

Análise comparativa do efeito Compton com raios- γ e raios-X

Cristine Kores e Jessica Niide
Professora Elisabeth Yoshimura

Estrutura da apresentação

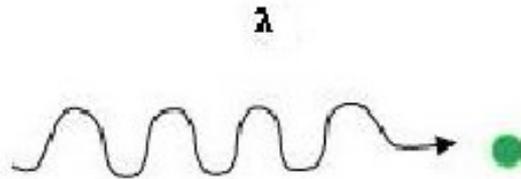
- Introdução ao Efeito Compton
- Objetivos
- Experimento com Raios- γ
- Experimento com Raios-X
- Resultados e análises
- Discussão dos resultados

O Efeito Compton

- O efeito Compton consiste no espalhamento de fótons pela sua interação com um material.

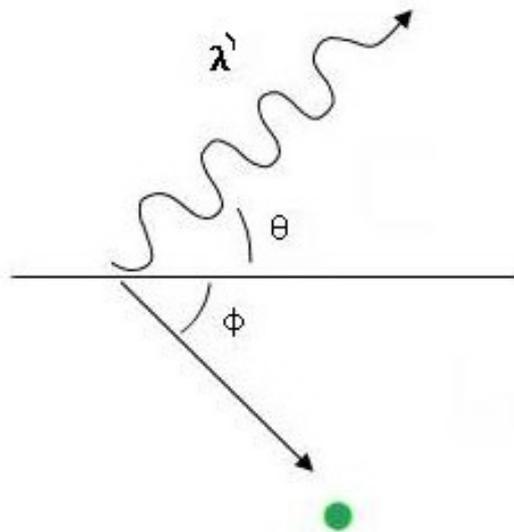
O Efeito Compton

- O efeito Compton consiste no espalhamento de fótons pela sua interação com um material.



O Efeito Compton

- O efeito Compton consiste no espalhamento de fótons pela sua interação com um material.



O Efeito Compton

- Fótons incidentes de comprimento de onda λ interagem com elétrons “livres” do alvo, cedendo parte da sua energia ao elétron. Os fótons reemitidos possuem comprimento de onda λ' e são espalhados por um ângulo θ .

A interação dos fótons é puramente com os elétrons do material.

O Efeito Compton

- A relação entre o ângulo de espalhamento e a energia do fóton espalhado é:

$$\lambda' - \lambda = \frac{h}{m_e c} (1 - \cos(\theta))$$

Objetivos

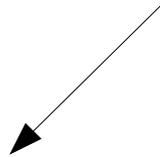
- Vamos analisar e comparar o efeito Compton com dois aparatos distintos.
 - fótons incidentes de raios- γ e detector cintilador
 - fótons incidentes de raios-X e detector semicondutor

