Física de Altas Energias

Leandro de Paula

LAPE-IF-UFRJ
leandro@if.ufrj.br

Comitê de Usuários da RNP
6 de dezembro de 2006

Plano da Apresentação

1. Física de Altas Energias
2. Observação de Raios Cósmicos
3. Projetos com Aceleradores
4. Novos Métodos
5. Considerações Finais

Física de Altas Energias

- Objetivo: estudar os constituintes fundamentais da matéria
- Física Experimental de Partículas
- Mecânica Quântica ➠ Para investigar estruturas de dimensões pequenas é necessário usar partículas com muita energia
- O método experimental consiste em observar o resultado de colisões de partículas
- Em 1897 J.J.Thomson descobriu o elétron em Cambridge, em 1995 as colaborações CDF e D0 descobriram o sexto quark (top) no FERMLAB
- **32 prêmios Nobel!**

Física de Altas Energias

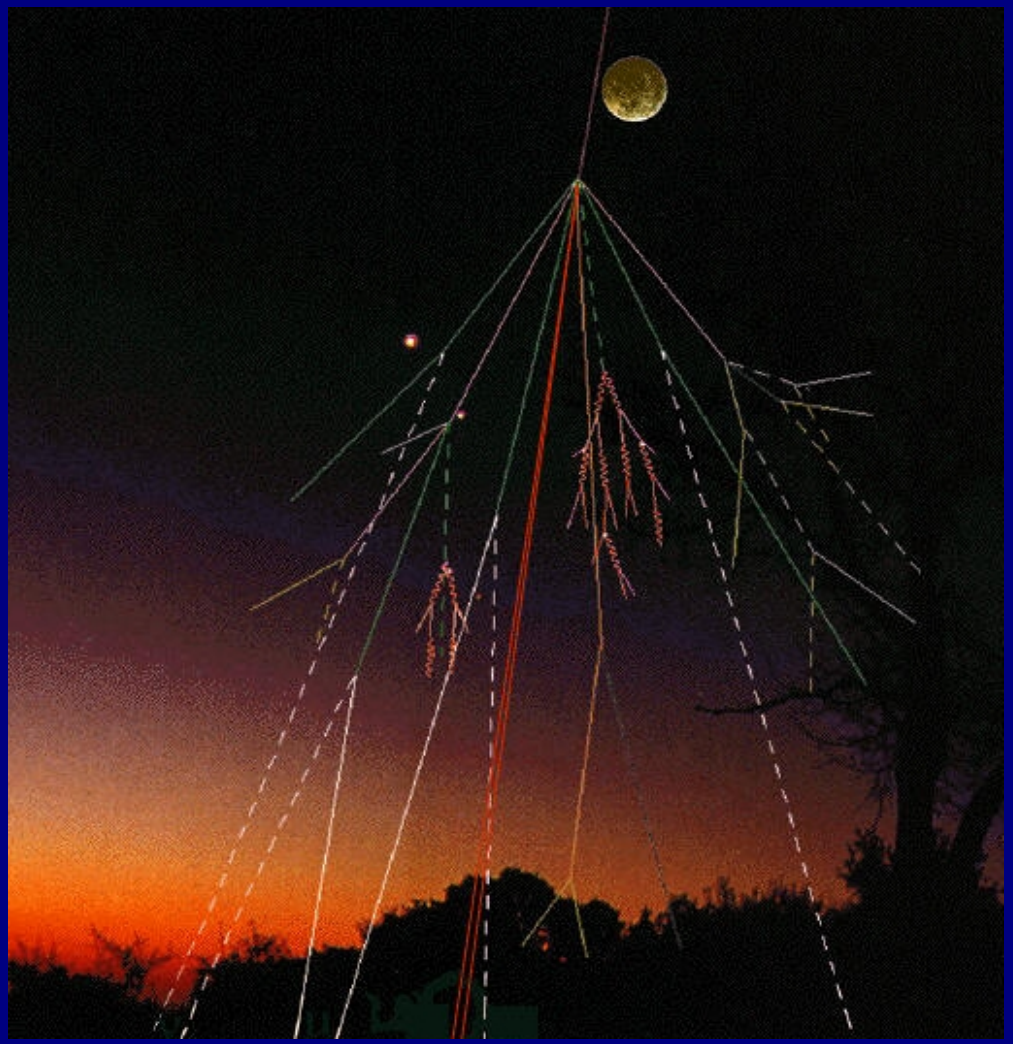
- Objetivo: estudar os constituintes fundamentais da matéria
- Física Experimental de Partículas
- Mecânica Quântica ➠ Para investigar estruturas de dimensões pequenas é necessário usar partículas com muita energia
- O método experimental consiste em observar o resultado de colisões de partículas
- Em 1897 J.J.Thomson descobriu o elétron em Cambridge, em 1995 as colaborações CDF e D0 descobriram o sexto quark (top) no FERMLAB
- **32 prêmios Nobel!**

Física de Altas Energias

- Objetivo: estudar os constituintes fundamentais da matéria
- Física Experimental de Partículas
- Mecânica Quântica ➠ Para investigar estruturas de dimensões pequenas é necessário usar partículas com muita energia
- O método experimental consiste em observar o resultado de colisões de partículas
- Em 1897 J.J.Thomson descobriu o elétron em Cambridge, em 1995 as colaborações CDF e D0 descobriram o sexto quark (top) no FERMLAB
- **32 prêmios Nobel!**

Como Colidir Partículas?

