

Astropartículas no LIP

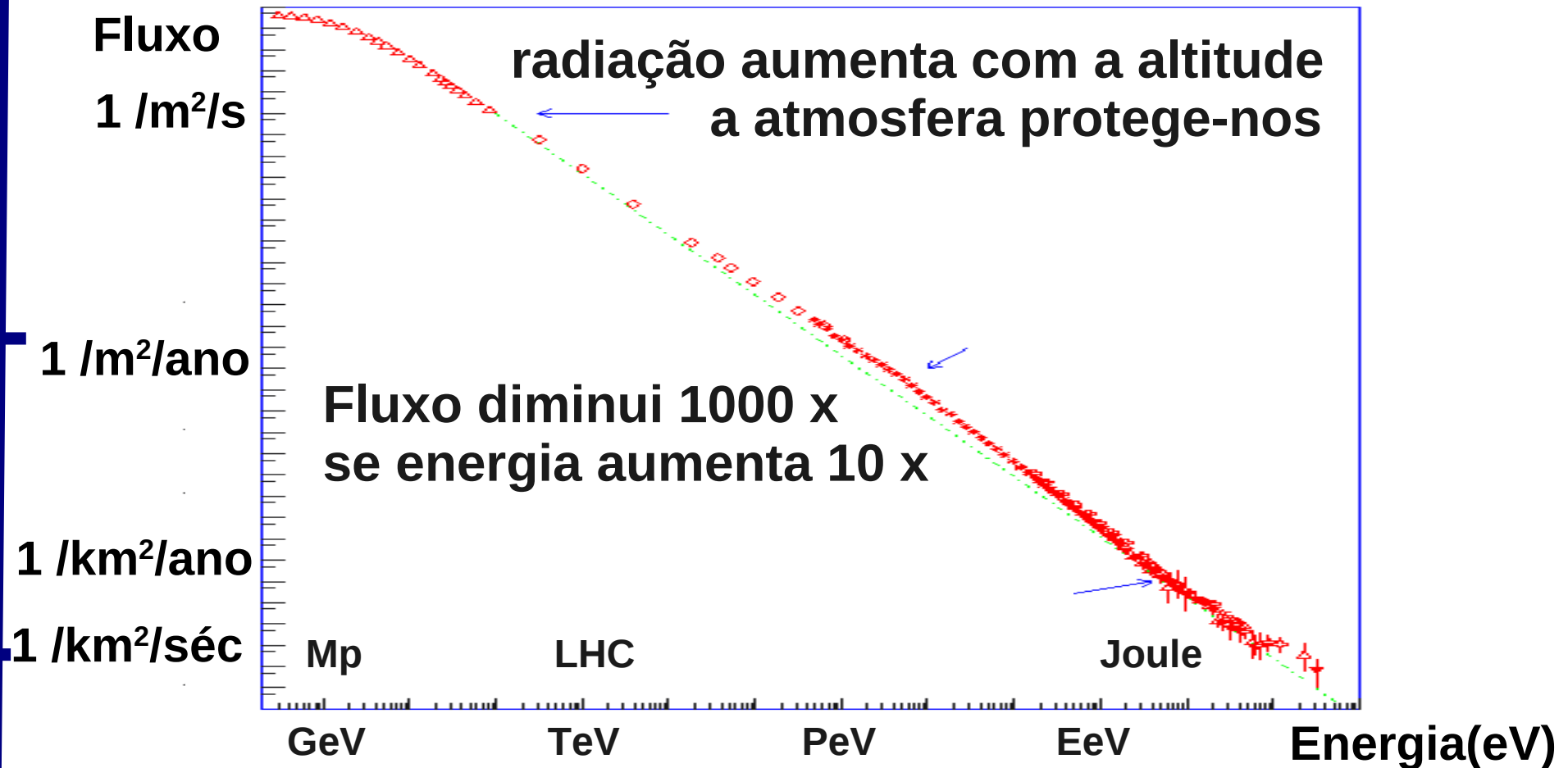
detectar γ , electrões e núcleos, do H ao Fe,
e neutrinos, e procurar a matéria escura

330 a 430 km, Estação Espacial Internacional

1.4 km, Observatório Pierre Auger

-1.5 a -2.0 km, Laboratórios SURF e SNOLAB

Raios C3smicos – part3culas que chegam de fora da atmosfera



Os raios c3smicos de mais baixa energia v3em das estrelas ou das explos3es de supernovas – dizem-nos o que l3a h3a! Sobre os de mais alta energia, sabemos muito menos!

AMS na Estação Espacial Internacional

O que é a matéria escura?

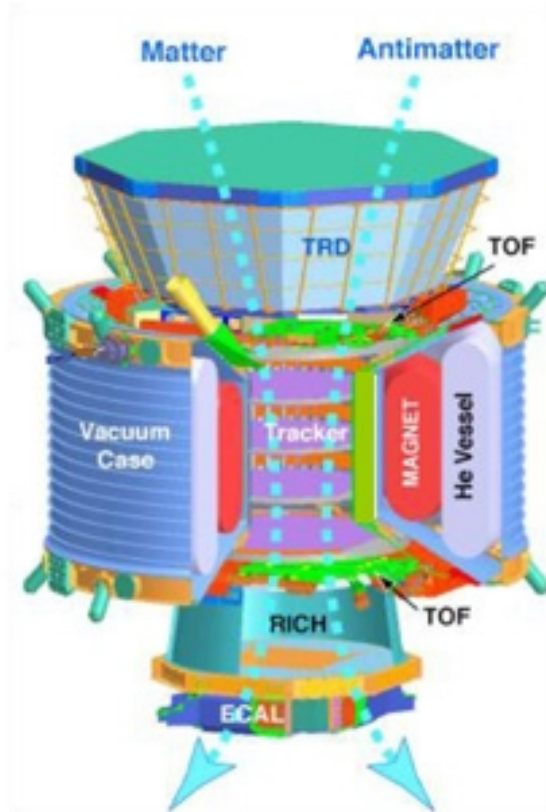


Onde está a anti-matéria?

AMS mede electrões e positrões, protões e anti-protões, Hélio e outros núcleos atómicos mais pesados com energias de GeV / TeV

