

# Eclética Química

*Print version* ISSN 0100-4670 *On-line version* ISSN 1678-4618

**Eclet. Quím. vol.27 no.special São Paulo 2002**

**<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-46702002000200027>**

**Estudo da decomposição térmica de oxalato de estrôncio dopado com cério(III) como precursor de materiais luminescentes**

**Thermal decomposition studies of Cerium(III)-doped strontium oxalate as luminescent material precursor**

**Jefferson Luis Ferrari<sup>II</sup>; Ana Maria Pires<sup>II</sup>; Marian Rosaly Davolos<sup>I</sup>; Clóvis Augusto Ribeiro<sup>II</sup>**

<sup>I</sup>Departamento de Química Geral e Inorgânica - Instituto de Química - UNESP - 14801-970 - Araraquara - SP - Brasil

<sup>II</sup>Departamento de Química Analítica - Instituto de Química - UNESP - 14801-970 - Araraquara - SP - Brasil

---

## **RESUMO**

Este trabalho trata da obtenção de  $\text{SrC}_2\text{O}_4$ ,  $\text{Ce}_2(\text{C}_2\text{O}_4)_3$ , e  $\text{SrC}_2\text{O}_4$  dopado com diferentes porcentagens de  $\text{Ce}^{3+}$  como precursores do luminóforo azul  $\text{Sr}_2\text{CeO}_4$ . Os precursores preparados foram estudados por TG e DTA. Uma mistura contendo  $\text{SrC}_2\text{O}_4$  e  $\text{Ce}_2(\text{C}_2\text{O}_4)_3$  na relação 4:1 respectivamente e  $\text{SrC}_2\text{O}_4$  dopado com diferentes porcentagens de  $\text{Ce}^{3+}$ , foram tratadas termicamente à  $1100^\circ\text{C}$ , 12 horas. Os produtos foram analisados por XRD e espectroscopia de luminescência e apresentam mistura das fases  $\text{SrCeO}_3$ ,  $\text{Sr}_2\text{CeO}_4$  e  $\text{SrCO}_3$ . Os produtos contendo a fase  $\text{Sr}_2\text{CeO}_4$  apresentam luminescência azul de banda larga, com exceção daquele obtido a partir de  $\text{SrC}_2\text{O}_4$  dopado com 50% de  $\text{Ce}^{3+}$ . Neste caso a fase predominante é  $\text{SrCeO}_3$ . Pela curva DTA observa-se um pico endotérmico em torno de  $1000^\circ\text{C}$  para todas as amostras, com exceção da amostra dopada em 50%, evidenciando a temperatura de formação da fase  $\text{Sr}_2\text{CeO}_4$ . A fase

luminescente  $\text{Sr}_2\text{CeO}_4$  é preferencialmente obtida partindo-se de  $\text{SrC}_2\text{O}_4:\text{Ce}^{3+}$  25% e de misturas mecânicas na proporção de 4:1 de oxalatos de estrôncio e de oxalato de cério.

**Palavras-chaves:** luminescência, análise térmica,  $\text{SrC}_2\text{O}_4:\text{Ce}$ ,  $\text{Sr}_2\text{CeO}_4$

---

## ABSTRACT

This work reports on the preparation of  $\text{SrC}_2\text{O}_4$ ,  $\text{Ce}_2(\text{C}_2\text{O}_4)_3$ , and  $\text{SrC}_2\text{O}_4$  doped with different percentages of  $\text{Ce}^{3+}$ , as precursors for the new blue phosphor  $\text{Sr}_2\text{CeO}_4$ . Precursors were studied by using TG and DTA curves. A mixture containing  $\text{SrC}_2\text{O}_4$  and  $\text{Ce}_2(\text{C}_2\text{O}_4)_3$ , in 4:1 ratio as well as  $\text{SrC}_2\text{O}_4$  doped with different percentages of  $\text{Ce}^{3+}$ , were heated under  $1100^\circ\text{C}$ , 12 hours and the resulting products were analyzed by XRD and luminescence spectroscopy. All products prepared under  $1100^\circ\text{C}$ , 12 hours were identified as a mixture of  $\text{SrCeO}_3$ ,  $\text{Sr}_2\text{CeO}_4$  and  $\text{SrCO}_3$  phases. All products which  $\text{Sr}_2\text{CeO}_4$  phase is detected, present blue wide band luminescence, except the one from  $\text{SrC}_2\text{O}_4$  doped with 50% of  $\text{Ce}^{3+}$ . In this case, the majority phase is  $\text{SrCeO}_3$  one. All samples DTA curves present endothermic peak ca  $1000^\circ\text{C}$  except the 50% doped one indicating the  $\text{Sr}_2\text{CeO}_4$  phase formation. Therefore, the blue phosphor  $\text{Sr}_2\text{CeO}_4$  is better prepared from  $\text{SrC}_2\text{O}_4:\text{Ce}^{3+}$  25% or from  $\text{SrC}_2\text{O}_4$  and  $\text{Ce}_2(\text{C}_2\text{O}_4)_3$  mixtures.

