Modulation Experiment

Busca por modulações de ordem nuclear na vida média de isótopos radioativos

Status do experimento no CBPF

Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas - CBPF Raphael Perci Santiago André Massafferri Rodrigues



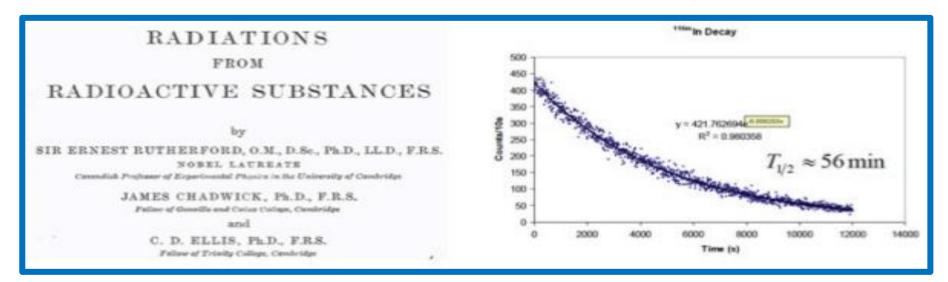
"The rate of transformation of an element has been found to be a constant under all conditions."

1930 - Rutherford, Chadwick, and Ellis



Processos de decaimentos são considerados fenômenos perfeitamente estocásticos. A probabilidade de um núcleo decair não depende do tempo de vida pregresso.

$$N(t) = N_0 * e^{-\lambda t}$$
, onde $\lambda = \frac{\ln 2}{T_{1/2}}$



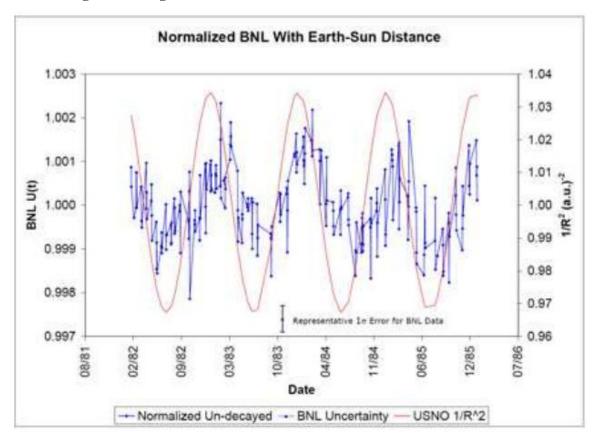


.... Entretanto, segundo alguns experimentos, esse fenômeno pode apresentar modulações inesperadas.

$$\lambda(t) = ??$$
 Sistemático Ou Nova física ??



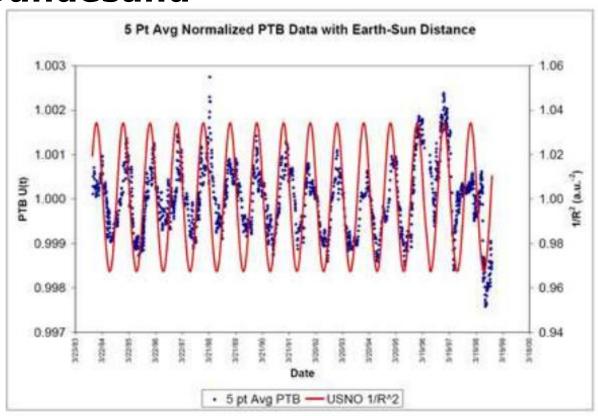
Experimento Brookhaven National Laboraytory - BNL



Evidencia de correlação entre decaimentos nucleares do Si^{32} e distância Terra-sol.

