma das possibilidades é bem vinda!
  - Bóson de Higgs único pode ou não ser advindo de Modelo Padrão
  - Pode haver muitas novas partículas associadas com a quebra de simetria
- O LHC terá energia total de colisão de 14 TeV com uma luminosidade nominal instantânea é  $10^{34} \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}$ , que dá uma luminosidade integrada de  $L = 100 \text{ fb}^{-1}$  por ano.
- Com esta energia e luminosidade espera-se observar o Higgs.

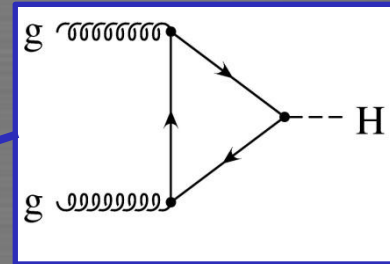
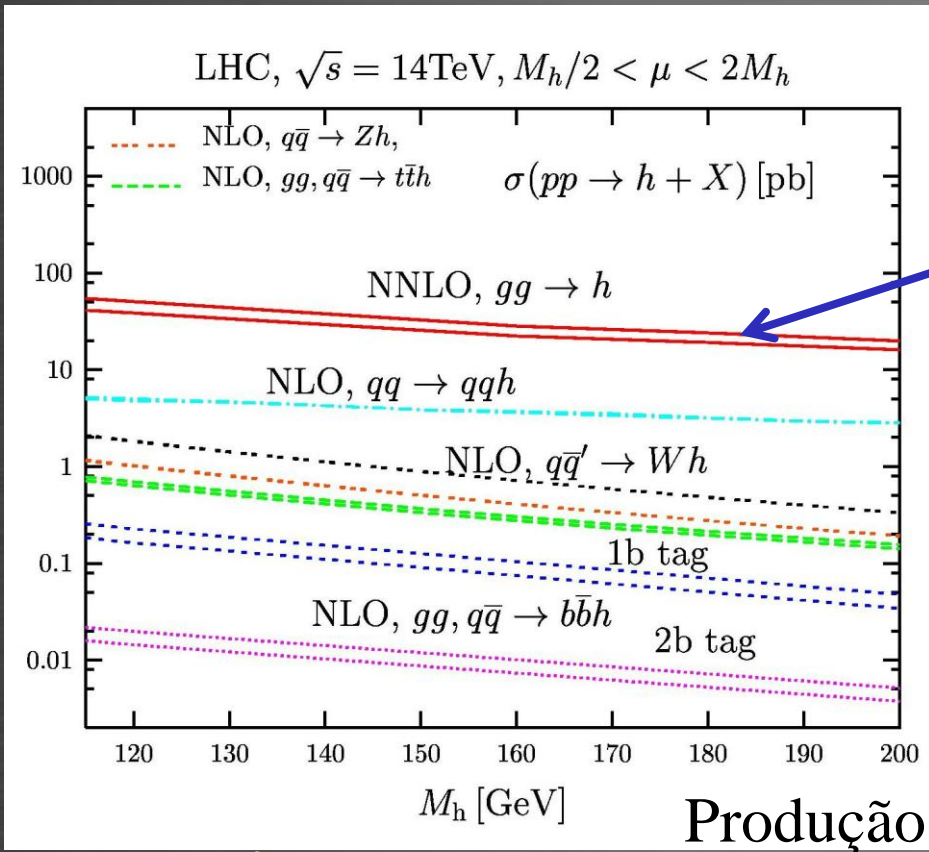
# Modelo Padrão é incompleto sem “algo” como um bóson de Higgs ...

- SM requer uma partícula escalar, física,  $h$ , com massa desconhecida
  - $M_h$  é *UNICO* parâmetro desconhecido do setor eletrofraco
- Observáveis são preditos em termos de:
  - $M_Z = 91.1875 \pm .0021 \text{ GeV}$
  - $G_F = 1.16639(1) \times 10^{-5} \text{ GeV}^{-2}$
  - $\alpha = 1/137.0359895(61)$
  - $M_h$
- $M_h < 166 \text{ GeV}$  (medidas de precisão, 95% CL)