Objetivos

Raios- γ e Raios-X

Objetivos

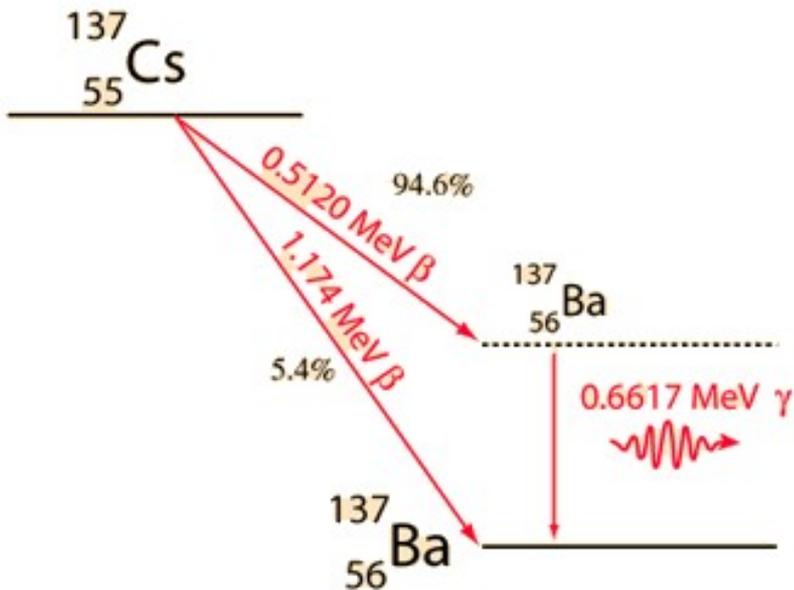
Raios- γ e Raios-X



Objetivos

Raios- γ e Raios-X

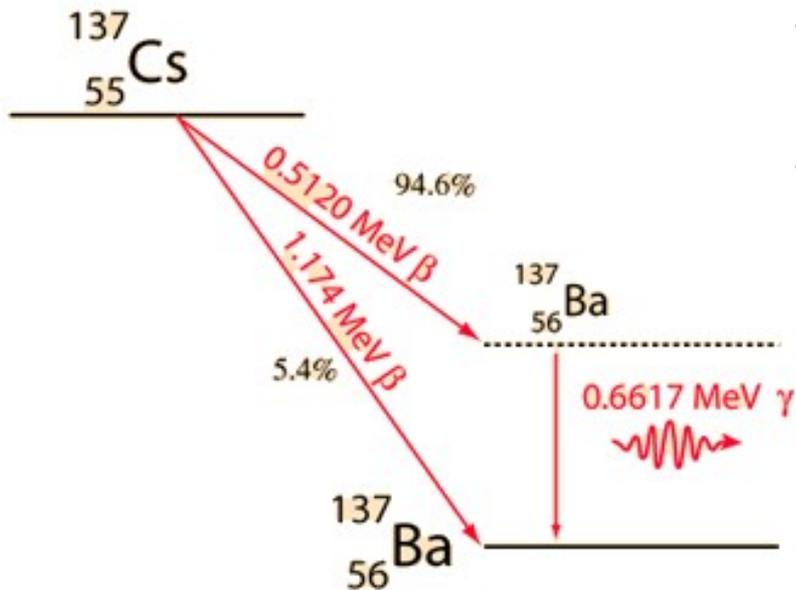
Decaimento nuclear



Objetivos

Raios- γ e Raios-X

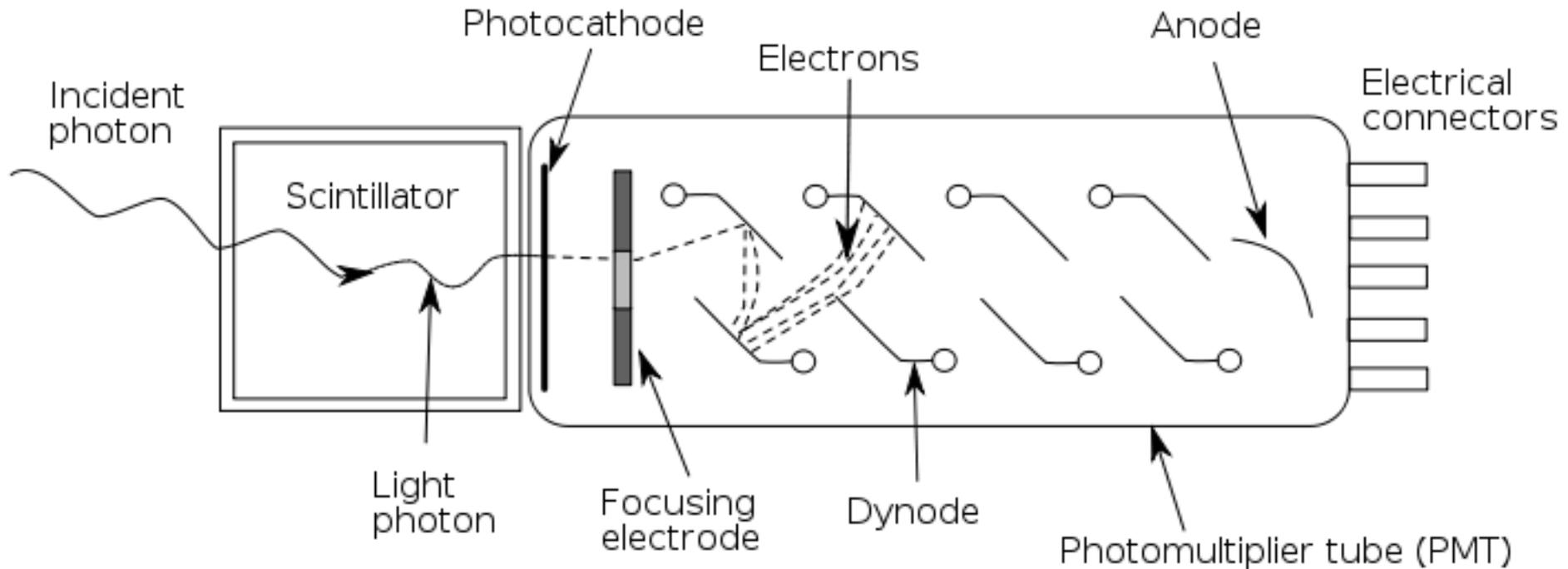
Decaimento nuclear



- Fótons de Bremsstrahlung
- Espectro característico

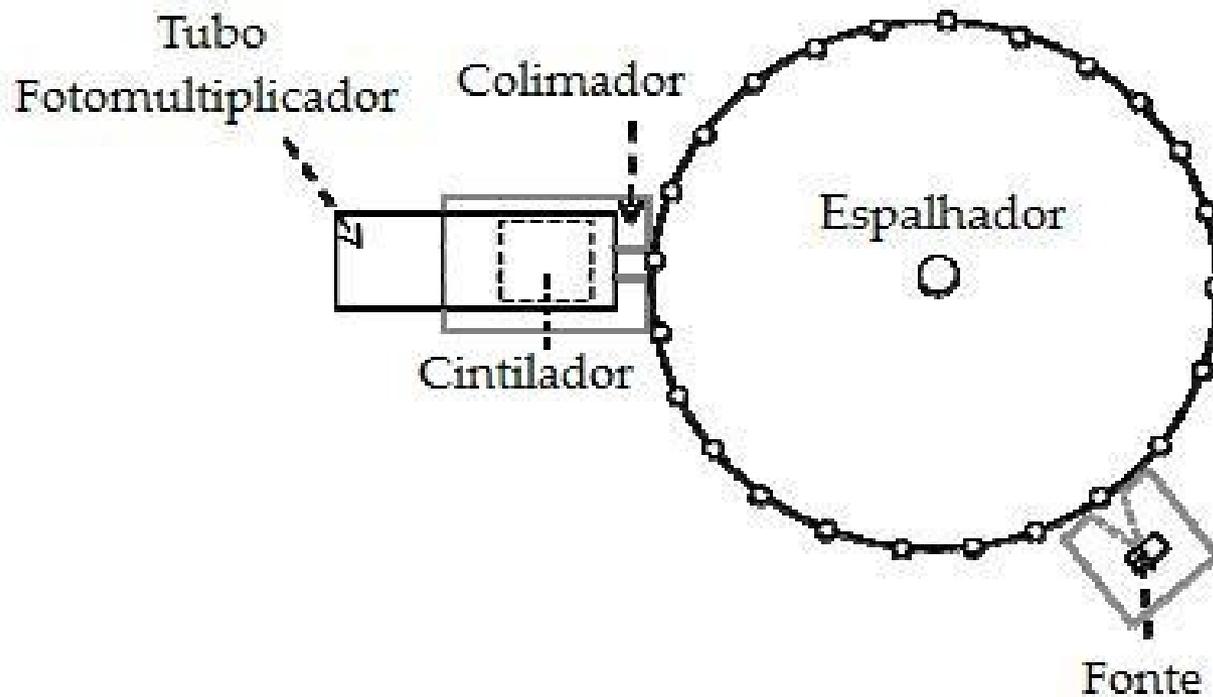
Experimento com Raios- γ

Detector Cintilador



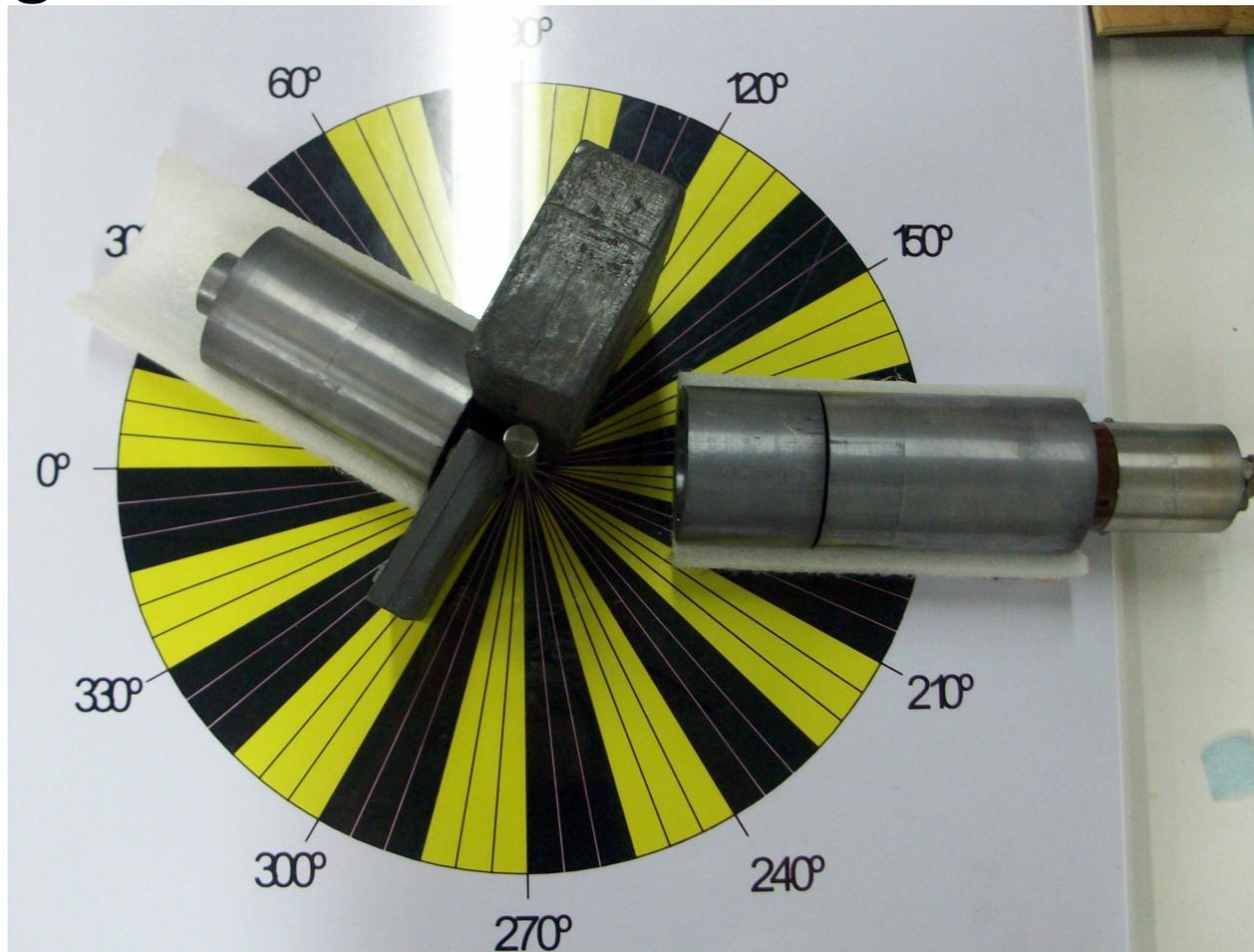
Experimento com Raios- γ

- Montagem



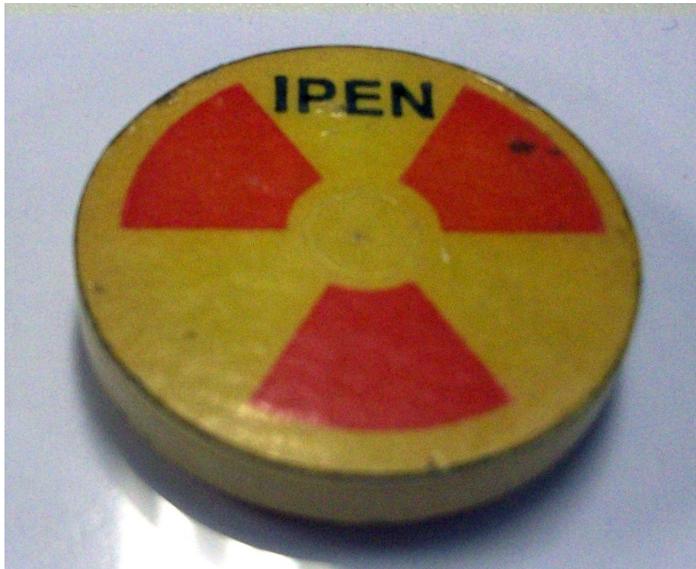
Experimento com Raios- γ

- Montagem



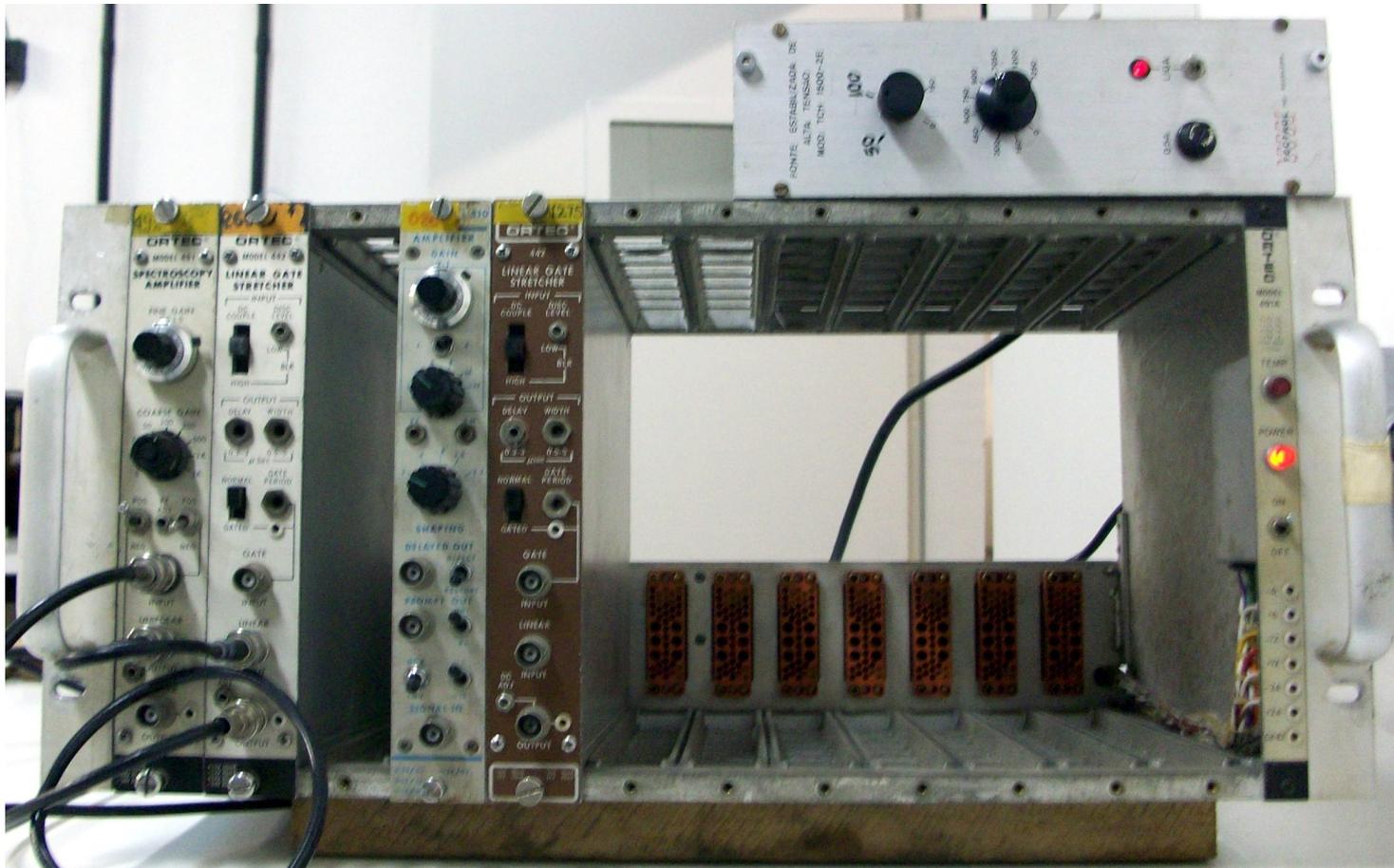
Experimento com Raios- γ

- Montagem



Experimento com Raios- γ