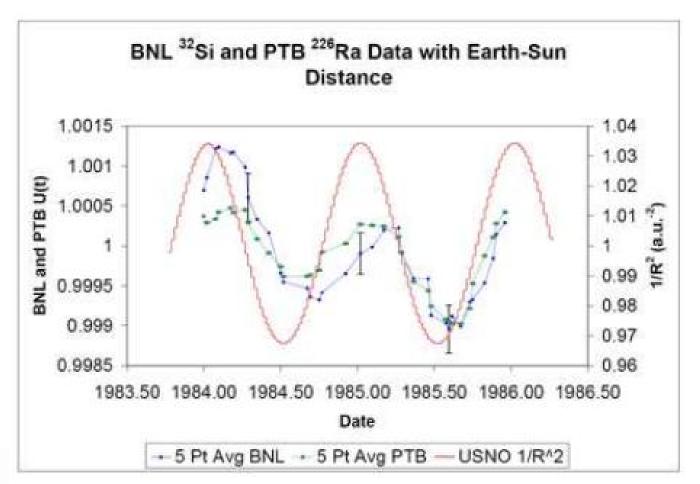


Experimento Physikalisch-Technische Bundesand



Evidencia de correlação entre decaimentos nucleares do Ra^{226} e distância Terra-sol.

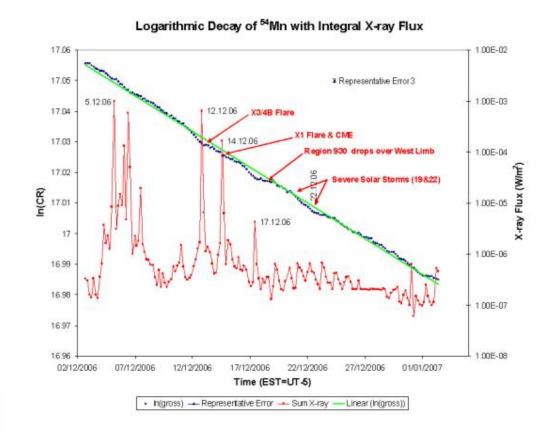




Correlação entre os dados BNL e PTB para U(t).



Resultado Fischbach - Purdue University



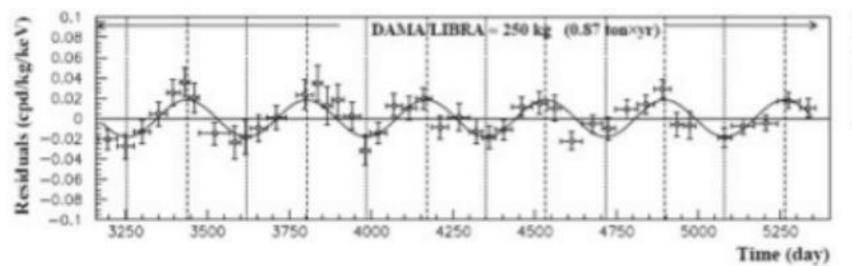
Correlação entre variações no decaimento do Mn^{54} e x-ray data proveniente de solar flares em dezembro de 2006.

Jenkins and Fischbach



Experimento DAMA/LIBRA

Experimento localizado no laboratório subterrâneo de Grand-Sasso, utiliza cristais de Nal ultra puros, excelente blindagem, com o objetivo de verificar modulações sazonais ocasionadas pela variação da velocidade dos detectores relativa a distribuição de matéria escura no halo da galáxia.





Experimento Modulation

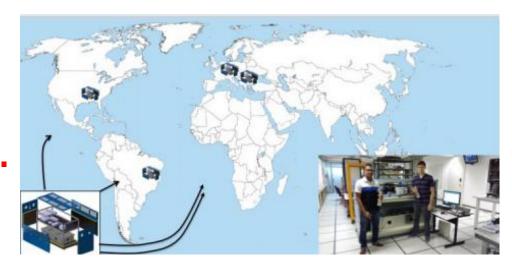
- Existência de uma série de incertezas sistemáticas de causas ainda não identificadas relacionadas a vida média dos isotopos.
- II. Necessidade de um experimento com alto controle dos efeitos sistematicos
- III. Obtenção de um experimento capaz de medir ,com grande precisão e alta estatística, a vida média de isótopos radioativos.