AMS na Estação Espacial Internacional

AMS: A TeV Magnetic Spectrometer in Space



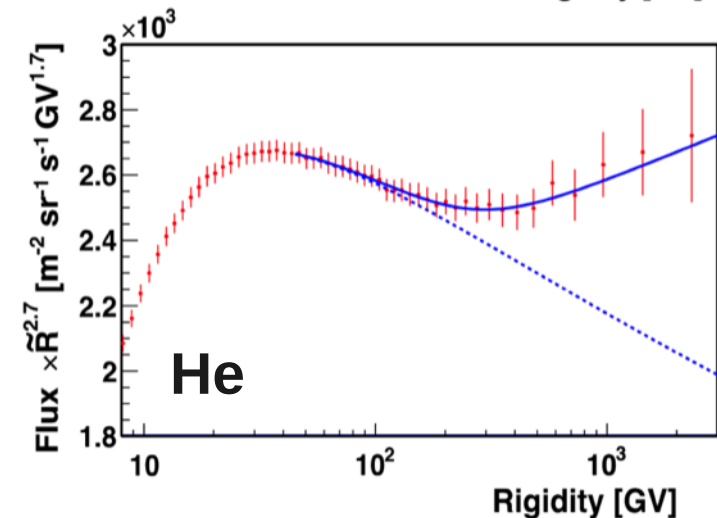
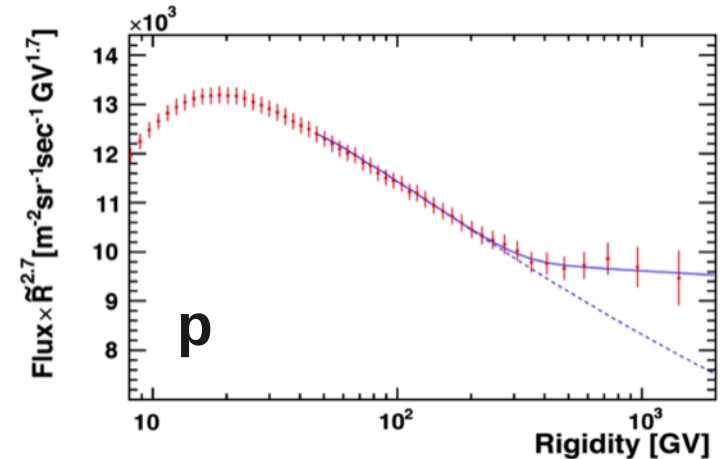
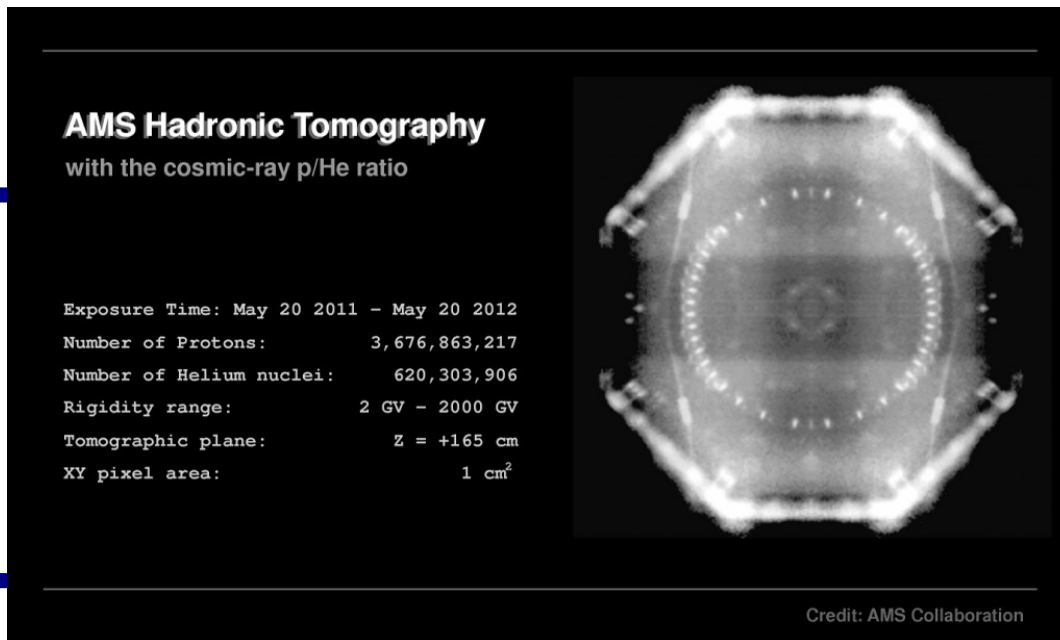
Data Signature of Various Particles in Each Detector

	e^-	P	Fe	e^+	\bar{P}	\bar{He}
TRD	↓ ↓ ↓	∩	∩	↓ ↓ ↓	∪	∩
TOF	∪	∪	∩	∪	∪	∩
Tracker + Magnet	∪	∩	∩	∪	∪	∩
RICH	○	○	○	○	○	○
ECAL	↑ ↑ ↑	↑ ↑ ↑	↑ ↑ ↑	↑ ↑ ↑	↑ ↑ ↑	↑ ↑ ↑
Physics example	Cosmic Ray Physics Strangelets			Dark matter		Antimatter

AMS é um detector de partículas, semelhante aos do LHC com componentes diferentes para medir a direcção, a energia, o momento, a massa e a carga de cada partícula

AMS na Estação Espacial Internacional

TAC: o detector visto com p/He

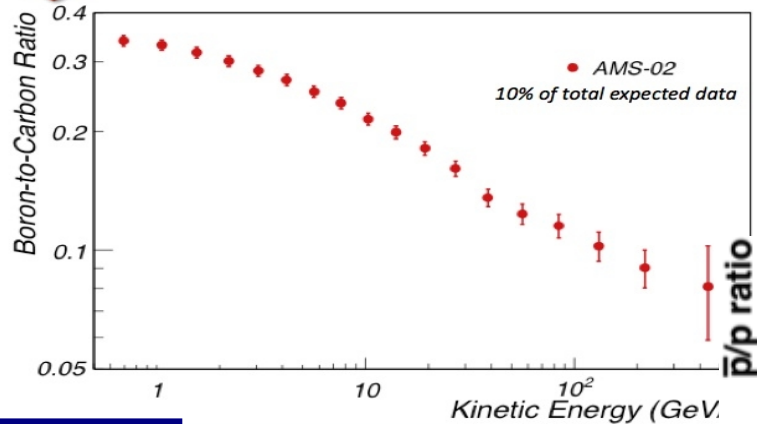


AMS é um detector de partículas, semelhante aos do LHC com componentes diferentes para medir a direcção, a energia, o momento, a massa e a carga de cada partícula