Tudo é calculável...*teoria testável*

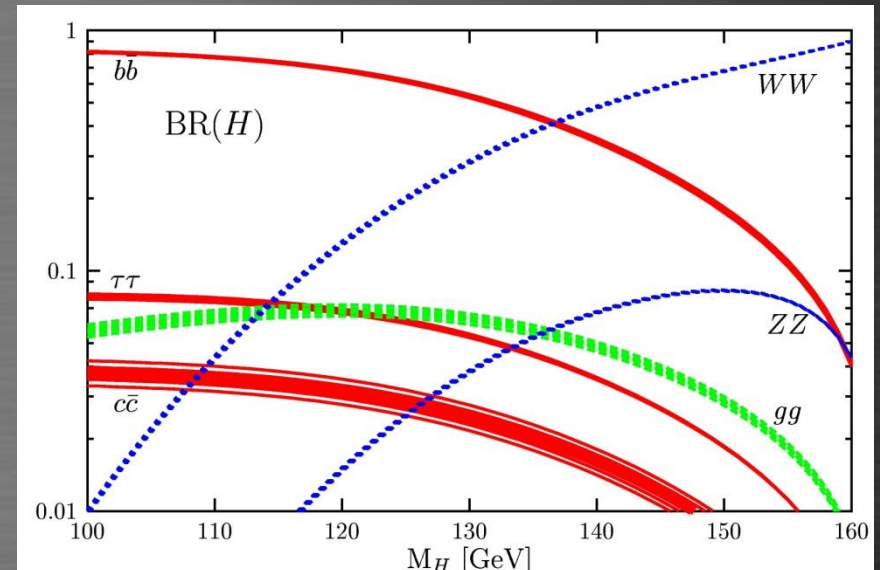


# Produção e decaimento no SM



- Todos canais importantes calculados em precisão de NLO ou NNLO (perturbativos)
- Relativamente pequenas incertezas de dependência de escala

**TIP:** - Aqui, só produção inclusiva de Higgs!  
 - Produção exclusiva tem menor taxa mas bom sinal!  
 - Modelos supersimétricos tem mais partículas com mesmo sinal !!!!



Decaimento

# Supondo que Higgs seja encontrado no LHC .....

- Número de eventos =  $L \times \sigma \approx 1$  milhão/ano (canal gg) ?
- O SM prediz taxas de produção/decaimento
  - Precisamos entender a incerteza nestas previsões
- Spin/paridade
  - Higgs é um escalar ou um pseudo-escalar?
- Higgs não poder ser mais pesado que  $\approx 200$  GeV no Modelo Padrão mínimo
- SM mínimo não tem partículas escalares extras
  - Espectroscopia de novos estados em modelos não mínimos é crucial

# Micro buracos negros no LHC ?

- Possibilidade aventada se dimensões extras existirem na natureza ( $3+n$  dimensões).
- Em 3D, efeitos quânticos no âmbito da gravitação ocorrem quando raio de Schwarzschild (raio máximo dum objeto compacto de massa  $M$ , onde nem luz pode escapar para exterior) é da ordem do comprimento de onda Compton deste objeto:

$$r_s = \frac{2GM}{c^2} \longleftrightarrow r_c = \frac{\hbar}{Mc}$$

- A escala de energia associada a este objeto é chamada escala de Planck ( $E_{\text{Pl}} = Mc^2$ ).

$$E_{\text{Pl}} = c^2 \sqrt{\frac{c\hbar}{2G}} \sim 10^{18} \text{ GeV} \simeq 10^{-8} \text{ J} .$$



# Mini buracos negros ...

- Escala de Planck é enorme pois intensidade da constante gravitacional ( $G$ ) é muito pequena (com lei do inverso do quadrado da distância).
- Para formar-se um buraco negro através da colisão de 2 partículas isso se daria apenas nesta escala (muitas ordens de grandeza do possível em aceleradores: LHC = 14000 GeV) !
- Entretanto, se existem dimensões extras ( $n$ ) com tamanho  $L$  (âmbito da teoria de branas) a constante universal gravitacional é diferente  $G_{3+n} = GL^n$  :

$$G = \frac{G_{3+n} M}{r^{n+2}} .$$



$$E_{\text{Pl}} = c^2 \left[ \frac{c^2}{GL^n} \left( \frac{\hbar}{c} \right)^{n+1} \right]^{1/(n+2)} .$$

Campo gravitacional em 3+n dimensões

# Mini buracos negros ...

- Para um número suficientemente grande de dimensões extras e tamanho da escala de milímetros, escala de Planck é próxima da escala de unificação eletro-frac (ordem de 100 GeV).
- Neste caso, podem ser gerados mini buracos negros nas escalas de energia do LHC.
- Entretanto, decairiam rapidamente, evaporando-se por emissão de radiação Hawking (1974, não verificado)

$$T_H \propto \frac{1}{M^{1/(n+1)}} .$$

- Estimativa de evaporação em  $10^{-26}$  s. !!!