Quatro experimentos idênticos e operando simultaneamente:

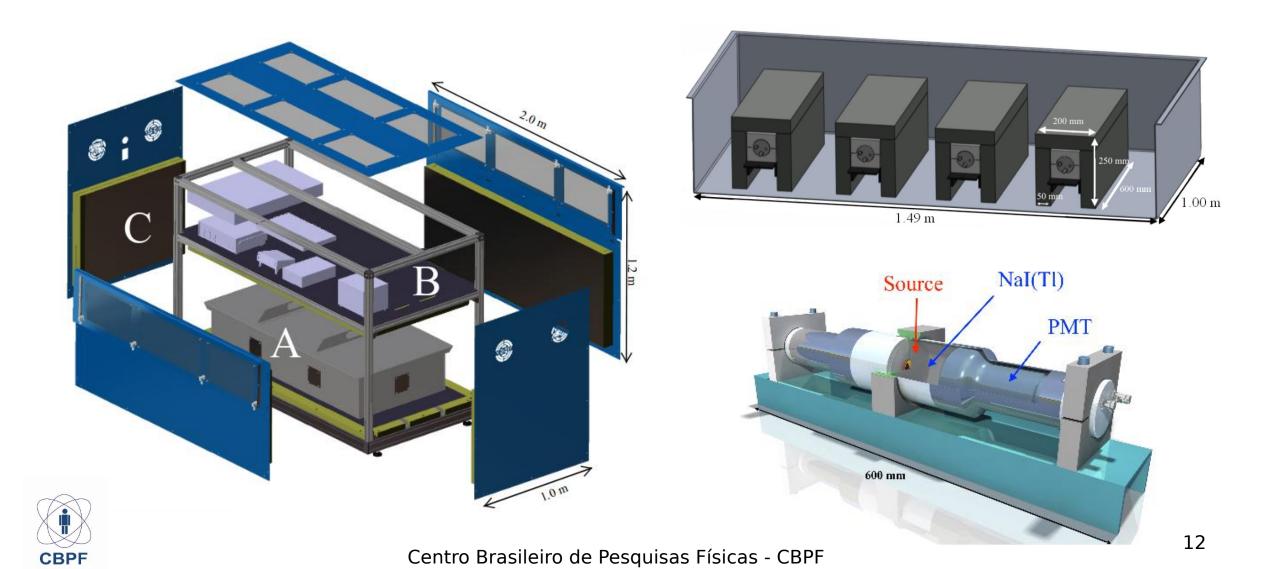
Potencial de reconstruir fase relativa à modulação sinalizando para causas astrofísicas:

- Purdue University (EUA)
- Instituto de Física Nuclear Nikhef (Holanda)
- Universitas Turicensis Zurich (Suiça)
- Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (Brasil).





Realização de medidas precisas do tempo de vida média de cinco radioisótopos: 40K, 44Ti, 54Mn, 60Co, 133Ba, 137Cs, utilizando cristais cintiladores NaI.