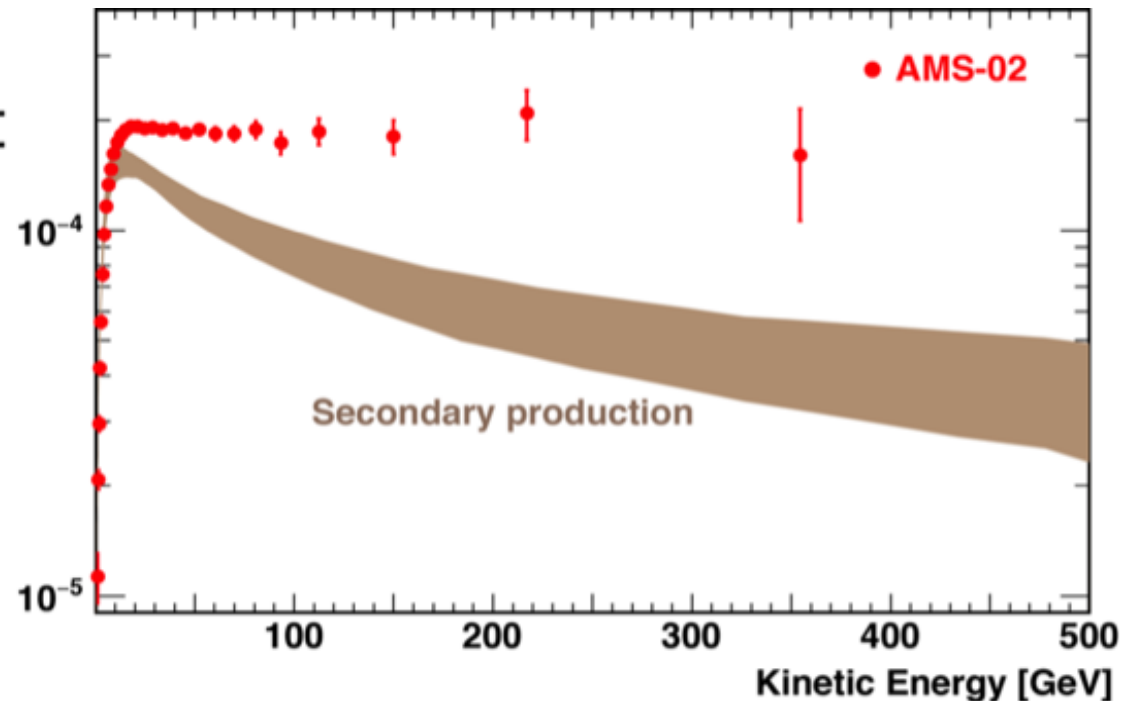
AMS na Estação Espacial Internacional



ICRC 2013 Boron-to-Carbon ratio



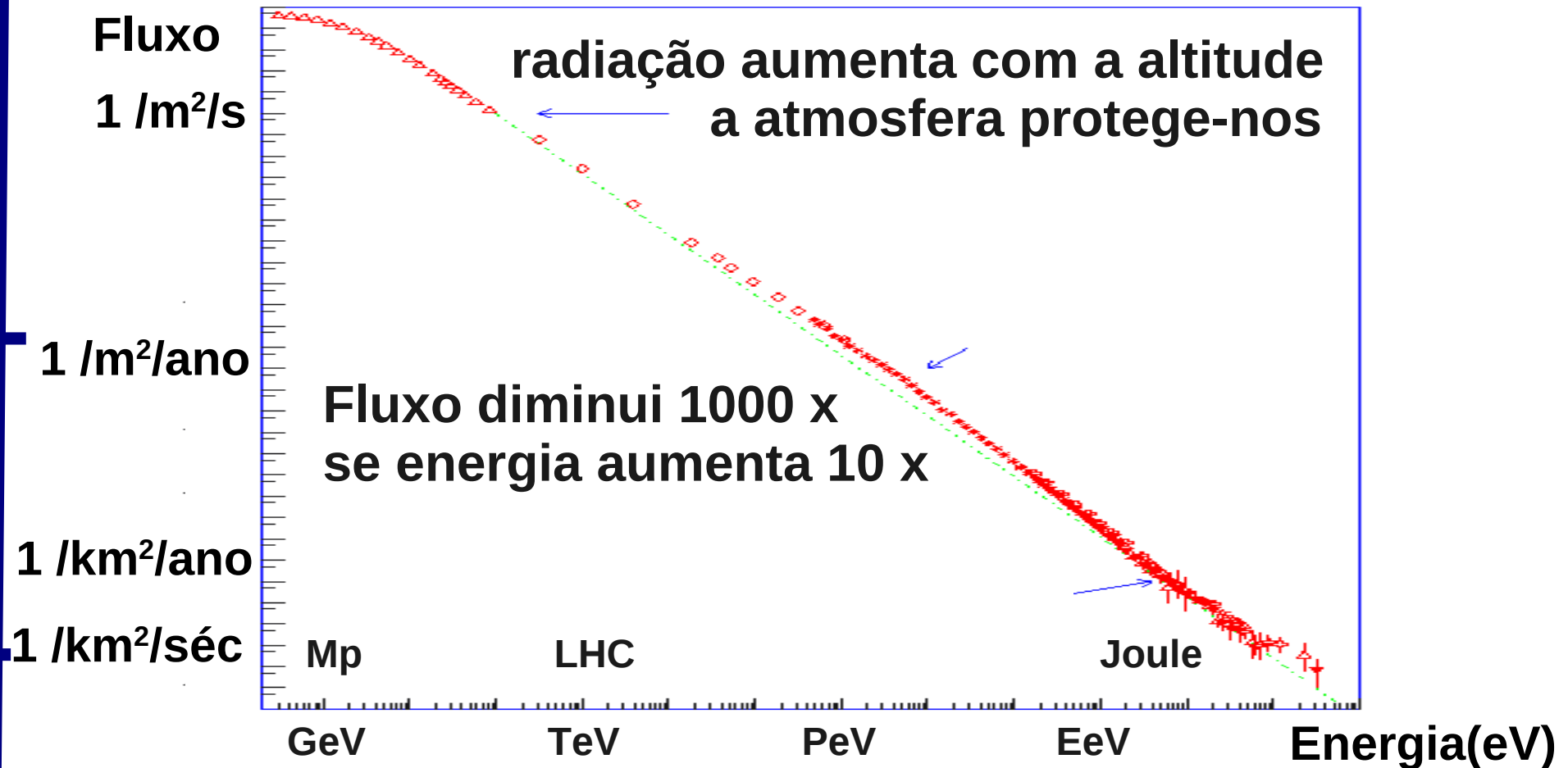
**Excesso de anti-protões
(e de positrões) de alta energia**



**Núcleos mais pesados,
mas não anti-núcleos**

**Excesso de anti-partículas indica produção inesperada
(interacção na fonte ou decaimento de Matéria Escura?)
---> e, se fossem anti-núcleos pesados, o que indicaria?**

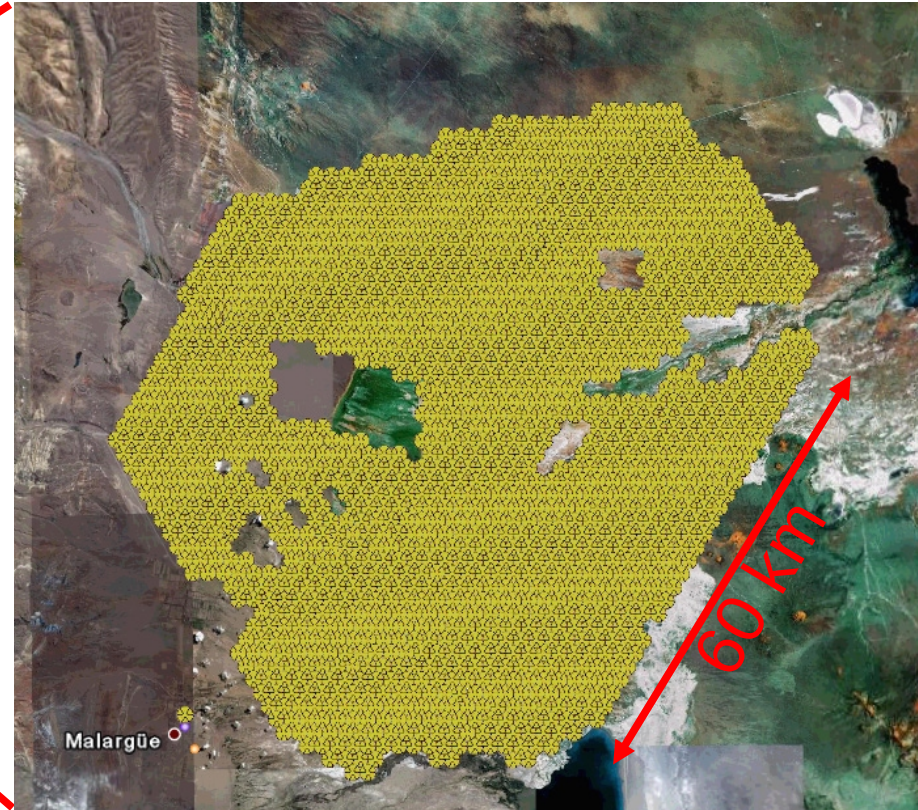
Raios C3smicos – part3culas que chegam de fora da atmosfera



Os raios c3smicos de mais baixa energia v3em das estrelas ou das explos3es de supernovas – dizem-nos o que l3a h3a! Sobre os de mais alta energia, sabemos muito menos!

