

***Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF)***



***Projeto Neutrinos Angra***

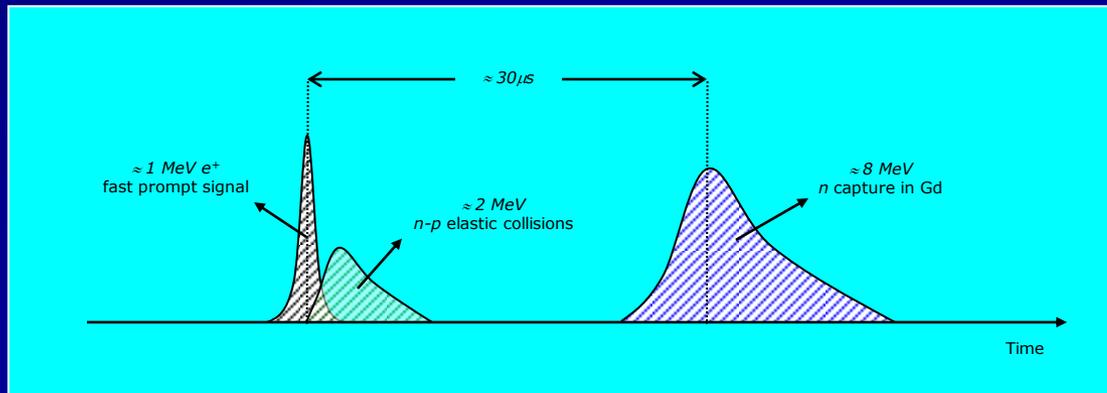
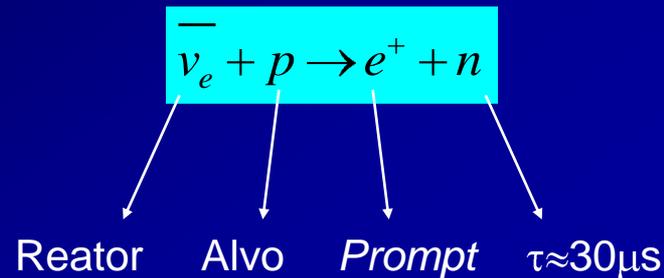
# ***Status do Detector Central***

***V Encontro de Trabalho***

***Laudo Barbosa***

***Santo André, 26 de Junho, 2009***

# Detecção de anti-neutrinos



Principal desafio (não o único):

- Taxa esperada de detecção de neutrinos no alvo:  $\approx 10^{-2}$  eventos/s
- Taxa esperada de detecção de raios cósmicos:  $\approx 10^3$  eventos/s

$\Rightarrow$  “grosso modo”, precisamos reduzir o ruído de fundo por um fator  $> 10^5$

# Detecção de anti-neutrinos

Contagens



O intervalo de tempo para captura de nêutron e para incidência de raios cósmicos seguem distribuição de Poisson

Probabilidade para que um evento ocorra depois de transcorrido intervalo de tempo 't':

$$P(t) = \lambda e^{-\lambda t}$$

$1/\lambda$  = intervalo de tempo médio entre eventos

$1/\lambda_{\nu} \approx 30\mu\text{s}$  = intervalo de tempo médio entre *prompt* e captura de nêutrons

$1/\lambda_{\mu} \approx 1\text{ms}$  = intervalo de tempo médio raios cósmicos (múons) consecutivos

# Detecção de anti-neutrinos

Técnica para reduzir *background* de raios cósmicos:

- Adquirir apenas eventos entre os quais seja observado intervalo de tempo de 100 $\mu$ s

Fração de eventos registrados em uma janela de tempo  $\tau$ :

$$\varepsilon(\tau) = 1 - \int_0^{\tau} \lambda e^{-\lambda t} dt = 1 - e^{-\lambda \tau}$$

⇒ Para janela de tempo 100 $\mu$ s são registrados:

