



# Simulação por Monte Carlo de Reações Nucleares de Fotofissão e Spallation em Energias Intermediárias

Evandro Segundo

Bolsista IC/CNPq

Prof. Fermin Garcia

Orientador

Abril/2009

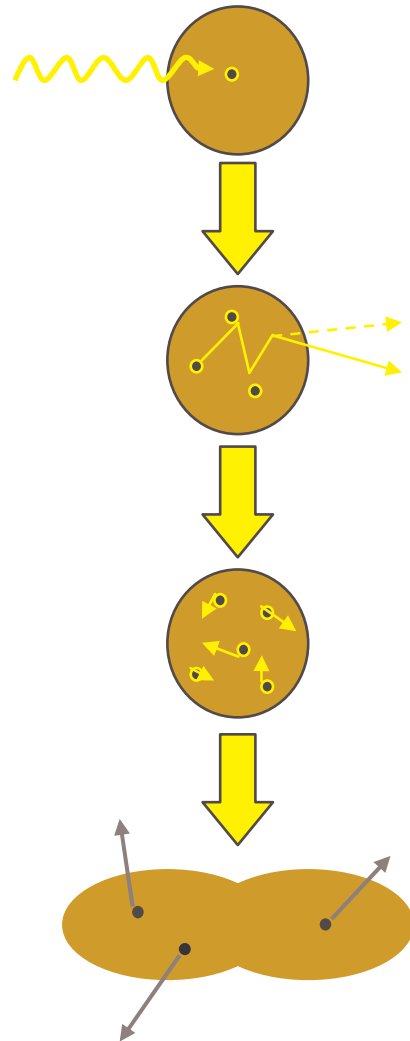
# Introdução

## - Método de Monte Carlo e Reação Nuclear

- Grande número de eventos
- Grande número de partículas participando da reação
- Grande número de canais a serem escolhidos a cada passo
- Grande número de processos ocorrendo simultaneamente
- A decisão em cada passo é tomada em base estocástica
- Cada processo é escolhido estocasticamente
- O processo se constitui de uma seqüência de processos elementares
- O processo global (a reação) é constituída de uma seqüência de processos elementares

# Reação Nuclear

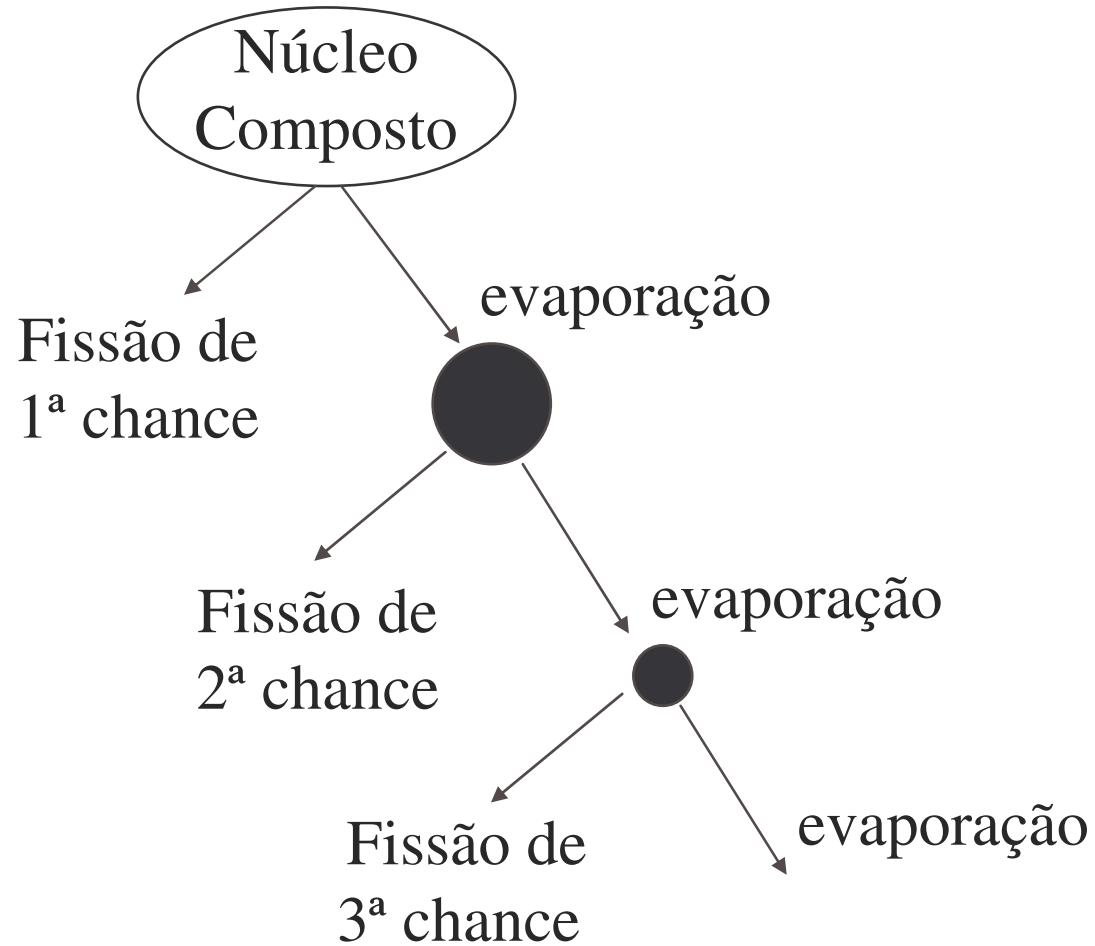
## - Processo Global



- Interação primária da partícula incidente
- Cascata intra-nuclear
- Formação do núcleo composto – energia de excitação uniformemente distribuída
- Competição entre evaporação e fissão