Cascatas de Raios Cósmicos em Auger

$1 / \text{km}^2/\text{séc} \times 3000 \text{ km}^2 \sim 30 / \text{ano}$

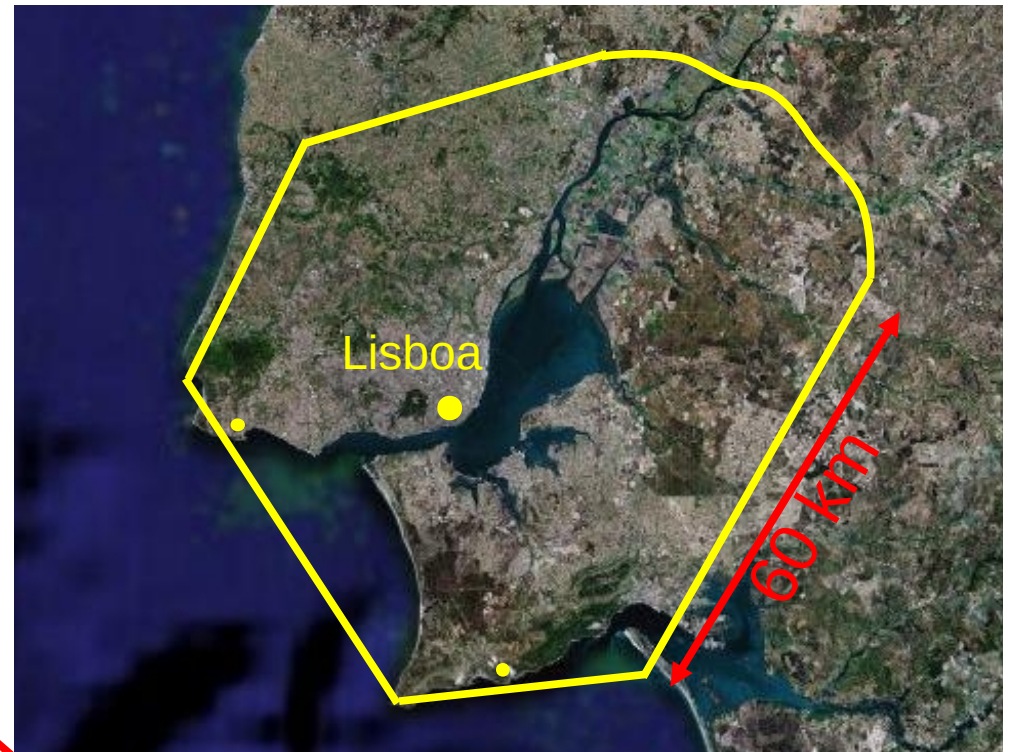


Malargüe, Argentina

Para saber o que são, de onde vêm e como são acelerados os raios cósmicos de mais alta energia precisamos de detectores gigantes

Cascatas de Raios Cósmicos em Auger

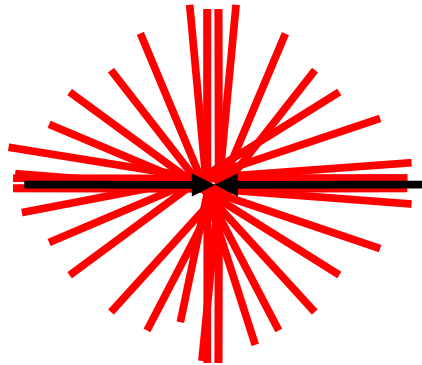
$1/ \text{km}^2/\text{séc} \times 3000 \text{ km}^2 \sim 30 / \text{ano}$



-----> Lisboa, Portugal

Para saber o que são, de onde vêm e como são acelerados os raios cósmicos de mais alta energia precisamos de detectores gigantes

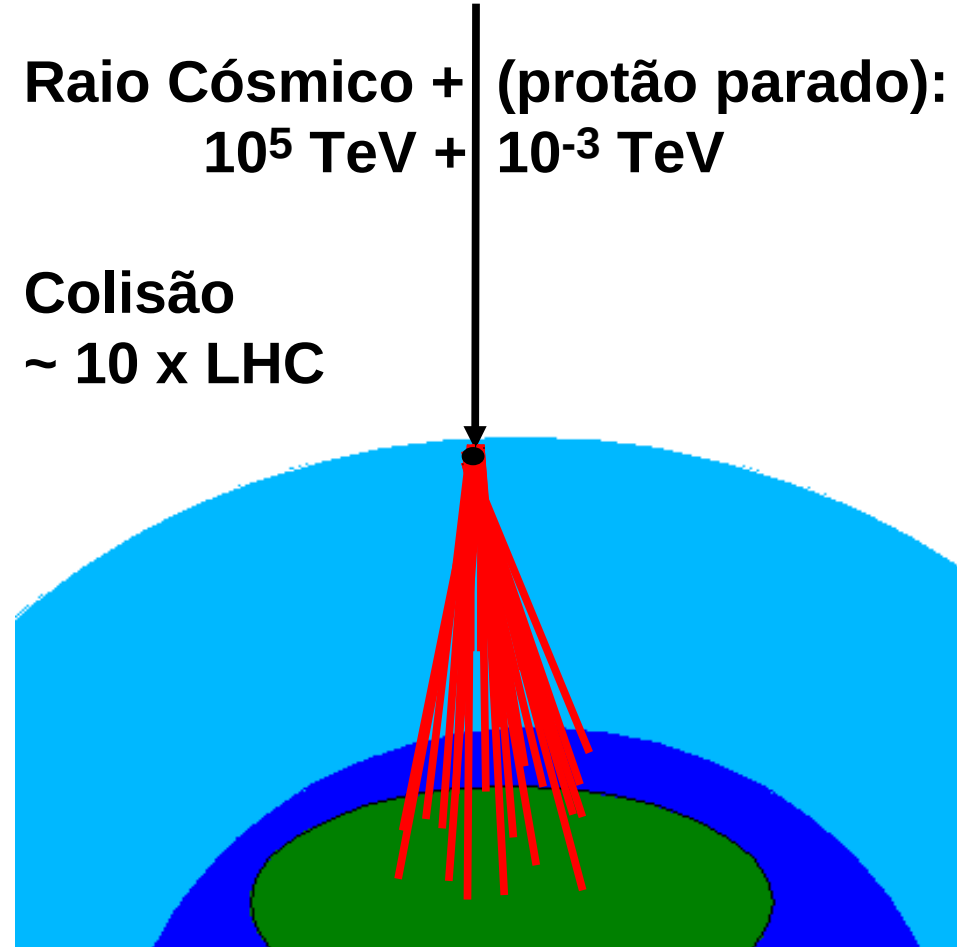
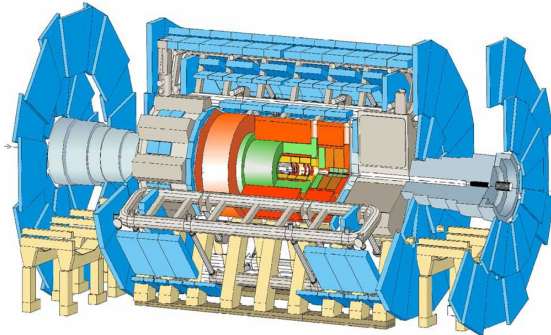
Cascatas de Raios C3smicos em Auger



Raio C3smico + (prot3o parado):
 $10^5 \text{ TeV} + 10^{-3} \text{ TeV}$

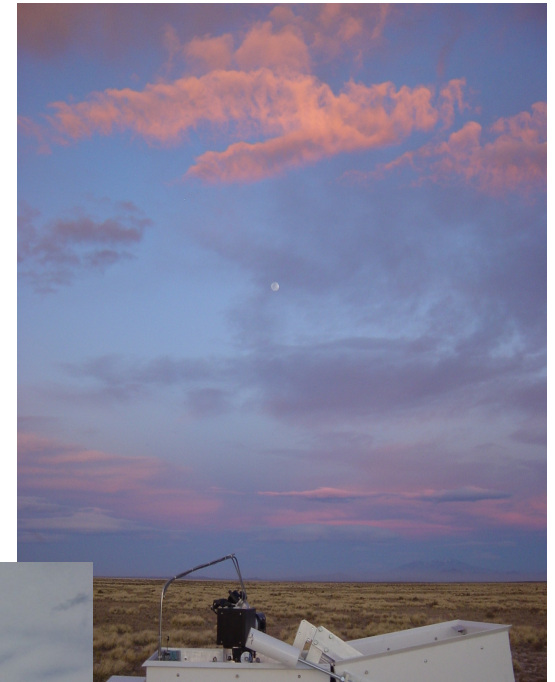
Colis3o
 $\sim 10 \times \text{LHC}$

LHC: $7 \text{ TeV} + 7 \text{ TeV}$



A dimens3o da cascata depende da energia inicial.
A maior parte dela 3 absorvida pela atmosfera,
mas algumas part3culas chegam ao ch3o.