**Keywords:** luminescence, thermal analysis,  $\text{SrC}_2\text{O}_4:\text{Ce}$ ,  $\text{Sr}_2\text{CeO}_4$

---

## Introdução

A maioria dos materiais luminescentes que emitem na região azul do espectro eletromagnético possui baixa estabilidade quando submetidos a radiações de energia relativamente alta. Recentemente, Danielson et al.<sup>4</sup> estudaram a obtenção e a estrutura cristalina do composto  $\text{Sr}_2\text{CeO}_4$ , denominada de fase cerato de estrôncio, partindo de uma mistura de  $\text{SrCO}_3$  e  $\text{CeO}_2$  aquecida à temperatura de  $1000^\circ\text{C}$  por 48 horas. O material obtido é um luminóforo que emite no azul e possui uma considerável estabilidade.

Em 1999, Jiang et al.<sup>9</sup> prepararam  $\text{Sr}_2\text{CeO}_4$  usando a técnica de co-precipitação química, partindo de oxalato de amônio, de nitratos de estrôncio e de cério, variando a razão entre a concentração de cério e de estrôncio. Esse método de obtenção de materiais é conveniente para produção em larga escala. Esses compostos foram tratados termicamente em diferentes temperaturas para a otimização das propriedades, e caracterizados por microscopia eletrônica de varredura (MEV) para análise da morfologia das partículas e espectroscopia de luminescência para a investigação da eficiência de

emissão. Por difratometria de raios X, Jiang, et al.<sup>9</sup> determinaram que a fase  $\text{Sr}_2\text{CeO}_4$  apresenta sistema cristalino triclinico, diferente da estrutura verificada em 1998 por Danielson et al.<sup>3</sup>, sistema ortorrômbico, com  $a = 6.11897\text{Å}$ ,  $b = 10.3495\text{Å}$  e  $c = 3.5970\text{Å}$ .

Posteriormente, Pieterse et al.<sup>6</sup> caracterizaram o material obtido a partir de carbonato de estrôncio e óxido de cério(IV), a  $1000\text{ °C}$  durante 30 h, também investigando a natureza da luminescência do  $\text{Sr}_2\text{CeO}_4$ , o efeito da temperatura no espectro e no tempo de vida de emissão, e quantificando a eficiência de luminescência. Já, Cheol-Hee Park et al.<sup>1</sup> obtiveram o  $\text{Sr}_2\text{CeO}_4$  a partir de uma mistura mecânica de  $\text{SrCO}_3$  (Aldrich, 99,995%) e  $\text{CeO}_2$  (Aldrich, 99,99%) aquecendo-os a  $1000\text{°C}$  por 12 horas e avaliaram as propriedades ópticas de  $\text{SrCeO}_3$  e  $\text{Sr}_2\text{CeO}_4$  através de coordenadas de configuração. Outros métodos foram utilizados para a obtenção da fase  $\text{Sr}_2\text{CeO}_4$ . Serra et al.<sup>8</sup> prepararam  $\text{Sr}_2\text{CeO}_4$  utilizando o método Pechini, no qual o precursor é um polímero de citrato e etileno-glicol, complexando os metais. Este polímero foi submetido a tratamento térmico a  $850\text{°C}$  por 2 horas, e analisado por espectroscopia de luminescência.

A busca por precursores alternativos os quais resultem na fase desejada com características melhoradas, portanto, é bastante relevante. Também é interessante a determinação da temperatura de formação da fase a partir de diferentes precursores através das análises termogravimétrica (TG) e térmica diferencial (DTA). Este trabalho, então, trata da obtenção de  $\text{SrC}_2\text{O}_4$ ,  $\text{Ce}_2(\text{C}_2\text{O}_4)_3$ , e  $\text{SrC}_2\text{O}_4$  dopado com diferentes porcentagens de  $\text{Ce}^{3+}$  como precursores do luminóforo azul  $\text{Sr}_2\text{CeO}_4$  e da análise termogravimétrica dos precursores.

