

Espectrometria de Fluorescência de Raios X em Metais

PATRÍCIA DA SILVA
NATHÁLIA GARDIN

OBJETIVOS

- Identificar a presença de metais conhecidos em objetos comuns, como chaves, medalhas, brincos e etc, pela análise dos espectros de fluorescência de raios X dessas amostras;
- Testar a validade da aproximação para a constante da Lei de Moseley para $Z < 30$.



LEI DE MOSELEY

- Lei empírica que relaciona a emissão característica dos átomos com seu número atômico.
- Difração em raios X → linhas mais intensas no espectro (K_{α}) relacionadas com Z.

○ Em 1913, Henry Moseley mediu as frequências das linhas espectrais dos raios X característicos de cerca de 40 elementos. A partir do gráfico da raiz quadrada da frequência versus número atômico Z do elemento,

obteve a relação:

$$\sqrt{\frac{\nu}{\nu_R}} = (Z - \sigma_{i,j}) \sqrt{\left(\frac{1}{n_i^2} - \frac{1}{n_j^2}\right)}$$

- Número atômico passou a ter o significado de número de cargas positivas no núcleo.



LEI DE MOSELEY

- Lei empírica;

$$\sqrt{\frac{\nu}{\nu_R}} = (Z - \sigma_{i,j}) \sqrt{\left(\frac{1}{n_i^2} - \frac{1}{n_j^2}\right)}$$

Para uma transição de n_j para n_i .

- Sabendo que:

Frequência de Rydberg: $\nu_R = cR$

$$E = h\nu \quad Ry = hcR \approx 13,6 \text{ eV}$$

$$\sqrt{\frac{E}{Ry}} = (Z - \sigma_{i,j}) \sqrt{\left(\frac{1}{n_i^2} - \frac{1}{n_j^2}\right)}$$

- Para linha K_α , a transição é de $n_j=2$ para $n_i=1$;

- $Z < 30 \rightarrow \sigma_{2,1} \approx 1$

$$\sqrt{\frac{E}{Ry}} = (Z - 1) \sqrt{\frac{3}{4}}$$

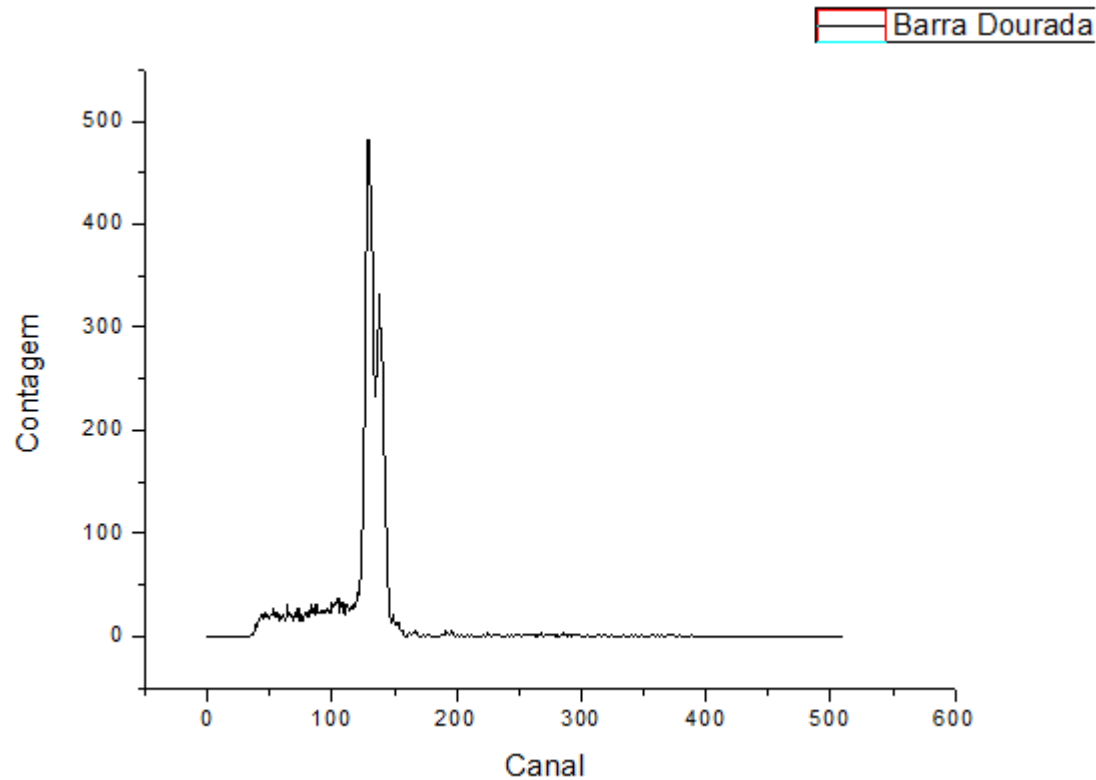
- Neste experimento:

