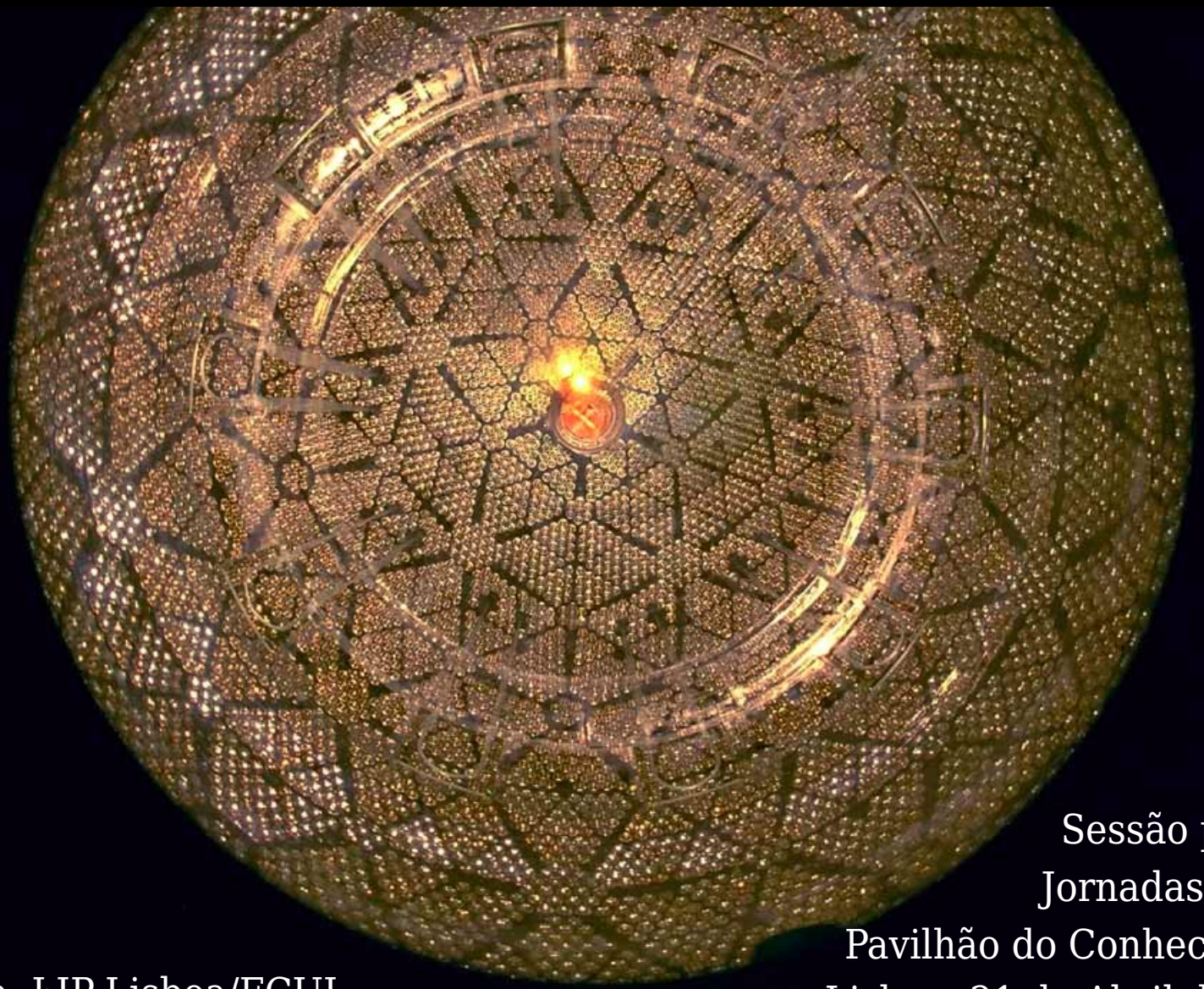
SNO+
à caça de neutrinos numa mina do Canadá