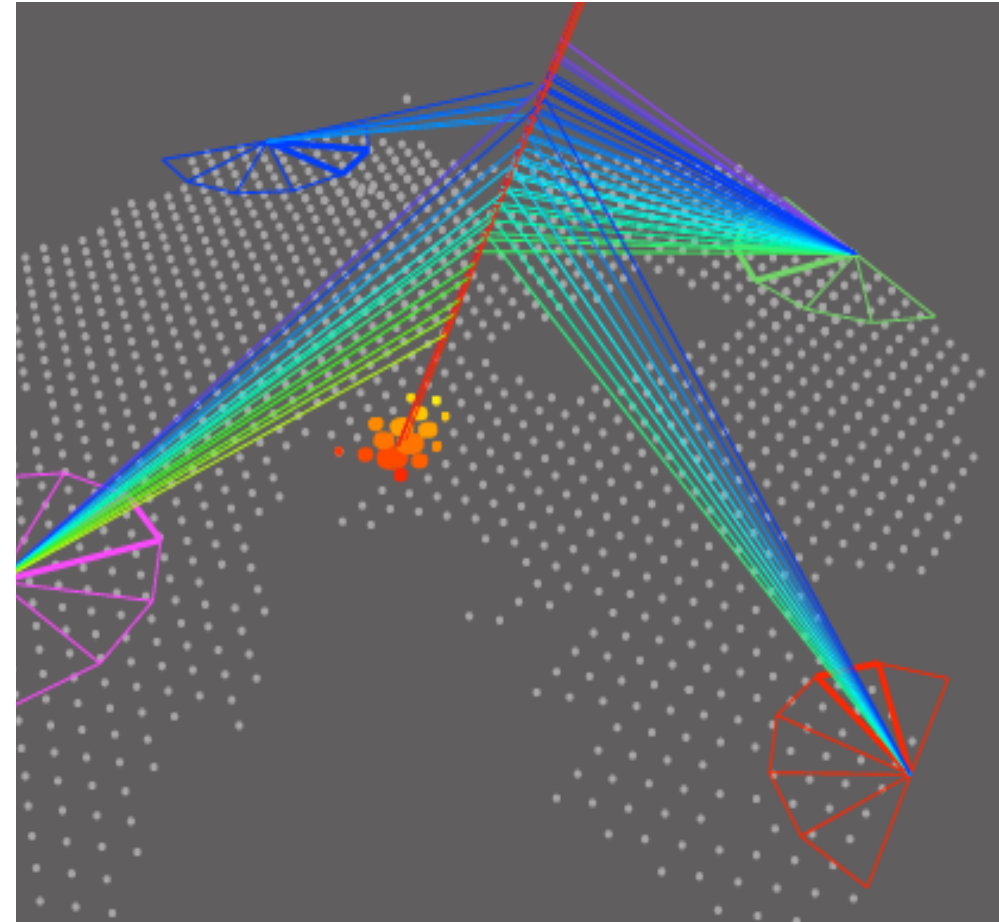
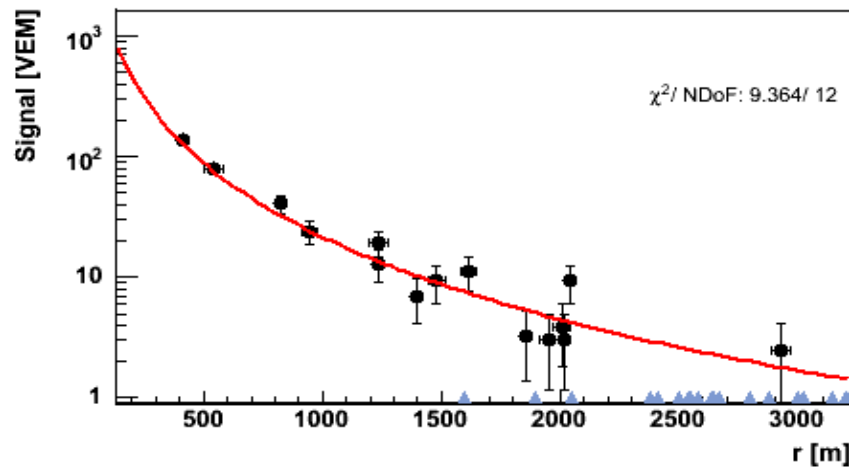
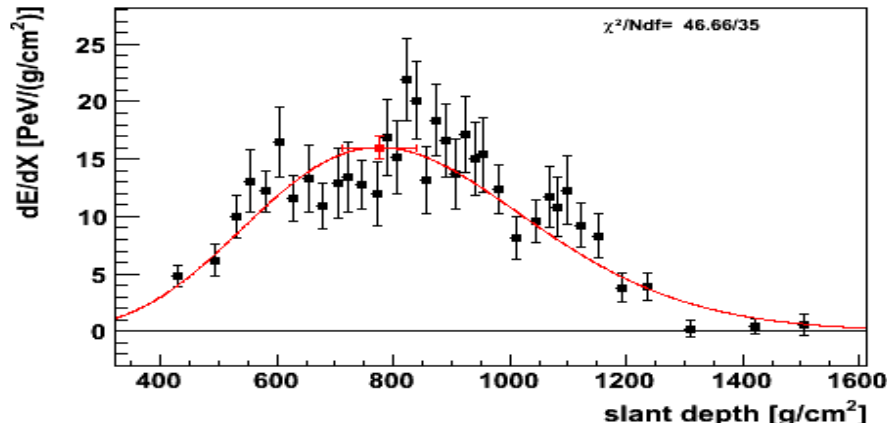
Cascatas de Raios Cósmicos em Auger



**~ 1600 tanques
+ 27 telescópios**

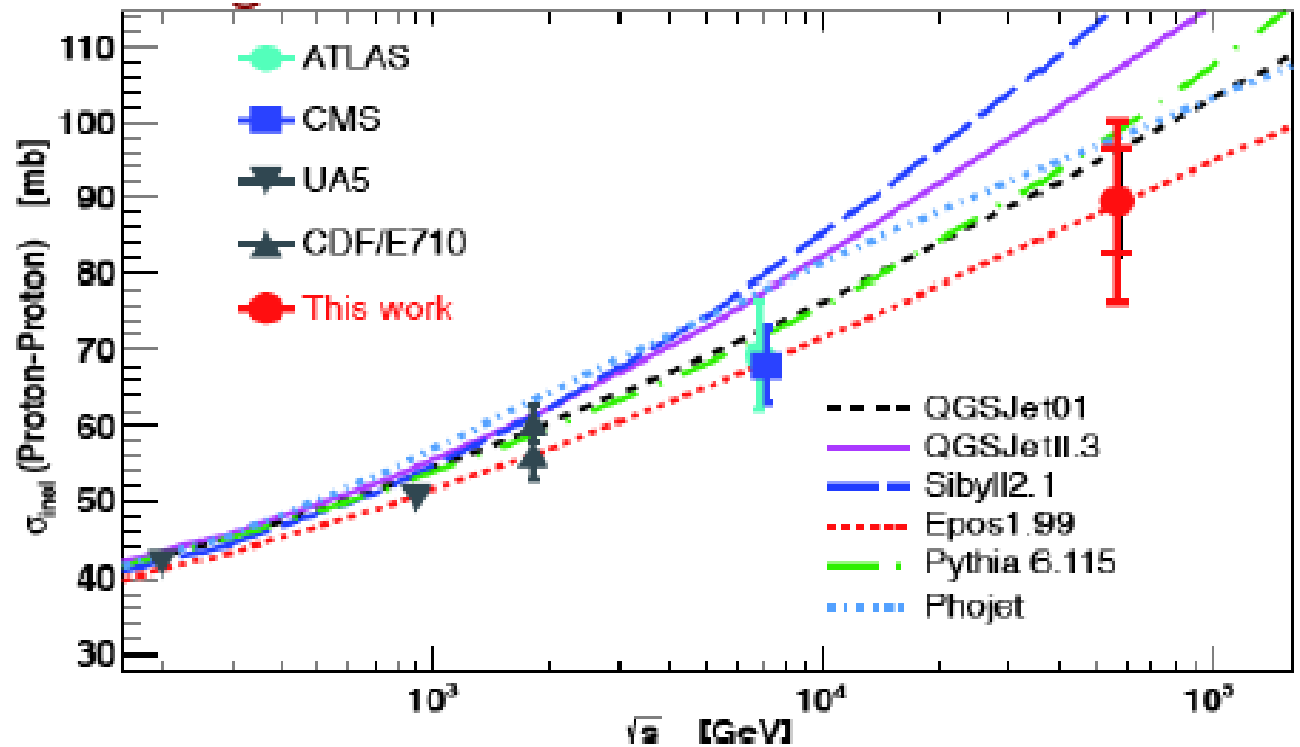
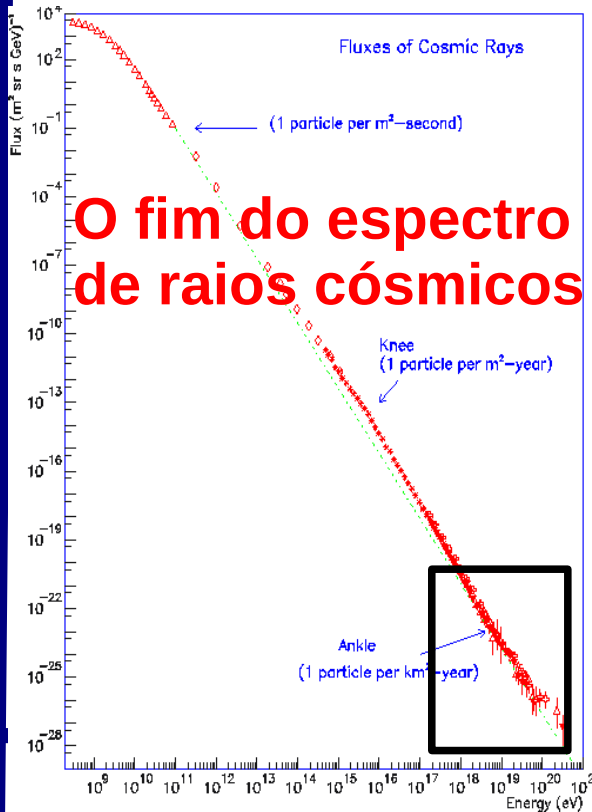
**A atmosfera é parte importante deste detector!
Multiplica a cascata e emite luz ultra-violeta detectável;
algumas partículas são detectadas por amostragem no solo**