- Raios Cósmicos



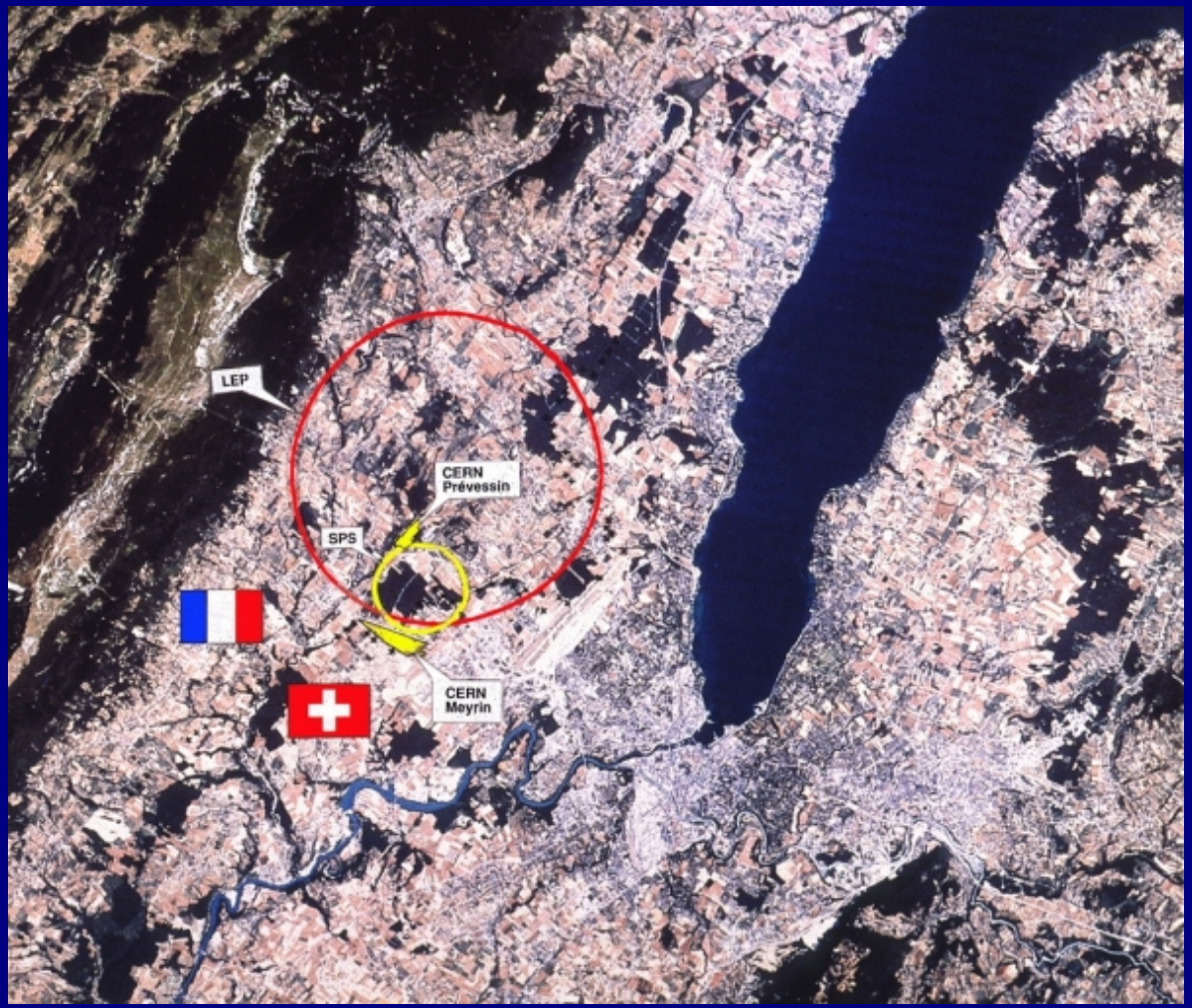
Como Colidir Partículas?

- Raios Cósmicos
- Aceleradores



Como Colidir Partículas?

- Raios Cósmicos
- Aceleradores

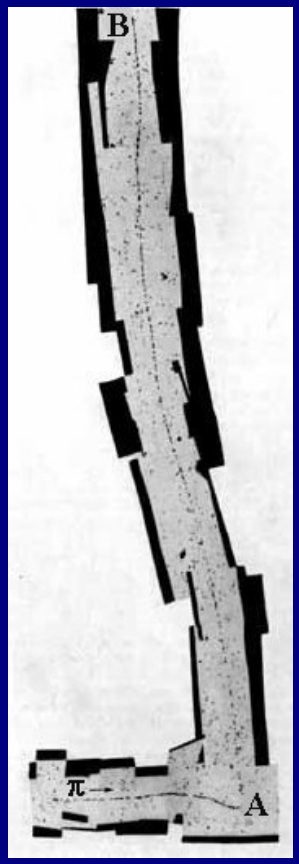


Como Observar?

- Contagens
- Emulsões
- Detetores

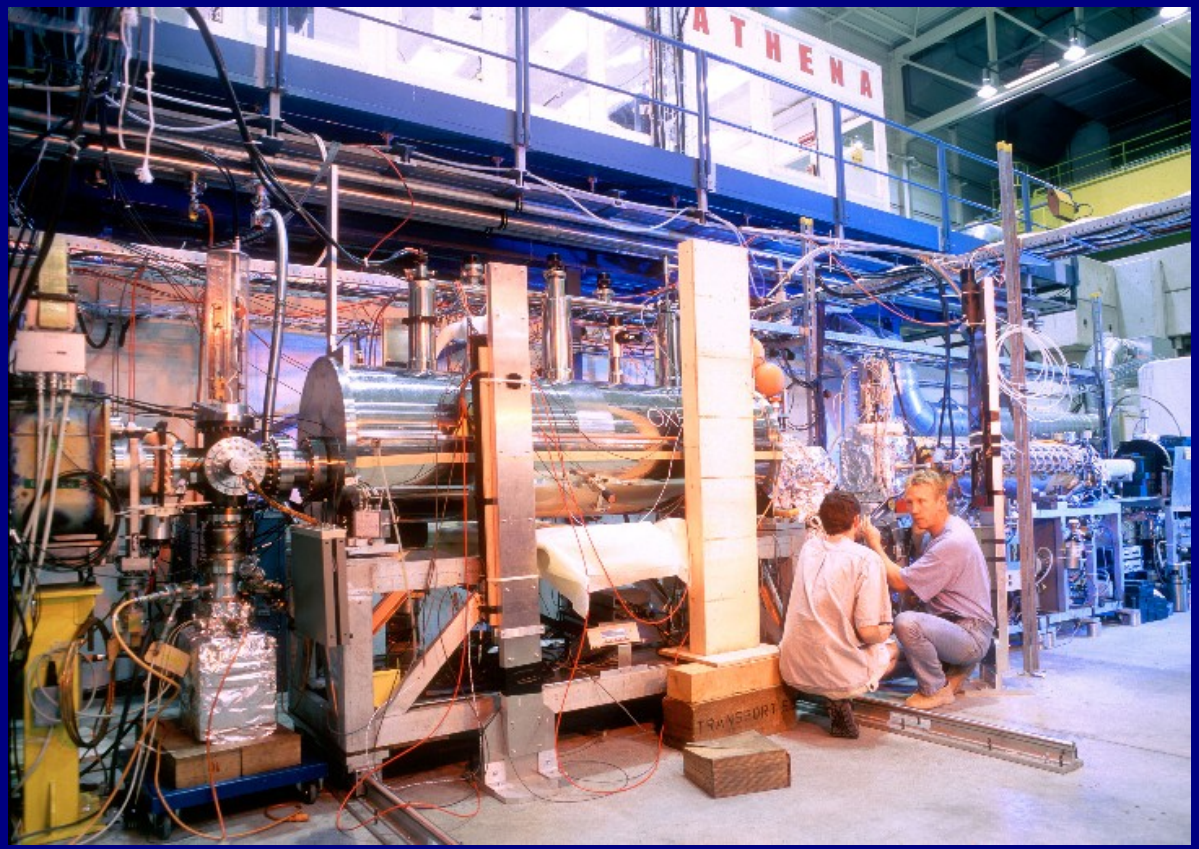
Como Observar?