# Competição Evaporação-Fissão

- Visão Geral

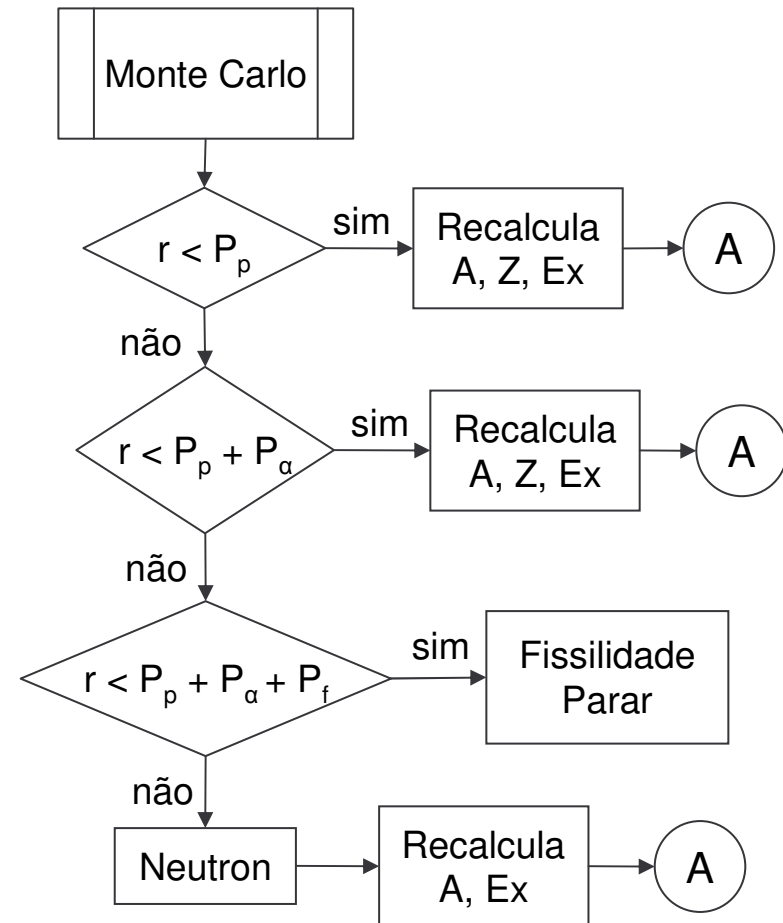
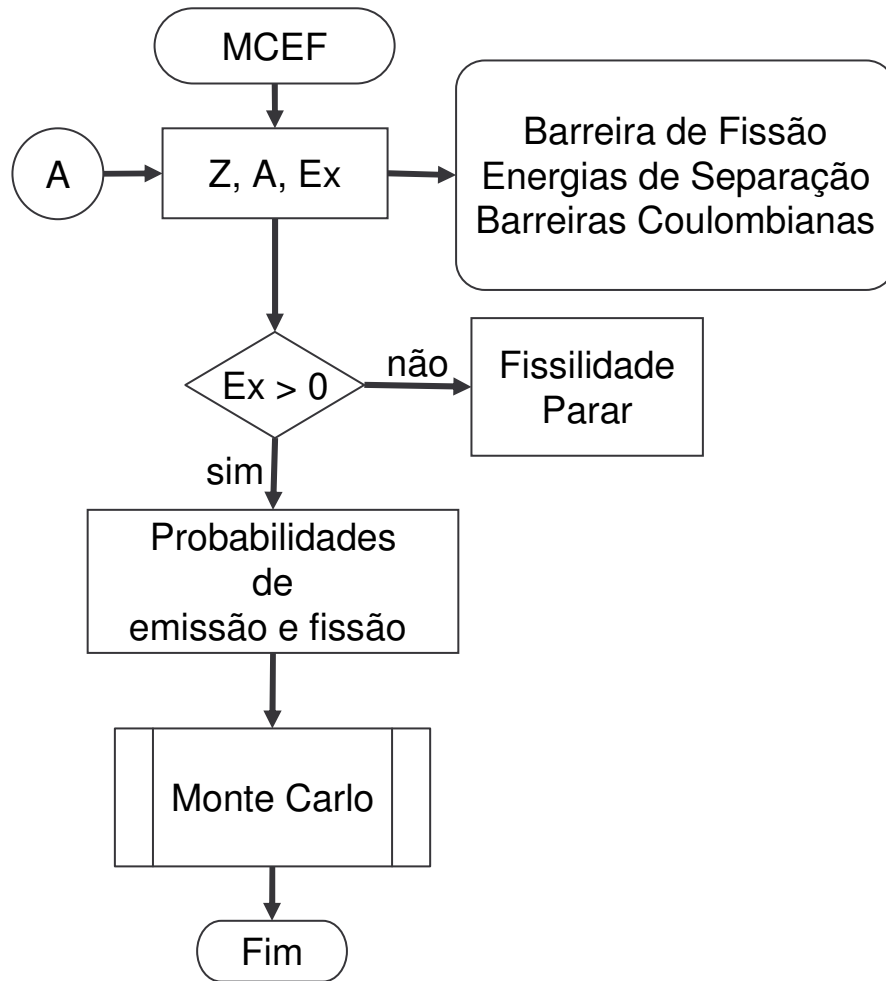