Cascatas de Raios C3smicos em Auger



A atmosfera 3 parte importante deste detector!
Multiplica a cascata e emite luz ultra-violeta detect3vel;
algumas part3culas s3o detectadas por amostragem no solo

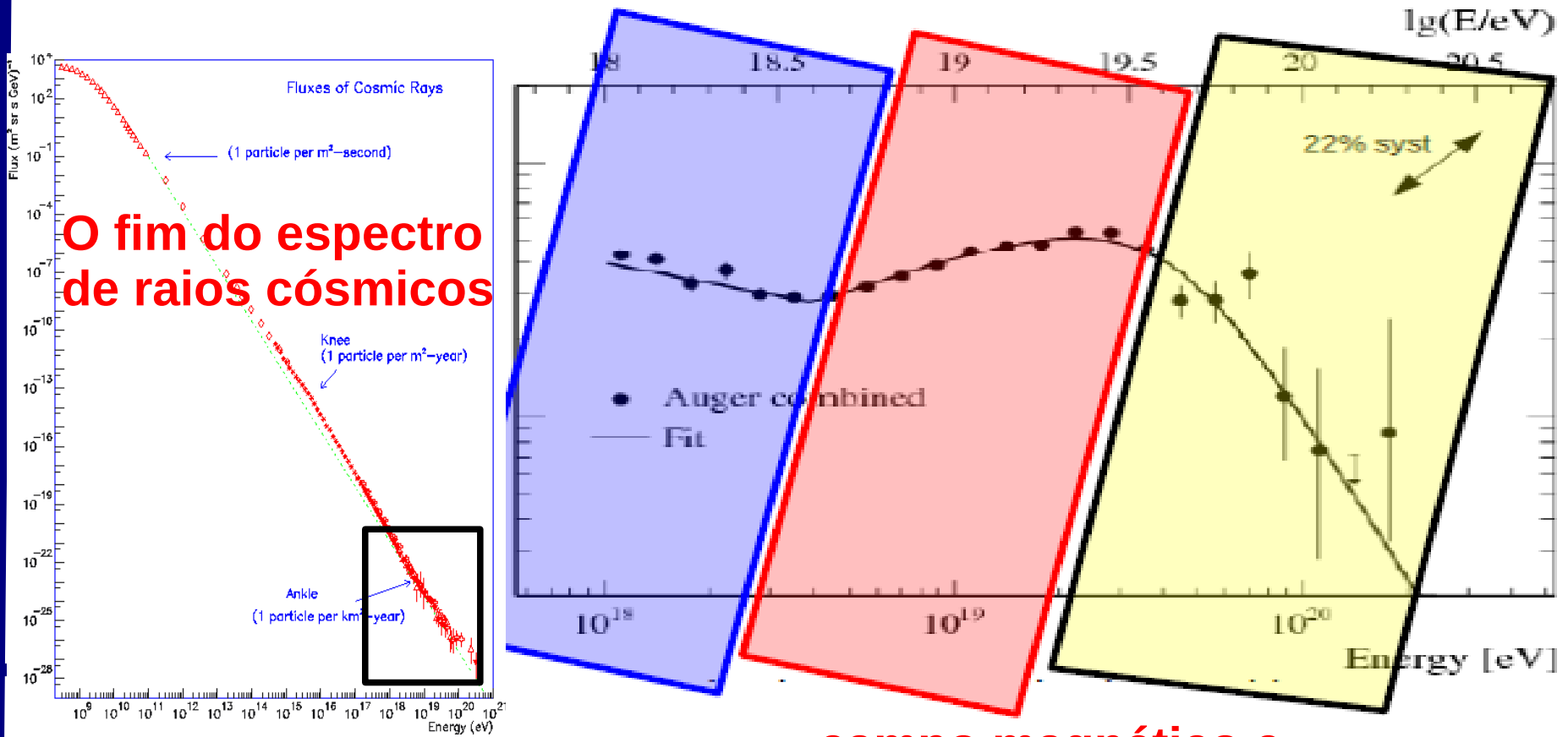
Cascatas de Raios Cósmicos em Auger



Os maiores aceleradores do Universo para estudar física de partículas

Como se podem acelerar partículas a esta energia?
E como interagem no detector / atmosfera?

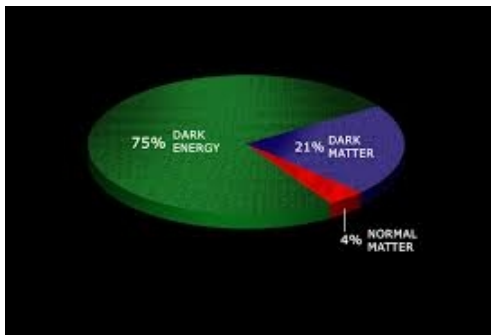
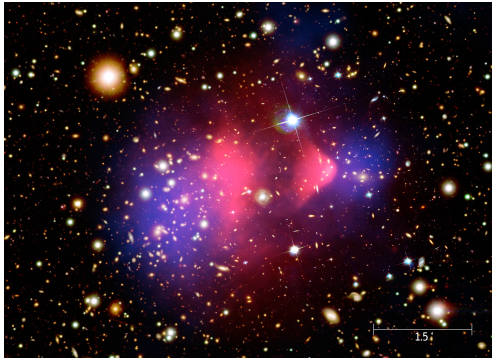
Cascatas de Raios C3smicos em Auger