# Segurança operacional

- As previsões para a produção de buracos negros dependem do número de dimensões extras ( $n = 7?$ ) e da massa do buraco negro ( $M$ ) e do modelo específico de produção.
- Previsões otimistas prevêm produção de alguns por segundo no LHC.
- Um comitê internacional independente de físicos (LSAG\*\*) já analisou as possibilidades do surgimento destes micro buracos negros, rechaçando qualquer possibilidade de perigo.
- Diversas colisões deste tipo ocorrem na natureza (em interações de raios cósmicos) e não há efeitos visíveis...
- Há processos judiciais solicitando impedimento de funcionamento do LHC (justiça de vários países não acataram petições).

**\*\* LHC Safety Assessment Group – LSAG**



# Desafios tecnológicos no LHC

# Desafios tecnológicos no LHC ...

- Campos magnéticos são produzidos por 1.232 eletroímãs (15 metros cada)
- Campos de 8,3 Tesla (100 mil vezes maior que o da Terra)
- São alimentados por cabos de supercondutores energizados por corrente de 12 mil ampères.





# Desafios tecnológicos no LHC ...



## Refrigerando eletroímãs ...

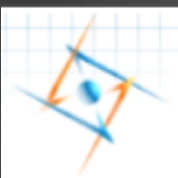
- Refrigerados a **-271,25 °C**
- Nesta temperatura os eletroímãs podem operar sem resistência elétrica
- O LHC usa 9.798 toneladas de nitrogênio líquido para refrigerar os ímãs a **-193,2 °C**
- 54 toneladas de hélio líquido para refrigerá-los ainda mais



**Criogenia nesta escala é inédita !**



# Desafios tecnológicos no LHC



## LHC: A Era do Exabyte

<i>1 Caráter (letra, número, etc)</i>	<i>1 byte</i>
<i>1/2 Página de Texto</i>	<i>1 KB (Kilobyte) = 10<sup>3</sup> bytes</i>
<i>1 Livro</i>	<i>1 MB (Megabyte) = 10<sup>6</sup> bytes</i>
<i>1 Sinfonia em Alta Fidelidade</i>	<i>1 GB (Gigabyte) = 10<sup>9</sup> bytes</i>
<i>1/20 da Biblioteca do Congresso Americano</i>	<i>1 TB (Terabytes) = 10<sup>12</sup> bytes</i>
<i>1/10 Toda Informação Existente na Web</i>	<i>1 PB (Petabyte) = 10<sup>15</sup> bytes</i>
<i>1/5 Toda Informação Gerada em 2002</i>	<i>1 EB (Exabyte) = 10<sup>18</sup> bytes</i>



- 1 Exabyte de dados in 5–8 anos
  - Equivalente a 1.43 bilhões de CD's
    - Pilha de 1.857 km
    - 4.700 Pães de Açúcar
    - 210 Montes Everest

# LHC Computing Grid - (LCG)

- **O LCG** permite acesso aos dados para analisar as experiências do LHC do CERN.
- CERN criou infra-estrutura distribuída de armazenamento e de tratamento de dados com a **computação em grid.**



- Após tratamento inicial, os dados da ordem dos 15 petabytes (15 milhões de Gigabyte) serão distribuídos a 11 grandes centros, abertos 24h que disporão de capacidade de armazenagem.

# LHC Computing Grid - (LCG)

- Os centros são chamados de centros “*Tier-1*”
- Estes disponibilizarão a mais de 160 centros “*Tier-2*” para efetuarem tarefas de análise específicas, e é finalmente a estes dados que os cientistas acessarão a partir dos seus PCs.

