



CARACTERIZAÇÃO DE FÓSFOROS DE LÂMPADAS FLUORESCENTES ATRAVÉS DE ESPECTROSCOPIA POR FLUORESCÊNCIA DE RAIOS-X

Sergio A. B. Lins^{1*} (M), Joaquim T. de Assis¹, José H. Zani¹, Luiz F. R. T. de Sousa¹

1 - Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Instituto Politécnico – UERJ/IPRJ, Nova Friburgo – RJ, [sergiolins @outlook.com](mailto:sergiolins@outlook.com)

Resumo: Neste trabalho foram analisadas amostras distintas de diferentes modelos de lâmpadas fluorescentes e de diversos fabricantes para análise qualitativa do material caracterizado pela fluorescência na região visível. Foi utilizada a técnica espectroscópica de fluorescência de raios X por dispersão de energia com um equipamento da AMPTEK composto por um tubo de raios X com janela de Be e anodo de Au e um detector. Os espectros característicos dos materiais extraídos das lâmpadas para amostragem foram obtidos com voltagem de 25kV e corrente de 35 μ A. Os espectros foram gerados com o auxílio do programa computacional DppMca. Os resultados mostram que é possível identificar os elementos químicos presentes nos fósforos e caracterizar o tipo de lâmpada. Não foi possível identificar alguns dos elementos químicos relativamente mais leves, e.g., os elementos: Mg, O, Cl, Al e P.

Palavras-chave: EDXRF. Espectroscopia. Raios X. Lâmpadas fluorescentes.

Fluorescent lamps phosphors characterization through X-Ray Fluorescence spectroscopy

Abstract: In this research, distinct samples of phosphorus from various fluorescent lamps models from different makers were qualitative-analyzed through Energy-Dispersive X-ray fluorescence spectroscopy with the use of a AMPTEK spectrometer with an X-ray tube with Be window and Au anode and a detector. The spectrum data of the materials samples from the lamps were acquired using 25kV voltage and a 35 μ A current intensity. A computer program called DppMca generated the spectrum data. The results showed that it is possible with this technique to identify most of the elements within the phosphors and to identify the lamp model. The relatively lighter chemical elements could not be identified, e.g., Mg, O, Cl, Al and P.

Keywords: EDXRF. Spectroscopy. X-rays. Fluorescent lamps.

Introdução

As lâmpadas fluorescentes em sua maioria utilizam o esquema de trifósforo, cada fósforo é responsável por uma faixa de comprimentos de onda emitidos (azul, verde e vermelho). Estas lâmpadas são chamadas lâmpadas de terceira geração e são as mais utilizadas atualmente. Há lâmpadas com diferentes espectros de emissão e.g., luz do dia, *coolwhite* e super luz do dia [1, 7].

Nos modelos de lâmpadas fabricadas entre 1940 e 1975, utilizavam-se halofósforos (fluorcloroapatita) – $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{Cl},\text{F})$ ativados por Sb^{3-} e Mn^{2+} . A partir da década de 70 foram introduzidos os óxidos de terras-raras usados nas lâmpadas de trifósforo [7]. Nas lâmpadas modernas os compostos $\text{Y}_2\text{O}_3:\text{Eu}^{3+}$, $((\text{Ce},\text{Tb})\text{MgAl}_{11}\text{O}_{19})$ e $\text{BaMgAl}_{10}\text{O}_{17}:\text{Eu}^{2+}$ foram adicionados ao fosfato, formando os chamados fósforos vermelhos, verdes e azuis, respectivamente [2, 3]. Para os fósforos verdes e azuis podem ser adicionados também os compostos $(\text{LaPO}_4:\text{Ce}^{+3},\text{Tb}^{+3})$ e $(\text{Sr},\text{Ca},\text{Ba},\text{Mg})_5(\text{PO}_4)_3\text{Cl}:\text{Eu}^{2+}$ ao invés dos citados nas referências [2, 3].

Neste trabalho se propõem analisar a composição química dos fósforos responsáveis pela luminescência a fim de observar a presença dos elementos químicos citados nas referências e também se há outros elementos químicos não citados.

Para a análise qualitativa do material utilizou-se a técnica de fluorescência de raios X por dispersão de energia. Os raios X fazem parte do espectro eletromagnético com comprimentos de onda de 10nm a 0,01nm. Quantificando a energia dos fótons emitidos nas transições eletrônicas, através dos raios X característicos, é possível identificar os elementos químicos presentes em uma amostra. Para que as transições eletrônicas ocorram é necessário fornecer energia aos elétrons do átomo, incidindo feixes de radiação sobre estes [4, 5].