## **Materiais e Métodos**

### **Obtenção dos precursores**

Os precursores oxalato de estrôncio nominalmente puro ou dopado com diferentes porcentagens de  $\text{Ce}^{3+}$  foram preparados a partir da mistura de soluções previamente aquecidas a  $80\text{°C}$  dos cloretos dos metais (pH  $\sim 1$ ),  $\text{SrCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  (Vetec, 99%) e  $\text{CeCl}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  (Aldrich, 99,999%), e de solução de  $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$  (Reagem, 99%), nas proporções adequadas para dopagem com 2, 5, 10, 25 e 50% de  $\text{Ce}^{3+}$ . Após o ajuste do pH,  $\sim 4$ , da mistura das soluções, o aquecimento a  $80\text{°C}$  foi mantido sob agitação ultrassônica por 1 hora e em seguida deixado em repouso por 4 horas para posterior filtração e secagem sob pressão reduzida em dessecador contendo sílica e cloreto de cálcio. Já o oxalato de cério foi preparado partindo-se de solução de  $\text{CeCl}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  (Aldrich, 99,999%), pH  $\sim 1$ , sob agitação e aquecimento e adição de ácido oxálico (Merck, P.A) 3%, gota a gota, seguida da adição de solução de ácido oxálico saturada até não observação de precipitação. Após filtração, o oxalato de cério obtido foi seco como descrito anteriormente para os demais precursores.

### **Termogravimetria (TG) e análise térmica diferencial (DTA)**

Tanto os precursores preparados, como uma mistura estequiométrica de oxalato de estrôncio e de

oxalato de cério na relação 4:1 foram submetidos à análise termogravimétrica TG e DTA, partindo-se da temperatura ambiente a 1100°C com uma razão de aquecimento de 20°C/min em atmosfera de ar, utilizando uma termobalança modelo SDT 2960 TA Instruments.

### **Obtenção de Sr<sub>2</sub>CeO<sub>4</sub>**

Para a obtenção de Sr<sub>2</sub>CeO<sub>4</sub>, partiu-se de amostras precursoras de oxalato de estrôncio dopado com diferentes porcentagens de cério ou de misturas estequiométricas de oxalato de estrôncio e de oxalato de cério. Estes precursores foram aquecidos a 1100°C, 12 horas, em atmosfera de ar, sob a mesma razão de aquecimento utilizada durante as termoañalises.

### **Caracterização dos Produtos de Decomposição**

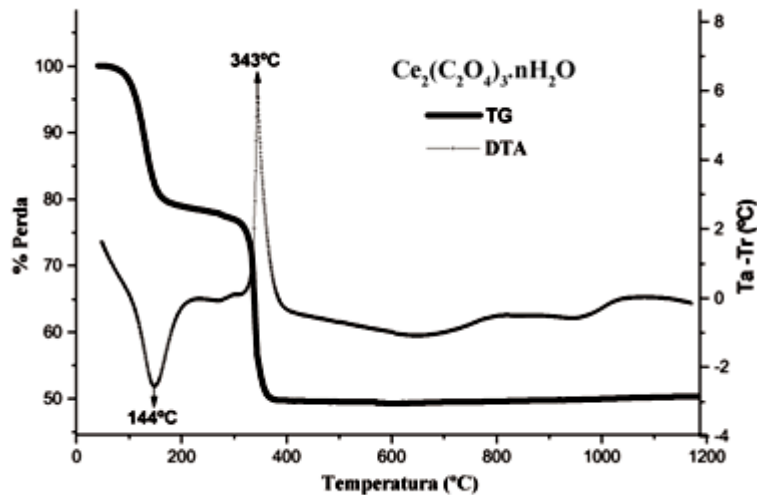
Os produtos de decomposição foram submetidos à difratometria de raios X (XRD) utilizando um difratômetro SIEMENS D 5000, no intervalo de 4° a 70°, radiação K<sub>a</sub> do Cobre e monocromador de grafite.