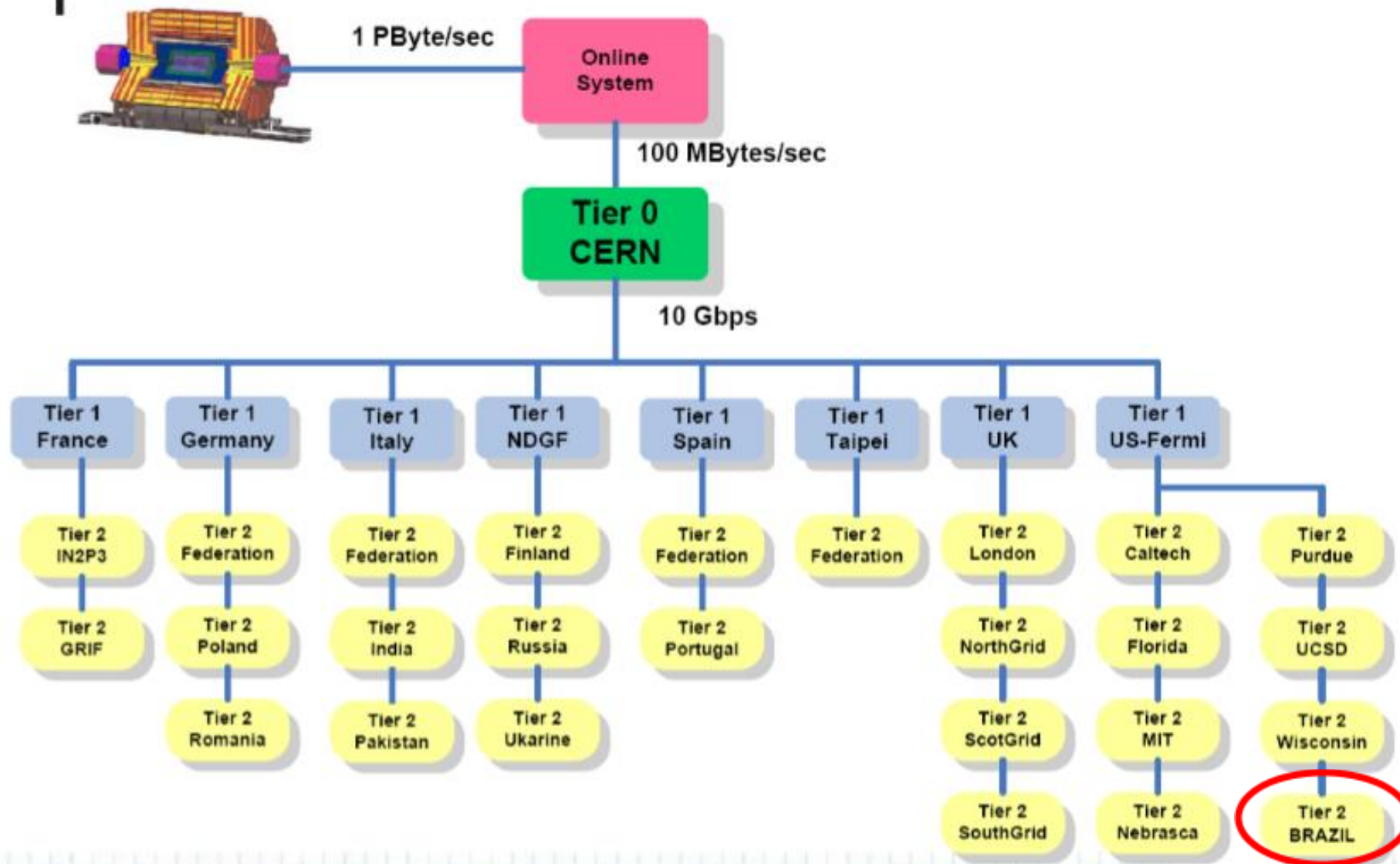


- A nível mundial a LCG chama-se **WLCG**, para colaborar estreitamente com outros projetos de grid CERN tais como: **EGEE (Enabling Grid for E-sciencE)** e o **CERN Openlab**
- Brasil está no nível Tier-2 (UNESP e UERJ/UFRJ/CBPF)



