

Comportamento do mineral topázio a altas temperaturas

Antônio Claret Soares Sabioni

*Laboratório de Difusão em Materiais, Departamento de Física,
Universidade Federal de Ouro Preto, 35400-000, Ouro Preto, MG
E-mail: sabioni@iceb.ufop.br*

Geraldo Magela da Costa

*Departamento de Química, Universidade Federal de Ouro Preto, 35400-000, Ouro Preto, MG
E-mail: magela@iceb.ufop.br*

Resumo

Algumas formas de aproveitamento econômico do topázio incolor e, às vezes, do topázio imperial requerem o uso de tratamento térmico à alta temperatura. Nesse trabalho, revemos o comportamento térmico do topázio à alta temperatura. São mostrados os efeitos da temperatura sobre a composição química, estrutura e propriedades ópticas, assim como as condições nas quais o topázio transforma-se em outro material denominado de mulita.

Palavras-chave: Topázio, comportamento térmico, mulita.

Abstract

A few ways of economical utilization of colorless topaz, and sometimes of the Imperial topaz, may require the heat treatment of this mineral at high temperature. This work deals with the thermal behaviour of the topaz at high temperature. The effects of the temperature on chemical composition, structure and optical properties are shown, as well as the conditions in which the topaz-to-mullite transformation takes place.

Keywords: Topaz, thermal behaviour, mullite.

1. Introdução

O topázio é um silicato de alumínio cuja fórmula química é usualmente dada por $Al_2SiO_4[F_x(OH)_{1-x}]_2$. Os teores de flúor e hidroxila são variáveis e dependem da gênese do mineral. A variedade mais comum do topázio ocorre na forma de um mineral incolor, abundante no Brasil, e encontrado no mercado gemológico como pedra semipreciosa.

Esse topázio incolor pode também ser irradiado, visando à obtenção de topázio azul, que é um produto comum no mercado de pedras semipreciosas. Além disso, pesquisas recentes (Sabioni, 2001) mostram que as cores azul, verde, alaranjado e outras podem ser introduzidas no topázio incolor através de tratamentos termoquímicos à alta temperatura. Essa transformação do topázio incolor em topázio colorido é realizada com um baixo custo financeiro e oferece perspectivas para agregar valor ao topázio incolor.

Uma variedade do topázio de grande valor mercadológico é o topázio imperial, com cores variando do amarelo ao vermelho, e que, atualmente, é encontrado apenas em Ouro Preto, Minas Gerais, Brasil e em Chundao Hill, no Paquistão (da Costa et al., 2000). Topázio natural ocorrendo com outras cores são menos comuns. Qualquer que seja a variedade do topázio - incolor ou imperial - o índice de aproveitamento desse mineral para fins gemológicos é baixo, da ordem de apenas 2% (Ferreira, 2004).

Espécimens de topázio imperial de menor qualidade gemológica podem ser utilizados na confecção de bijuterias e/ou produtos artesanais. Entretanto o topázio incolor, sem qualidade gemológica, em geral, não apresenta aplicações de interesse comercial. Uma utilização possível do topázio incolor, dada a alta dureza desse material, é na fabricação de material abrasivo. Uma outra forma de aproveitamento comercial do topázio incolor é para a obtenção de mulita como matéria-prima cerâmica. Estudos recentes mostram ser possível a obtenção de mulita de alta pureza e de baixo custo pela calcinação do topázio (Monteiro et

al., 2004, Sabioni et al., 2003). Essa possibilidade de aproveitamento do topázio é de grande interesse econômico, pois a mulita é um dos mais importantes materiais cerâmicos da atualidade, com numerosas aplicações nas áreas de cerâmicas avançada e tradicional (Schneider and Mackenzie, 2001).

Essas considerações mostram que algumas formas de aproveitamento econômico do topázio incolor requerem o uso de altas temperaturas. Embora em menor escala, o topázio imperial também pode ser submetido a tratamento térmico, visando a mudar as suas cores habituais (amarelo a avermelhado) em rosa (Sabioni et al., 2003).

Portanto o conhecimento do comportamento do topázio à alta temperatura é um tema de grande importância, não só científica, mas também comercial. Nesse trabalho, são revistos alguns aspectos físicos e químicos do comportamento térmico do topázio à alta temperatura, assim como as condições para a sua transformação em mulita.