Todos os produtos de decomposição térmica foram submetidos à radiação UV de lâmpada de mercúrio de alta pressão em câmara. Os produtos que apresentaram emissão de luz sob luz UV foram analisados por espectroscopia de luminescência na região do UV-Vis utilizando-se um espectrofluorímetro Fluorolog SPEX F212I com lâmpada de Xenônio contínua e fotomultiplicadora Hammamatsu R928.

## **Resultados e Discussão**

### **Termogravimetria (TG) e análise térmica diferencial (DTA)**

Na [Figura 1](#) estão as curvas TG e DTA da amostra preparada de oxalato de cério. Observa-se na curva DTA, um pico endotérmico em aproximadamente 144°C, característico da desidratação do oxalato, correspondendo a aproximadamente 7,7 moléculas de água de hidratação. O número de moléculas de água foi estimado a partir da porcentagem de massa perdida até o patamar correspondente ao composto anidro, Ce<sub>2</sub>(C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>)<sub>3</sub>. Já o pico exotérmico em 343°C, indica a termo-oxidação de Ce<sup>3+</sup>® Ce<sup>4+</sup>, observado também por Moosath et al.<sup>5</sup>. Na curva TG observa-se o primeiro patamar referente a perda de massa, que corresponde às águas de hidratação. O segundo patamar é referente à presença de oxalato estrôncio anidro e o terceiro corresponde a óxido de cério(IV).



**Figura 1**–TG e DTA da amostra de  $\text{Ce}_2(\text{C}_2\text{O}_4)_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$

As curvas TG e DTA das amostras de oxalato de estrôncio dopado com diferentes porcentagens de cério e da mistura mecânica de oxalato de estrôncio e de oxalato de cério, na razão 4:1, estão representadas na [Figura 2](#). O número de moléculas de água de hidratação calculado para as diferentes amostras está listado na [Tabela 1](#). A partir da análise das curvas TG e DTA, [Figura 2\(a-c\)](#), observa-se que as amostras dopadas com 2, 5 e 10% de cério apresentam decomposições térmicas semelhantes entre si e similares à curva do oxalato de estrôncio puro relatada por Christensen et al.<sup>2</sup>. Para as curvas DTA observa-se picos endotérmicos em torno de 200°C, 940°C e 1000°C, indicando desidratação do oxalato, decomposição de carbonato a óxido e provavelmente a formação da fase  $\text{Sr}_2\text{CeO}_4$ , respectivamente. Um pico exotérmico por volta de 500°C indica a decomposição de oxalato a carbonato. As curvas TG apresentam quatro patamares; o primeiro corresponde à presença de oxalato de estrôncio dopado hidratado, o segundo à presença de oxalato de estrôncio dopado anidro, o terceiro a carbonato de estrôncio dopado e por fim de óxidos.

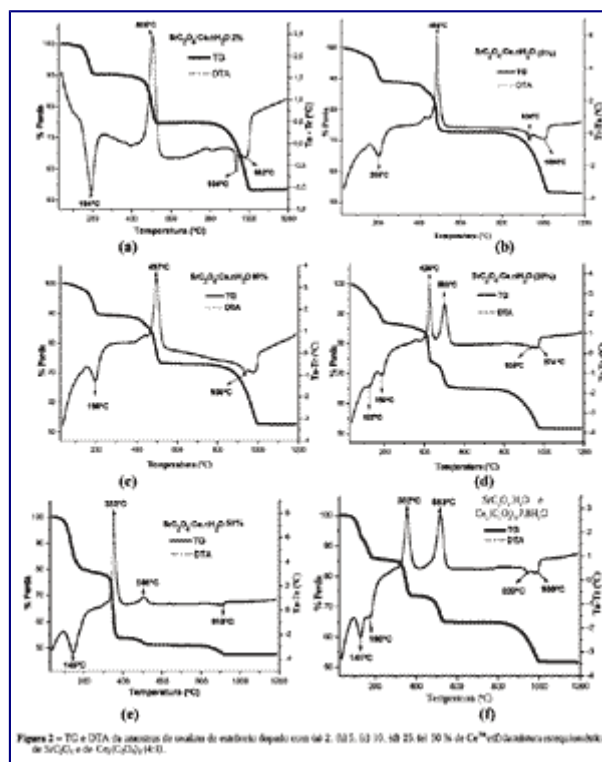


Figura 2 - Clique para ampliar

**Tabela 1** – Número de moléculas de água de hidratação calculados a partir das curvas TG, Figuras 1 e 2, das amostras de oxalato de cério e de oxalato de estrôncio dopado com diferentes porcentagens de cério.