Metodologia

Para se extrair os materiais fosfóricos das lâmpadas, quebraram-se as lâmpadas dentro de uma capela e então os materiais foram extraídos com o uso de luvas e um pincel. Em seguida pesados, vide Tabela 1. Posteriormente, foram confeccionadas pastilhas de acrílico onde os materiais extraídos foram acomodados. Para impedir que os materiais depositados escapassem, as pastilhas foram vedadas com fita colante fosca que não interfere na aquisição dos espectros.

Com o uso de um espectrômetro da AMPTEK composto de um tubo de raios X, com janela de Be, anodo de Au e com um detector, obtiveram-se espectros para 25kV e 35 μ A, com incidência durante 600s para cada amostra. Os espectros foram gerados pelo programa computacional DppMca.

Resultados

Na amostra que contém o material da lâmpada 1 pode ser observada a presença de Ba, Eu, Ce, Tb, Y e Sr (Fig. 1). Pela presença destes elementos no espectro, esta lâmpada se trata de uma lâmpada fluorescente de terceira geração (lâmpada de trifósforo). Os elementos mais leves (Mg, O, Cl, Al e P) presentes nos fósforos não foram detectados [6]. No espectro que mostra a Fig. 1, provavelmente, o Ca não foi identificado devido a sua pequena proporção na composição da cloroapatita, o que pode ter gerado uma contagem muito baixa.

Aqui, devido ao fato de não encontrarmos razões que pudessem diferenciar os espectros das lâmpadas 2 e 1, não apresentamos o espectro obtido para a amostra com material da lâmpada 2. Ambas as lâmpadas são de mesma cor e provenientes do mesmo fabricante, portanto possuem composições semelhantes.

A amostra da lâmpada 3 apresentou um espectro completamente diferente dos encontrados nas amostras das lâmpadas 1 e 2, com picos de Ca, Mn e Sb (Fig. 2). Podemos inferir que se trata de uma lâmpada de halofósforo, que utiliza a fluorcloroapatita [7]. O Sb possui picos energéticos da camada L muito próximos dos níveis de energia característicos das transições na camada K do Ca. Tendo assim os picos energéticos muito próximos.