2. Efeito da temperatura sobre a composição, estrutura e cor do topázio

O mineral topázio, quando aquecido a temperaturas superiores a 1000°C, decompõe-se, dando origem a um outro material denominado de mulita (Sabioni et al., 2003). Portanto não existe uma temperatura de fusão para o topázio. Essa decomposição ocorre através da perda de substâncias voláteis como F_2 , H_2O e compostos contendo Si como o SiF_4 . Essa decomposição, quando completa, conduz à formação da mulita, que é um silicato de alumínio, conhecido pela fórmula $3Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$. Devido à perda de Si, a razão Si/Al na mulita é menor do que no topázio. Na verdade, a mulita é uma solução sólida de Al_2O_3 e SiO_2 . Portanto outras composições são possíveis como, por exemplo, $2Al_2O_3 \cdot SiO_2$ (mulita 2:1).

Portanto os tratamentos térmicos do topázio incolor, ou imperial, requerem um conhecimento prévio do intervalo de

temperatura no qual o material pode ser aquecido, sem que ocorra a decomposição ou, mesmo, mudanças estruturais. Estudos com ressonância magnética nuclear, dilatometria, termogravimetria e difração de raios X mostram que até 1000°C o topázio é estável química e estruturalmente (Sabioni et al. 2003). Entretanto, sob o ponto de vista óptico, a coloração do topázio colorido (imperial) é alterada em temperaturas bem mais baixas (acima de 400 °C), tornando-se completamente incolor a cerca de 900 °C. Essa descoloração do topázio a altas temperaturas resulta da destruição de centros de cor (Sabioni et al., 2003).

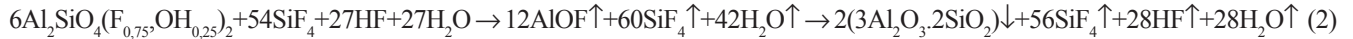
A Figura 1 mostra um espectro de absorção óptica com luz não polarizada do topázio imperial antes e após tratamento térmico a 600 °C (Sabioni et al., 2003). Observa-se um máximo de absorção centrado em aproximadamente 400 nm na amostra original, enquanto que a amostra tratada apresenta esse máximo próximo a 700 nm. Essa mudança na cor está relacionada à destruição de centros de cores, mas o mecanismo envolvido ainda não está completamente elucidado.

A Figura 2 mostra um ensaio dilatométrico entre a temperatura ambiente e 1340°C. Até 1246°C, a variação da expansão térmica é típica para um material homogêneo, mostrando um comportamento linear com coeficiente de dilatação igual a $1,27 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ (Sabioni et al., 2003). Acima dessa temperatura, observa-se o início de uma transformação estrutural do topázio, que prossegue durante toda a transformação do topázio em mulita.

Na Figura 3, são mostradas as variações das concentrações de flúor (F) e de hidrogênio no topázio, em função da temperatura de aquecimento. Esses resultados, obtidos, por ressonância magnética nuclear, mostram, claramente, que o F e H somente são liberados como produtos gasosos acima de 1000°C (Sabioni et al., 2003).

Na Figura 4, é mostrada a razão Si/Al no topázio em função da temperatura. Essas medidas, realizadas por fluorescência de raios X, mostram que à medi-

da que a temperatura sobe a razão Si/Al começa a decrescer a partir de 1000 °C devido à perda de Si, tal como ocorre para o F e H. Para o topázio, essa razão é próxima de 0,5, enquanto que, para a mulita, esse valor é de 0,33 (da Costa et al., 2000). O mecanismo para a decomposição térmica do topázio ainda não está muito claro e as reações que se supõem ocorrerem são (Day et al., 1995):



Curvas termogravimétricas típicas do topázio imperial são mostradas na Figura 5 (da Costa et al., 2000). Uma característica comum a várias amostras investigadas é a estabilidade térmica até cerca de 1000 °C. Acima dessa temperatura, ocorre uma perda endotérmica de massa de aproximadamente 5% (1200 °C) e de 8%-15% próximo a 1320 °C. O formato dessas curvas e as temperaturas de transformação são afetados pela atmosfera utilizada no aquecimento, mas as perdas de massa são relativamente pouco alteradas.