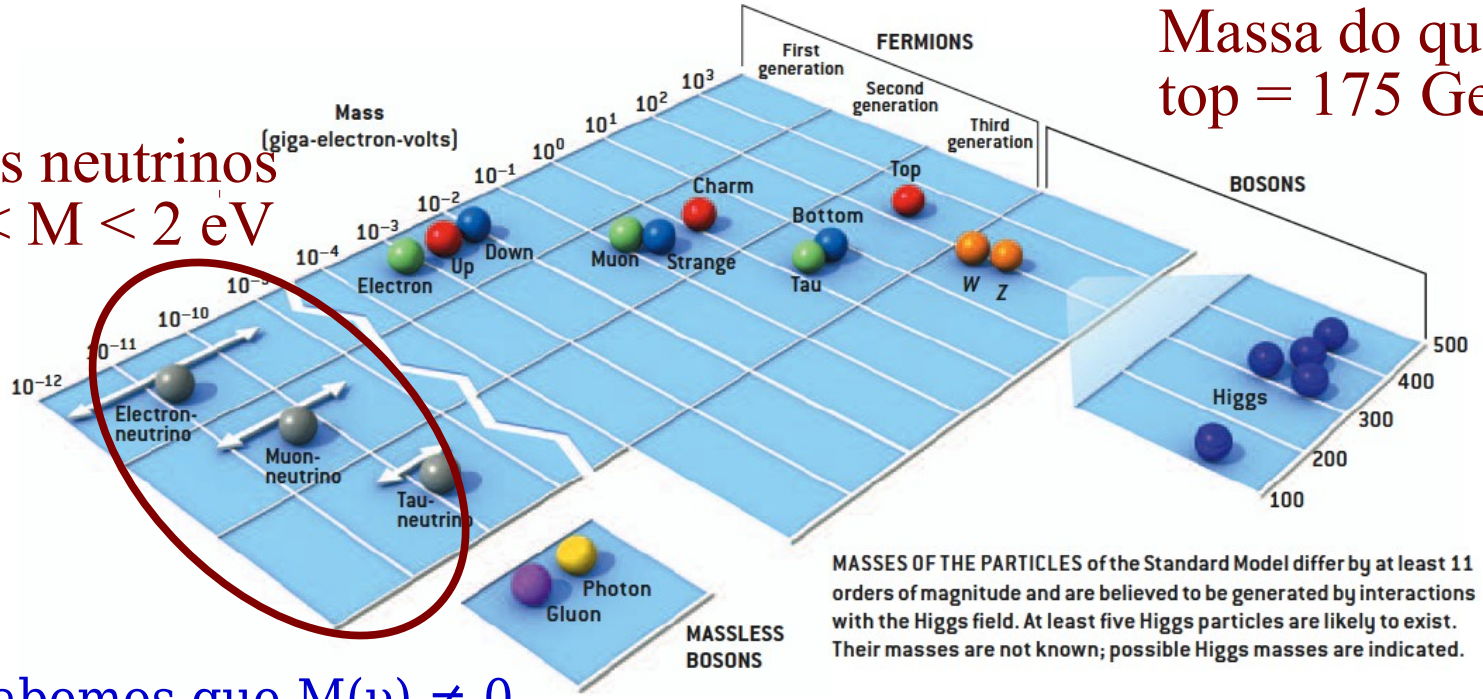
Sessão pública
Jornadas do LIP
Pavilhão do Conhecimento
Lisboa, 21 de Abril de 2012