- Montagem – ajuste do ganho



Experimento com Raios- γ

- Calibração com 4 picos de energias conhecidas

^{137}Cs : 662 keV

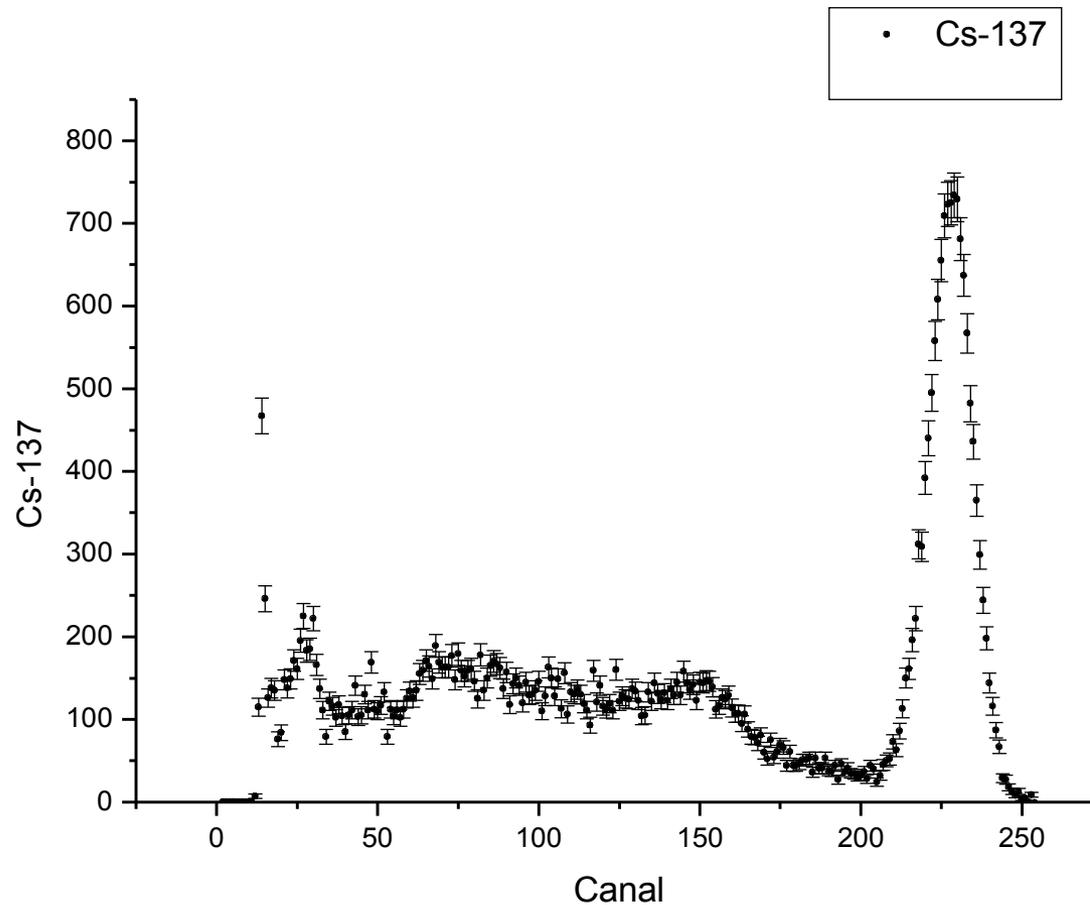
^{22}Na : 511 keV

^{133}Ba : 303 keV e 352keV

Estimamos a incerteza considerando a distribuição de Poisson para cada contagem

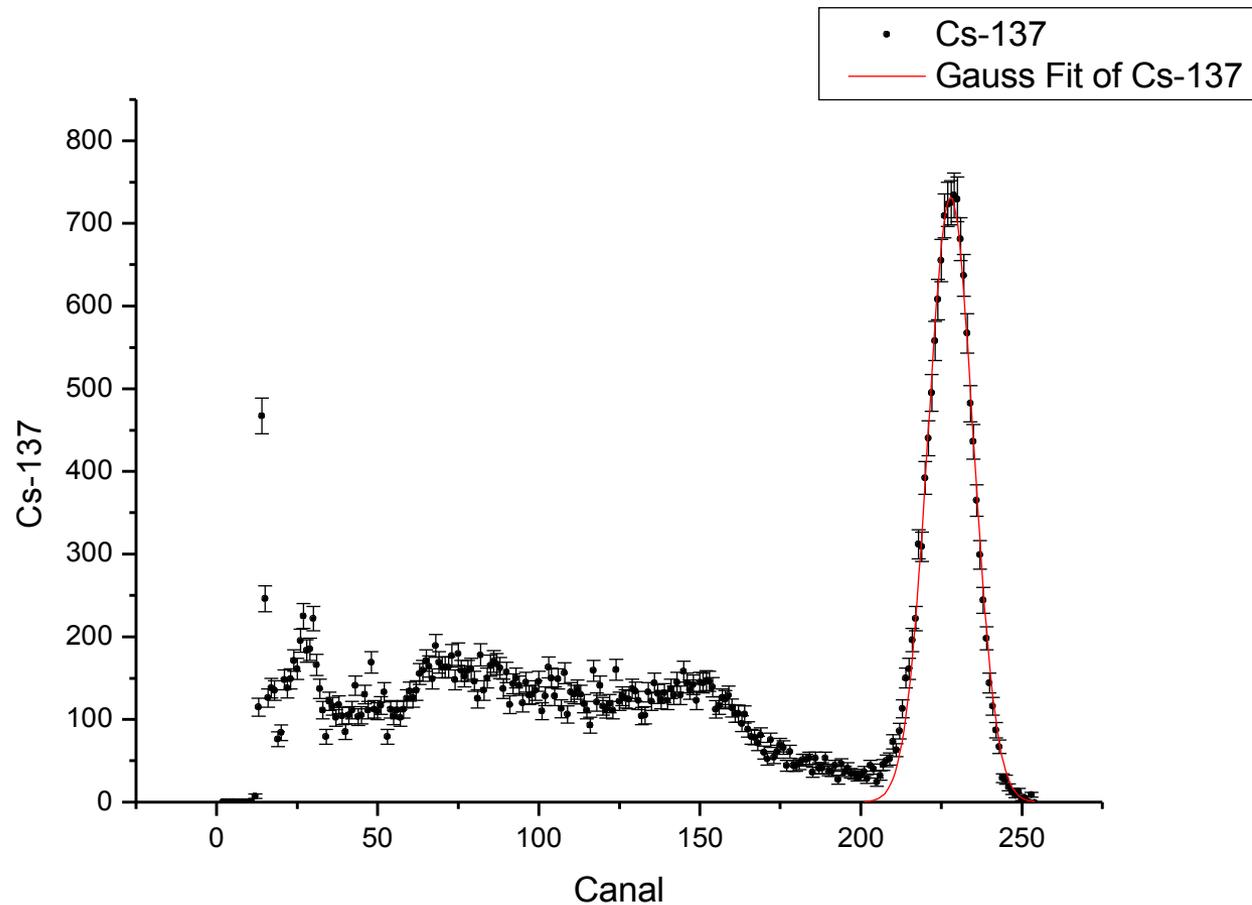
Experimento com Raios- γ

- Calibração – exemplo Césio



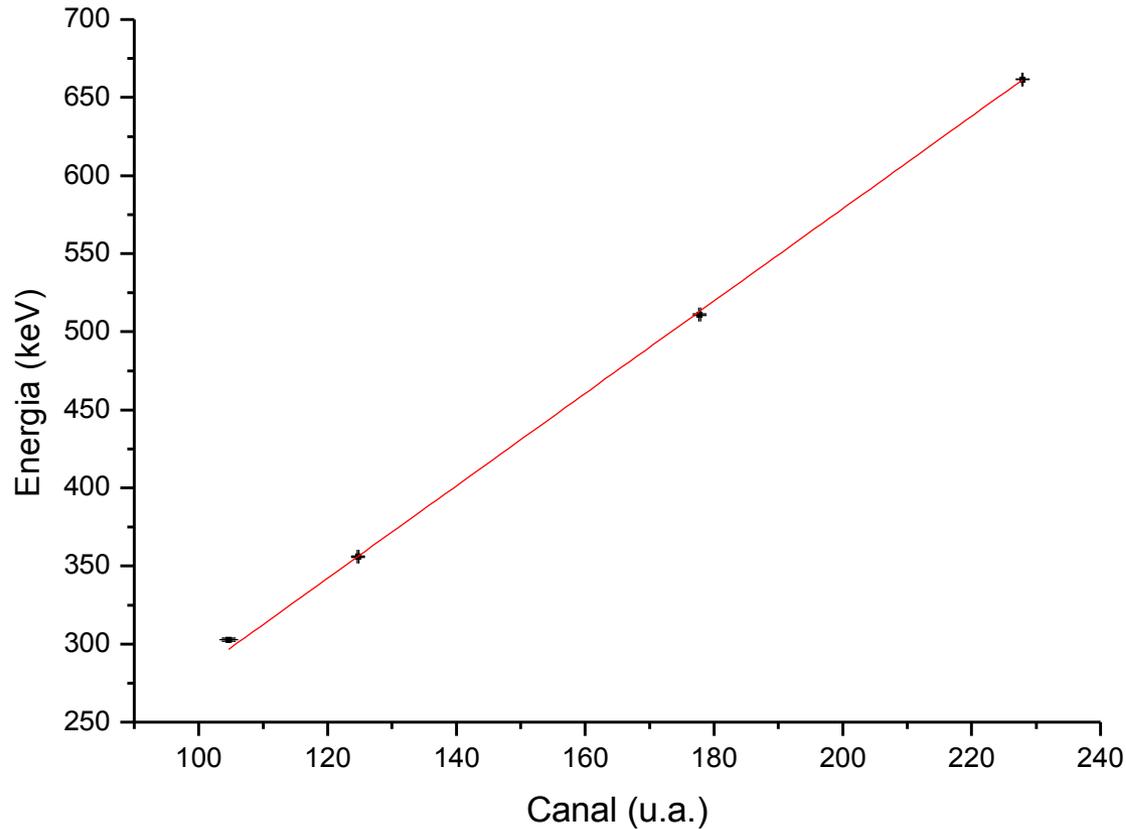
Experimento com Raios- γ

- Calibração – exemplo Césio



Experimento com Raios- γ

- Calibração



Experimento com Raios- γ

- Análise de dados

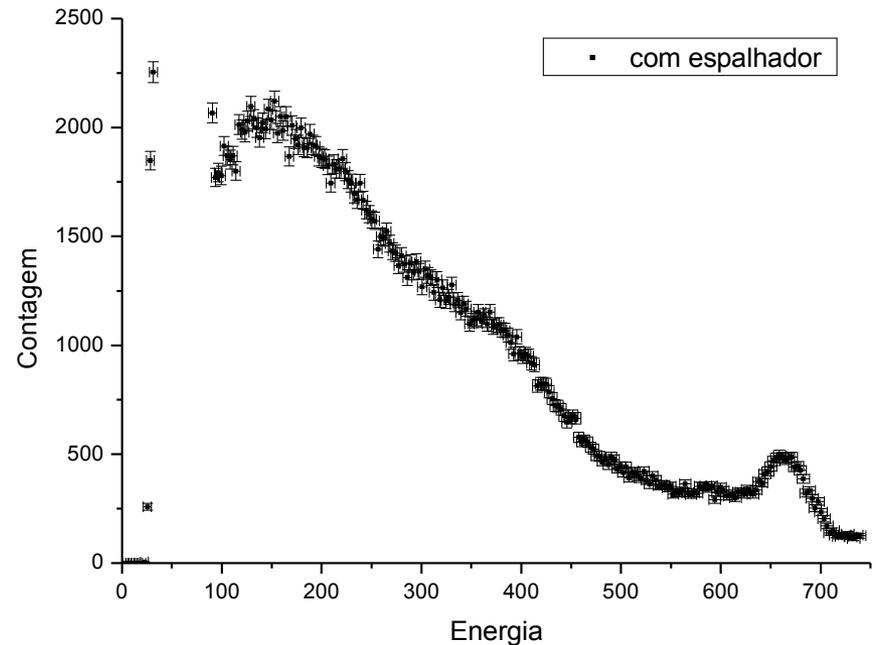
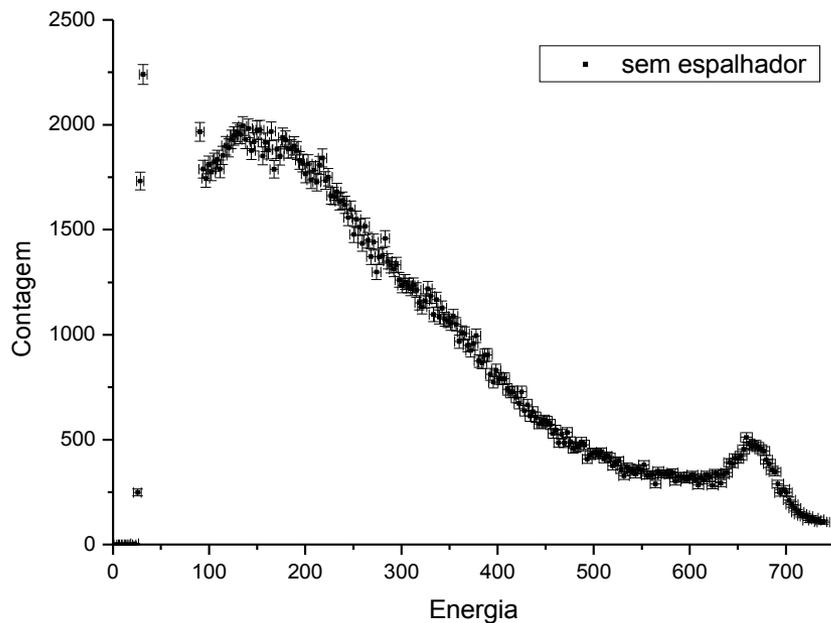
Medidas realizadas para cada ângulo com e sem o espalhador