% de Ce	Nº de moléculas de água de hidratação
2%	≈ 1,05
5%	≈ 1,23
10%	≈ 1,18
25%	≈ 1,57
50%	≈ 9,56
100%	≈ 7,7

O oxalato de estrôncio dopado com 25% de cério apresenta decomposição térmica distinta. Na curva DTA, Figura 2 (d), observa-se picos endotérmicos em 122°C e 190°C, indicando a desidratação do oxalato de cério e do oxalato de estrôncio, respectivamente. Os picos em 426°C e 503°C indicam a decomposição do oxalato de cério desidratado a óxido de cério(IV), e a decomposição de oxalato de estrôncio desidratado a carbonato de estrôncio, respectivamente. Já a curva TG apresenta vários patamares, embora alguns não tão bem definidos. Os patamares que apresentam melhores definições são os que estão no intervalo de temperatura de 200°C e 400°C, indicando a presença do oxalato de estrôncio anidro dopado com 25% de cério. Outro patamar muito bem definido entre 560°C e 800°C corresponde à mistura de óxido de cério(IV) e de carbonato de estrôncio, podendo observar-se também a decomposição simultânea dos oxalatos nos patamares em temperaturas inferiores.

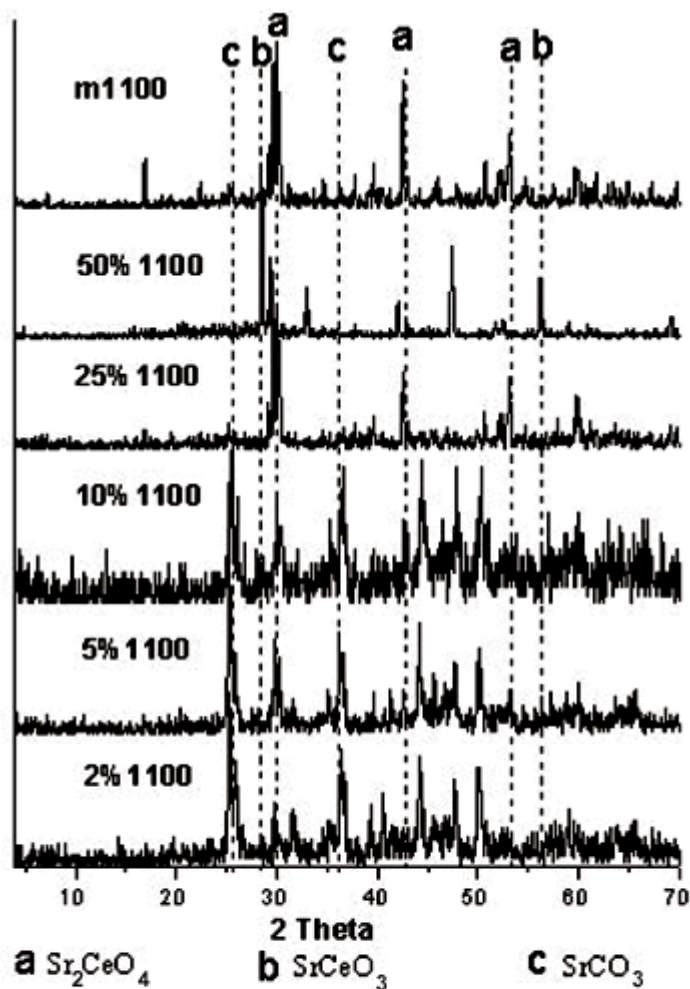
A amostra dopada com 50% de cério, [Figura 2 \(e\)](#), também apresenta decomposição térmica distinta das demais. A curva DTA apresenta picos endotérmicos em 145°C e 980°C correspondentes à desidratação simultânea dos diferentes oxalatos e à formação da fase  $\text{SrCeO}_3$  respectivamente; já os picos exotérmicos em 342°C e em 506°C, indicam a decomposição do oxalato de cério a óxido de cério e a decomposição de oxalato de estrôncio a carbonato de estrôncio. A curva TG apresenta cinco patamares: o primeiro se refere ao oxalato de estrôncio dopado com 50% de cério hidratado, o segundo ao oxalato de estrôncio dopado com cério anidro, o terceiro à mistura de oxalato de estrôncio anidro e de óxido de cério(IV). No intervalo de temperatura entre 520°C e 800°C, estão presentes óxido de cério(IV) e carbonato de estrôncio. O último patamar corresponde à mistura das fases  $\text{SrCO}_3$  e  $\text{SrCeO}_3$ .