# Competição Evaporação-Fissão



- Passos do MCEF
  - ▣ Barreira de fissão (parametrização de Nix, 1969)
  - ▣ Energias de separação
  - ▣ Potenciais Coulombianos
  - ▣ Probabilidades de emissão e de fissão (Weisskopf, 1937; Bohr&Wheeler, 1939)
  - ▣ Fissilidade

# Competição Evaporação-Fissão



# Detalhes do Projeto

## - Competição Evaporação-Fissão

### □ Objetivos:

- Calcular seções de choque de fotofissão para  $^{208}\text{Pb}$ ,  $^{232}\text{Th}$ ,  $^{235}\text{U}$ ,  $^{237}\text{Np}$  e  $^{238}\text{U}$  (100 a 1200 MeV)
- Calcular seções de choque dos produtos de spallation para  $^{197}\text{Au}$  e  $^{208}\text{Pb}$  (prótons de 800 MeV e 1 GeV)

### □ Metodologia:

- Ajuste dos parâmetros de densidade de níveis

# Detalhes do Projeto

## - Competição Evaporação-Fissão

### □ Parâmetros de Densidade de Níveis

#### □ Fissão

$$r_f = \frac{A_f}{A_n}$$

#### □ Protônico

$$A_p = \frac{A}{a} \sqrt{1 - \frac{b(N-Z)}{A^2}}$$

#### □ Partículas alfa

$$A_a = \frac{A}{c} \sqrt{1 - \frac{d}{2Z}}$$

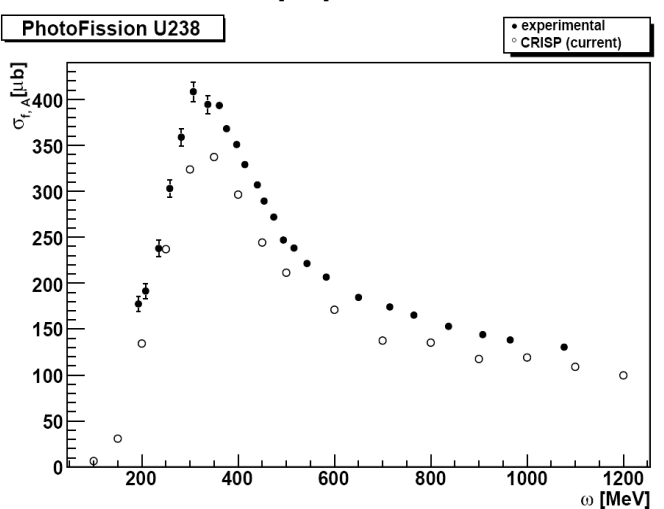
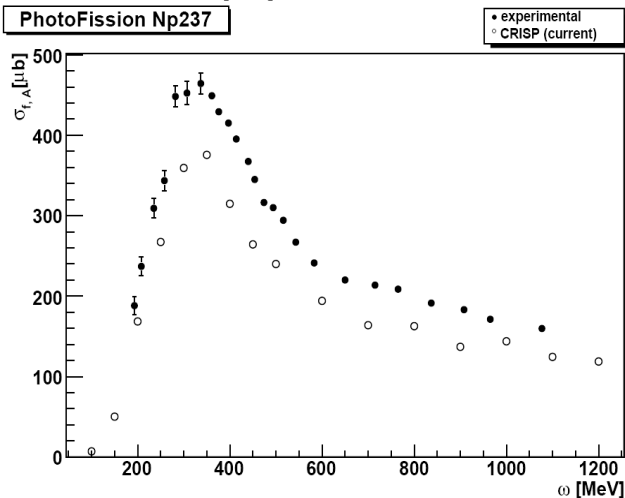
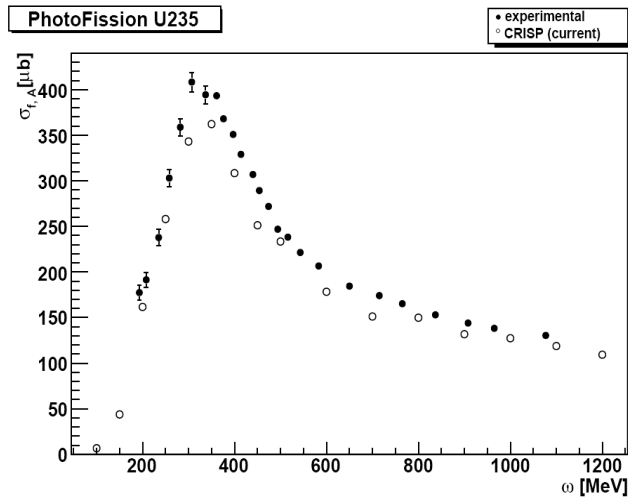
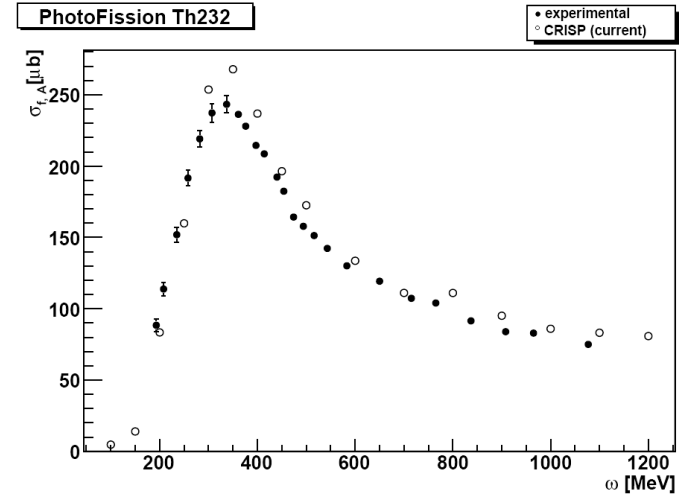
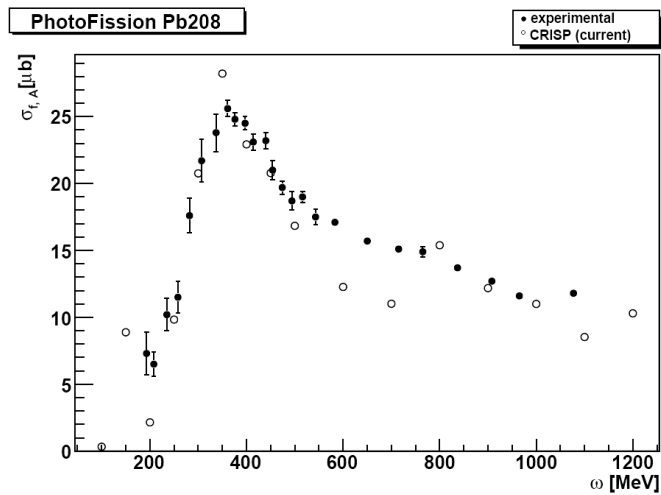
#### □ Neutrônico