- Contagens
- Emulsões
- Detetores



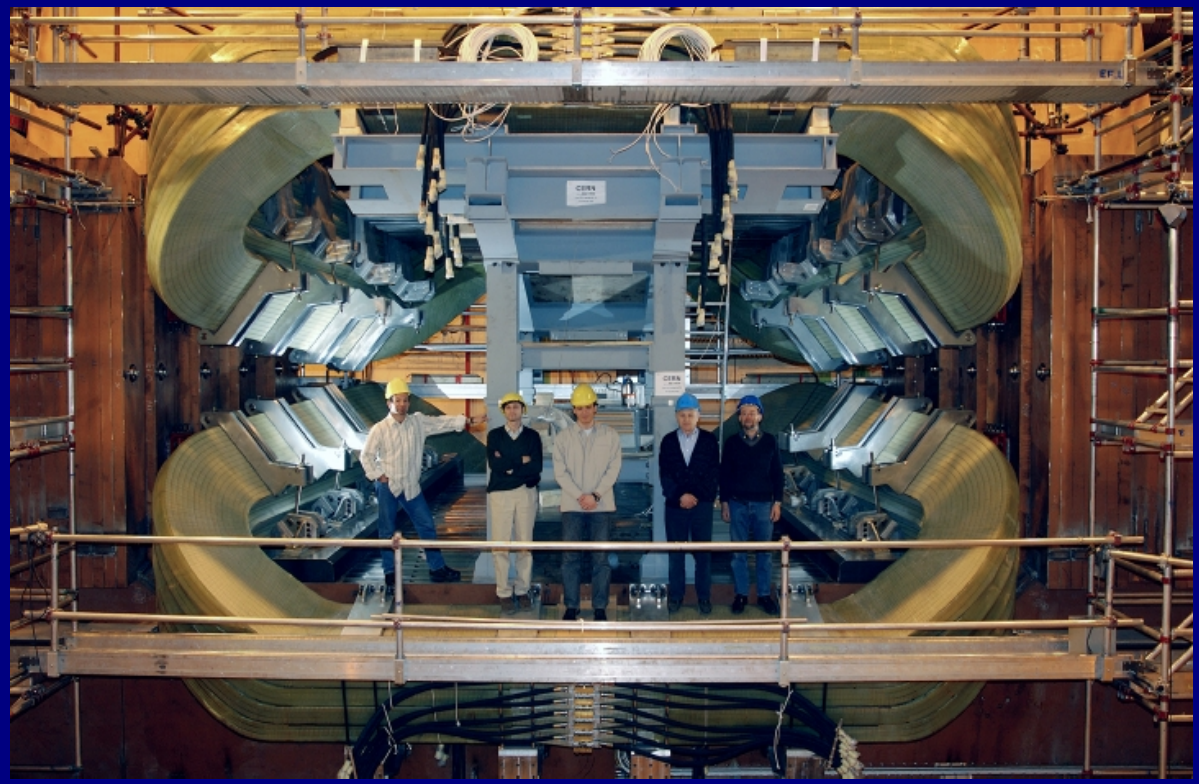
Como Observar?

- Contagens
- Emulsões
- Detetores



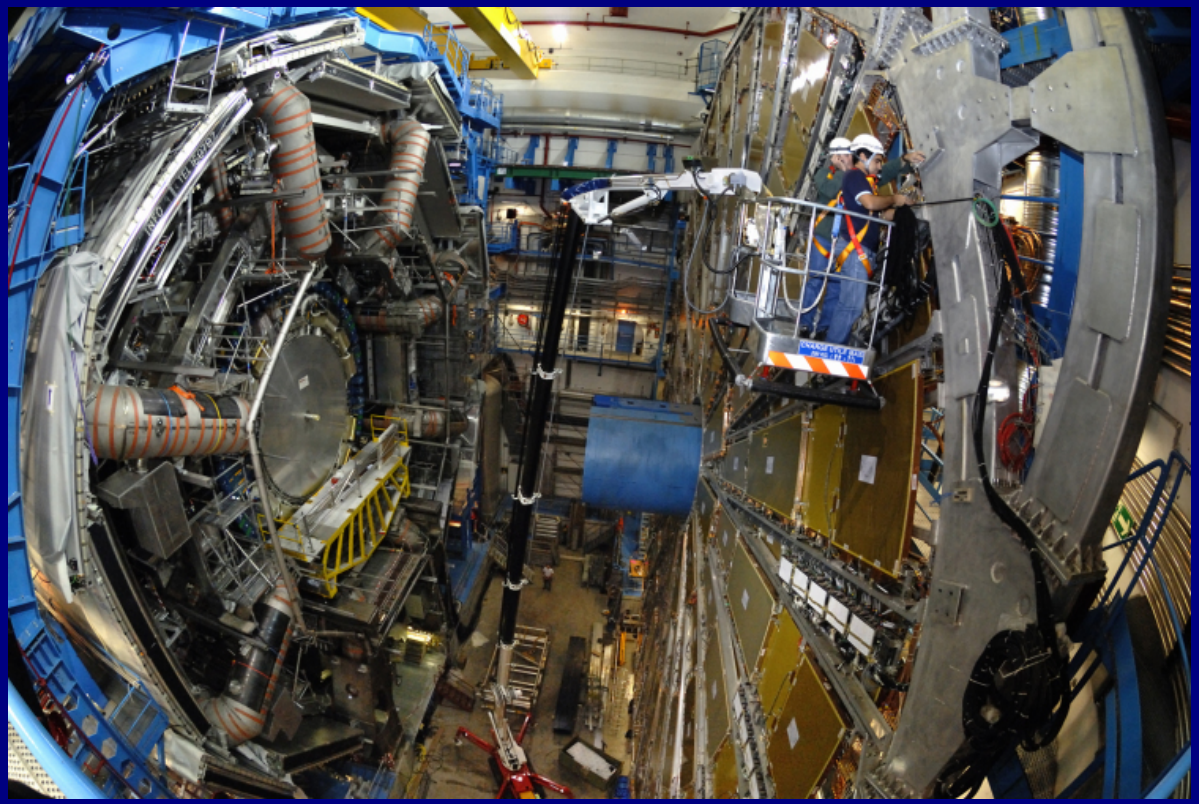
Como Observar?

- Contagens
- Emulsões
- Detetores



Como Observar?

- Contagens
- Emulsões
- Detetores



Como Observar?