José Maneira, LIP-Lisboa/FCUL

As massas das partículas elementares

Massa do quark top = 175 GeV

Massa dos neutrinos
10 meV < M < 2 eV

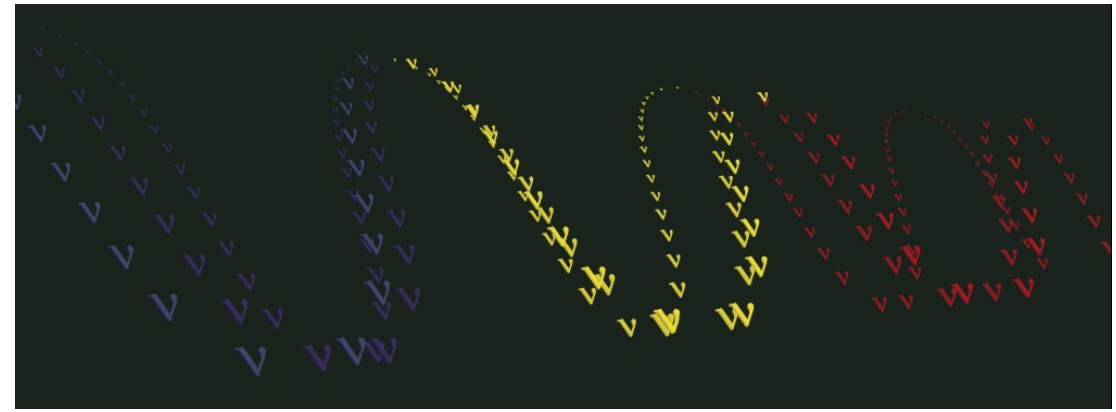


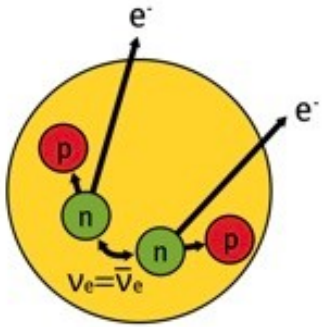
MASSES OF THE PARTICLES of the Standard Model differ by at least 11 orders of magnitude and are believed to be generated by interactions with the Higgs field. At least five Higgs particles are likely to exist. Their masses are not known; possible Higgs masses are indicated.

- Hoje sabemos que $M(\nu) \neq 0$
  - mas porquê uma massa 10^{12} vezes menor do que a do quark top?
- Será possível prever as massas das partículas elementares?
  - O mecanismo de Higgs permite explicar como obtém a massa, mas não diz nada sobre o seu valor
  - O estudo das massas mais pequenas pode fornecer pistas para modelos que consigam fazer previsões ?

Como estudar a massa dos neutrinos?

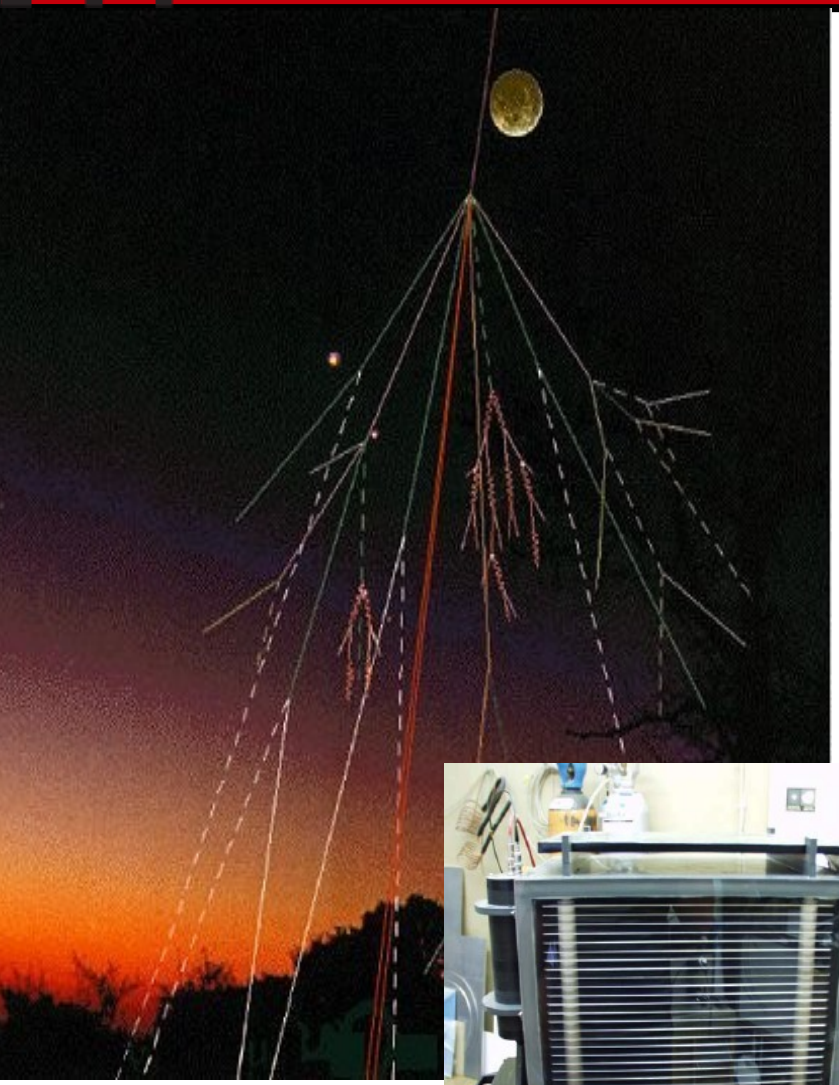
- "Oscilações"
  - existem 3 tipos, ou "sabores" de neutrinos
  - as mudanças entre diferentes sabores dependem das diferenças de massa
  - descobrimos que os neutrinos do Sol e outras fontes mudavam de sabor
  - foi assim que provámos que $M(\nu) \neq 0$