$$\sqrt{E} = \sqrt{\frac{3Ry}{4}} Z - \sqrt{\frac{3Ry}{4}} \sigma_{2,1}$$



ANÁLISE

- Espectro retirado do CASSY LAB:

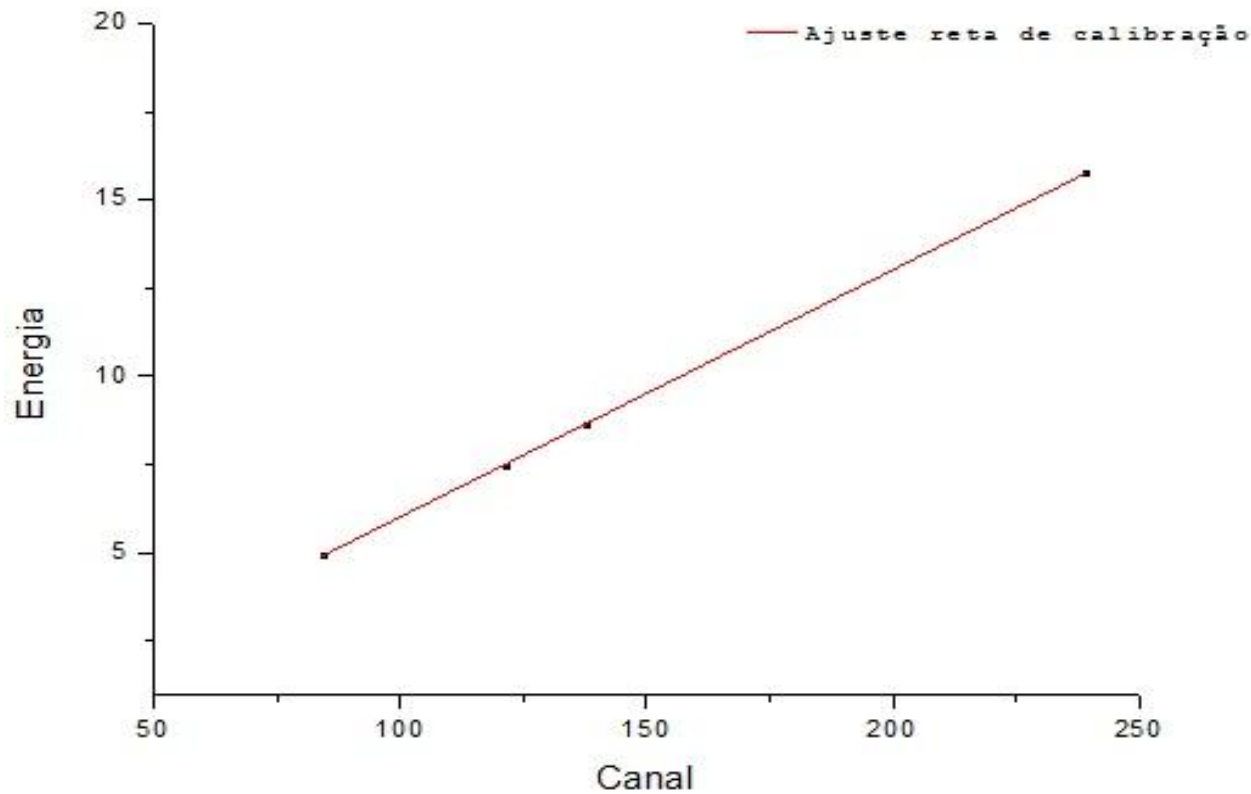


- Ajuste de gaussianas para cada pico.
- Incerteza do canal = incerteza da gaussiana.