- Contagens
- Emulsões
- Detetores



Grandes Colaborações

- A complexidade dos experimentos exige uma estratégia de **colaborações**
- Os grandes projetos são:
  - Estados Unidos: Fermilab , Brookhaven , Babar
  - Japão: Belle
  - Alemanha: Desy
  - Suíça: CERN
  - Argentina: Auger
- Colaborações de centenas ou milhares de pesquisadores de dezenas de países
- A necessidade de recursos computacionais tem aumentado constantemente

Grandes Colaborações

- A complexidade dos experimentos exige uma estratégia de **colaborações**
- Os grandes projetos são:
  - Estados Unidos: Fermilab , Brookhaven , Babar
  - Japão: Belle
  - Alemanha: Desy
  - Suíça: CERN
  - Argentina: Auger
- Colaborações de centenas ou milhares de pesquisadores de dezenas de países
- A necessidade de recursos computacionais tem aumentado constantemente

Grandes Colaborações

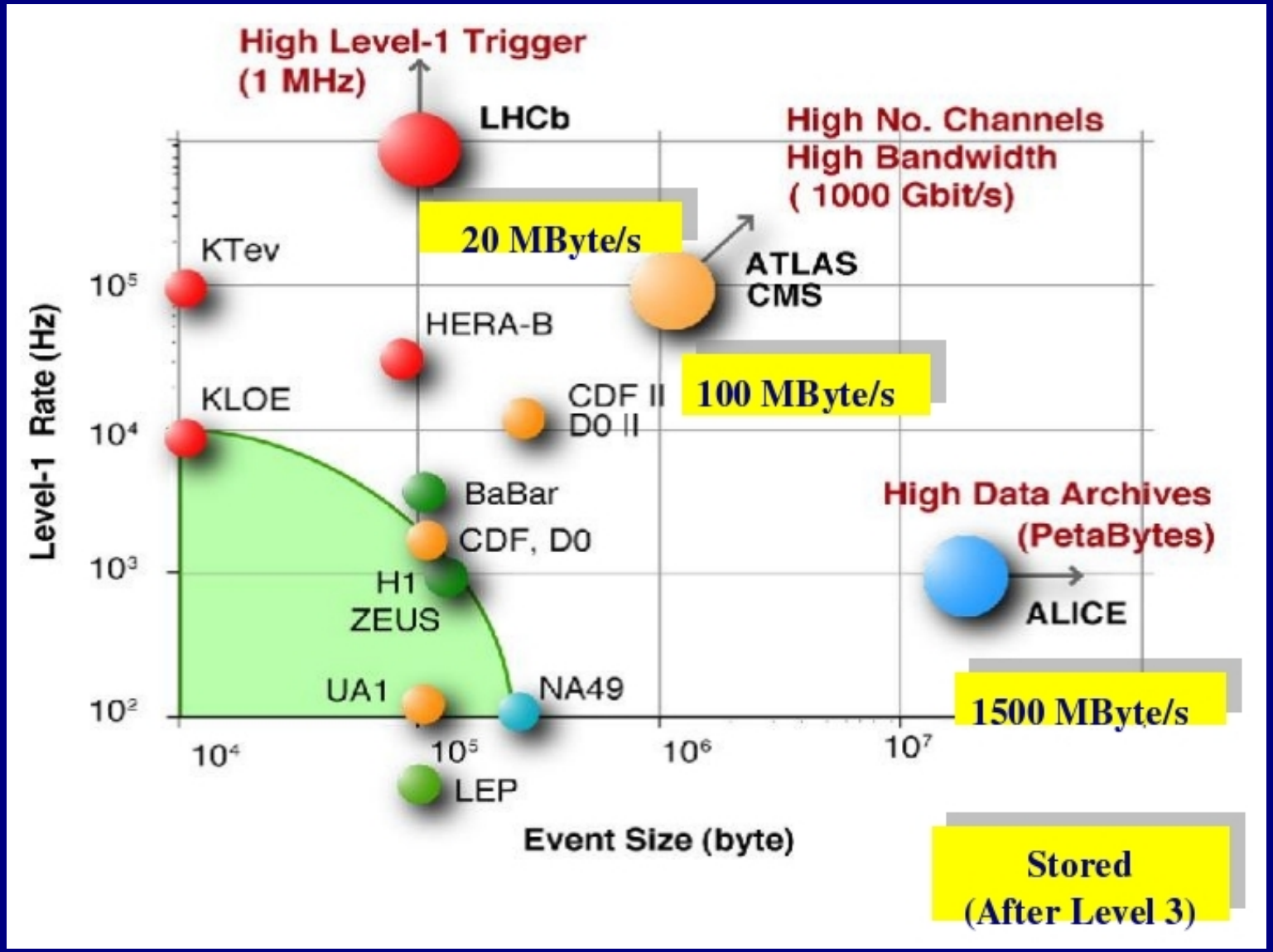
- A complexidade dos experimentos exige uma estratégia de **colaborações**
- Os grandes projetos são:
  - Estados Unidos: Fermilab , Brookhaven , Babar
  - Japão: Belle
  - Alemanha: Desy
  - Suíça: CERN
  - Argentina: Auger
- Colaborações de centenas ou milhares de pesquisadores de dezenas de países
- A necessidade de recursos computacionais tem aumentado constantemente

Grandes Colaborações

- A complexidade dos experimentos exige uma estratégia de **colaborações**
- Os grandes projetos são:
  - Estados Unidos: Fermilab, Brookhaven, Babar
  - Japão: Belle
  - Alemanha: Desy
  - Suíça: CERN
  - Argentina: Auger
- Colaborações de centenas ou milhares de pesquisadores de dezenas de países
- A necessidade de recursos computacionais tem aumentado constantemente

Grandes Colaborações

- A complexidade dos experimentos exige uma estratégia de **colaborações**
- Os grandes projetos são:
  - Estados Unidos: Fermilab, Brookhaven, Babar
  - Japão: Belle
  - Alemanha: Desy
  - Suíça: CERN
  - Argentina: Auger
- Colaborações de centenas ou milhares de pesquisadores de dezenas de países
- A necessidade de recursos computacionais tem aumentado constantemente


High Level-1 Trigger
(1 MHz)
LHCb
High No. Channels
High Bandwidth
(1000 Gbit/s)
20 MByte/s
KTev
ATLAS
CMS
HERA-B
KLOE
CDF II
D0 II
100 MByte/s
BaBar
CDF, D0
High Data Archives
(PetaBytes)
H1
ZEUS
ALICE
UA1
NA49
1500 MByte/s
LEP
Level-1 Rate (Hz)
Event Size (byte)
Stored
(After Level 3)

Raios Cósmicos

- Foi dominante até os anos 50/60
- Contribuição relevante brasileira - Cesar Lattes
- Observatório Pierre Auger - Argentina
  - 1.600 tanques em $\approx$ 1.500 km^2
  - 4 *telescópios*
- O volume de dados não é o problema, mas a rede para Malargue não é adequada

Raios Cósmicos

- Foi dominante até os anos 50/60
- Contribuição relevante brasileira - Cesar Lattes
- Observatório Pierre Auger - Argentina
  - 1.600 tanques em $\approx$ 1.500 km^2
  - 4 *telescópios*
- O volume de dados não é o problema, mas a rede para Malargue não é adequada