- Declínios raros
  - Certos núcleos podem decair emitindo apenas dois electrões: declínio beta duplo sem neutrinos
  - A taxa depende da massa dos neutrinos
  - Permite a medição do valor absoluto, não apenas das diferenças de massa

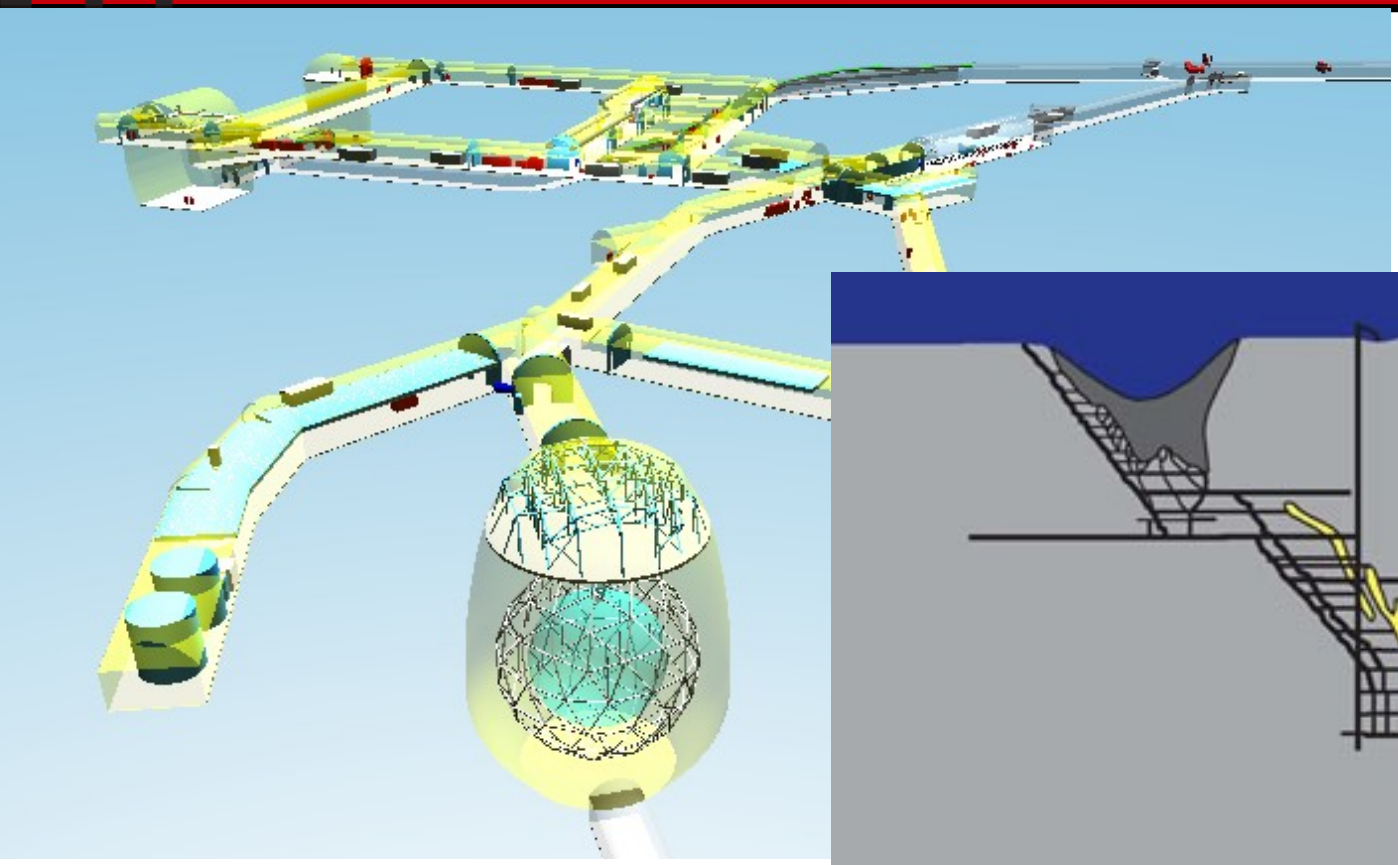
Porquê debaixo da Terra ?