96.4% dos neutrinos, 9.5% dos múons

∴ Redução de *background* por um fator  $\approx 10$

Sobram ainda 9.5%  $\times 10^8 \approx 10^7$  eventos espúrios (sobre 1000) por dia

# Sistema de Veto

---

## Requisitos:

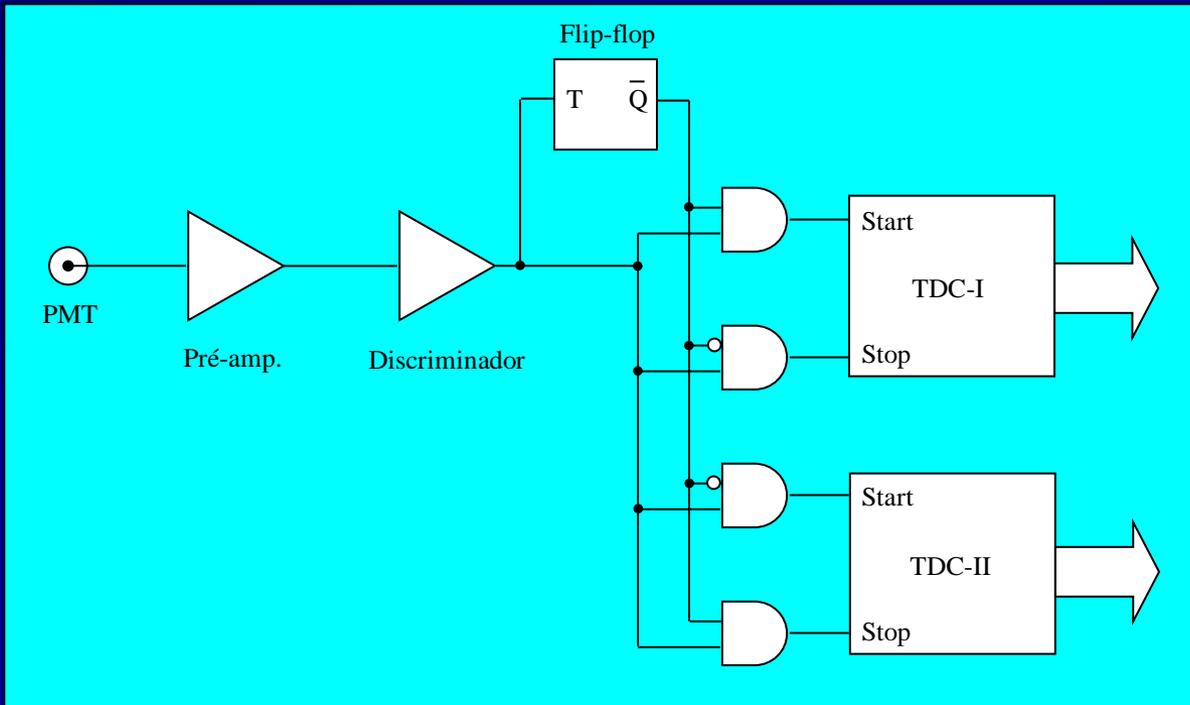
- 10% dos eventos cósmicos são eliminados por estar fora da janela de  $100\mu\text{s}$
- Para reduzir a taxa de *background* pelo menos para o mesmo nível da taxa de contagem de neutrinos, necessitamos eficiência de veto melhor que  $1-10^{-4}=99.99\%$
- Ainda assim registraríamos neutrinos e cósmicos em igual proporção
- Portanto, a eficiência do sistema de veto deveria ser, idealmente,  $>99.999\%$

**Difícilmente este nível de eficiência será atingido com o sistema de veto projetado**

⇒ Teremos que prever outras técnicas para redução da relação sinal/ruído

# Técnicas de Detecção

Esquema geral de circuito (proposto por Herman) para medir TODOS os intervalos de tempo entre eventos consecutivos