Para observar apenas o pico Compton, retiramos o “fundo” da medida espalhada

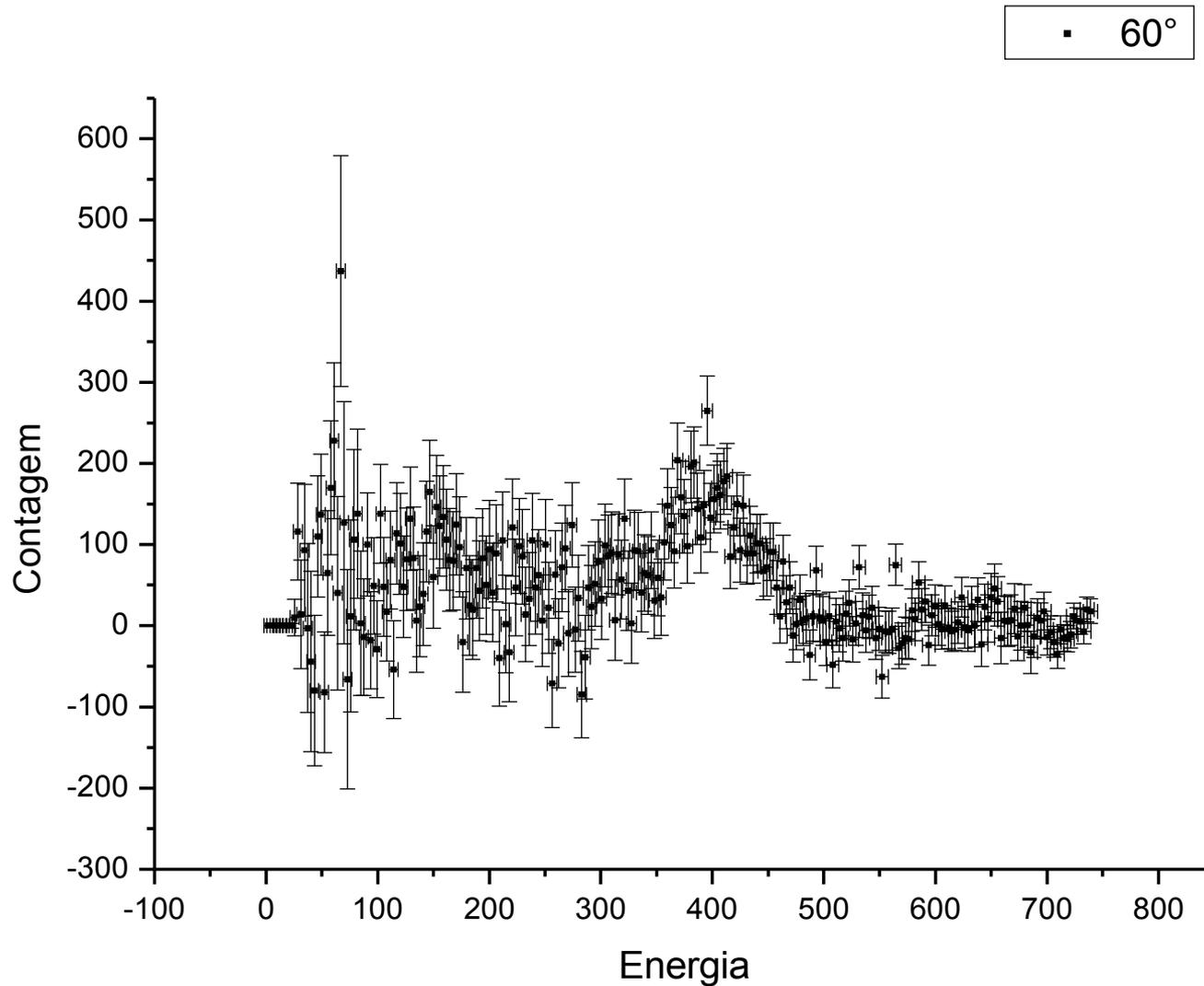
Ajuste gaussiano no pico espalhado

Experimento com Raios- γ

- Ilustração da subtração dos espectros, a 60°

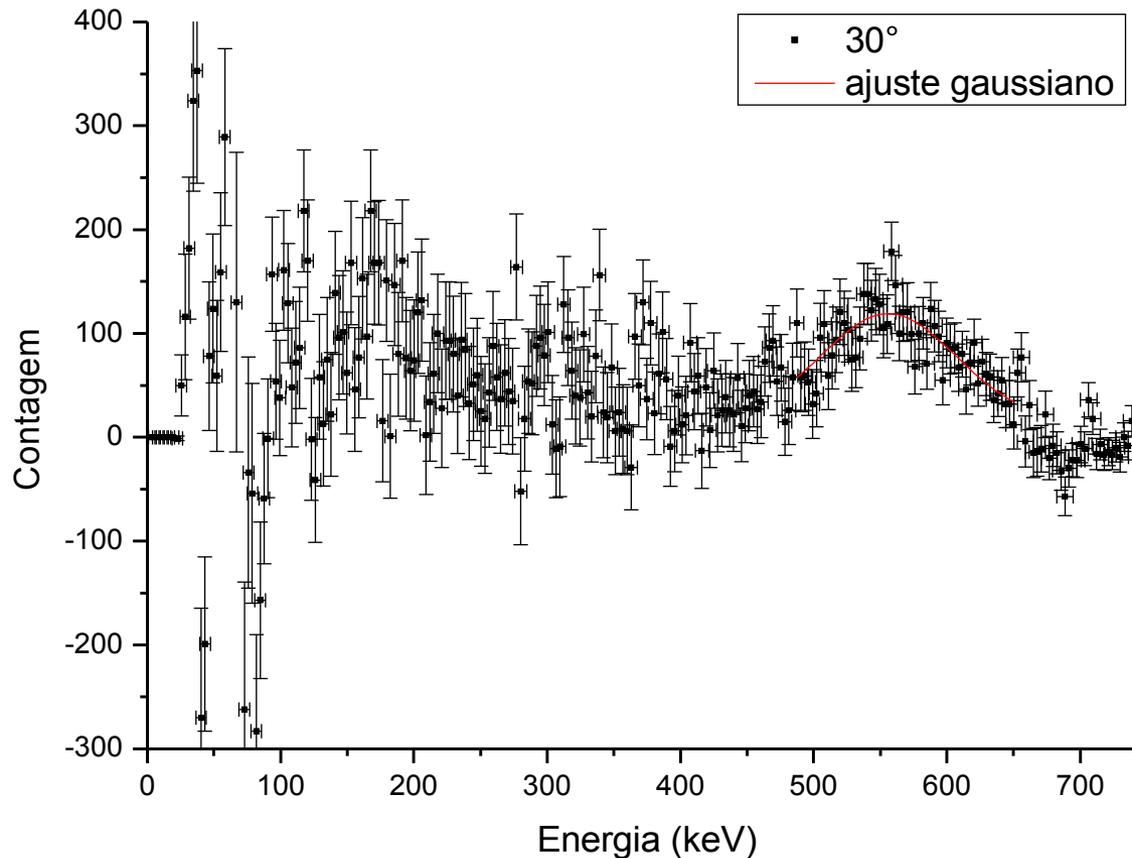


Experimento com Raios- γ



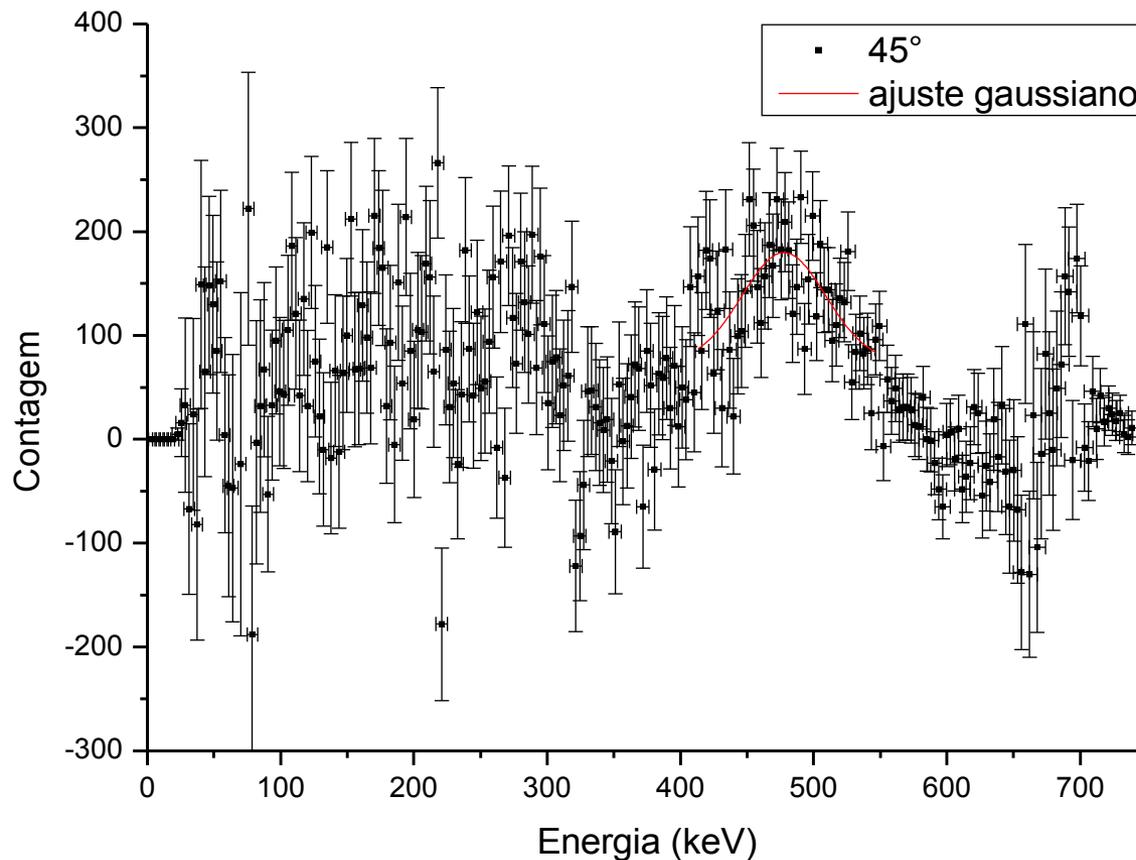
Resultados com Raios- γ

- Espalhamento a 30°



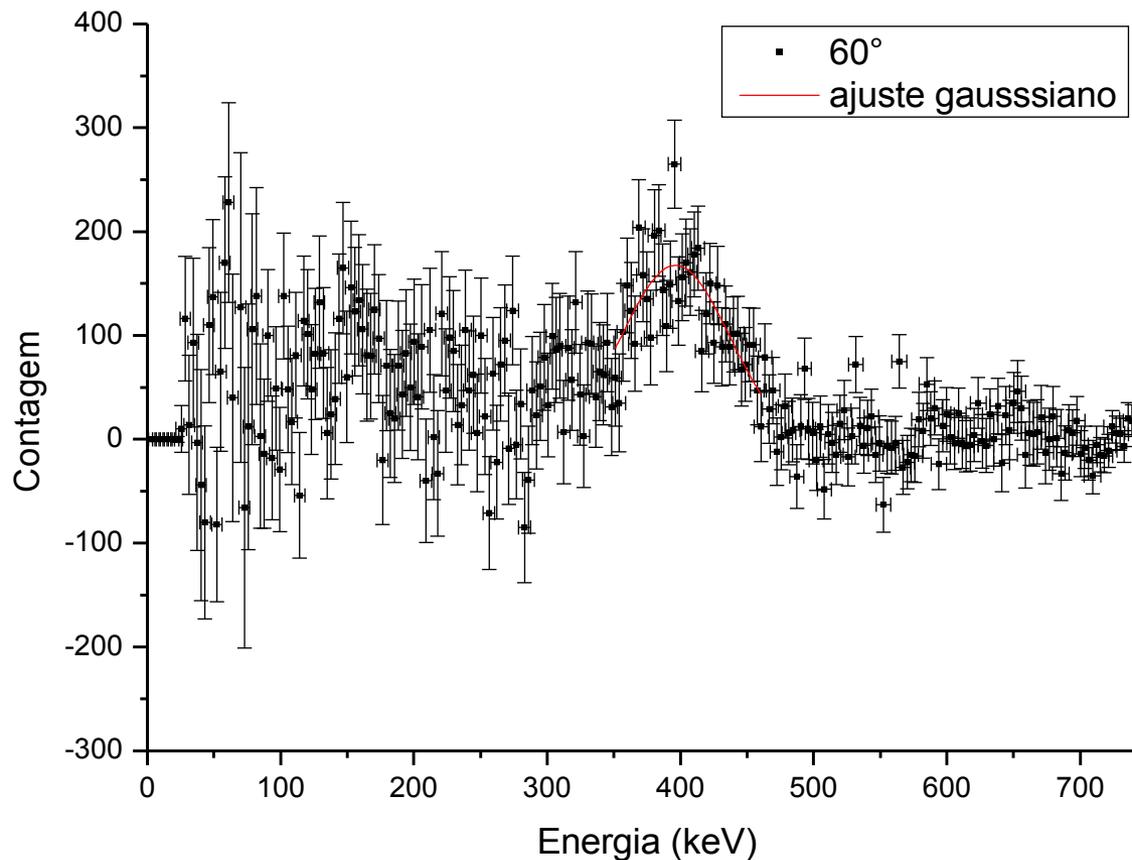
Resultados com Raios- γ

- Espalhamento a 45°



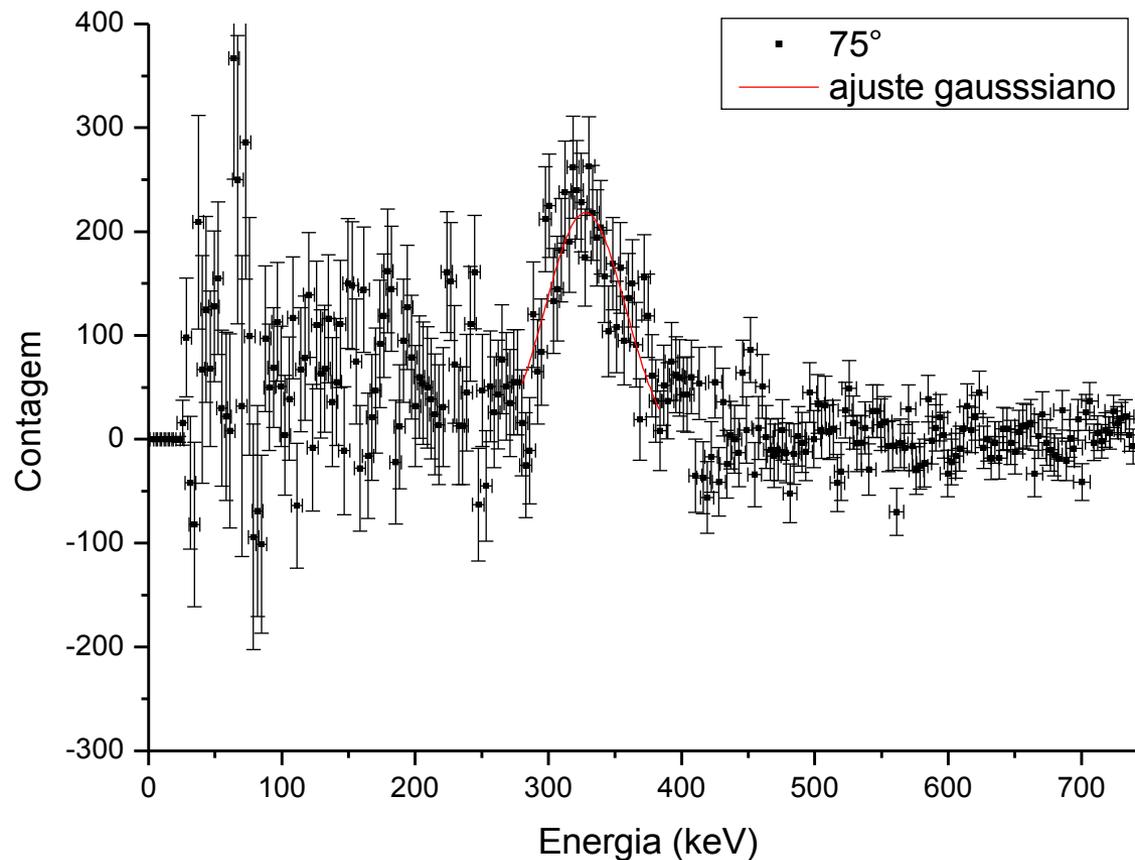
Resultados com Raios- γ

- Espalhamento a 60°



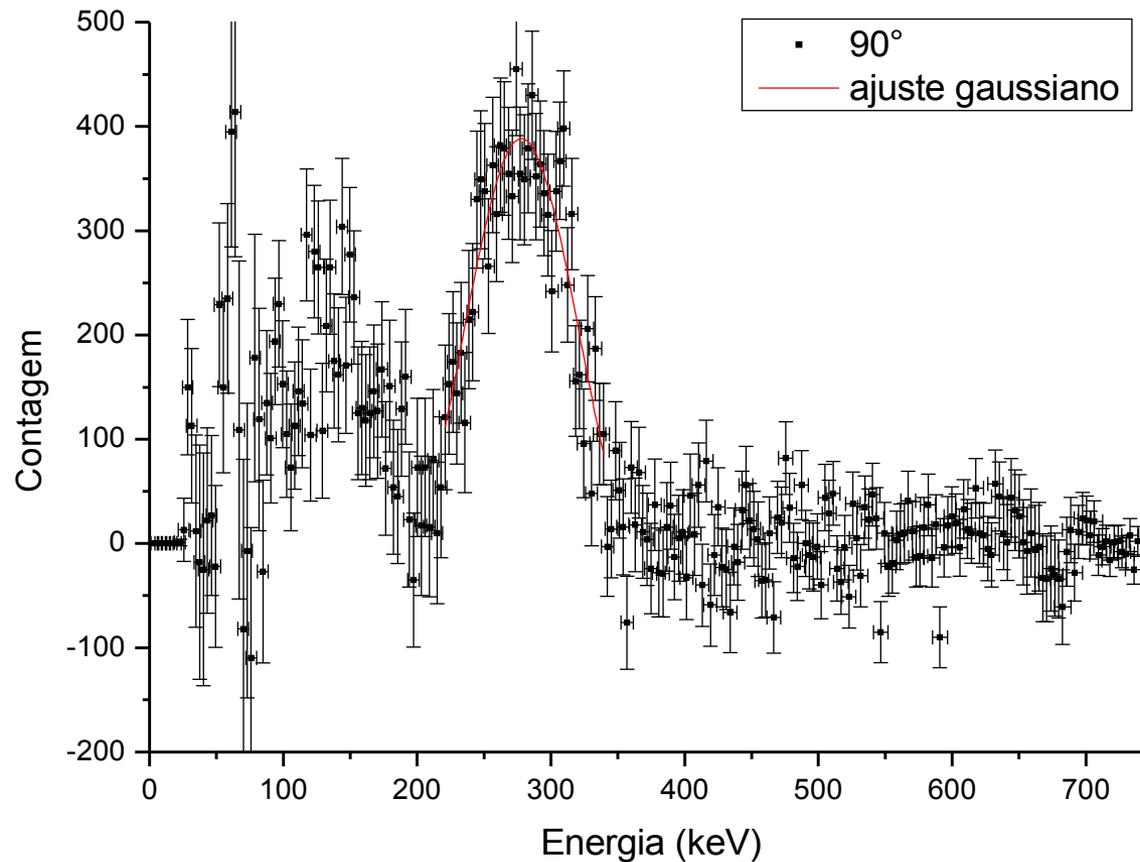
Resultados com Raios- γ

- Espalhamento a 75°