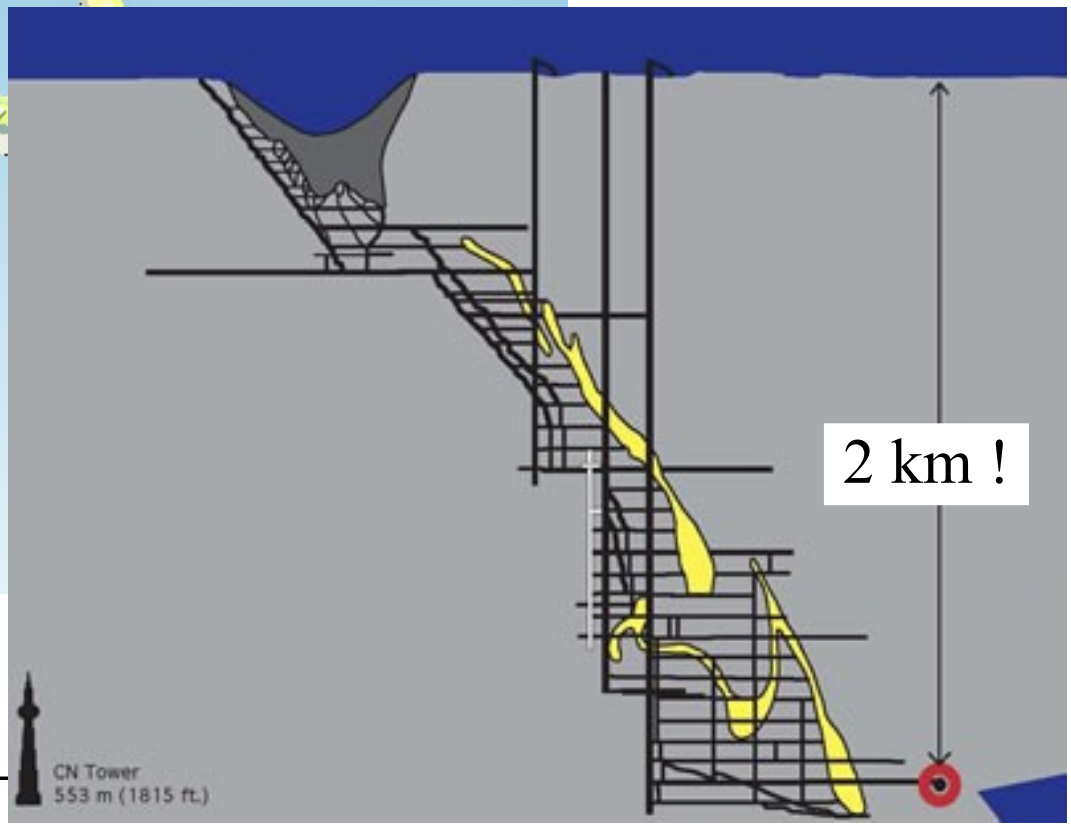


Câmara de faíscas do LIP

- Neutrinos muito difíceis de detectar
- A probabilidade de interacção é muito baixa
  - Exemplo: 10 eventos de neutrinos por dia, em SNO
- "Ruído" devido a cascatas de raios cósmicos na atmosfera
  - Fluxo de muões à superfície cerca de 10'000 /m^2/minuto
  - São precisos várias ordens de grandeza de redução