LHC - Large Hadron Collider

- É o grande projeto da Física de Altas Energias
- Colisão de prótons a 14 TeV com início em 2007/2008 e pelo menos 10 anos de funcionamento
- 4 Experimentos
- Produção de 15 Petabytes/ano de dados ⇨ ≈ 500 vezes a altura do Pão de Açúcar de CDs
- Necessidade de 70.000 processadores para analisar os dados . O CERN só terá 5.000!
- Necessidade de usar uma solução tipo **GRID**

LHC - Large Hadron Collider

- É o grande projeto da Física de Altas Energias
- Colisão de prótons a 14 TeV com início em 2007/2008 e pelo menos 10 anos de funcionamento
- 4 Experimentos
- Produção de 15 Petabytes/ano de dados ⇨ ≈ 500 vezes a altura do Pão de Açúcar de CDs
- Necessidade de 70.000 processadores para analisar os dados . O CERN só terá 5.000!
- Necessidade de usar uma solução tipo **GRID**

LHC - Large Hadron Collider

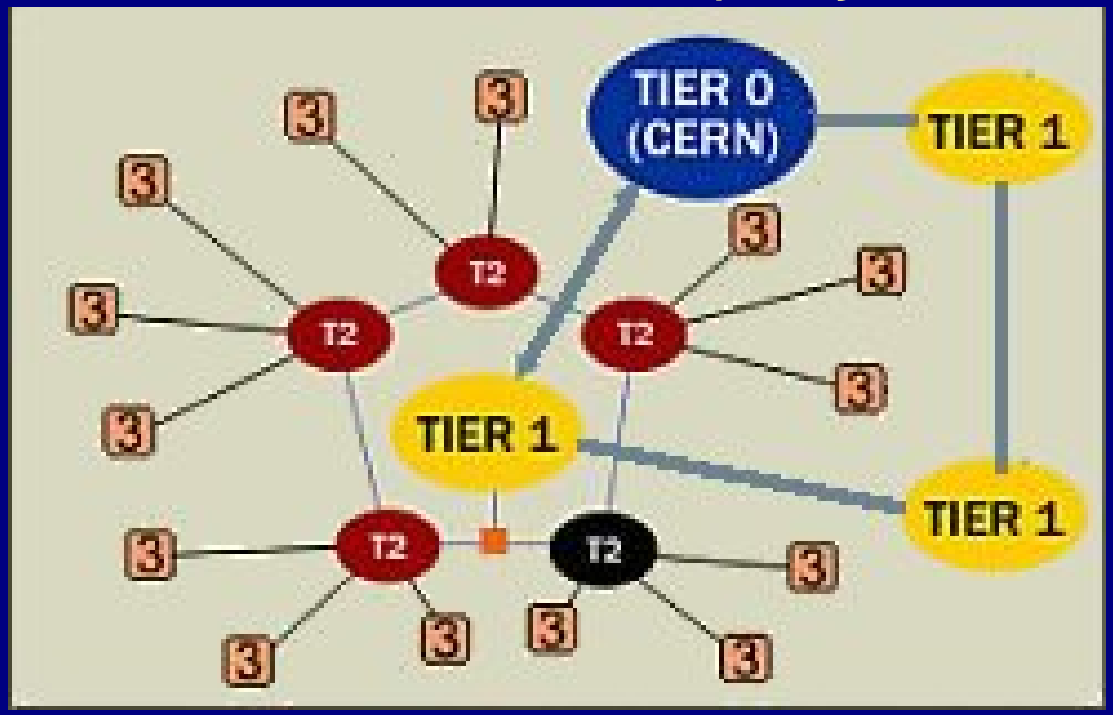
- É o grande projeto da Física de Altas Energias
- Colisão de prótons a 14 TeV com início em 2007/2008 e pelo menos 10 anos de funcionamento
- 4 Experimentos
- Produção de 15 Petabytes/ano de dados ⇨ ≈ 500 vezes a altura do Pão de Açúcar de CDs
- Necessidade de 70.000 processadores para analisar os dados . O CERN só terá 5.000!
- Necessidade de usar uma solução tipo **GRID**

LHC - Large Hadron Collider

- É o grande projeto da Física de Altas Energias
- Colisão de prótons a 14 TeV com início em 2007/2008 e pelo menos 10 anos de funcionamento
- 4 Experimentos
- Produção de 15 Petabytes/ano de dados ⇨ ≈ 500 vezes a altura do Pão de Açúcar de CDs
- Necessidade de 70.000 processadores para analisar os dados . O CERN só terá 5.000!
- Necessidade de usar uma solução tipo **GRID**