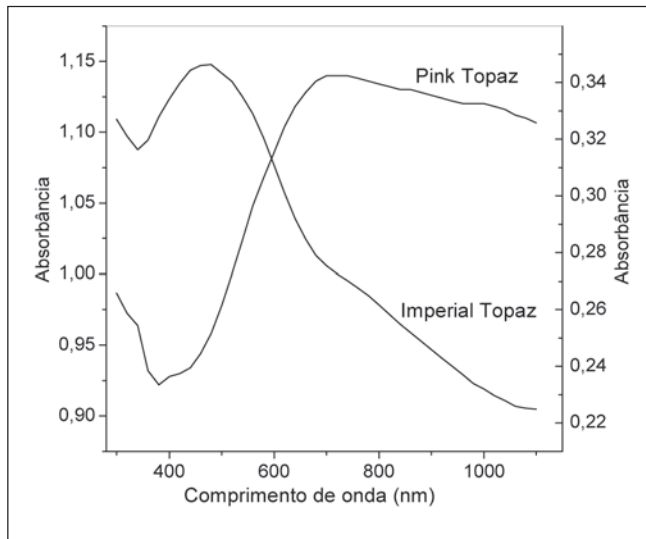


Figura 1 - Espectro de absorção óptica com luz não polarizada do topázio imperial antes e após tratamento térmico a 600°C.

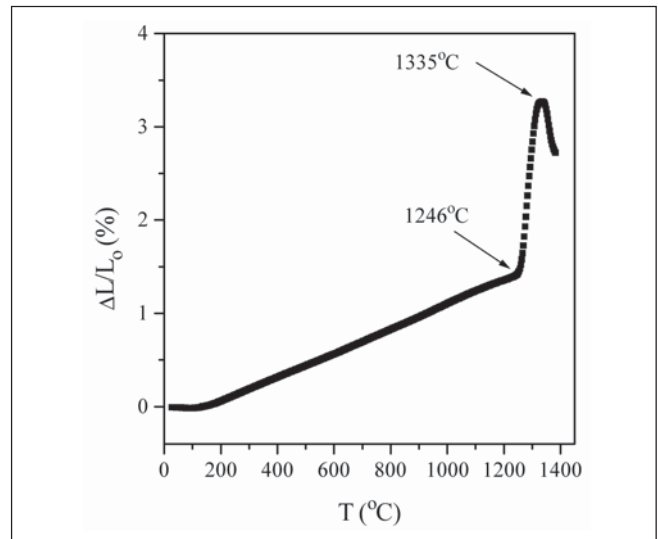


Figura 2 - Análise dilatométrica do topázio mostrando o início da transformação do topázio em mulita a 1246°C.

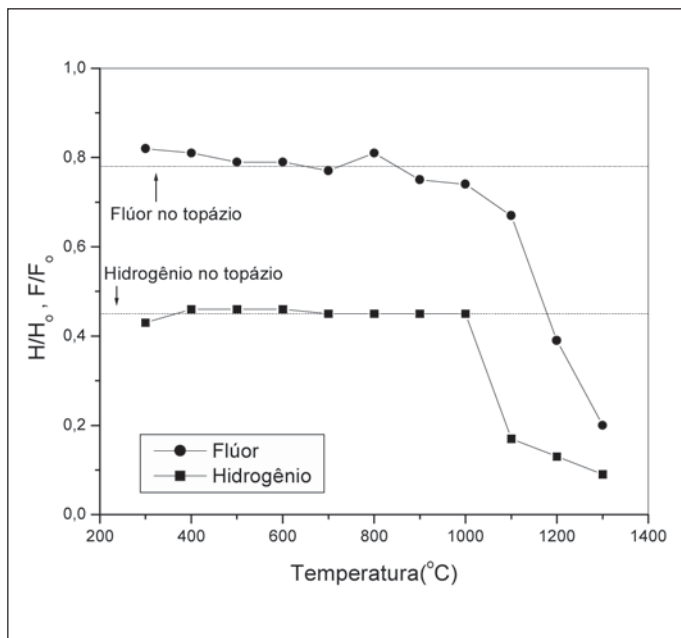


Figura 3 - Efeito da temperatura sobre o conteúdo de flúor e hidrogênio no topázio.