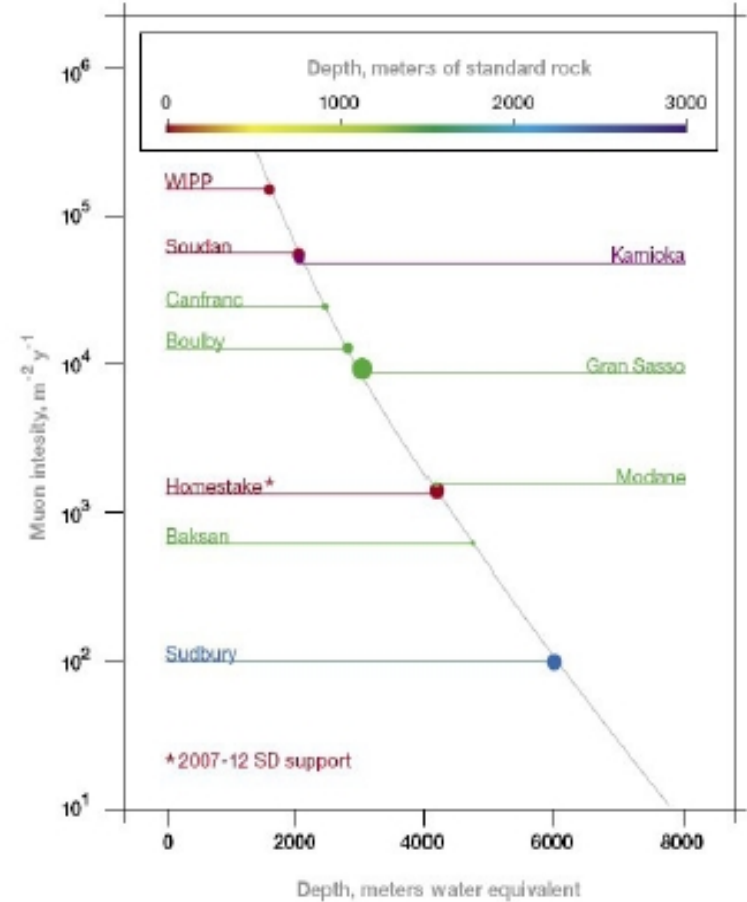
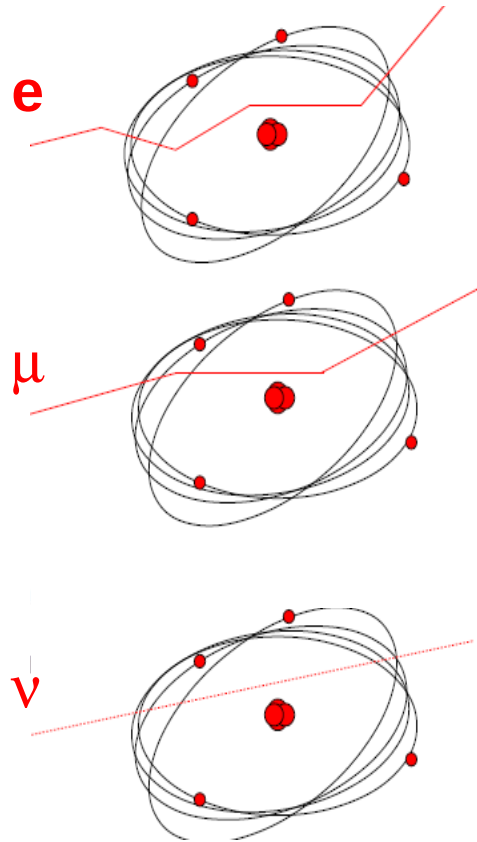
**campo magn3tico e
radia33o c3smica de fundo**

**O Universo n3o 3 transparente 3 luz de alta energia:
podemos fazer astronomia com part3culas carregadas?**

Partículas que (quase) não interagem



Só gravidade???



Os neutrinos (e a matéria escura?) só têm interação fraca!
Os neutrinos têm massa muito menor que outras partículas,
os WIMPs devem ter massas muito maiores. São invíveis?

neutrinos e wimps no SNOLAB



O SNOLAB é o laboratório limpo mais profundo do mundo



mina a – 2000 m no Canadá

**Os neutrinos (e a matéria escura?) só têm interação fraca!
Os neutrinos têm massa muito menor que outras partículas,
os WIMPs devem ter massas muito maiores. São invíveis?**

Preparação do detector SNO+

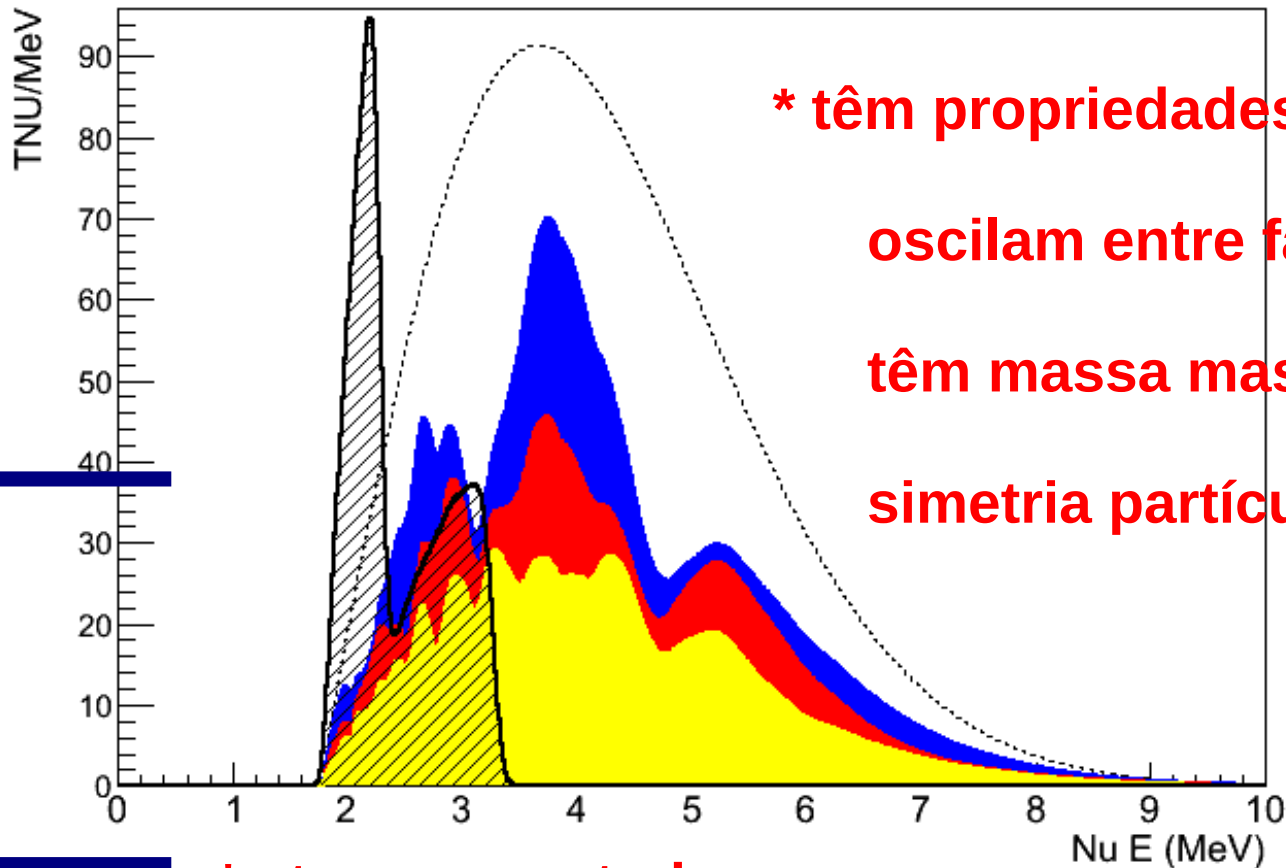


SNO+ tem uma esfera de 6 m de raio, a ser fotografada por ~9000 PMTs a 8m de raio... tudo rodeado de água



**Os neutrinos (e a matéria escura?) só têm interacção fraca!
O detector tem de ser muito sensível e muito bem isolado.
Vemos só os sinais produzidos por partículas secundárias.**

Porquê estudar os neutrinos?



* têm propriedades surpreendentes

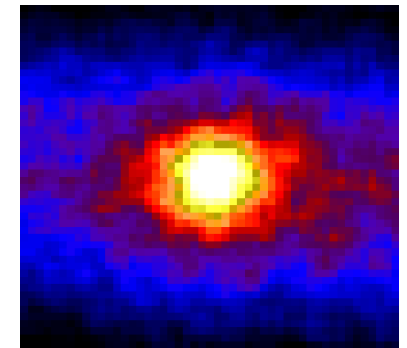
oscilam entre famílias de partículas

têm massa mas muito mais pequena

simetria partícula / anti-partícula ?