$$A_n = \frac{A}{p_1} \sqrt{1 - \frac{p_2(N-Z)}{A^2}}$$



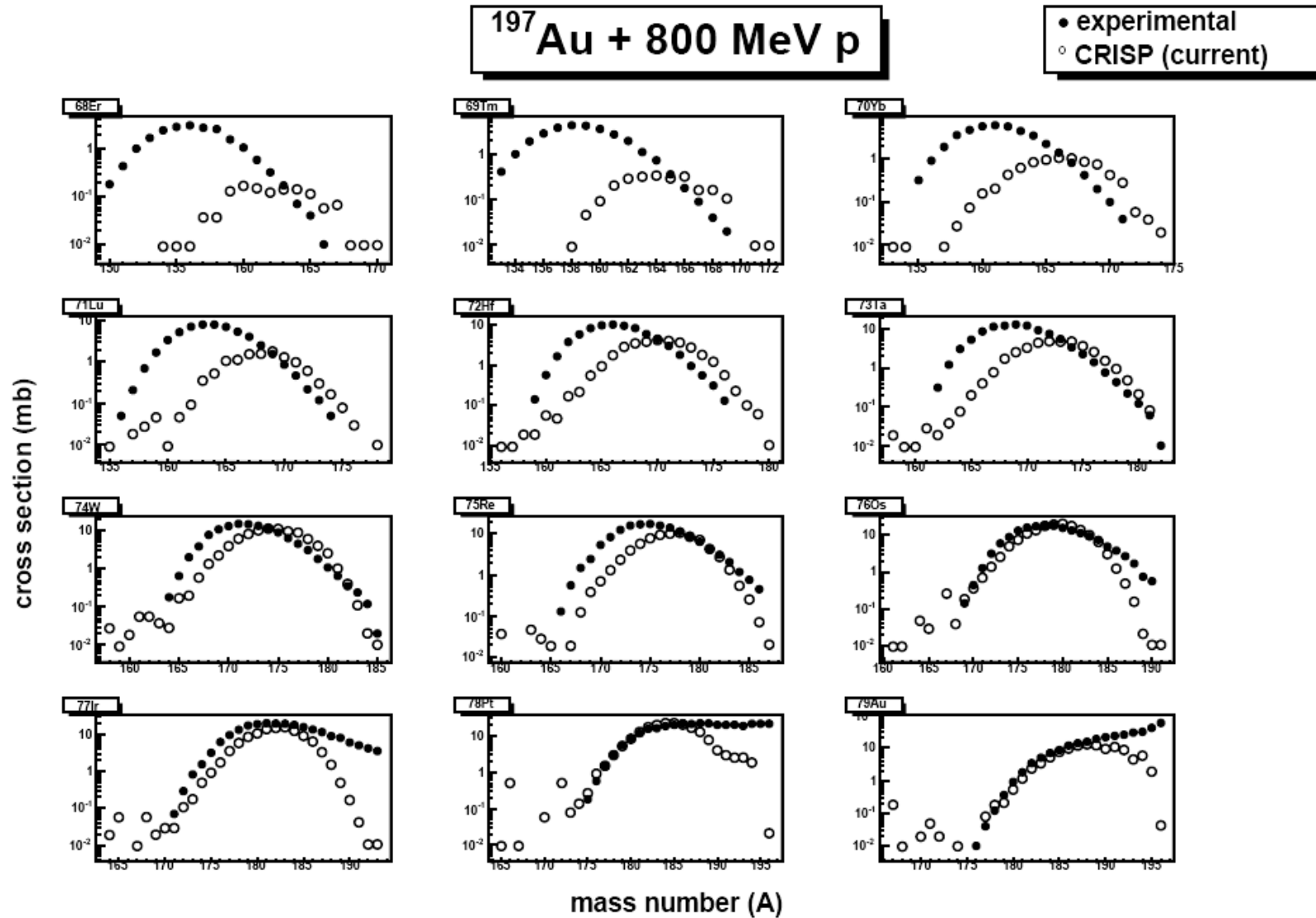
# Resultados

## - Competição Evaporação-Fissão



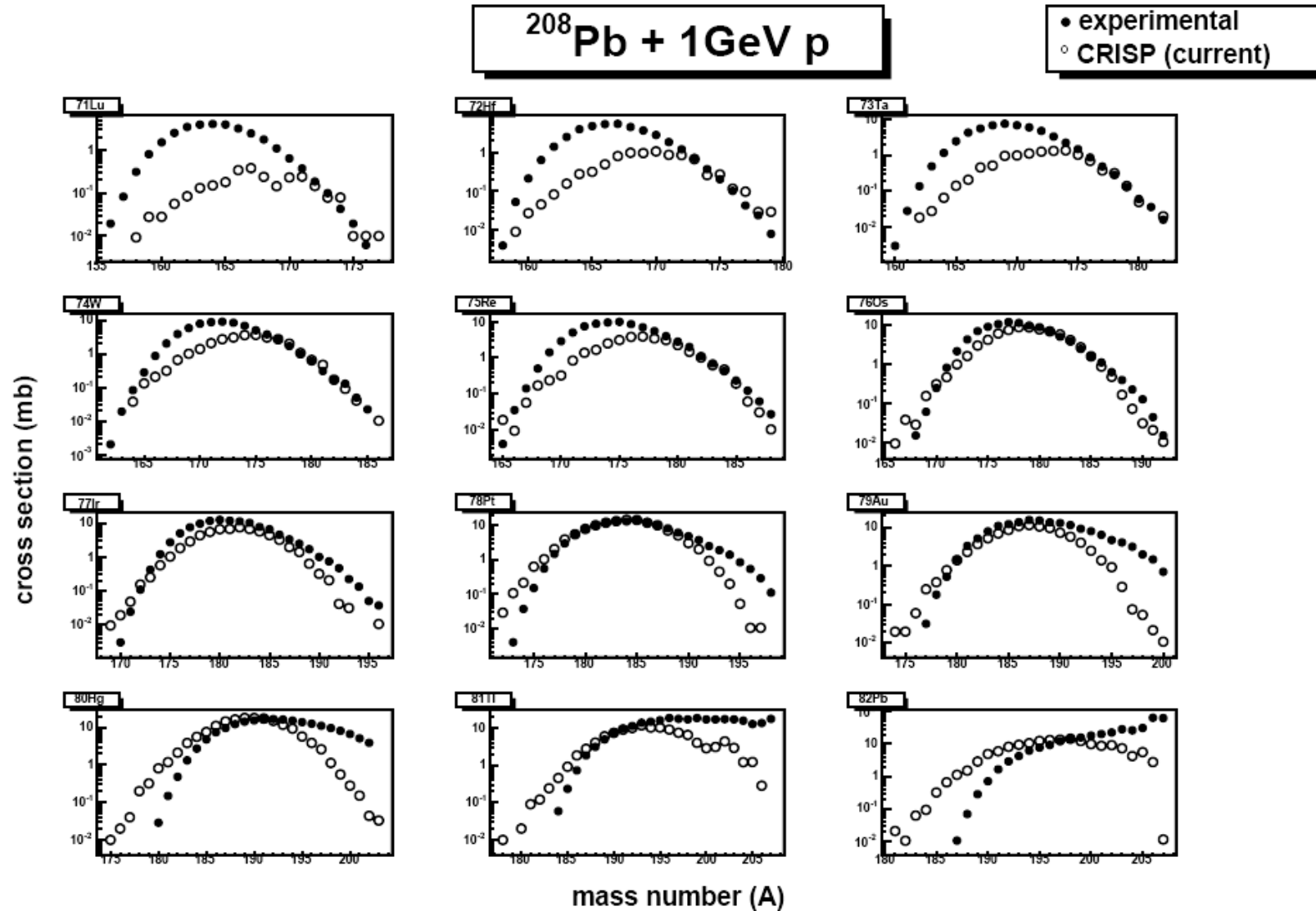