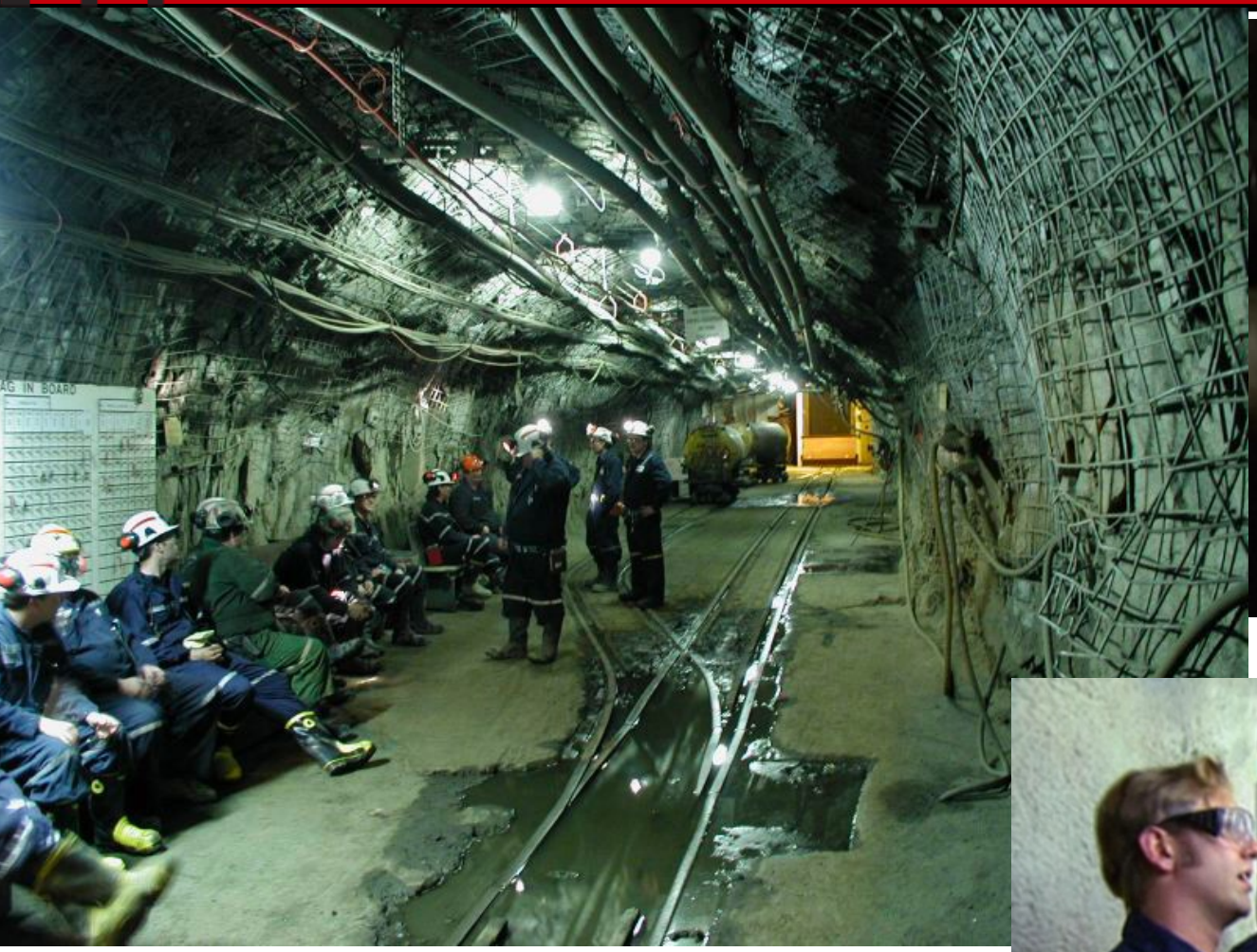
Quanto mais fundo, melhor!





SNOLAB, no Canadá,
é o laboratório <u>mais profundo do mundo</u>, e portanto, com melhores condições de "ruído"

Uma mina “a sério”



Por isso, manter a limpeza do laboratório é uma tarefa diária e fundamental.