GRID

- Um sistema de computação distribuída

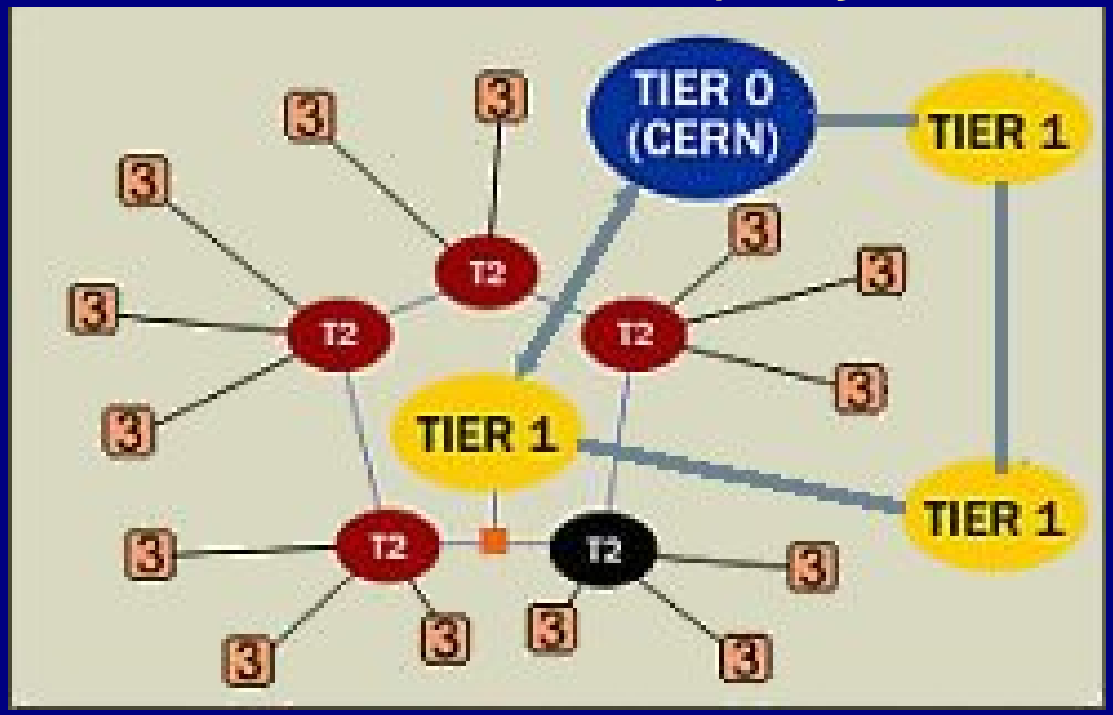


- T0 - T1:
2.5 a 10 Gbps
- T1 - T2:
1 a 2.5 Gbps

- Já conta com ≈ 50.000 CPUs

GRID

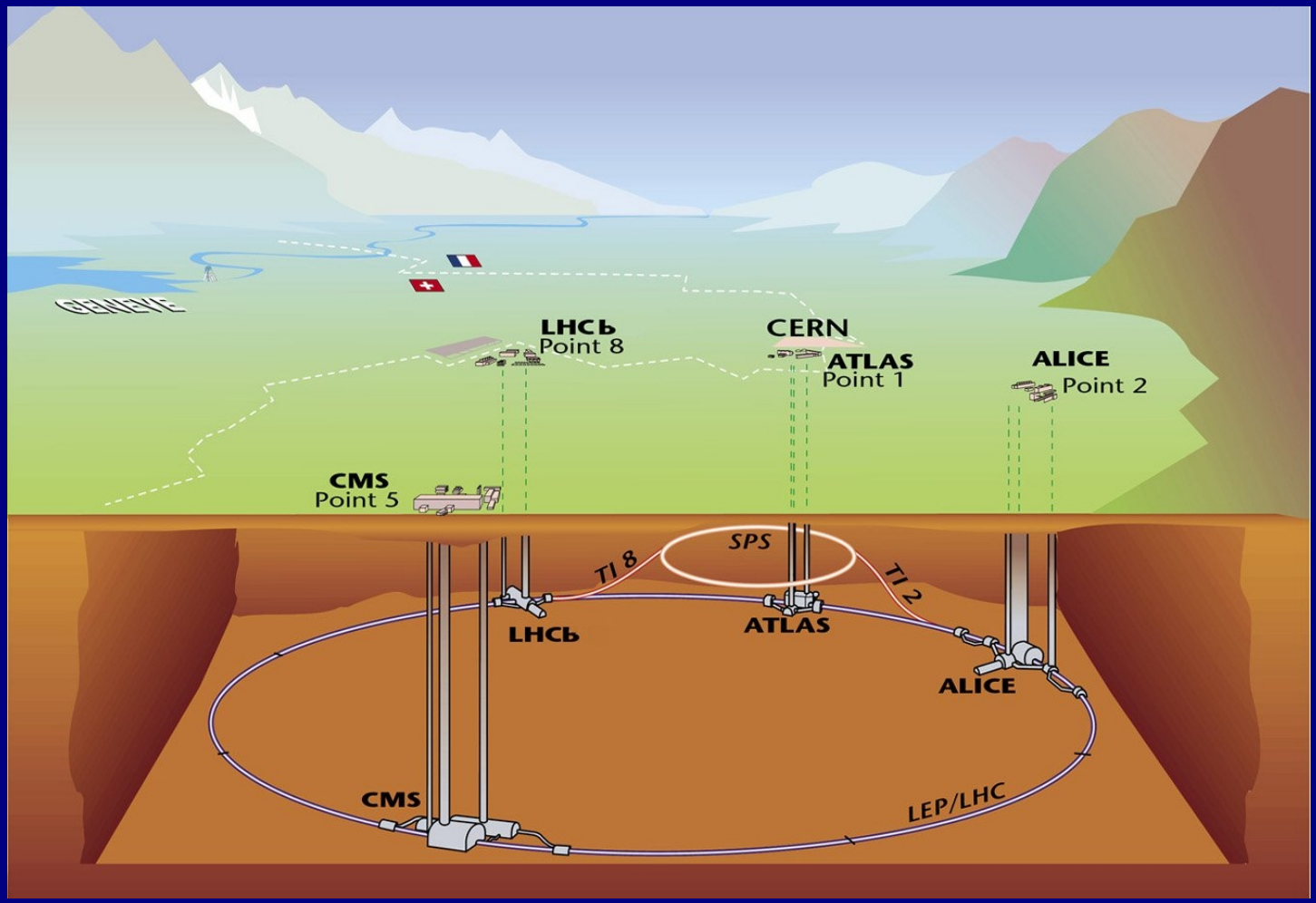
- Um sistema de computação distribuída



- T0 - T1:
2.5 a 10 Gbps
- T1 - T2:
1 a 2.5 Gbps

- Já conta com ≈ 50.000 CPUs

Os Experimentos do LHC



Os Grupos Brasileiros no LHC

- ALICE: UNICAMP e USP
- ATLAS: UFJF, UFRJ e UFSJR
- CMS: CBPF, UERJ e UNESP
- LHCb: CBPF e UFRJ

Os Grupos Brasileiros no LHC

- ALICE: UNICAMP e USP
- ATLAS: UFJF, UFRJ e UFSJR
- CMS: CBPF, UERJ e UNESP
- LHCb: CBPF e UFRJ

- Testes
  - DIRAC e EELA

Os Grupos Brasileiros no LHC

- ALICE: UNICAMP e USP
- ATLAS: UFJF, UFRJ e UFSJR
- CMS: CBPF, UERJ e UNESP
- LHCb: CBPF e UFRJ

- Testes
  - DIRAC e EELA
- Produção
  - HEPGRID

Os Grupos Brasileiros no LHC

- ALICE: UNICAMP e USP
- ATLAS: UFJF, UFRJ e UFSJR
- CMS: CBPF, UERJ e UNESP
- LHCb: CBPF e UFRJ

- Testes
  - DIRAC e EELA
- Produção
  - HEPGRID
  - SPRACE

Os Grupos Brasileiros no LHC

- ALICE: UNICAMP e USP
- ATLAS: UFJF, UFRJ e UFSJR
- CMS: CBPF, UERJ e UNESP
- LHCb: CBPF e UFRJ

- Testes
  - DIRAC e EELA
- Produção
  - HEPGRID
  - SPRACE

- Integração entre grupos brasileiros $\Rightarrow$ necessidade de link rápido entre as instalações
- Necessidade de links com Tiers 1 nos Estados Unidos e na Europa - alguns Gbps