# Resultados

## - Competição Evaporação-Fissão



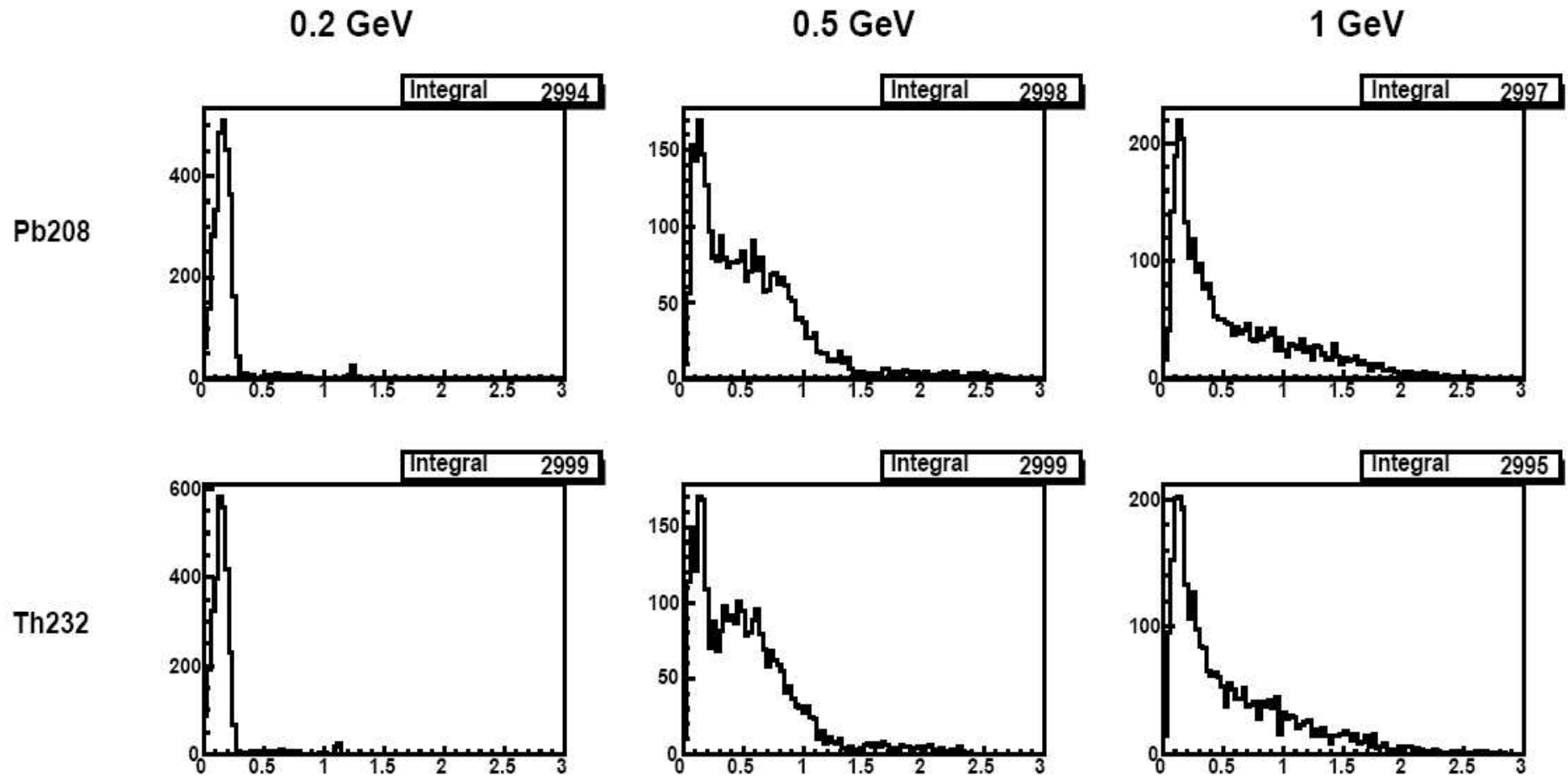
# Resultados

## - Competição Evaporação-Fissão



# Resultados