CALIBRAÇÃO

- Metais puros (Zr, Ni, Zn e V);
- Intervalo maior possível de valores para o ajuste da reta;

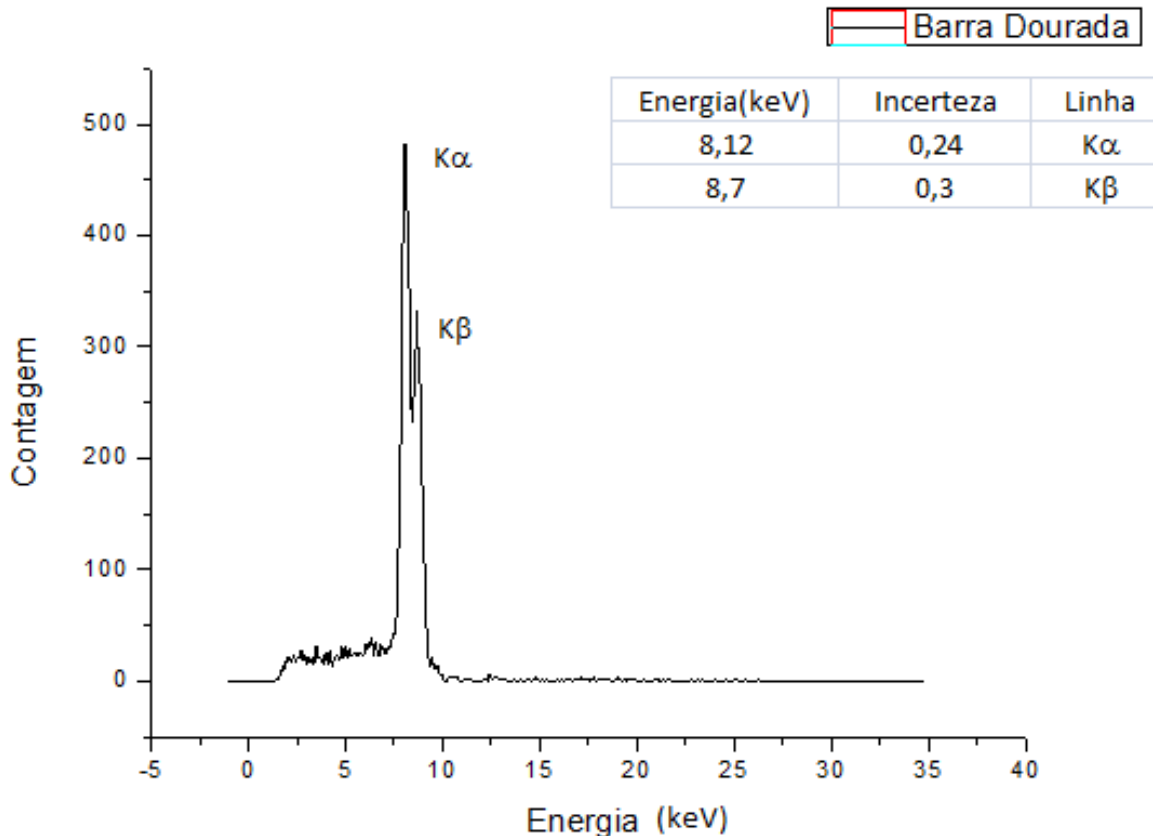


VALOR DO AJUSTE DA CALIBRAÇÃO		E = A*ch+B	
A	0,0700	INCERTEZA A	0,0004
B	-0,98	INCERTEZA B	0,06



IDENTIFICAÇÃO DE ELEMENTOS

- Identificar as linhas K_{α} e K_{β} nos espectros adquiridos;
- Identificar os elementos através de uma tabela;



K_{α} do Cu = 8,05 keV
 K_{β} do Cu = 8,91 keV

- Identificamos Cobre!