Nas curvas TG e DTA da mistura mecânica de oxalato de estrôncio e de oxalato de cério, [Figura 2 \(f\)](#), pode ser observada a decomposição térmica simultânea dos oxalatos, tendo como resultado a mistura das fases  $\text{SrCO}_3$ ,  $\text{SrCeO}_3$  e  $\text{Sr}_2\text{CeO}_4$ .

Deve-se ressaltar que todas as amostras resultantes do tratamento térmico apresentam o pico endotérmico por volta de 1000°C, atribuído à formação das fases cerato, com exceção da amostra dopada com 50% de cério.

### **Difratometria de raios X (XRD)**

Os difratogramas de raios X dos produtos obtidos a partir da decomposição dos precursores oxalatos a 1100°C, 12 horas, estão na [Figura 3](#). Comparando-se esses difratogramas com os padrões de difração das fases indexadas na literatura<sup>8</sup>,  $\text{SrCeO}_3$ ,  $\text{SrCO}_3$  e  $\text{Sr}_2\text{CeO}_4$ , pode-se verificar que as amostras de oxalato de estrôncio dopadas com 2, 5, 10 e 25% de cério, assim como a mistura mecânica, resultam numa mistura dessas fases. No entanto, a amostra produto de decomposição de oxalato de estrôncio dopado com 50% de cério, não apresenta características da fase  $\text{Sr}_2\text{CeO}_4$ . Deve-se ressaltar que para as amostras dopadas com 2, 5 e 10% os picos de maiores intensidades detectados são aqueles correspondentes à fase  $\text{SrCO}_3$ . Os produtos provenientes da dopagem com 25% de cério e da mistura mecânica dos oxalatos apresentam os picos de maiores intensidades atribuídos à fase  $\text{Sr}_2\text{CeO}_4$ . Na [Tabela 2](#) estão os valores dos parâmetros de cela unitária para os compostos análogos indexados na literatura<sup>7</sup>.



**Figura 3** – Difratogramas de raios X dos produtos de decomposição térmica obtidos dos precursores oxalatos a 1100°C, 12 horas, onde 2 %1100, 5%1100, 10%1100, 25%1100 e 50%1100 referem-se aos produtos do aquecimento de oxalato de estrôncio dopado com 2, 5, 10, 25 e 50% de  $\text{Ce}^{3+}$ , respectivamente, e m1100 refere-se ao produto do aquecimento da mistura dos oxalatos de estrôncio e de cério.

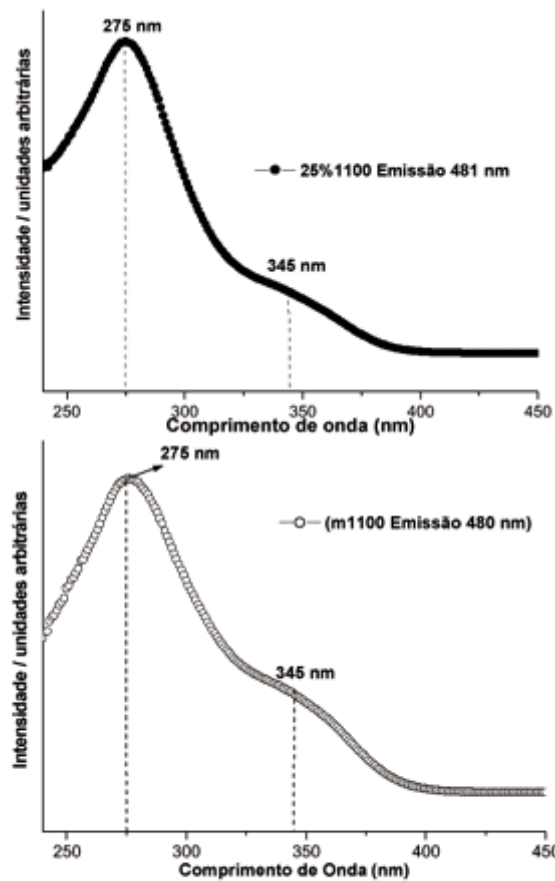


**Tabela 2**–Valores dos parâmetros de cela unitária indexados na literatura<sup>9</sup> dos possíveis produtos da decomposição térmica.