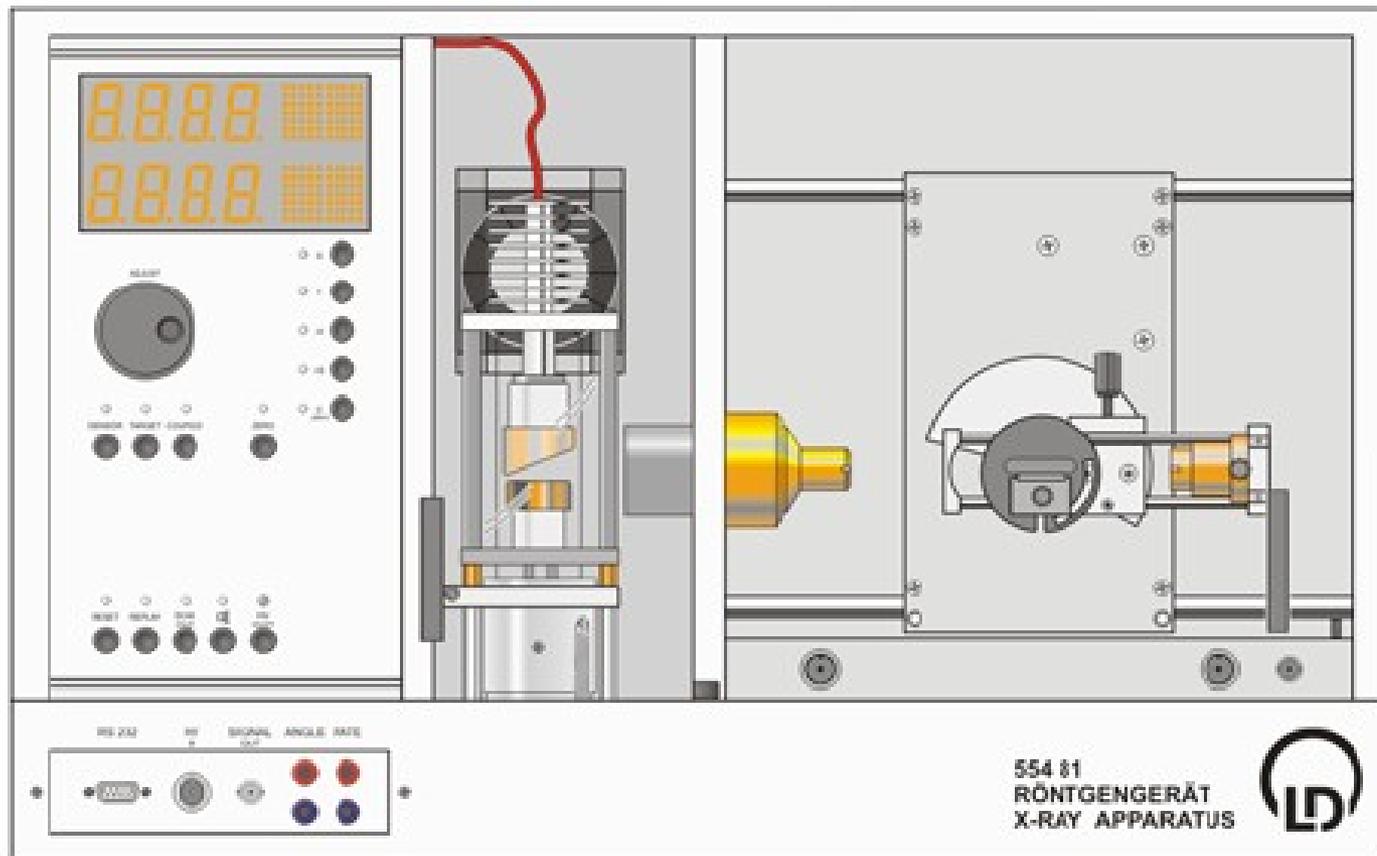
Resultados com Raios- γ

- Espalhamento a 90°



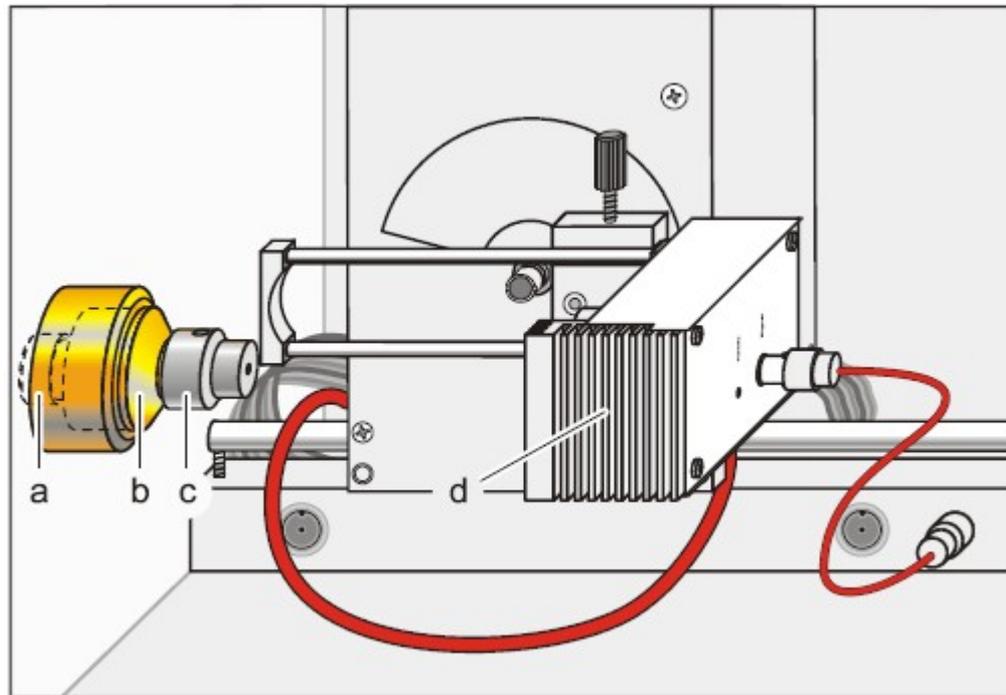
Experimento com Raios-X

- Montagem



Experimento com Raios-X

- Detector semicondutor



Experimento com Raios-X

- Calibração

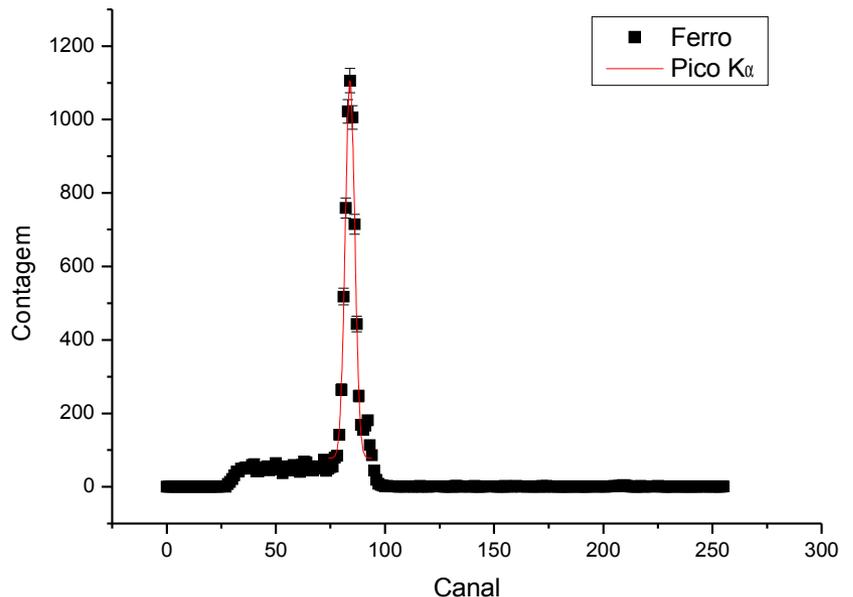
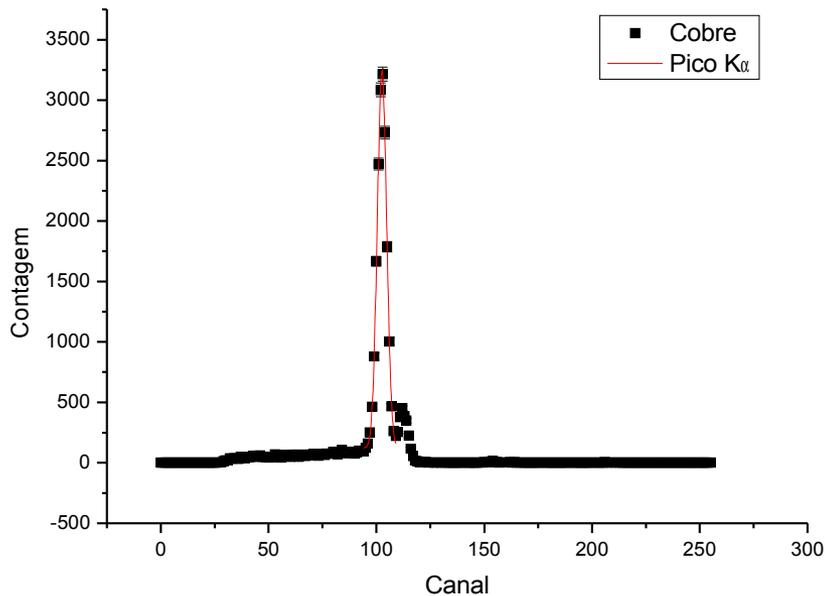
Utilizamos os picos $K\alpha$ e $K\beta$ do espectro de fluorescência de elementos conhecidos, e fazemos um ajuste gaussiano ao pico de emissão.

Novamente consideraremos a distribuição de contagem como Poisson

Experimento com Raios-X

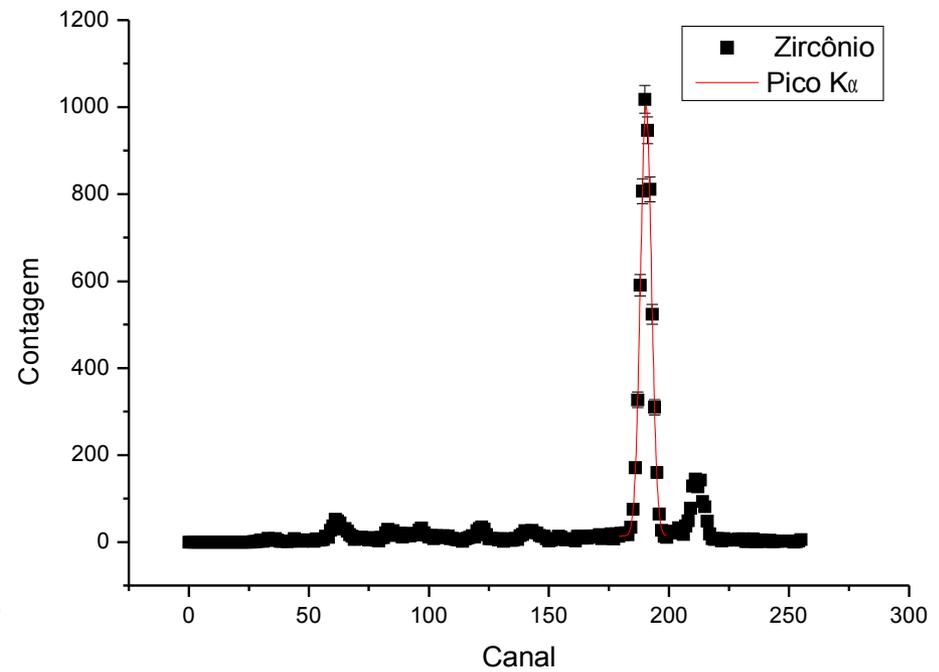
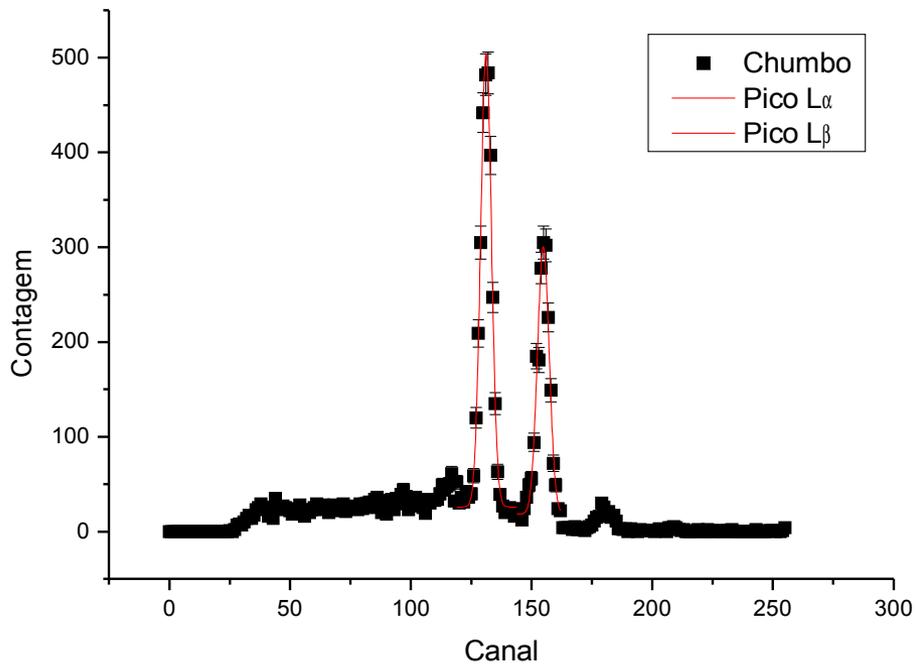
- Calibração