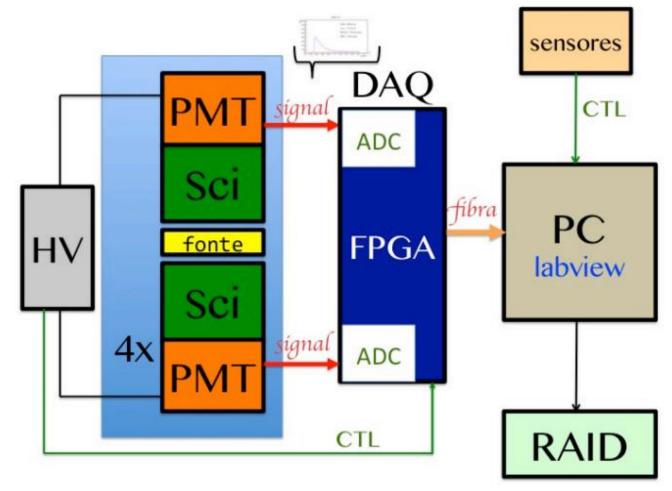




Modulation - Setup CBPF

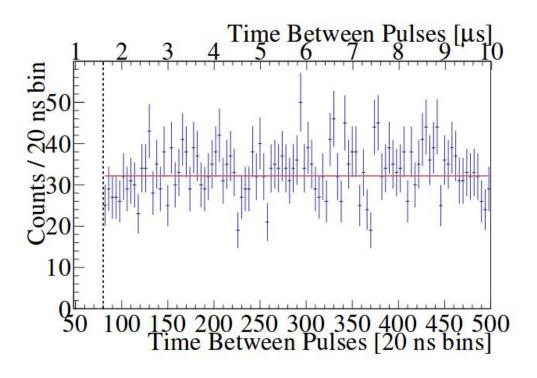


Data Acquisition System and Data Handling

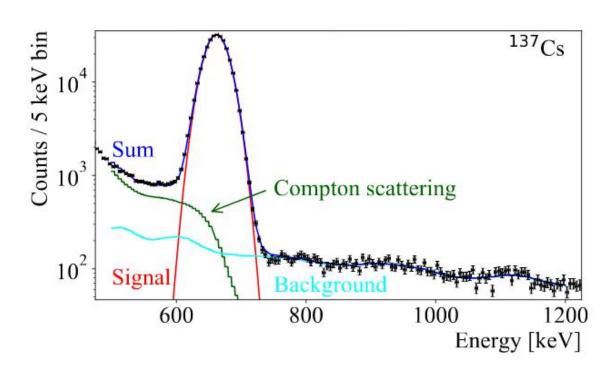




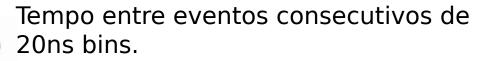
Data Aquisition



Fitting routine

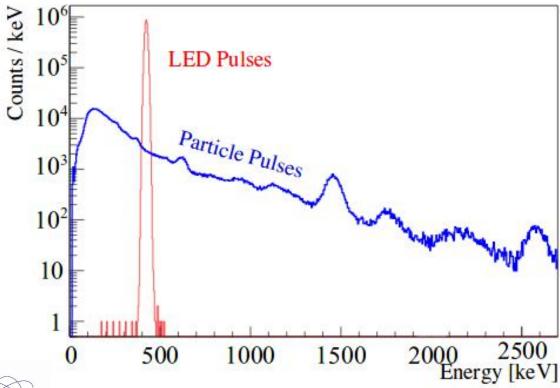


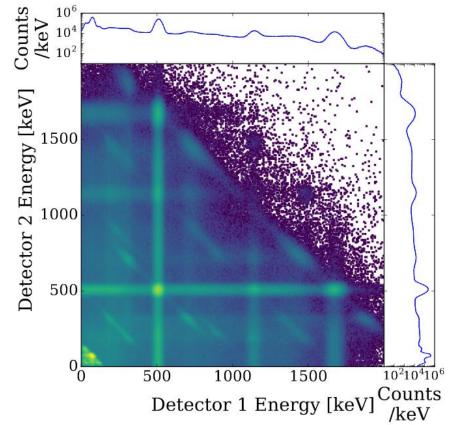
Cs 137 with 3600 livetime.





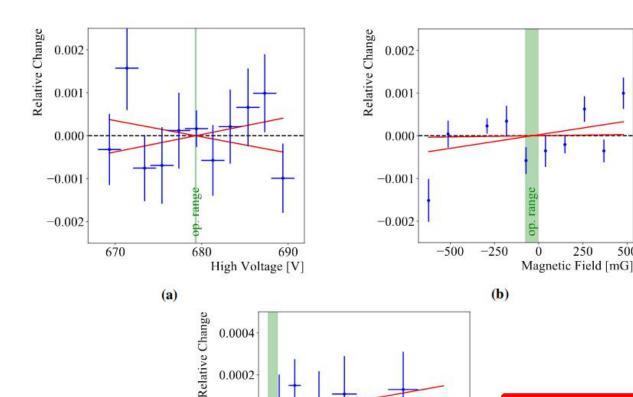
Background energy spectrum (particle pulses) compared to the LED spectrum flagged and separated.