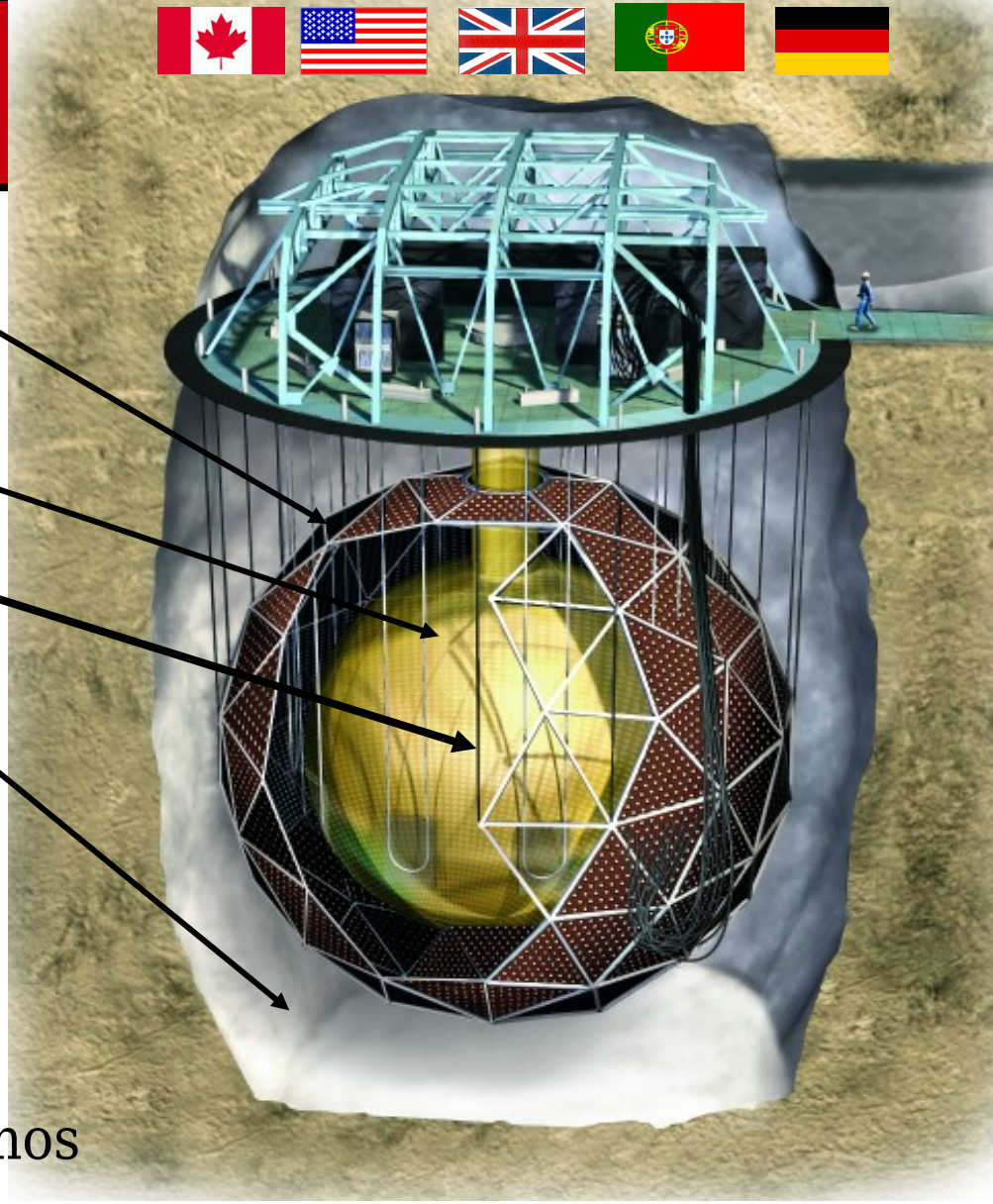
SNO+

9500 fotomultiplicadores, estrutura de 17m diam.

Esfera em Acrílico: diâmetro 12 m

Cintilador líquido : 780 ton

Blindagem com água: 1700 ton + 5300 ton

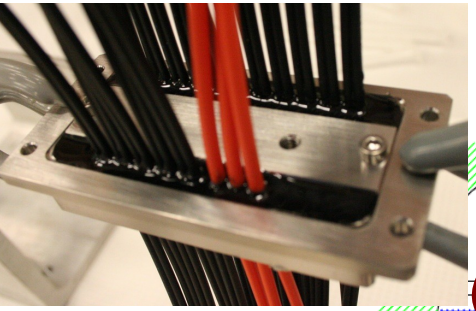


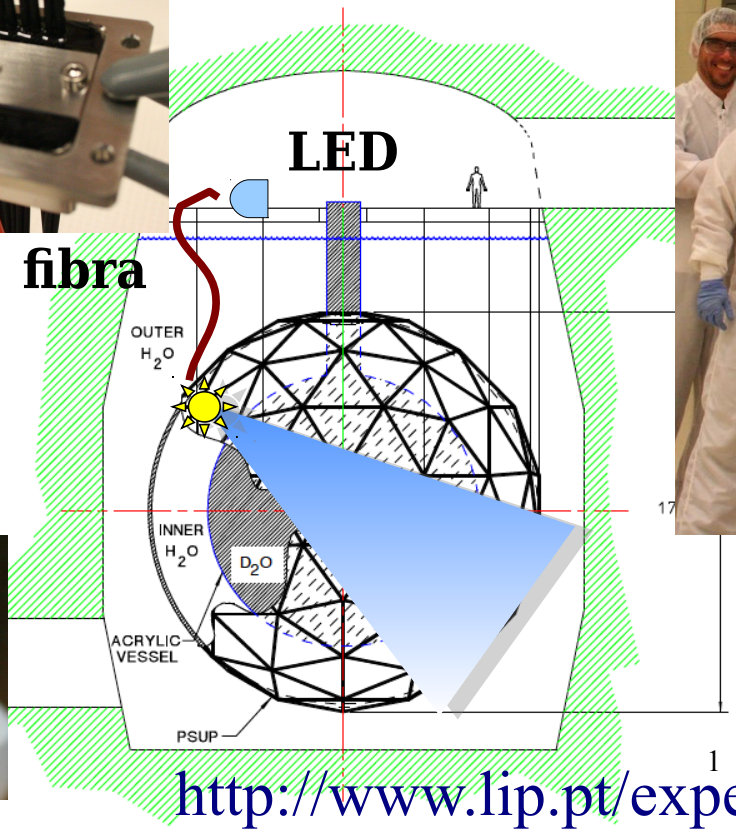
- Programa de Física
  - detecção de neutrinos
    - solares
    - de reactor e geo-neutrinos
    - de supernovas
  - declínio beta duplo sem neutrinos (Neodímio)