Observamos as linha de fluorescência do Cobre, Ferro, Chumbo e Zircônio



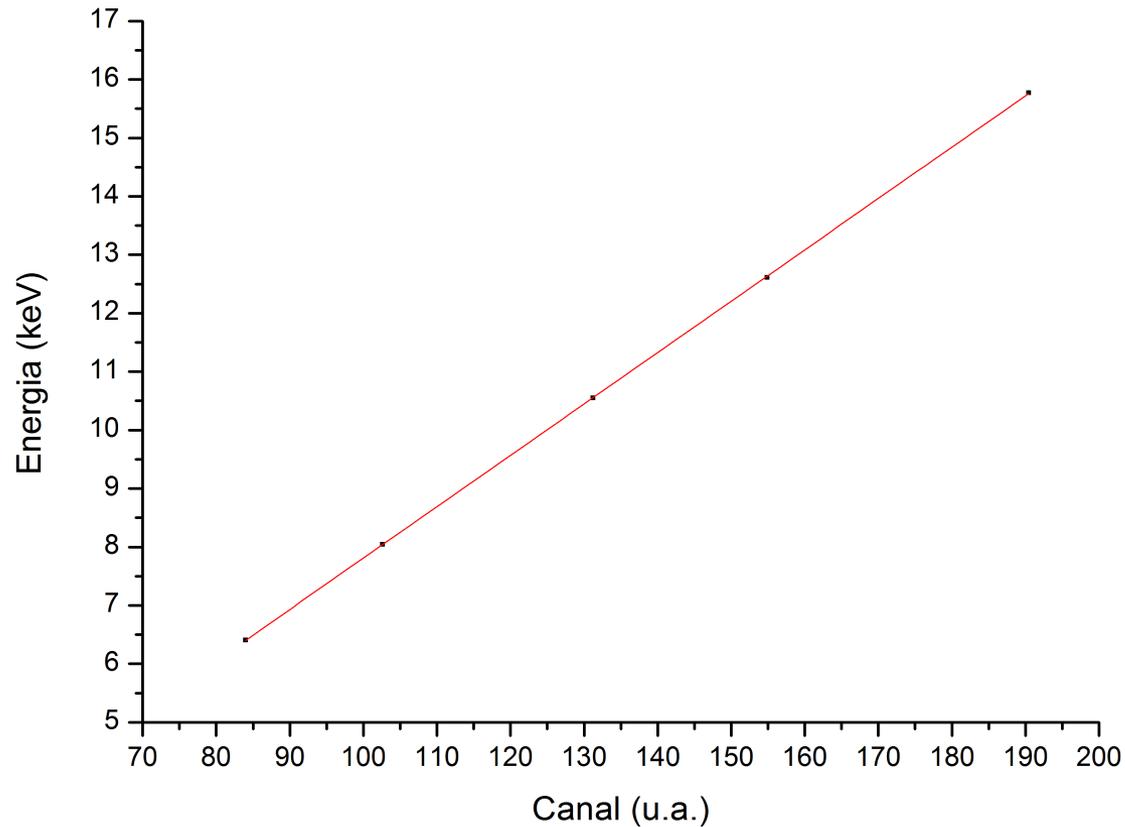
Experimento com Raios-X

- Calibração



Experimento com Raios-X

- Calibração

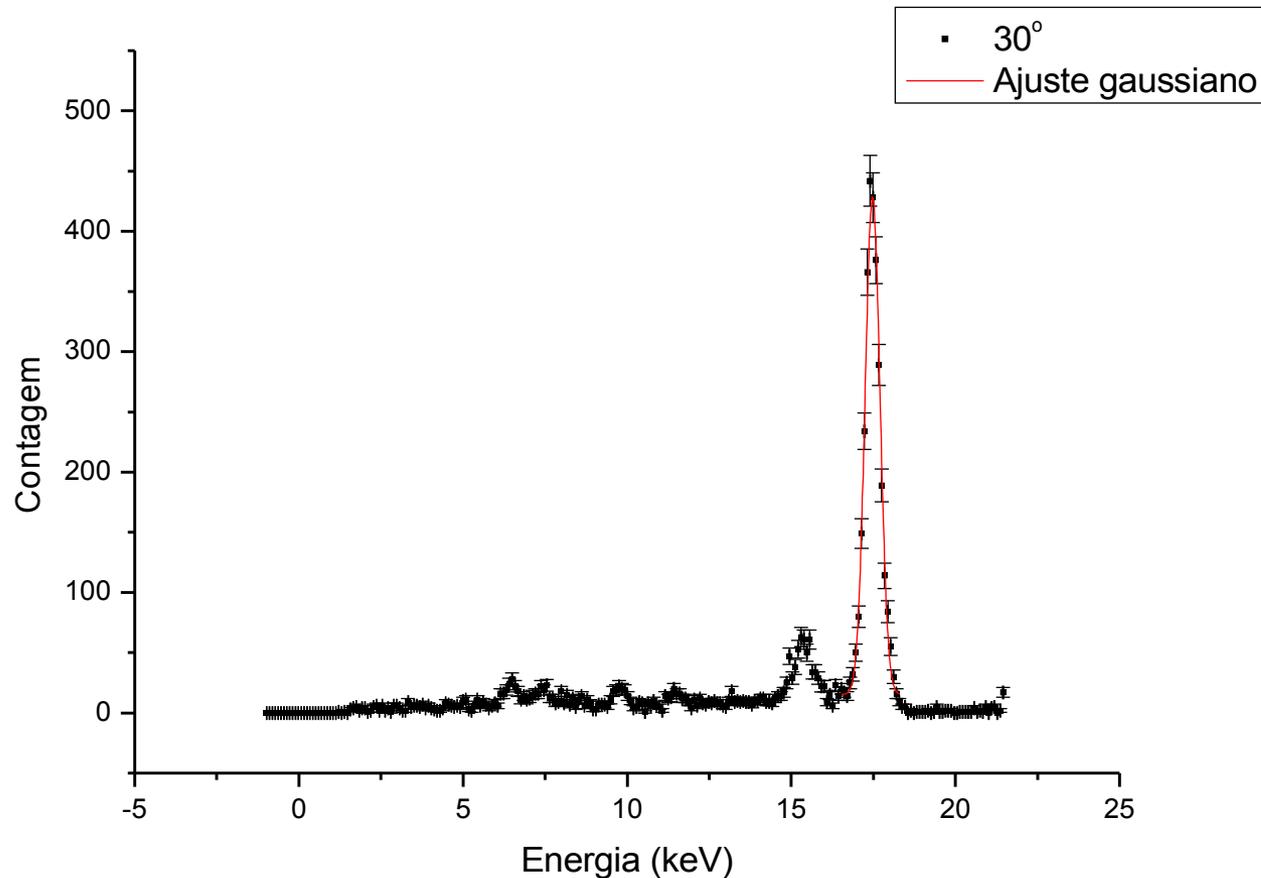


Experimento com Raios-X

A análise do deslocamento $\lambda' - \lambda$, foi feita a partir da posição da linha $k\alpha$ do Molibdênio, para diversos ângulos, inclusive maiores que 90°