Coincidência de energia em um par de detectores para uma fonte de 44 Ti.





20

(c)

60

Radon Activity [Bq m⁻³]

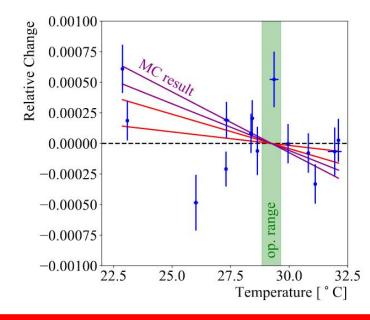
80

0.0000

-0.0002

-0.0004

Limites das influências sistemáticas



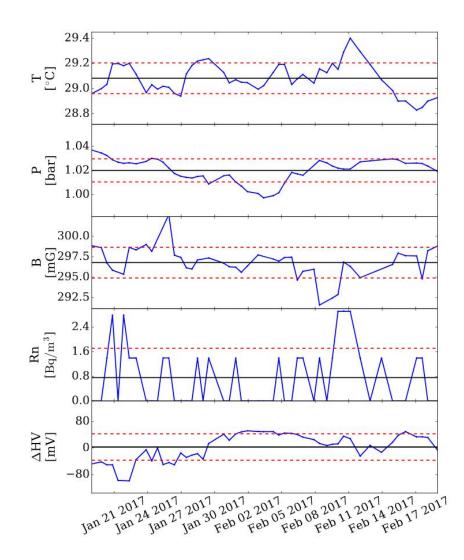
Parameter	K-S p-value	Interpolated Dependence	Operating Range (3×RMS)	Maximum Systematic Influence
Magnetic field	0.98	$(4 \pm 3) \times 10^{-7} \mathrm{mG}^{-1}$	36 mG	$(1 \pm 1) \times 10^{-5}$
High voltage	0.93	$(0 \pm 4) \times 10^{-5} \mathrm{V}^{-1}$	0.07 V	$< 2.2 \times 10^{-6}$ at 99.7% C.L
Radon activity	0.83	$(-0.1 \pm 2) \times 10^{-6} (Bq/m^3)^{-1}$	$< 3.4 \text{Bq/m}^3$	< 6.2×10 ⁻⁶ at 99.7% C.L

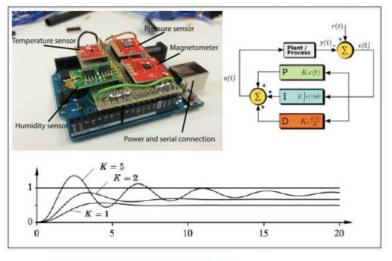


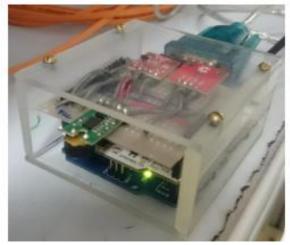
500

Controle dos efeitos sistemáticos

- Arduino para controle pressão, umidade, campo magnético e temperatura, a qual é mantida fixa por heaters → PID
- ② Em fase de projeto e construção: detectores para monitoramento de múons cósmicos (Medições da influência da captura eletrônica para o background.
- ③ 222Rn.