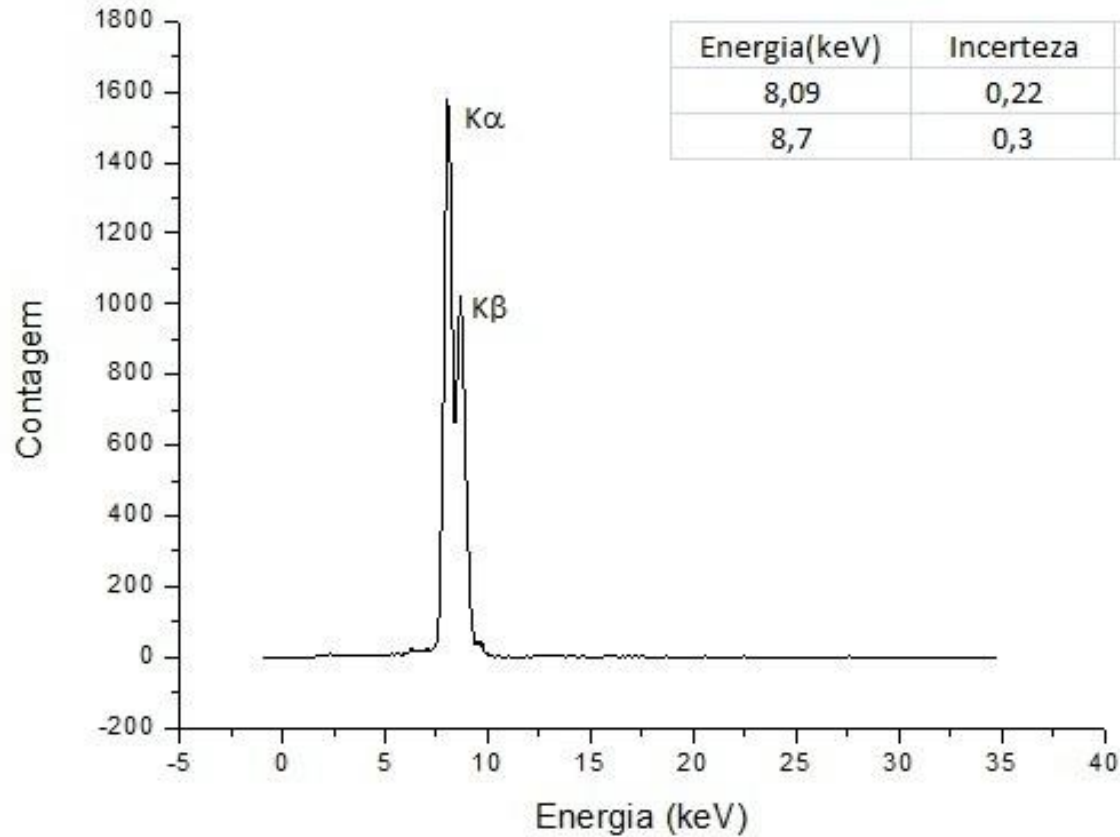
Porém:

K_{α} do Ni = 7,48 keV
 K_{β} do Ni = 8,26 keV

- Ni também é compatível dentro de 3 incertezas!