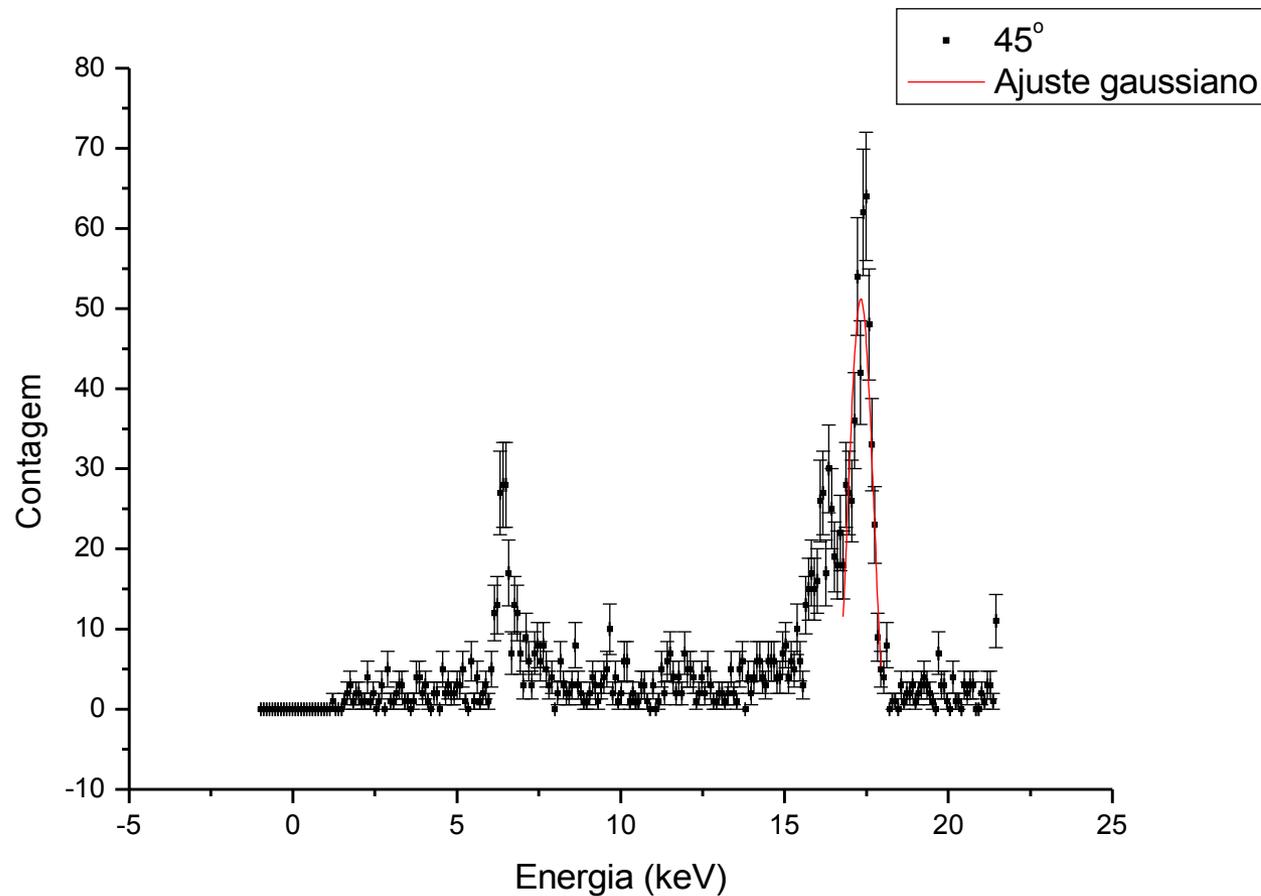
Experimento com Raios-X

- Espalhamento a 30°



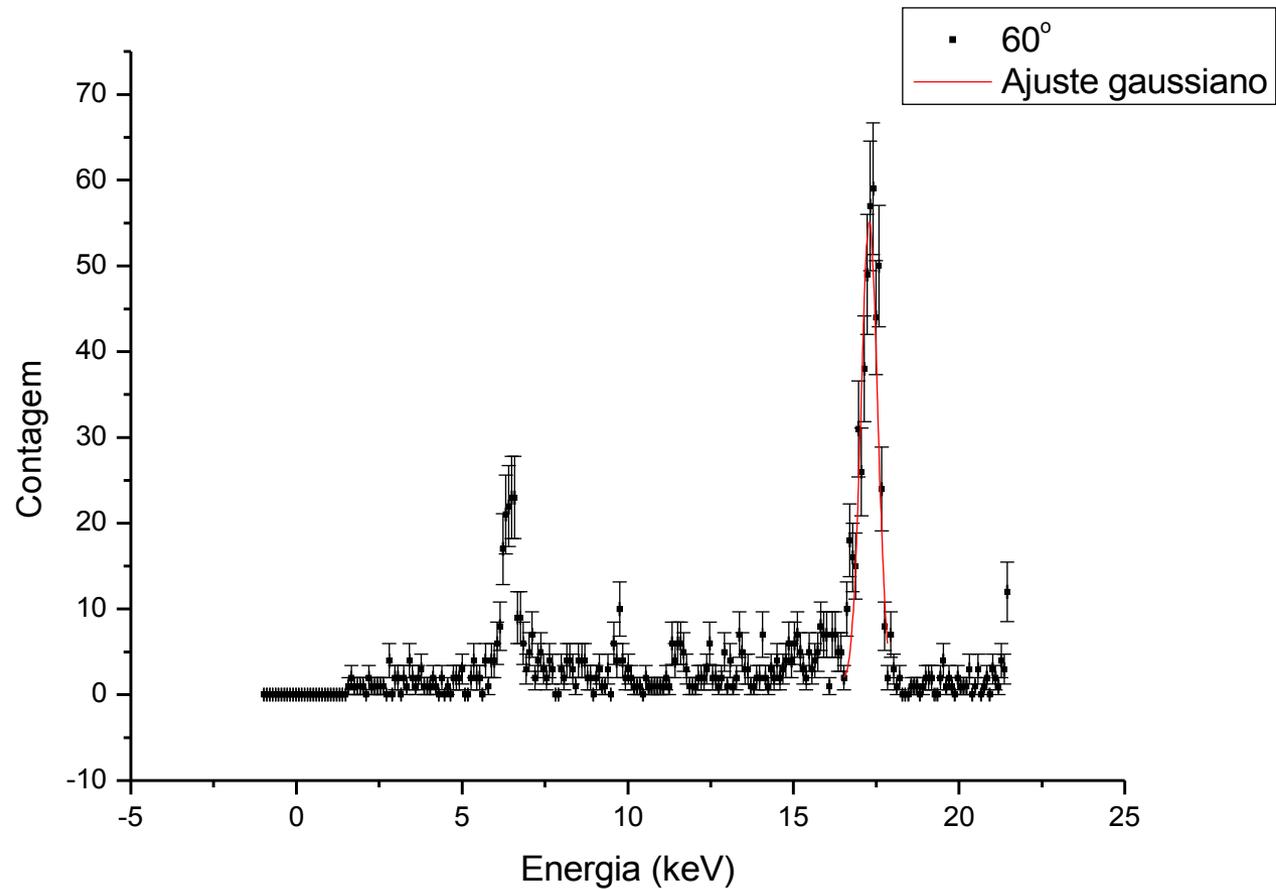
Experimento com Raios-X

- Espalhamento a 45°



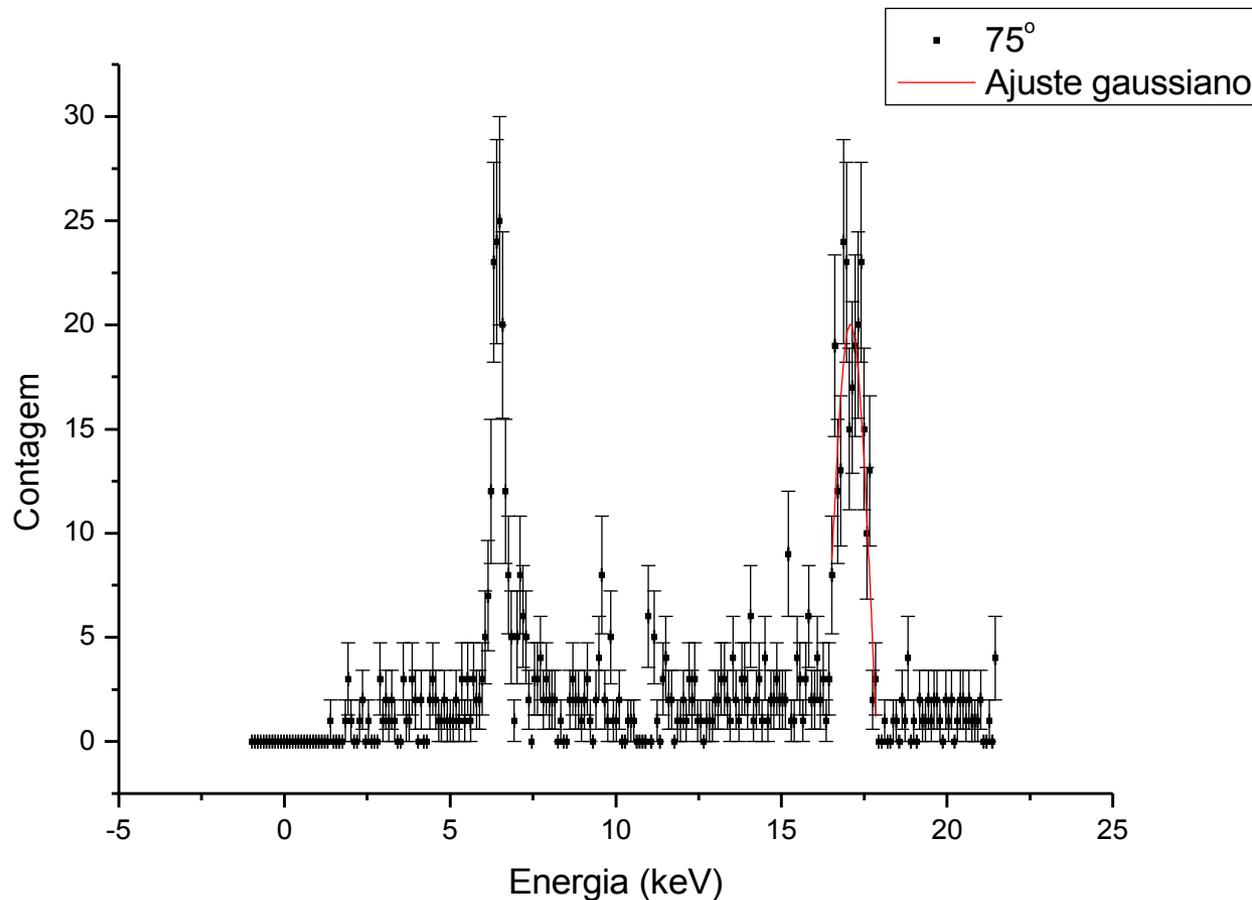
Experimento com Raios-X

- Espalhamento a 60°



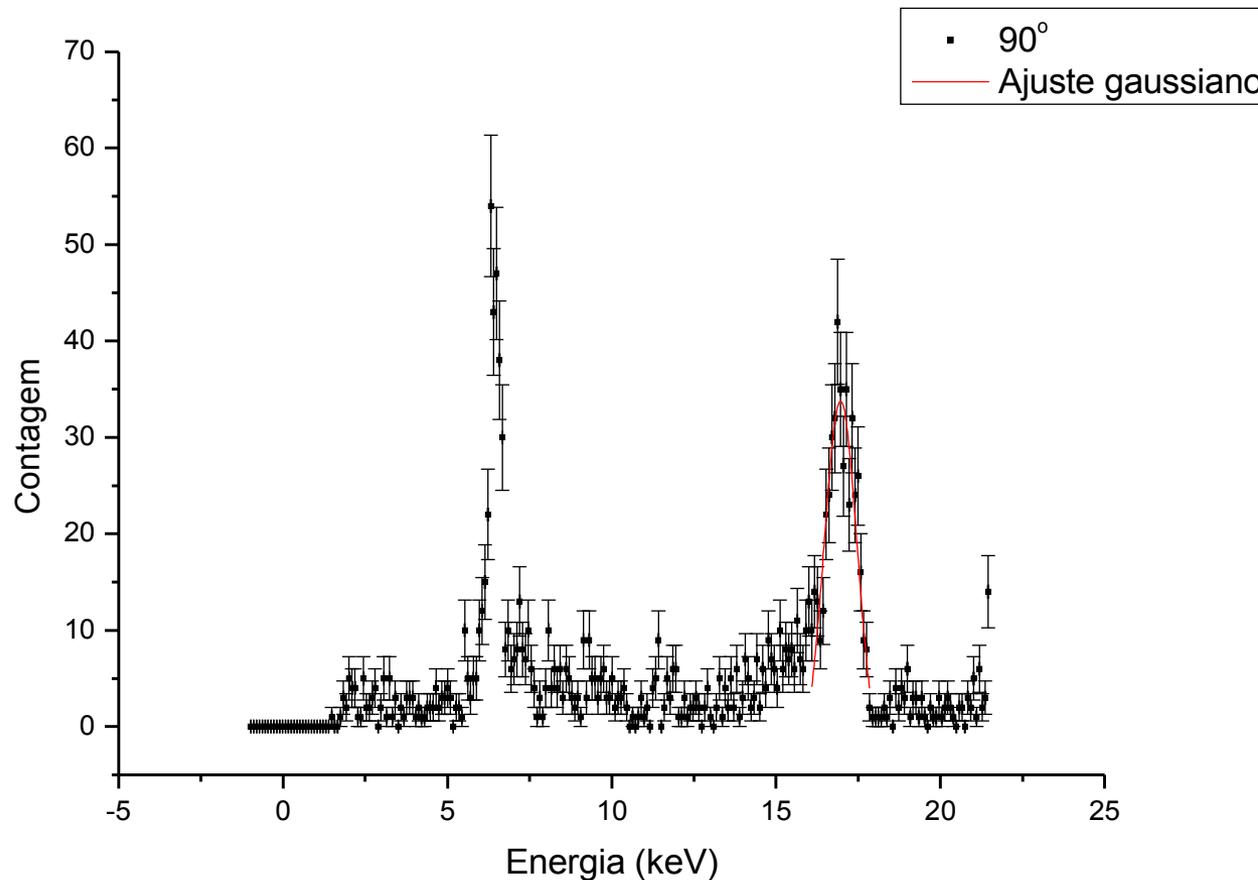
Experimento com Raios-X

- Espalhamento a 75°



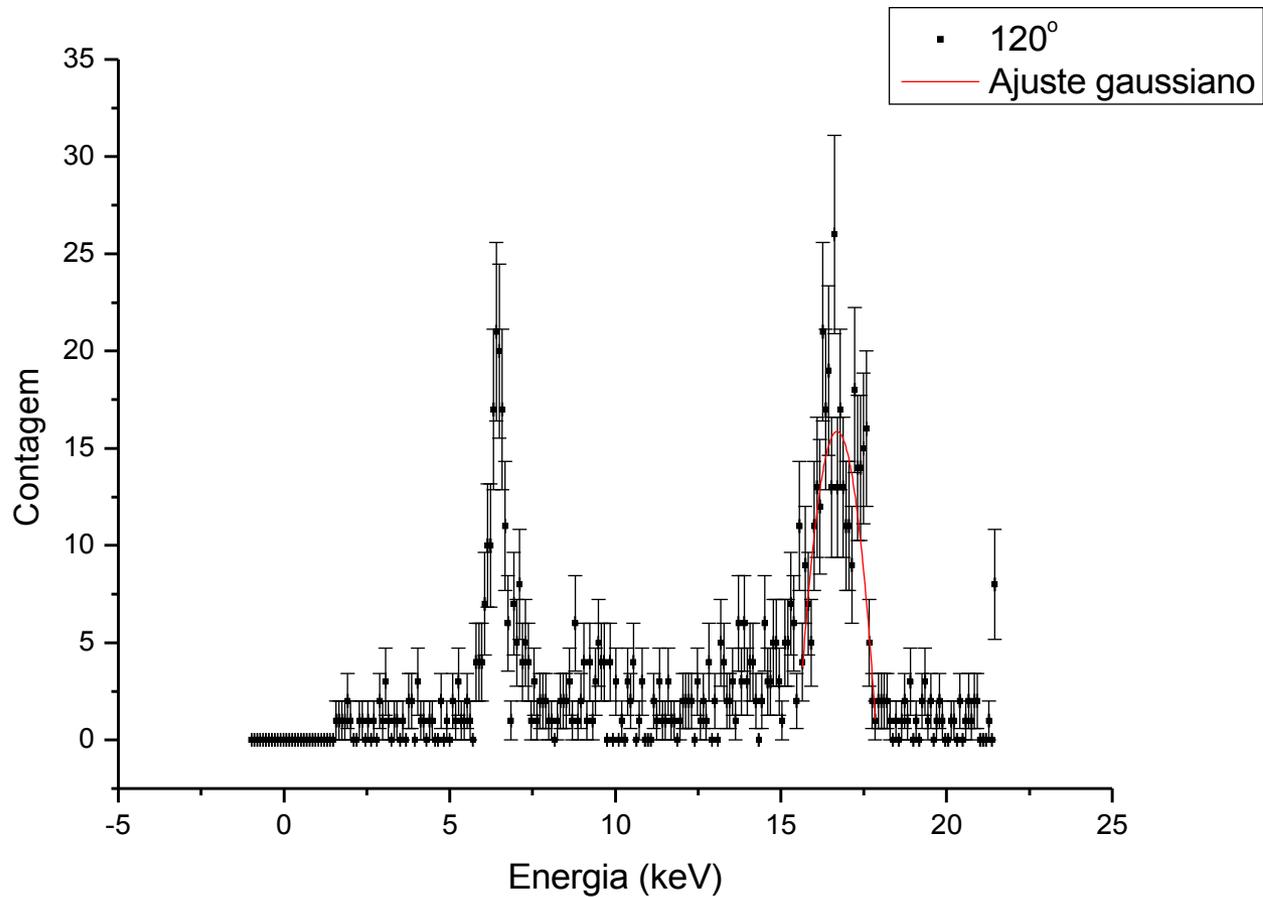
Experimento com Raios-X

- Espalhamento a 90°



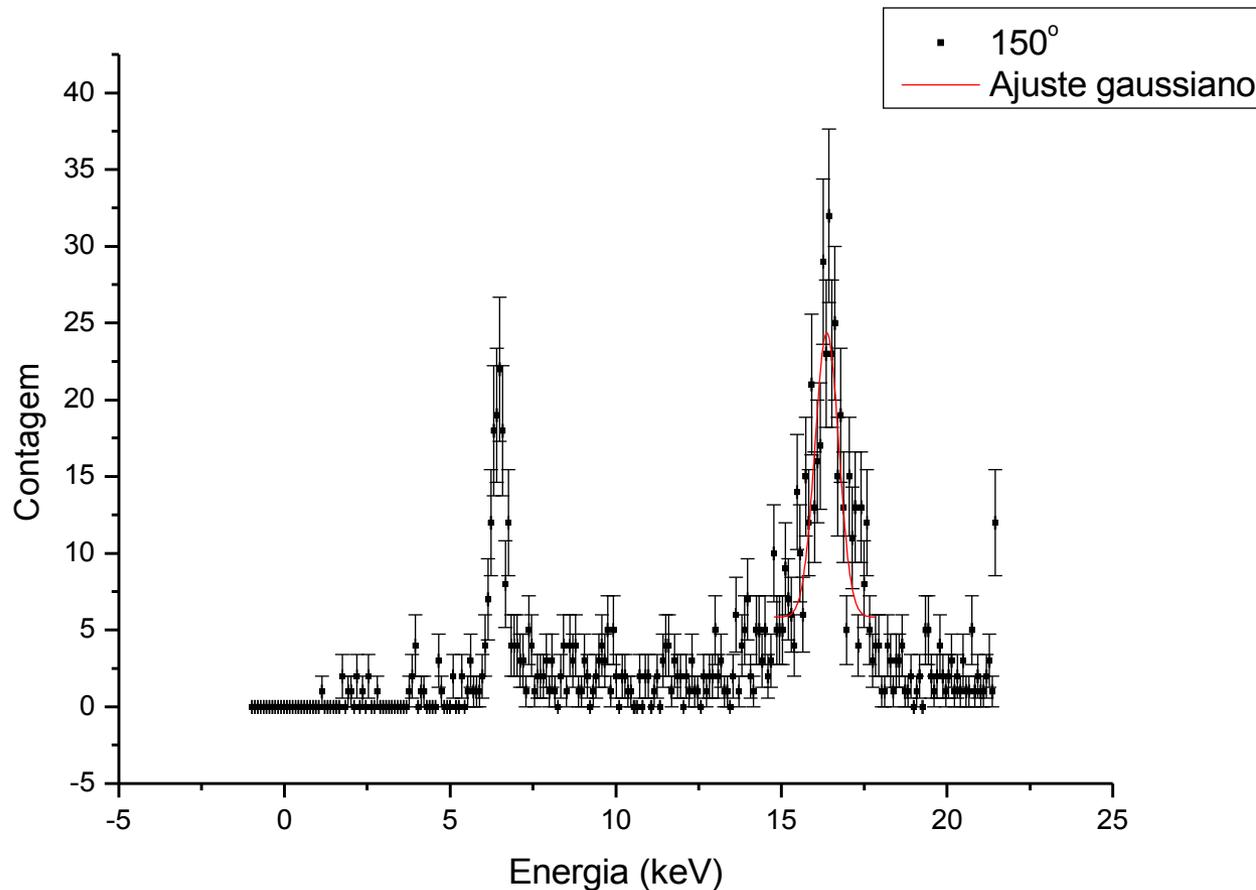
Experimento com Raios-X

- Espalhamento a 120°



Experimento com Raios-X

- Espalhamento a 150°



Resultados e análises

A partir da expressão de Compton para o comprimento de onda espalhado, obtemos a expressão para a energia dos fótons espalhados em função do ângulo