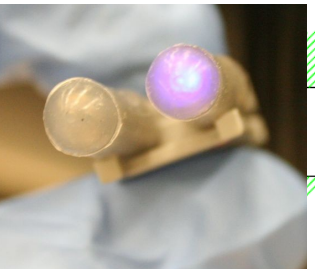
Sudbury Neutrino Observatory (SNO) foi a experiência anterior, que usava água pesada

(uma das) Actividades no LIP

- Novo sistema de calibração com fibras ópticas
  - método não-invasivo: ~100 fibras iluminadas por LEDs
  - design e testes no LIP e CFNUL em colaboração com a Univ. de Sussex. Partes mecânicas pela oficina de Coimbra







Instalação no SNOLAB
Março de 2012
LIP, Sussex, Oxford

http://www.lip.pt/experiments/snoplus

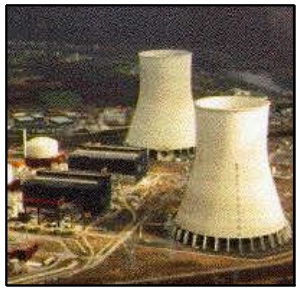
Conclusões

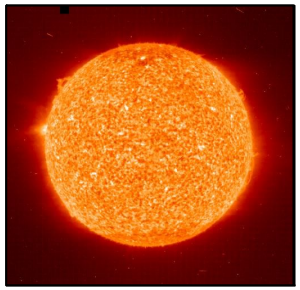
- A “pequenez” da massa dos neutrinos é um mistério que pode dar pistas para modelos mais completos, e é relevante na cosmologia
- SNO+ é a nova experiência em SNOLAB
  - vai observar neutrinos de várias fontes (Sol, Terra, reactores, Supernovas)
  - vai procurar medir a massa absoluta, com o declínio beta duplo do Neodímio
  - instalação em 2012, dados em 2013 !
- O LIP em SNO+
  - participa desde o início
  - estudos de Física de neutrinos solares e de reactor
  - calibração óptica e dos fotomultiplicadores
    - contribuição de “hardware” do LIP Lisboa e Coimbra

http://www.lip.pt/experiments/snoplus

Fontes de neutrinos

✓ Reactores Nucleares (centrais, navios)





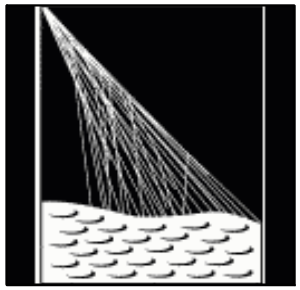
Sol ✓

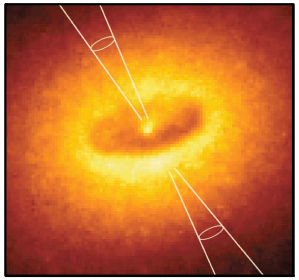
✓ Aceleradores de Partículas

Supernovas

SN 1987A ✓

✓ Atmosfera (Raios Cósmicos)

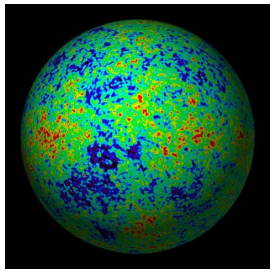




Outros (pulsares, etc...)

?

✓ Crusta Terrestre (Radioactividade Natural)



Big Bang

?