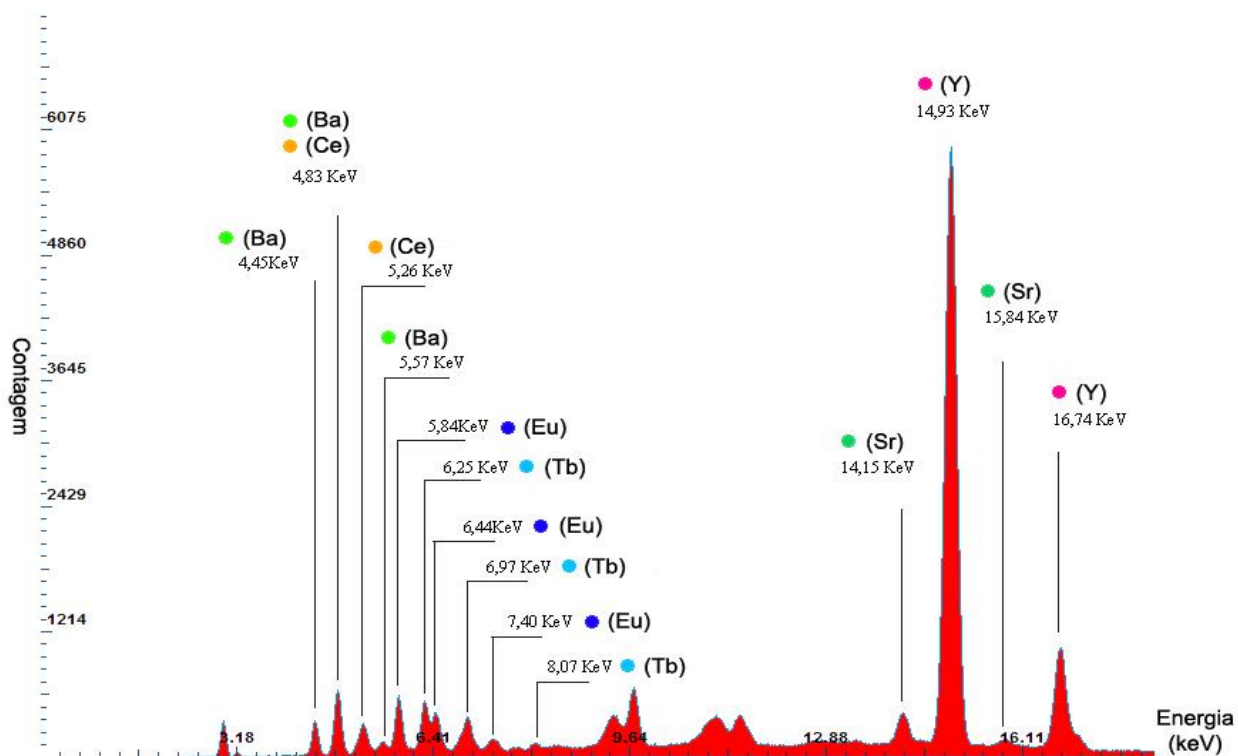


Figura 1 – Espectro da amostra da lâmpada 1

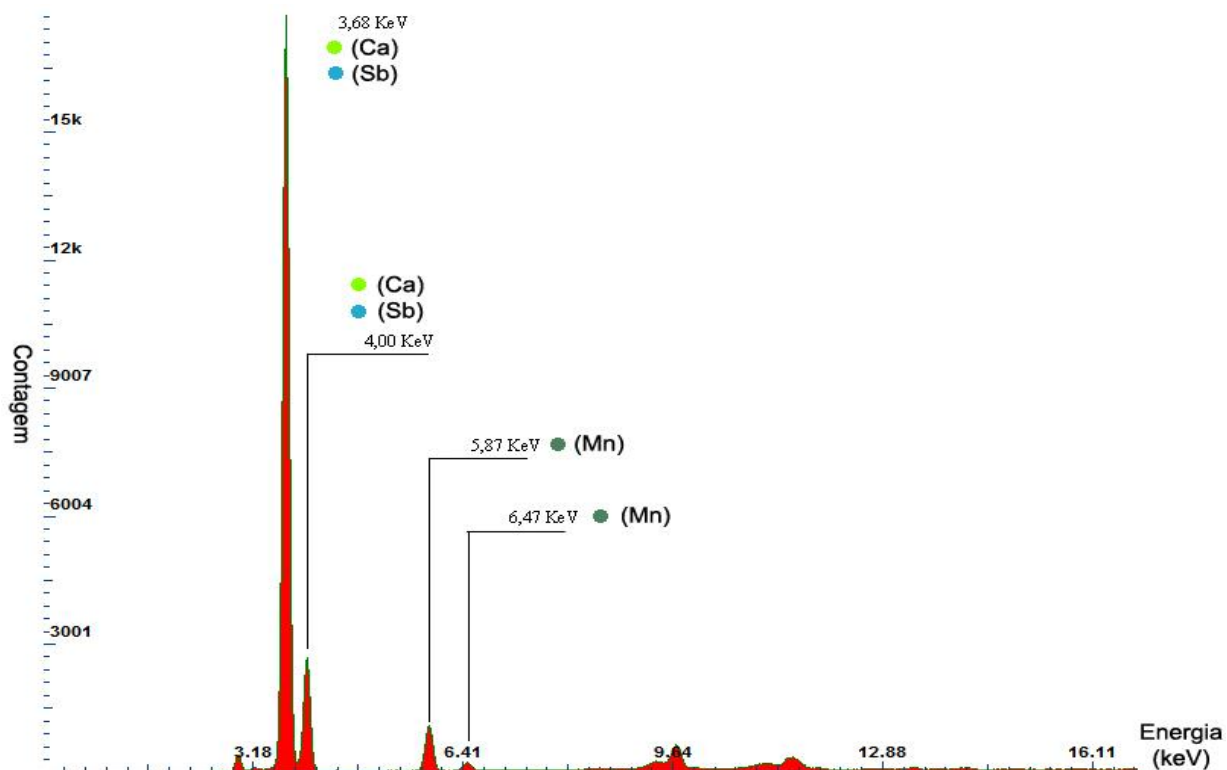


Figura 2 – Espectro da amostra da lâmpada 3

A amostra da lâmpada 4 apresentou um espectro semelhante ao das amostras das lâmpadas 1 e 2. A contagem do Y foi muito maior nesse espectro (Fig. 3). Este fato é esperado por se tratar de uma lâmpada da tonalidade *coolwhite* [3], onde a emissão de luz azul é menor do que nas lâmpadas do

tipo *daylight* [3]. No espectro desta amostra verificou-se a presença de Ca e a ausência do Sr, o que não ocorre nos espectros das amostras das lâmpadas 1 e 2, que também se tratam de lâmpadas a base de trifósforo.