medalha dourada



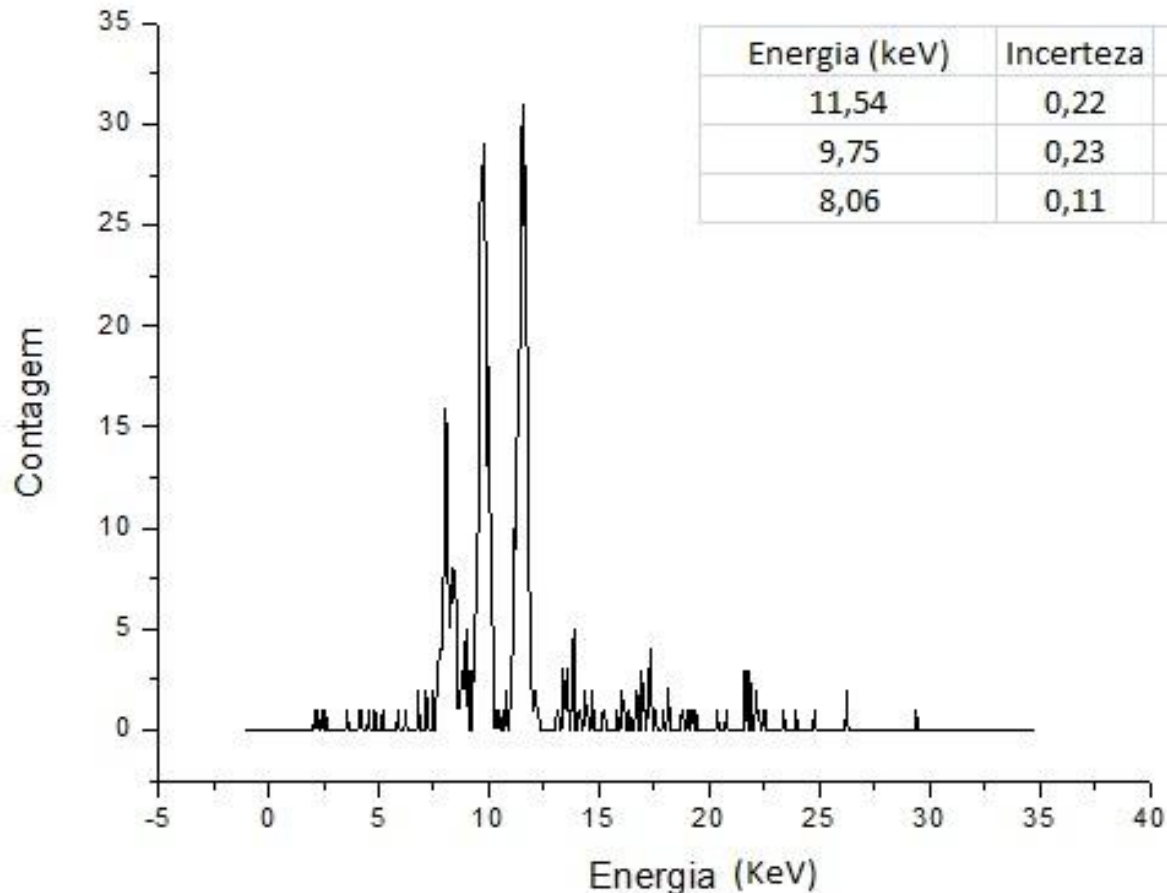
K_{α} do Cu = 8,05 keV
 K_{β} do Cu = 8,91 keV

- Podemos identificar apenas Cobre nessa amostra.
- Poderia ter Zinco, mas o K_{β} não é compatível.