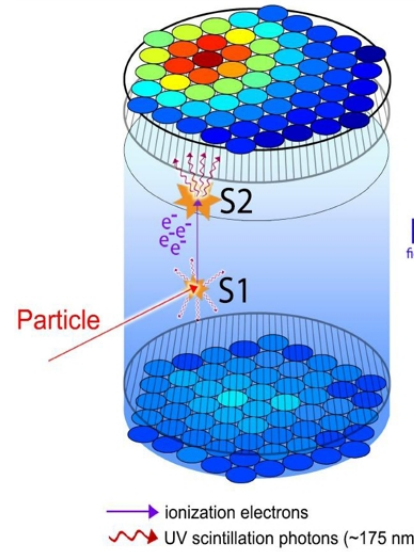
* atravessam tudo –

permitem ver o centro do Sol e da Terra!

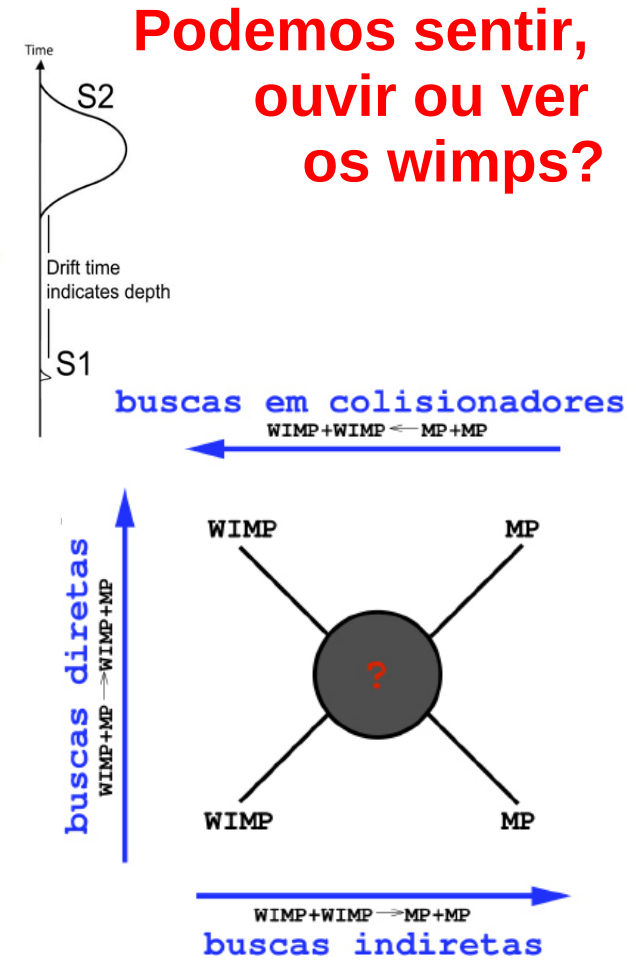


Os neutrinos são um dos temas da física de partículas mais actuais – a última descoberta de falhas no modelo

a procura directa da Matéria Escura



aqui até os neutrinos são ruído!



Procuramos a produção destas partículas no LHC, os sinais da sua aniquilação no espaço em AMS, e a sua detecção directa em LUX e LZ

a procura directa da Matéria Escura

É mesmo uma nova partícula?

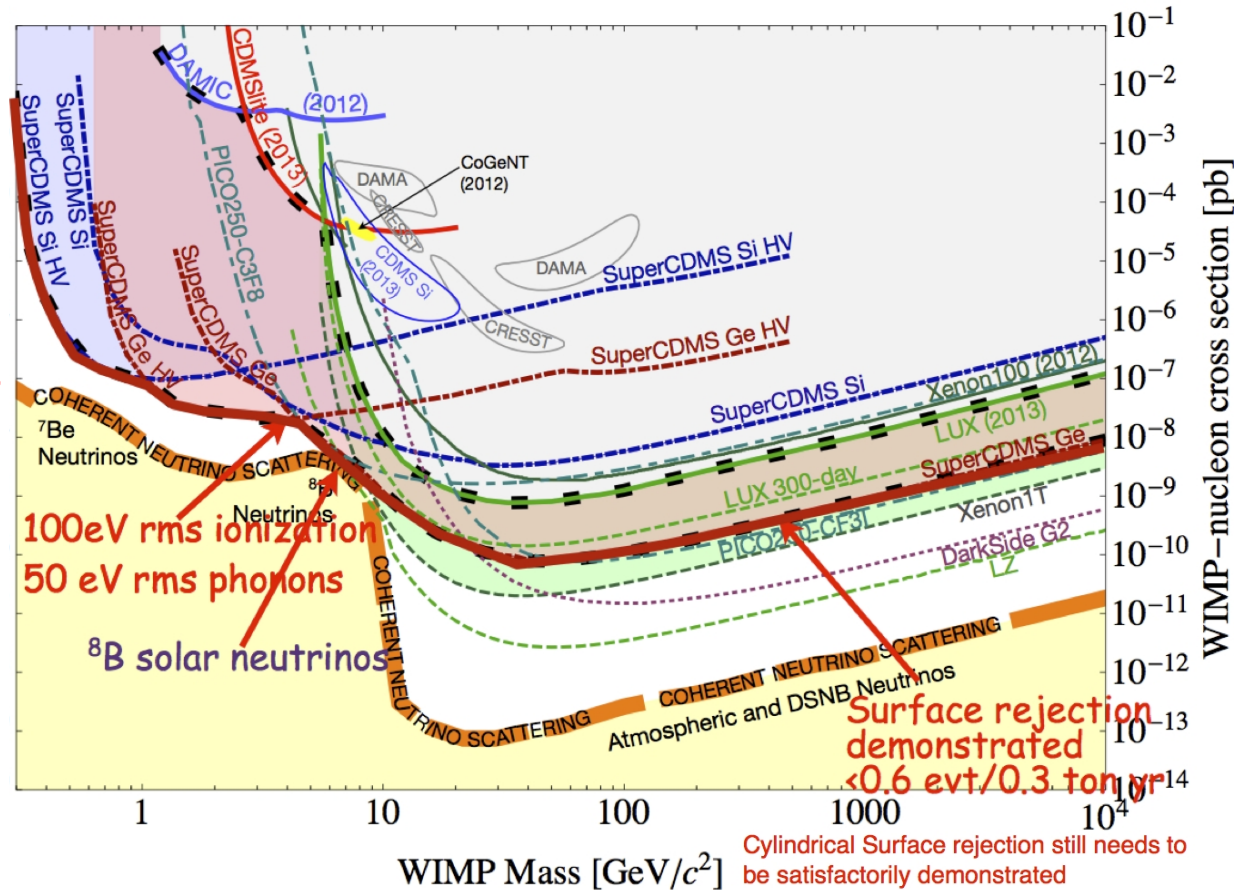
Qual é a sua massa?

E que interacção tem?

Onde se concentra?

É uma das maiores questões em aberto na física fundamental

(física de partículas, astrofísica e cosmologia)



Procuramos a produção destas partículas no LHC, os sinais da sua aniquilação no espaço em AMS, e a sua detecção directa em LUX e LZ

Astropartículas no LIP

detectar γ , electrões e núcleos, do H ao Fe, e neutrinos, e procurar a matéria escura

AMS

* o LIP participa em muitos desafios na fronteira entre física de partículas e a astrofísica e cosmologia

* com o desenvolvimento de detectores e simulações (também para aplicação nas missões espaciais),

Auger

* com a análise de dados e comparação com os das experiências de física de partículas em aceleradores

LUX/LZ

SNO+

* a física de partículas começou nos raios cósmicos e estes observatórios podem dar novas respostas, inacessíveis nos aceleradores existentes