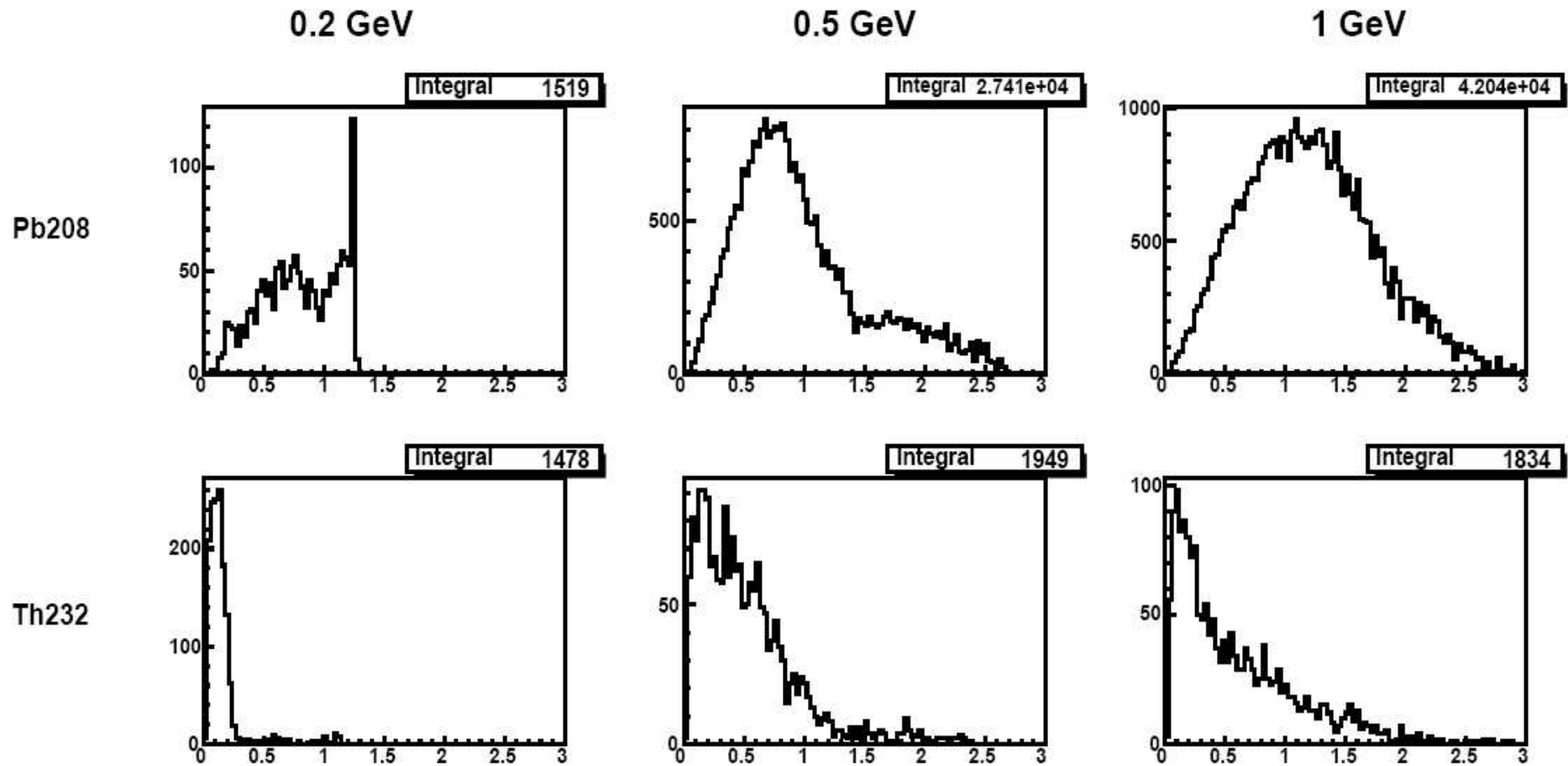
- Cascata e MCEF



Distributions of excitation energy per nucleon for residual nuclei at the end of the intra-nuclear cascade process.