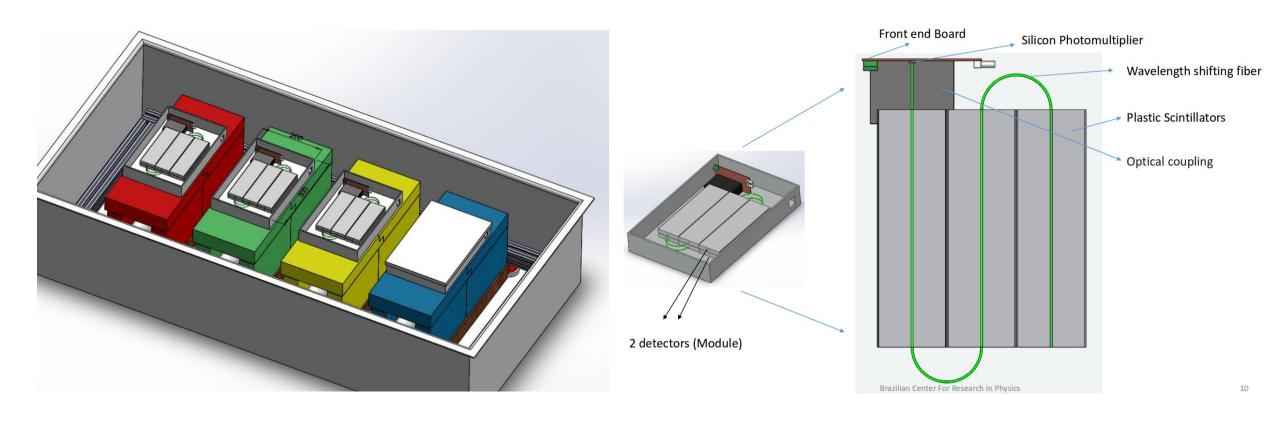




Sistema de detecção de Múons e identificação de captura

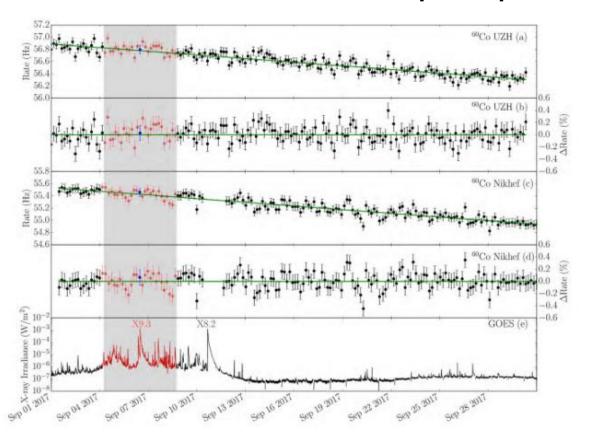
eletrônica (CBPF). Plastic Scintillator SIPM **Upper Plan** SIPM 1 – Muon Monitoring 8 Digital Channels 2 - Muon Capture Nal Nal 8 Analog Channels 3 - Source Event **Bottom Plan** SIPM Plastic Scintillator



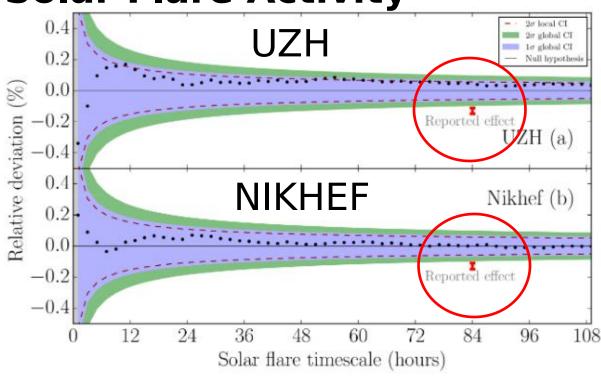




Ausência de correlação entre solar flares e a taxa de vida média de isótopos-β (Publicação mais recente).







2 Localizações diferentes



September 6th 2017, 12:02 UTC - x 9.3 Flare

September 10th 2017, 16:06 UTC - x 8.2 Flare



December 13 2006 - x 3.4 Flare

(Reported Effect) !!!!

Proximos passos ...

- Data Quality (CBPF Tese de mestrado)
- Implementação do sistema de detecção de Múons (CBPF)
- Medida de vida média do Ti44 (Purdue)
- Análise geral dos resultados após um ano de aquisição contínua.