# Técnicas de Detecção

---

## Resultados de simulação (Pietro)

- Sinal de *prompt* (aniquilação de pósitron):  $< 10$  fotoelétrons
- Captura do nêutron (8 MeV, gamas):  $\approx 10$  fotoelétrons
- Múon (mínimo-ionizante):  $> 40$  fotoelétrons

(supondo: 1m de espessura de água, fotoelétrons gerados por Cerenkov, 15% de eficiência de detecção nas PMTs)

⇒ As diferenças de amplitude podem (têm que) ser usadas como critério de VETO para reduzir *background*

# Técnicas de Detecção

---

## Resultados de medidas (apresentação: Rogério)

- foi medido o número de fotoelétrons produzidos em aproximadamente 8cm de água
- observou-se que o número de fotoelétrons por evento produzidos por uma fonte de  $^{22}\text{Na}$  e por múons cósmicos é praticamente o mesmo:  $\approx 1.8$  (provavelmente devido à pequena espessura de água)
- Os resultados são muito preliminares, mas está montado um laboratório para realização de medidas
- Dentro das próximas semanas receberemos uma fonte de nêutrons ( $^{252}\text{Cf}$ , doada pelo CDTN-MG)

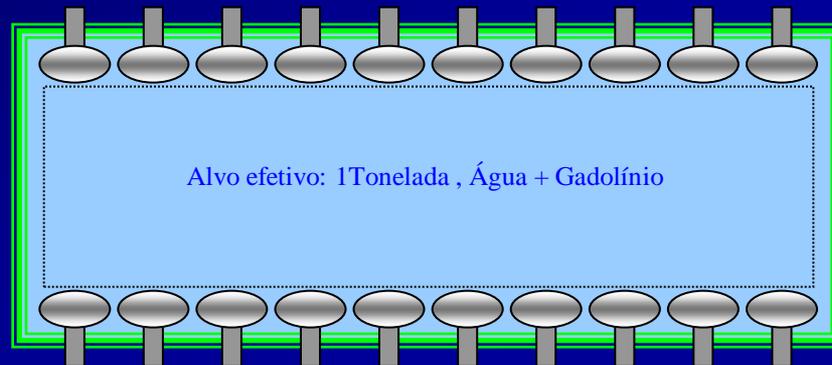
# Próximas ações

---

- Medir com precisão o número de fotoelétrons Cerenkov (gerados por  $^{22}\text{Na}$ ,  $^{252}\text{Cf}$  e múons) em um volume de água comparável com o do detector final
- Comparar (interagir) os resultados com dados de simulação
- Ajustar os parâmetros de simulação até um grau de confiabilidade que nos permita projetar detalhes do detector central
- Tratar outras fontes de *background* (radiação ambiente, radiação das PMTs, nêutrons do próprio reator, nêutrons de espalação, eventos casuais, erros sistemáticos...)
- Fazer *upgrade* (*hardware* e *software*) do tanque montado em Angra para realização de medidas precisas de fluxo de múons.
- Dimensionar as necessidades de blindagem
- Estudar a possibilidade de se usar o sinal de termalização do nêutron como critério de veto

# Próximas ações

Desenho técnico do detector (em SolidWorks)



## Diretivas

- 04 paredes do detector serão cobertas com PMTs
- Antineutrinos entram por uma das paredes livres
- Caso não seja possível chegar a uma relação sinal/ruído aceitável, será projetado um sistema de detecção adicional para a parede restante
- Supondo 50% de cobertura, necessitaremos 60-70 PMTs (PMTs R5912)

# Conclusão & Perspectivas

---

- Uma vez que definimos a tecnologia para o detector, o esforço seguinte será concentrado na execução do projeto (praticamente encerrada a etapa de estudos conceituais)
- Até o final de 2009 pretendemos ter todo o desenho técnico do detector concluído, todos os materiais adquiridos ou encomendados. Caso não seja possível chegar a uma relação sinal/ruído aceitável, será projetado um sistema de detecção adicional para a parede restante
- Montagem, comissionamento e operação do detector em 2010