Anel de ouro da professora Márcia

Energia (keV)	Incerteza	Linha
11,54	0,22	L β
9,75	0,23	L α
8,06	0,11	K α



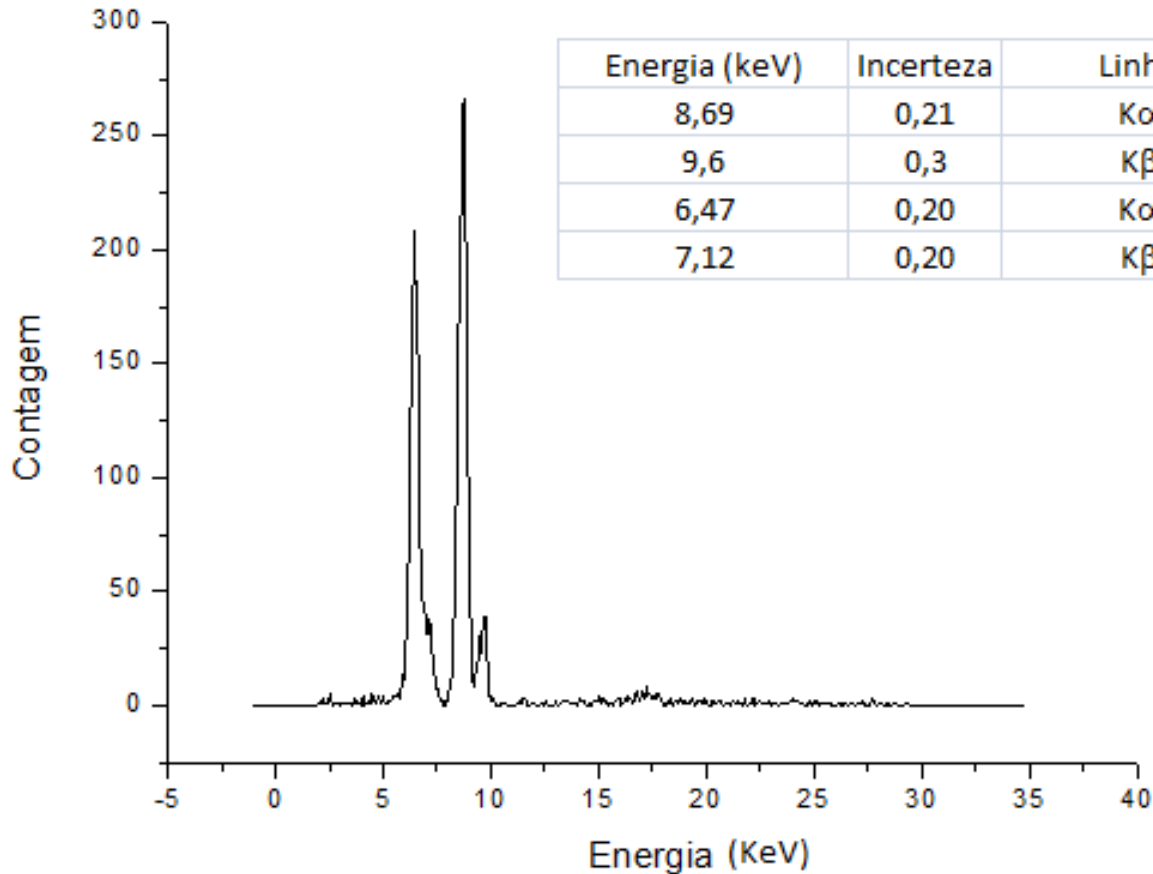
L α do Au = 9,71 keV
L β do Au = 11,44 keV

K α do Cu = 8,05 keV

- Duas linhas compatíveis com Au e uma linha compatível com Cu.
- Problema do K β do cobre – sobreposição de linhas.



porca



K α do Cu = 8,05 keV
K β do Cu = 8,91 keV

K α do Zn = 8,64 keV
K β do Zn = 9,57 keV

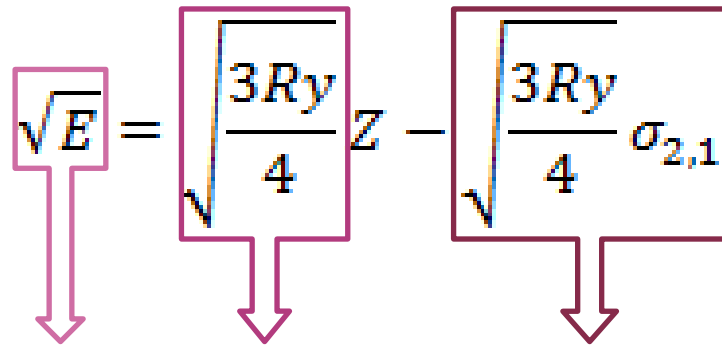
K α do Fe = 6,40 keV
K β do Fe = 7,06 keV

- Essa amostra contém ferro e pode conter cobre ou zinco!