Projetos Brasileiros de GRID para FAE

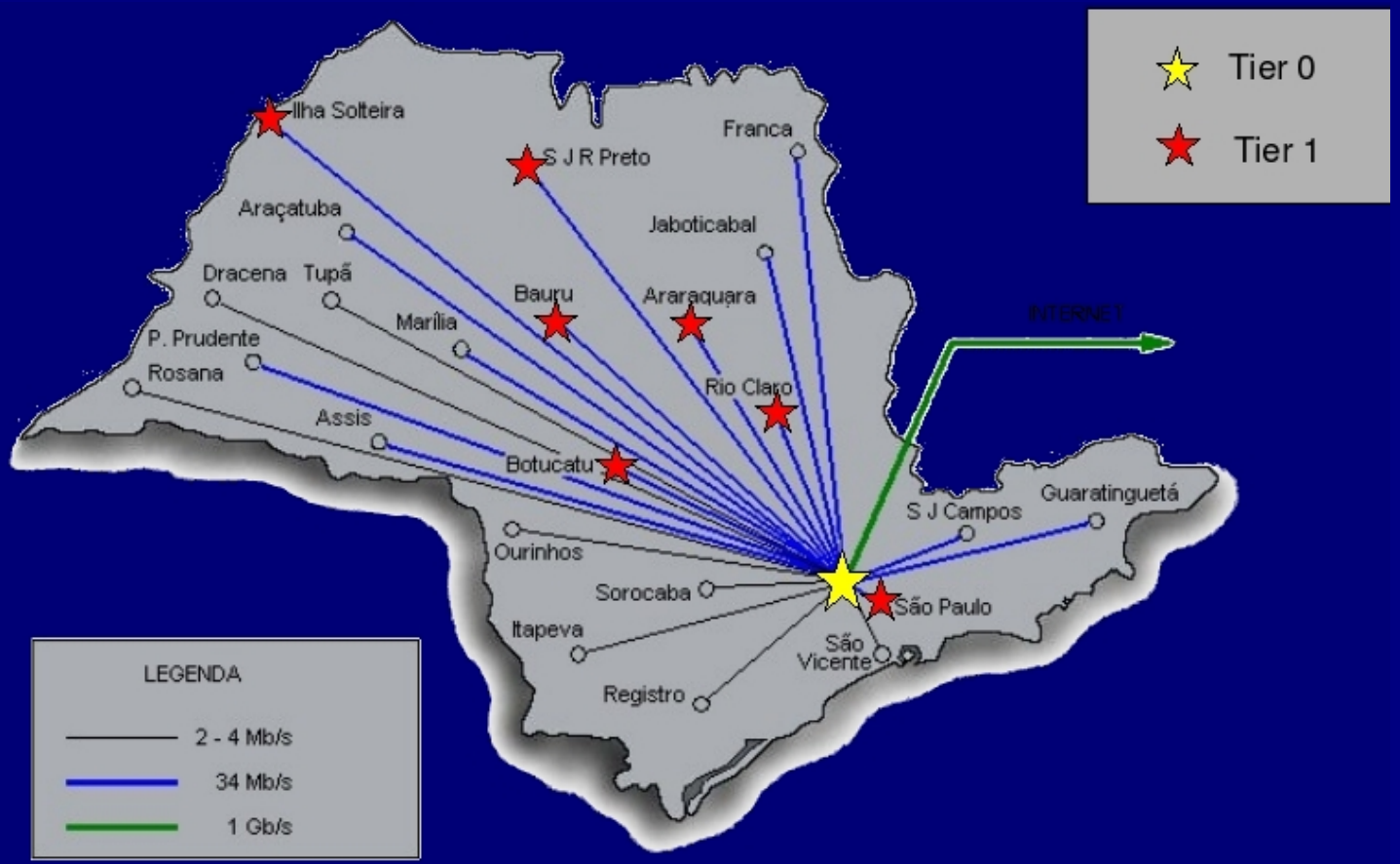
Projeto	Experimento	Status	CPUs	Disco (TB)
HEP-GRID	CMS	Operacional	240	7
SPRACE	CMS	Operacional	240	20
Star-USP	STAR + ALICE	Operacional	8	1
EELA-UFRJ-1	LHCb	Teste	8	0
Operando			**496**	**28**
CBPF-1	LHCb	Instalação	20	1
GridUnesp	CMS + Outros	Aprovado	736	28
ALICE-USP	ALICE	Aprovado	100	100
EELA-UFRJ-2	ATLAS + LHCB + Outros	Aprovado	200	5
CBPF-2	CMS + LHCb	Solicitado	80	4
Total			**1632**	**166**

Projetos Brasileiros de GRID para FAE

Projeto	Experimento	Status	CPUs	Disco (TB)
HEP-GRID	CMS	Operacional	240	7
SPRACE	CMS	Operacional	240	20
Star-USP	STAR + ALICE	Operacional	8	1
EELA-UFRJ-1	LHCb	Teste	8	0
Operando			**496**	**28**
CBPF-1	LHCb	Instalação	20	1
GridUnesp	CMS + Outros	Aprovado	736	28
ALICE-USP	ALICE	Aprovado	100	100
EELA-UFRJ-2	ATLAS + LHCB + Outros	Aprovado	200	5
CBPF-2	CMS + LHCb	Solicitado	80	4
Total			**1632**	**166**

- Deve ser apresentado um projeto da UNICAMP
- Alguns sites estão ligados pela infra-estrutura do GIGA

GridUnesp


Tier 0
Tier 1
Ilha Solteira
S J R Preto
Franca
Araçatuba
Jaboticabal
Dracena
Tupã
Bauru
Araraquara
Marília
INTERNET
P. Prudente
Rosana
Rio Claro
Assis
Botucatu
Guaratinguetá
S J Campos
Ourinhos
Sorocaba
São Paulo
Itapeva
São Vicente
Registro
LEGENDA
2 - 4 Mb/s
34 Mb/s
1 Gb/s