# Resultados

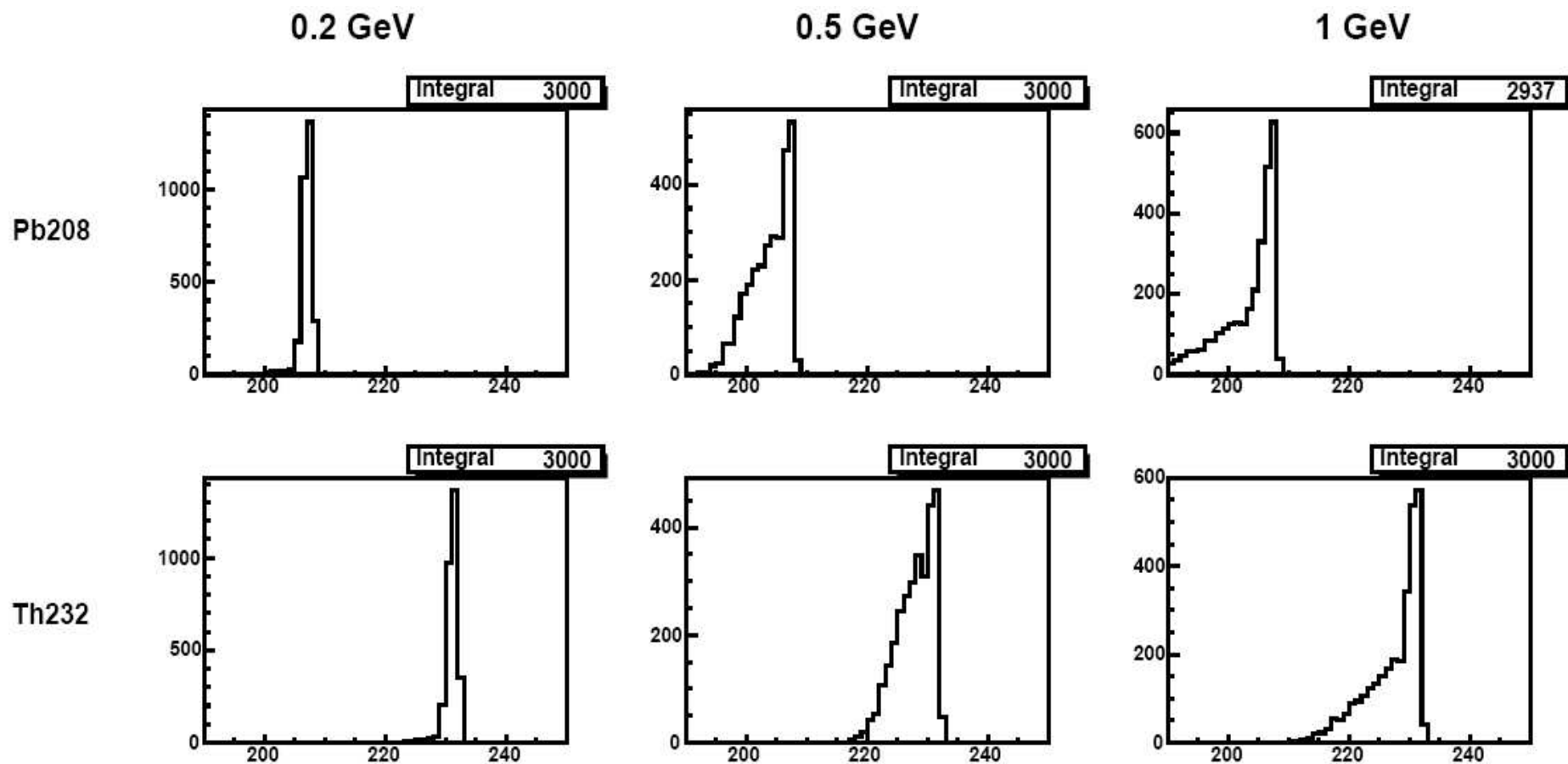
- Cascata e MCEF



Distributions of excitation energy per nucleon at the fission point.

# Resultados

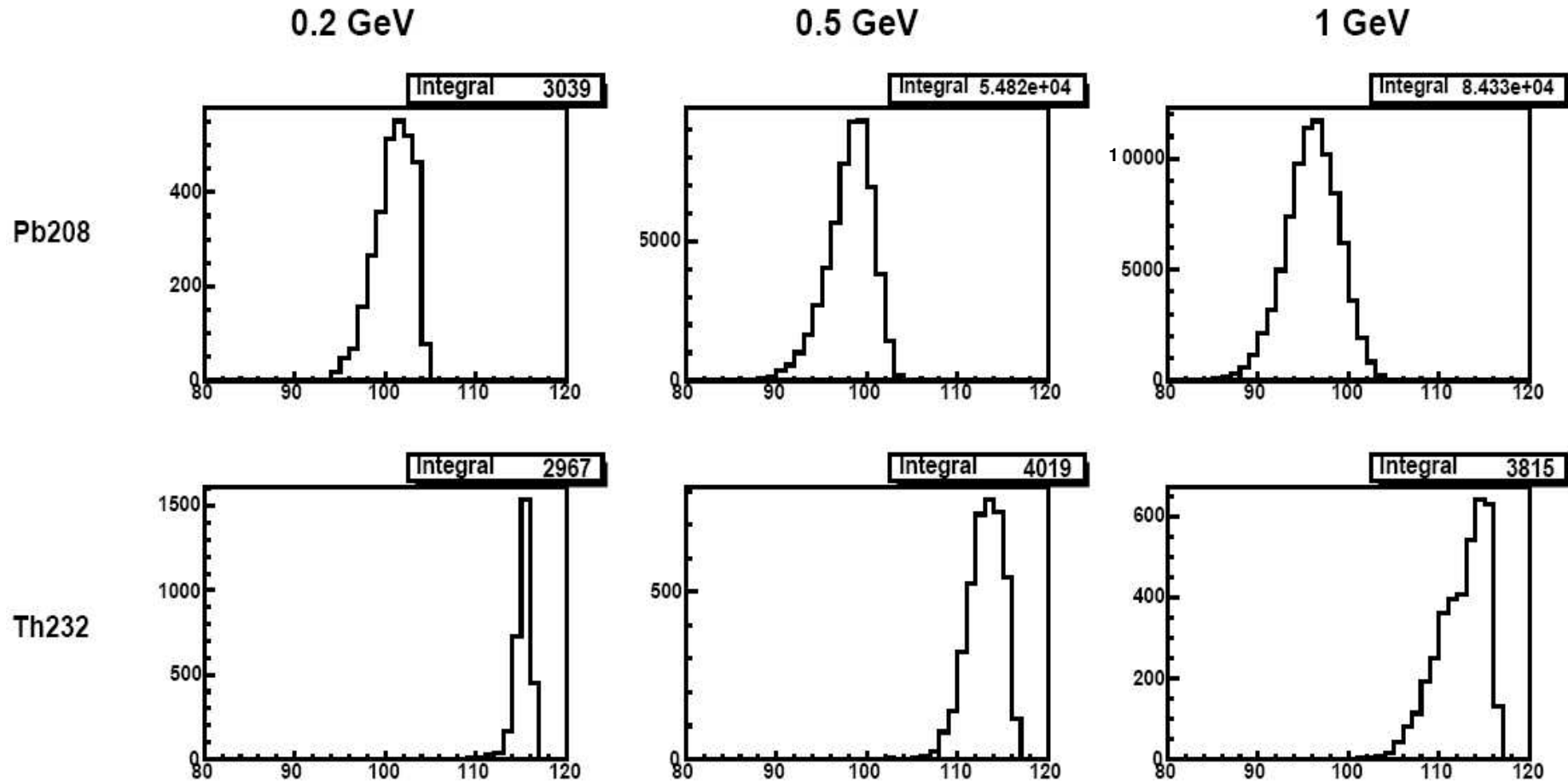
- Cascata e MCEF



Mass distributions for the residual nuclei formed at the end of the intra-nuclear cascade.

# Resultados

- Cascata e MCEF



Mass distributions of fission fragments.