LEI DE MOSELEY

- Relação linear entre Z e \sqrt{E}

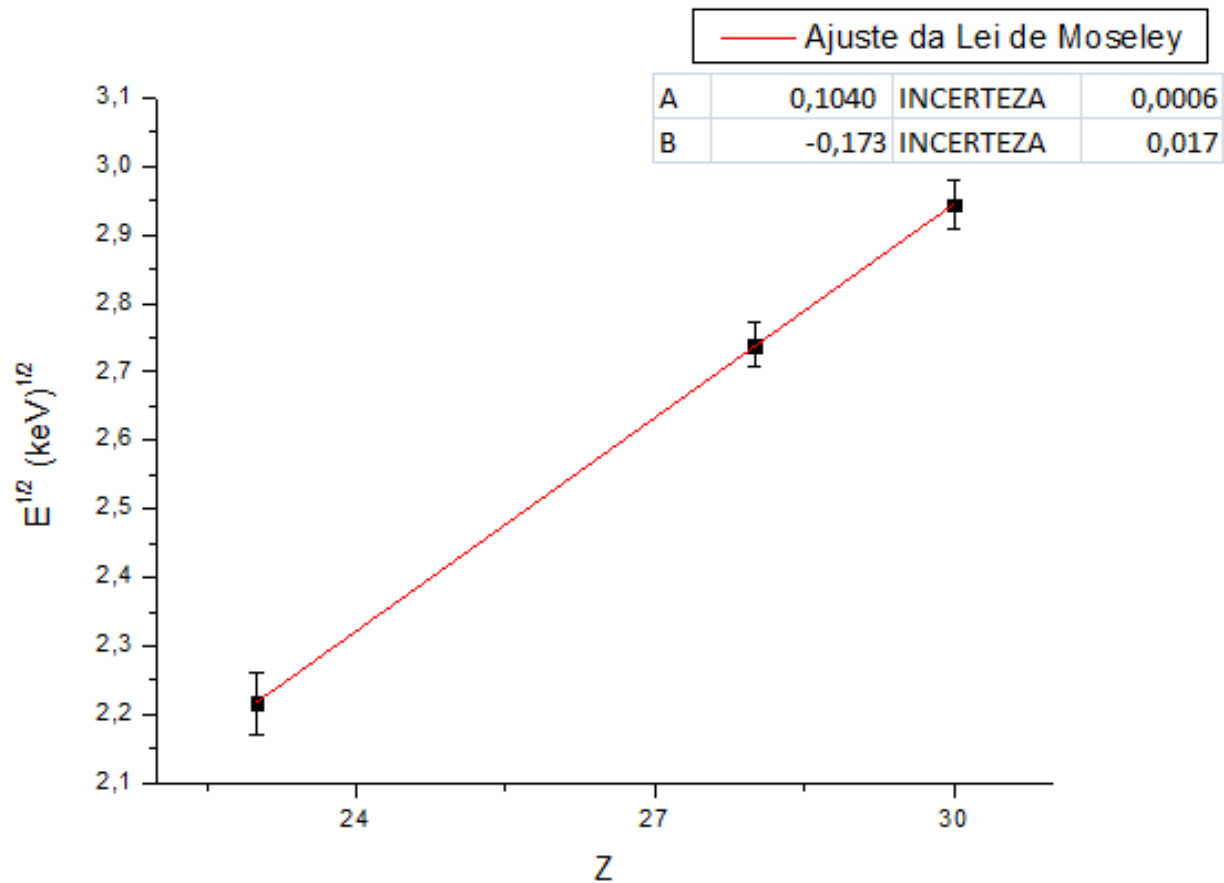
$$\sqrt{E} = \sqrt{\frac{3Ry}{4}} Z - \sqrt{\frac{3Ry}{4}} \sigma_{2,1}$$


$$Y = Ax + B$$

- Z menor que 30 $\rightarrow \sigma_{2,1} \approx 1$?



AJUSTE DA LEI DE MOSELEY



$$\sigma_{2,1} = 1,66 \pm 0,16$$

- Não é compatível com 1, mas precisamos de mais pontos no ajuste.



BIBLIOGRAFIA

- http://xdb.lbl.gov/Section1/Table_1-2.pdf
- <http://en.wikipedia.org/wiki/X-ray>
- <http://www.nobelprize.org/educational/physics/xrays/>
- <http://www.ndted.org/EducationResources/HighScool/Radiography/discoveryxrays.htm>
- http://en.wikipedia.org/wiki/Moseley%27s_law
- <http://www.reitecequipamentos.com.br/produccedilatildeo-de-raios-x.html>
- http://www.if.ufrgs.br/tex/fis142/fismod/mod05/m_s02.html
- LD Physics Leaflets - Atomic and Nuclear Physics, Investigation of the characteristic spectra as a function of the element's atomic number: K-lines