EELA


UNAM
ULA
CSIC
UC
CIEMAT
UPV
INFN
CBPF
CEDERJ
UFF
UFRJ
UTFSM
UDEC
GOC
RC
CERT
INIT Status

Energia Escura

- A matéria que conhecemos (matéria bariônica) é 4% da matéria do Universo

Energia Escura

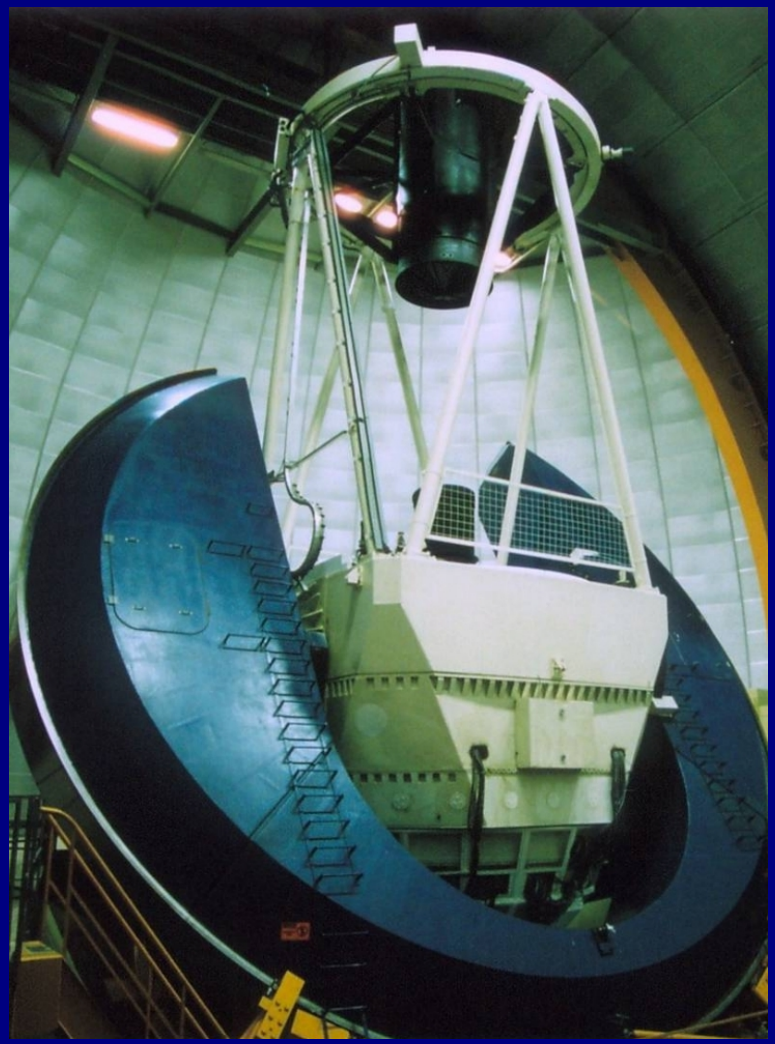
- A matéria que conhecemos (matéria bariônica) é 4% da matéria do Universo
- A matéria escura parece corresponder a 23 % e a energia escura a 85% da massa do universo!

Energia Escura

- A matéria que conhecemos (matéria bariônica) é 4% da matéria do Universo
- A matéria escura parece corresponder a 23 % e a energia escura a 85% da massa do universo!
- Os telescópios podem ser usados para procurar constituintes fundamentais da matéria
- Dark Energy Survey (DES) é uma colaboração internacional que adaptará um telescópio situado no Chile

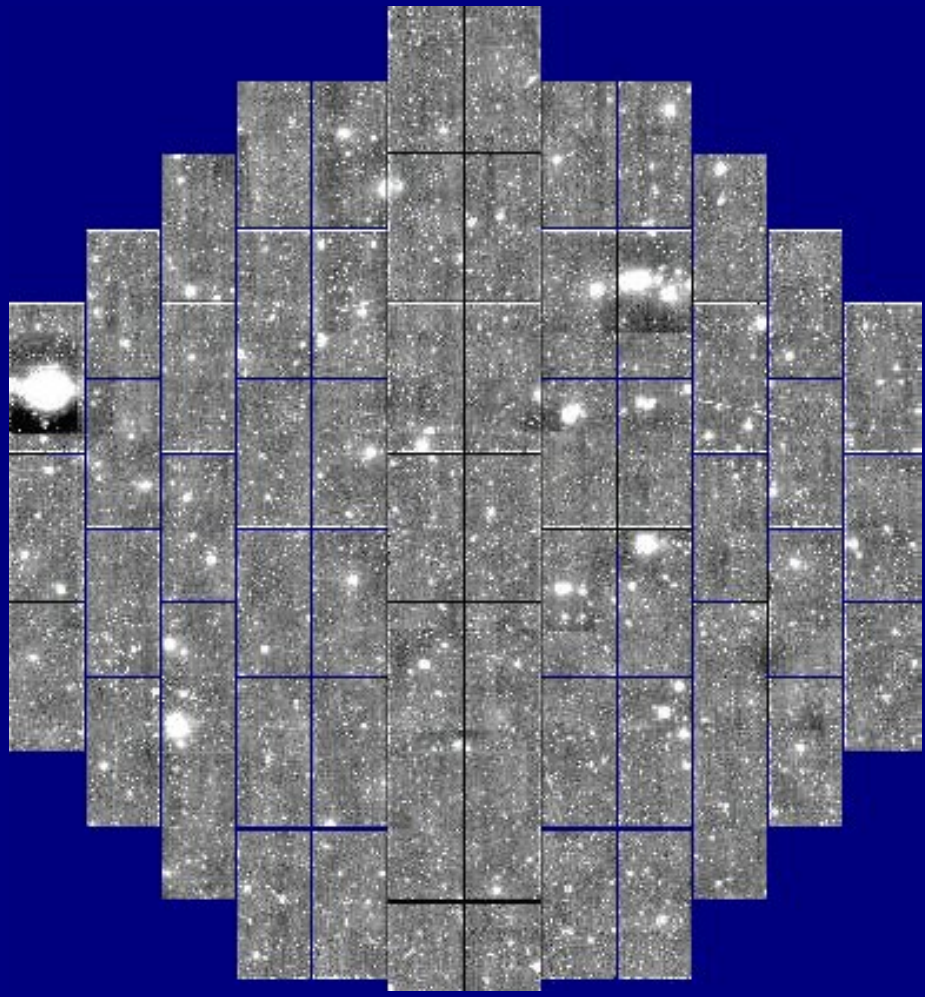
Dark Energy Survey

- Participação brasileira: ON, CBPF, LNCC ...



Dark Energy Survey

- Participação brasileira: ON, CBPF, LNCC ...
- 300 GB por noite de observação $\Rightarrow$ 400 milhões de galáxias ou 500 TB de dados em 5 anos



Considerações Finais

- A Física de Altas Energias voltou a ser uma área de pesquisa ativa no Brasil a partir da década de 90.

Considerações Finais

- A Física de Altas Energias voltou a ser uma área de pesquisa ativa no Brasil a partir da década de 90.
- Para não perder, mais uma vez, o contato com a pesquisa de ponta mundial precisamos criar uma infra-estrutura computacional sólida

Considerações Finais

- A Física de Altas Energias voltou a ser uma área de pesquisa ativa no Brasil a partir da década de 90.
- Para não perder, mais uma vez, o contato com a pesquisa de ponta mundial precisamos criar uma infra-estrutura computacional sólida
- Localização dos computadores: CBPF, LNCC, UERJ, UFRJ, UNESP, USP . . .

Considerações Finais

- A Física de Altas Energias voltou a ser uma área de pesquisa ativa no Brasil a partir da década de 90.
- Para não perder, mais uma vez, o contato com a pesquisa de ponta mundial precisamos criar uma infra-estrutura computacional sólida
- Localização dos computadores: CBPF, LNCC, UERJ, UFRJ, UNESP, USP . . .
- No que concerne a RNP, precisamos de links de 2.5 a 10 Gbps entre centros no Brasil e entre eles e Tiers 1 no Estados Unidos e Europa
- A formação de recursos humanos também é fundamental