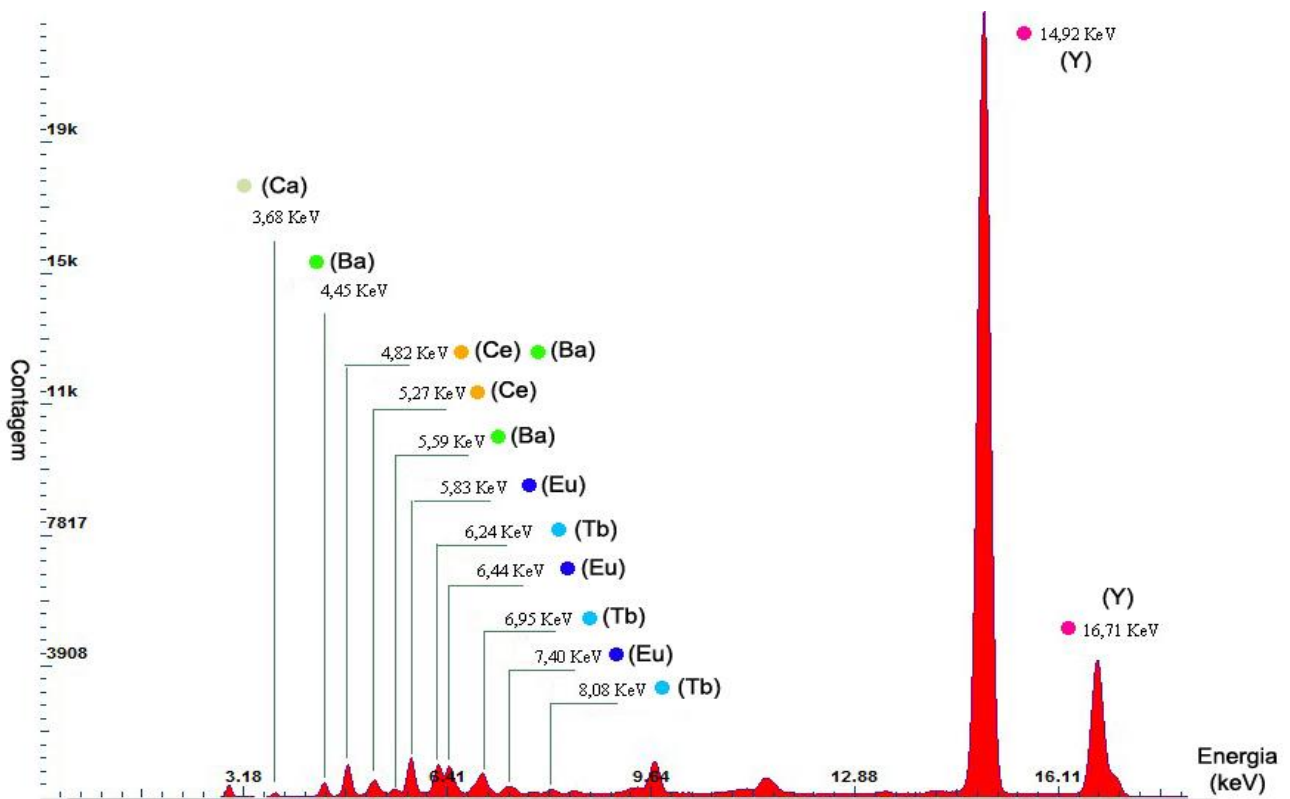


Figura 3 – Espectro da amostra da lâmpada 4.

Conclusões

Os resultados encontrados mostraram que é possível identificar vários dos elementos químicos esperados e que os elementos identificados tornam possível a caracterização dos tipos de lâmpadas. No espectro que mostra a Figura 2 é possível identificar picos nas energias próximas dos elementos Ca e Sb. Neste espectro, o pico mais alto possui mais de 15.000 contagens.

Tabela 1 – Amostras e modelos de lâmpadas analisadas.

Amostra	Modelo	Massa (g)
Lâmpada 1	Fabricante 1 - 15W 6500K	0,126 ± 0,020
Lâmpada 2	Fabricante 1 - 11W 6500K	0,095 ± 0,015
Lâmpada 3	Fabricante 2 - Duramax 40W Super Luz do Dia	0,149 ± 0,025
Lâmpada 4	Fabricante 3 - LUMILUX <i>Coolwhite</i>	0,144 ± 0,002

Fonte: O autor, 2014.

Referências Bibliográficas

1. FONTES LUMINESCENTES TECI, 2004/2005. Disponível em <<http://geology.com>>. Acesso em 2014.
2. KANE, Raymond; SELL, Heinz. *A Review of Early Inorganic Phosphors*. Revolution in lamps: a chronicle of 50 years of progress. 2001.
3. LAMPTECH. Disponível em: <<http://lamptech.co.uk>>. Acesso em: agosto de 2014.
4. LIMA, Saulo Cordeiro. *Estudo da técnica de difração de raios X*. Feira de Santana, BA: UEFS, 2006. 69 p.
5. OLIVEIRA, Luiz Claudio Marangoni de. *Técnicas de Análise e Caracterização de materiais*. 25 f. 2000.
6. PERIODIC TABLE OF ELEMENTS AND X-RAY ENERGIES. Disponível em <<https://www.bruker.com/>>. Acesso em 2014.
7. RAPOSO, Cláudio. *Contaminação ambiental provocada pelo descarte não-controlado de lâmpadas de mercúrio no Brasil*. 252 f. Tese (pós-graduação) – Universidade Federal de Ouro Preto, 2001.