# Desafios tecnológicos no LHC

## Estrutura Hierárquica





# O GFPAE e a RENAFAE

# Grupo de Fenomenologia de Partículas de Altas Energias (GFPAE)

- Linhas de pesquisa ligadas a diversos projetos teóricos em fenomenologia (início em 1994).
- Voltados para os problemas recentes da Física de Altas Energias tais como os experimentos LHC, Relativistic Heavy Ion Collider ( RHIC ) e o Projeto Pierre Auger (raios cósmicos) .
- Dentre as principais linhas de pesquisa estão:
  - Cromodinâmica de alta densidade; equações de Evolução; Saturação;
  - Produção de Higgs;
  - Difração dura e soft;
  - Produção de quarks pesados;
  - Neutrinos.

\*\*\* O grupo também é responsável pela organização do Latin American Workshop on High Energy Phenomenology (LAWHEP)

# Pessoal - GFP AE

## **Coordenadora**

Profa. Maria Beatriz Gay

## **Professor**

Prof. Magno V. T. Machado (vínculo em 1996)

## **Ex-alunos/Colaboradores**

Prof. Álvaro Leonardi Ayala Filho (IFM – UFPel)

Prof. Victor Paulo Barros Gonçalves (IFM – UFPel)

Prof. Cristiano Brenner Mariotto (FURG)

Prof. Werner Krambeck Sauter (IFM – UFPel)

Prof. Marcos André Betemps (CAVG – UFPel )

Prof. Luiz Fernando Mackedanz (FURG)

Dr. João Thiago de Santana Amaral (IFM - UFPel)

## **Doutorandos**

Emmanuel Gräve de Oliveira

Mairon Melo Machado

Gustavo Gil da Silveira

Eduardo André Flach Basso

# LAWHEP – 2005 (foto)





# Rede Nacional de Física de Altas Energias (RENAFAE)

## Portaria MCT nº 321, de 28.05 2008

Institui a Rede Nacional de Física de Altas Energias, como um dos elementos do Programa de Cooperação Internacional, no âmbito dos Objetivos Estratégicos Nacionais e, associado ao eixo da Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior.

O MINISTRO DE ESTADO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA, no uso de suas atribuições, resolve:

Art. 1º Instituir a Rede Nacional de Física de Altas Energias como um dos elementos do Programa de Cooperação Internacional, no âmbito dos Objetivos Estratégicos Nacionais e, associado ao eixo da Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior, que se regerá pelas normas da presente Portaria.

Art. 2º A Rede Nacional de Física de Altas Energias, doravante referida como RENAFAE, tem por objetivos:

I - promover no País o avanço científico e tecnológico da investigação das propriedades das partículas e suas interações fundamentais;

II - coordenar as atividades dos grupos atuantes em física de altas energias e, em particular, as atividades associadas às grandes colaborações internacionais;

III - consolidar e ampliar a pesquisa em física de altas energias, expandindo a capacitação científica e técnica necessária para explorar os benefícios resultantes dos desenvolvimentos associados e suas implicações tecnológicas;

IV - desenvolver um programa de mobilização de empresas instaladas no Brasil para atuar no desenvolvimento da instrumentação e do software para as colaborações internacionais da área.

Art. 3º A RENAFAE terá como órgão de coordenação central o Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas - CBPF, vinculado ao Ministério da Ciência e Tecnologia - MCT, e contará para isso com um Comitê Técnico-Científico (CTC) e um Comitê Supervisor (CS).

Art. 4º A RENAFAE será formada por pesquisadores de instituições associadas, que desenvolvem pesquisas e projetos na área da física de altas energias, a critério do CTC.

Parágrafo único: As instituições associadas deverão firmar Acordo de Cooperação com a RENAFAE a fim de garantir o apoio e "objetivar o desenvolvimento científico e tecnológico da área da física de altas energias".

# Orçamento e conexão GFP AE

- Orçamento do RENAF AE é de 8 milhões de reais para primeiro triênio (2009-2011).
- Eduardo Galvão (CBPF) preside e Maria Beatriz Gay (IF – UFRGS) faz parte do Comitê Técnico-Científico (CTC)
- Aprovado recurso para estruturar extensão da grid computacional até o sul (via GFP AE).
- Start up para montagem de cluster e treinamento para participar de sistema grid.



*That's all Folks!*