<b>Fórmulas</b>	<b>Sistema Cristalino</b>	<b>Parâmetros de cela unitária</b>	<b>Ficha cristalográfica</b>
Sr(CeO <sub>3</sub> )	Ortorrômbico	a: 6 b: 6.145 c: 8.575	82-2370
SrCeO <sub>3</sub>	Ortorrômbico	a: 5.997 b: 12.308 c: 8.615	36-0980
Sr <sub>2</sub> CeO <sub>4</sub>	Triclínico	a: 6.070 b: 8.976 c: 10.598	22-1422
Sr <sub>2</sub> CeO <sub>4</sub>	Ortorrômbico	a: 6.11897 b: 10.3495 c: 3.5970	Danielson et al. <sup>3</sup>
SrCeO <sub>3</sub>	Ortorrômbico	a: 6 b: 6.145 c: 8.575	47-1689
Sr(CeO <sub>3</sub> )	Ortorrômbico	a: 6.153 b: 6.012 c: 8.589	83-1156
SrCO <sub>3</sub>	Ortorrômbico	a: 5.107 b: 8.414 c: 6.029	05-0418

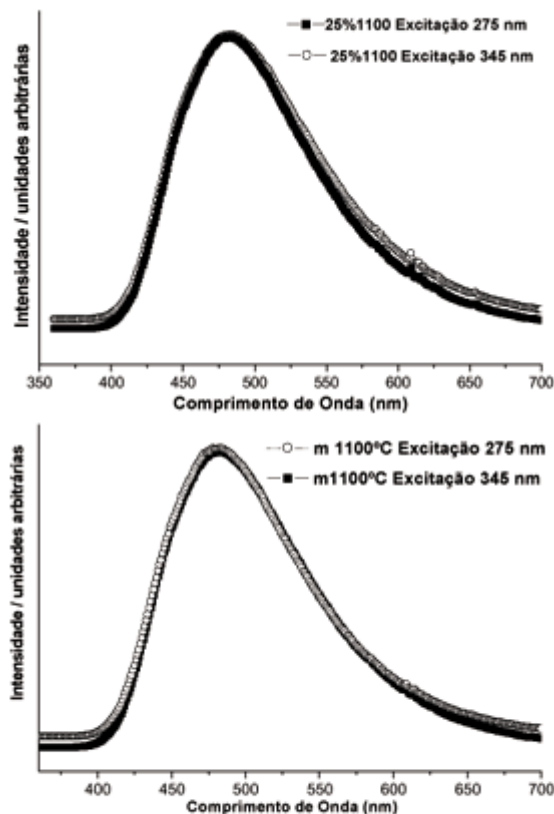
### **Espectroscopia de luminescência (EL)**

As amostras que apresentam luminescência e que correspondem àquelas com maiores proporções relativas de Sr<sub>2</sub>CeO<sub>4</sub>, foram submetidas à espectroscopia de luminescência. As amostras produtos de decomposição do precursor dopado com 25% de cério e da mistura mecânica apresentam espectros semelhantes aos publicados por Pieterse et al.<sup>6</sup> Na [Figura 4](#) estão representados dois espectros de excitação. Observa-se uma banda de excitação larga com máximo de intensidade em torno de 275 nm e um ombro em torno de 345 nm. A banda de excitação detectada é caracterizada pela transição de transferência de carga O<sup>2-</sup> → Ce(IV).



**Figura 4**-Espectros de excitação à temperatura ambiente dos produtos de decomposição térmica de  $\text{SrC}_2\text{O}_4:\text{Ce}^{3+}$  25% e da mistura mecânica de oxalato de estrôncio com oxalato de cério na relação 4:1.

Na [Figura 5](#) estão os espectros de emissão representativos das diferentes amostras, fixando-se a excitação nos máximos das bandas detectadas nos espectros da [Figura 4](#). Observa-se que os espectros são idênticos, independente das diferentes excitações, com exceção das intensidades relativas, as quais estão normalizadas. A banda larga de emissão com máximo em 480 nm, na região do azul, é característica da transição de transferência de carga  $\text{Ce(IV)} \rightarrow \text{O}$ .



**Figura 5** – Espectros de emissão à temperatura ambiente dos produtos de decomposição térmica de  $\text{Sr}_2\text{CeO}_4:\text{Ce}^{3+}25\%$  e da mistura mecânica de oxalato de estrôncio com oxalato de cério na relação 4:1.