$$E' = \frac{1}{\frac{(1 - \cos(\theta))}{m_e c^2} + \frac{1}{E}}$$

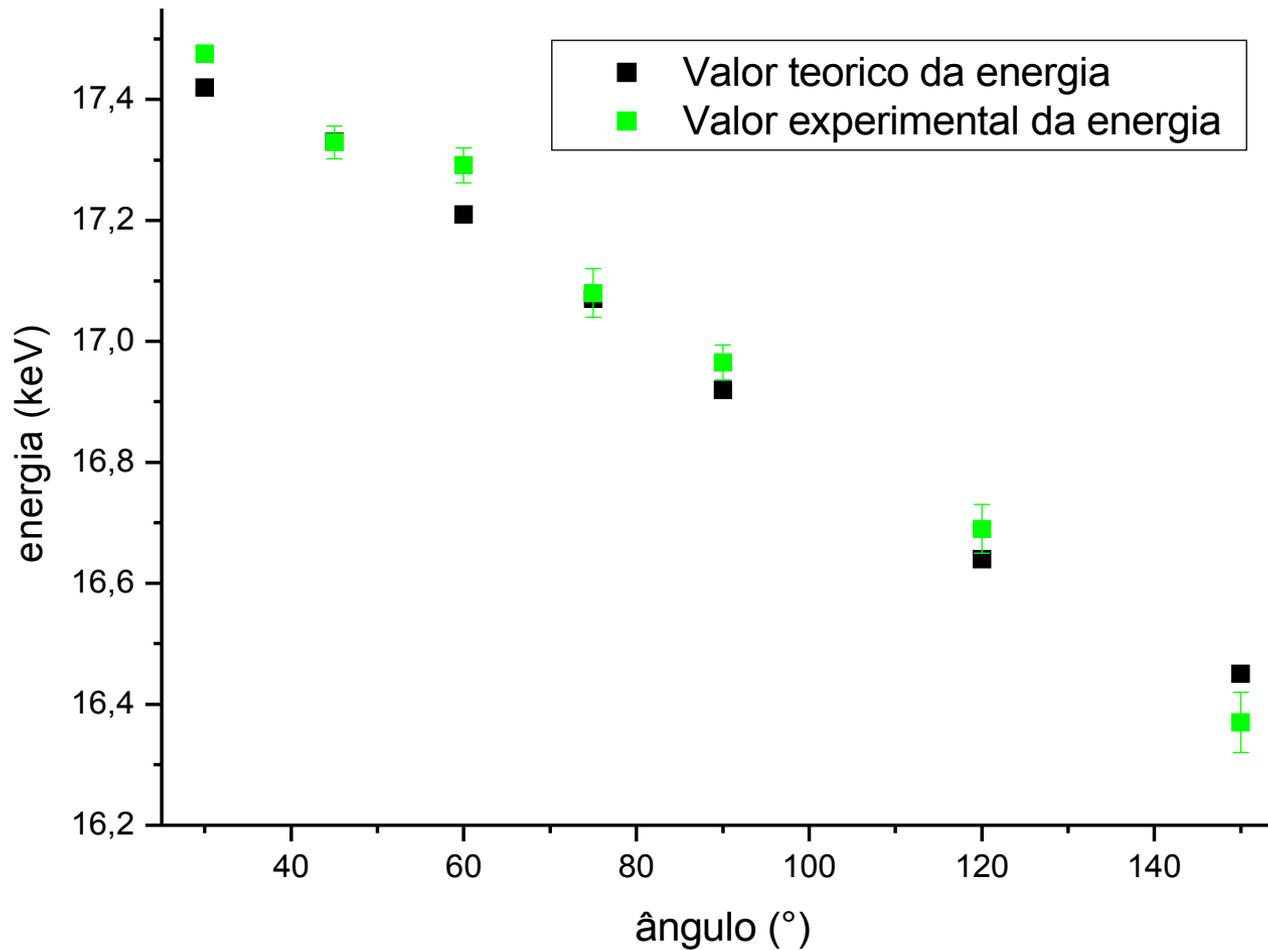
Resultados e análises

Valores teóricos e experimentais da energia do pico $K\alpha$ do molibdênio para diversos ângulos de espalhamento

Ângulo (°)	Energia valor teórico (keV)
30	17,42
45	17,33
60	17,21
75	17,07
90	16,92
120	16,64
150	16,45

Ângulo (°)	Energia (keV) experimental	Incerteza (keV)
30	17,476	0,006
45	17,329	0,027
60	17,291	0,029
75	17,08	0,04
90	16,965	0,029
120	16,69	0,04
150	16,37	0,05

Resultados e análises



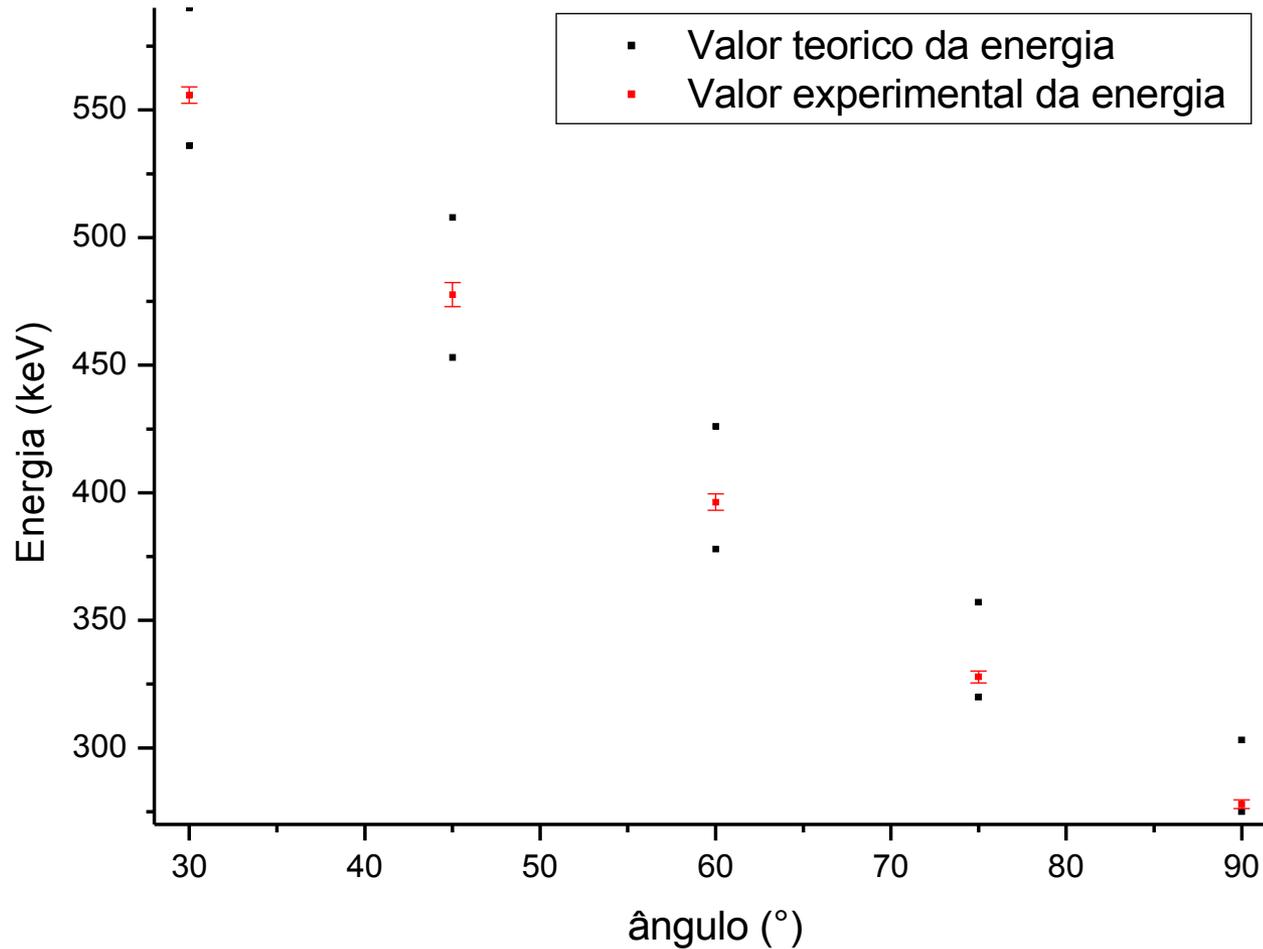
Resultados e análises

Valores teóricos e experimentais da energia de emissão do Cs-137 para diversos intervalos de ângulos de espalhamento

intervalo do ângulo (°)	intervalo de energia teórico (keV)
[25 ; 35]	[536 ; 590]
[40 ; 50]	[453 ; 508]
[55 ; 65]	[378 ; 426]
[70 ; 80]	[320 ; 357]
[85 ; 95]	[275 ; 303]

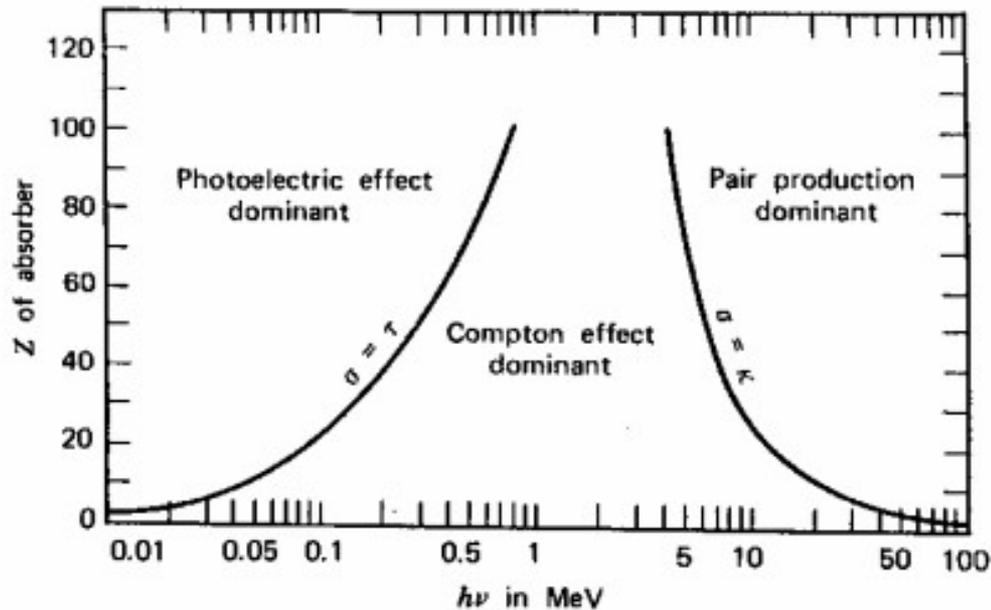
Ângulo (°)	valor experimental (keV)	Incerteza (keV)
30	555,9	3,3
45	477,7	4,7
60	396,4	3,2
75	327,8	2,3
90	278	1,7

Resultados e análises



Discussão

- Com os raios X, não há espectro de “fundo”



- Observa-se a emissão do ferro igual em todo espectro

Discussão

Com os raios γ , observa-se que o número de contagens depende do ângulo:

↑ ângulo

↑ contagem

↓ energia

↑ probabilidade de detecção

Referências

- Apostila de interação da radiação com a matéria
(http://web.if.usp.br/ifusp/files/Apostila_interacao_da_radiacao_com_a_materia_L.pdf)
- Manual do aparelho de raio-X
(http://web.if.usp.br/labdid/sites/web.if.usp.br/labdid/files/LD_Instru_de_uso.pdf)
- [1]<http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/nucene/fisfrag.html>
- [2]<http://en.wikipedia.org/wiki/File:Photomultipliertube.svg>