As amostras que apresentam emissões características da fase  $\text{Sr}_2\text{CeO}_4$  são aquelas obtidas a partir do oxalato de estrôncio dopado com 25% em cério e da mistura mecânica entre o oxalato de estrôncio e de oxalato de cério.

## Conclusão

Oxalatos dopados com até 10% de cério se comportam como oxalato de estrôncio puro na decomposição térmica. No entanto, por XRD, detecta-se no final da decomposição as fases  $\text{SrCO}_3$ ,  $\text{SrCeO}_3$  e  $\text{Sr}_2\text{CeO}_4$ . As amostras dopadas com 25 e 50% resultam em misturas dos oxalatos em diferentes proporções. A mistura mecânica de oxalato de estrôncio e de oxalato de cério na proporção 4:1 decompõe-se formando como fase predominante  $\text{Sr}_2\text{CeO}_4$ . A quantidade de cério presente na amostra dopada com 50%, no entanto, não é adequada para que haja a formação da fase  $\text{Sr}_2\text{CeO}_4$ , não apresentando o fenômeno da luminescência.

A fase  $\text{Sr}_2\text{CeO}_4$  pode ser obtida partindo-se de oxalatos dopados com cério, em proporções ideais. A presença de um pico endotérmico na curva DTA em torno de  $1000^\circ\text{C}$  presente em todas as amostras que apresentam luminescência deve ser característica da formação da fase cerato luminescente.

Desta forma, baseado nos resultados discutidos neste trabalho, a fase luminescente  $\text{Sr}_2\text{CeO}_4$  pode ser obtida com melhores resultados partindo-se de oxalato de estrôncio dopado com cério em 25% e da mistura mecânica de oxalato de estrôncio e oxalato de cério na razão 4:1.

### Agradecimentos

Os autores agradecem à Fapesp o suporte financeiro e JLF ao CNPq/Pibic a bolsa concedida.

### Referências Bibliográficas

1. CHEOL-HEE, P.; CHANG-HONG, K.; CHON-HONG, P.; JIN-HO, C. Luminescence of  $\text{Sr}_2\text{CeO}_4$ . *J. Lumin.*, v.87-89, p.1062-1064, 2000. [ [Links](#) ]
2. CHRISTENSEN, A. N.; HAZEL, R. G., Thermal Analysis and Crystal Structure of Tetragonal Strontium Oxalate Dihydrate and of Triclinic Strontium Oxalate Hydrate. *Acta Chem. Scand.*, v.52, p.508-512, 1998. [ [Links](#) ]
3. DANIELSON, E. X- ray powder structure of  $\text{Sr}_2\text{CeO}_4$ : a new luminescent material discovered by combinatorial chemistry. *J. Mol. Struct.*, v.470, p.229-235, 1998. [ [Links](#) ]
4. DANIELSON, E. A rare-earth phosphor containing one-dimensional chains identified through combinatorial methods. *Science*, v.279, p.837-839, 1998. [ [Links](#) ]
5. MOOSATH, S.S.; ABRAHAM, J.; SWAMINATHAN T.V.Z. Thermal Decomposition of Rare Earth Metal Oxalates. *Anorg. Allg. Chemie*, v.324, p.103-105, 1963. [ [Links](#) ]
6. PIETERSON, L.; SOVERNA, S.; MEIJERINK, A. On the nature of the luminescence of  $\text{Sr}_2\text{CeO}_4$ . *J. Electrochem. Soc.*, v.147, p.4688-4691, 2000. [ [Links](#) ]
7. Powder Diffraction File PDF-2 database sets 1-44. Pennsylvania Joint Committee on Powder Diffraction Standards – International Center for Diffraction Data . c 1988, PDG number 43-1014. (CD-ROM). [ [Links](#) ]
8. SERRA, O.A. The blue phosphor  $\text{Sr}_2\text{CeO}_4$  synthesized by Pechini's method. *J. All. Comp.*, v.323-324, p.667-669, 2001. [ [Links](#) ]
9. YONG, D.J.; ZHANG, F.; SEUMMERS, C.J. Synthesis and properties of  $\text{Sr}_2\text{CeO}_4$  blue emission powder phosphor for field emission displays. *Appl. Phys. Lett.*, v.74, p.1667-1679, 1999. [ [Links](#) ]

Recebido em 18.02.2002

Aceito em 21.03.2002