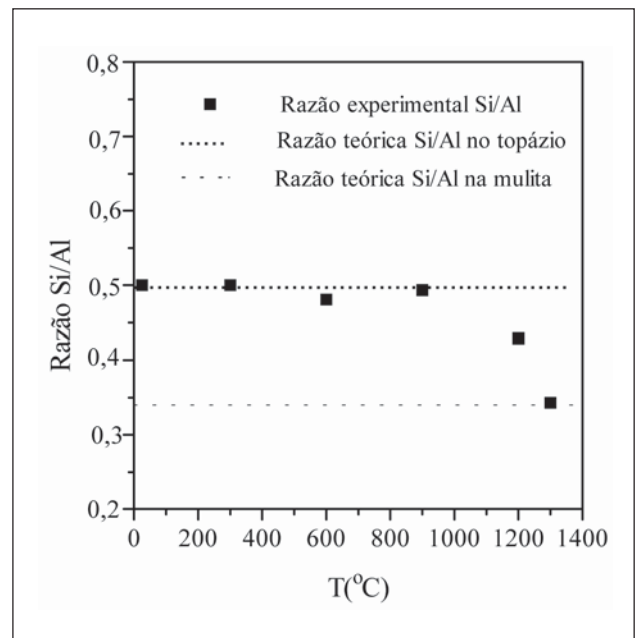


Figura 4 - Efeito da temperatura sobre a razão Si/Al no topázio em função da temperatura.

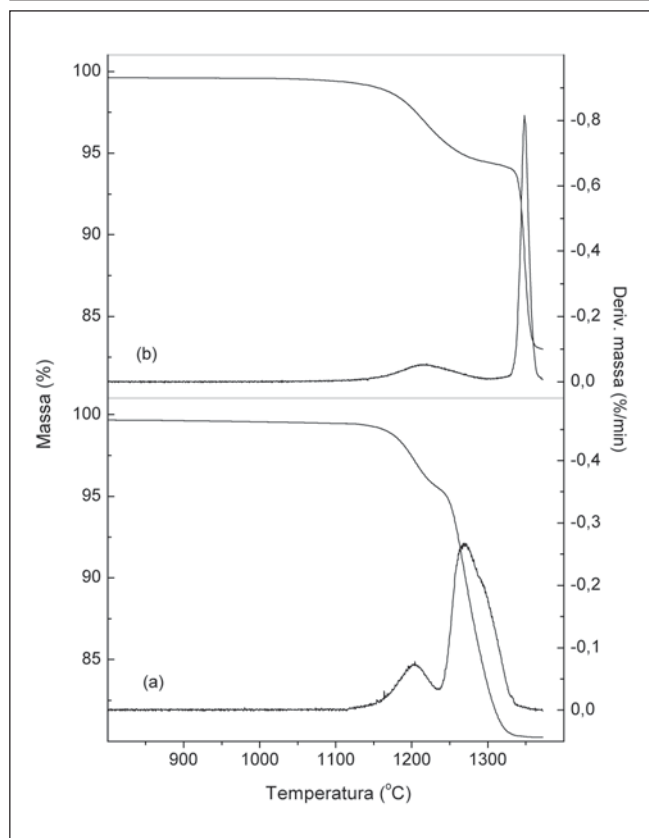


Figura 5 - Efeito da atmosfera na decomposição térmica do topázio imperial: (a) ar sintético e (b) nitrogênio.

Na Figura 6, são mostrados difratogramas de amostras de topázio aquecidas entre a temperatura ambiente e 1300°C (Sabioni et al., 2003). Até 1000 °C, o difratograma do topázio não apresenta alterações, mas, acima dessa temperatura, observam-se uma redução gradual nas intensidades dos picos do topázio e o aparecimento dos picos característicos da mulita. A 1300 °C, o difratograma corresponde ao do material mulita, com o completo desaparecimento do topázio.

3. Considerações finais

A utilização comercial do topázio pode requerer o seu tratamento térmico a temperaturas elevadas, de modo que precauções devem ser tomadas com relação às temperaturas utilizadas para se manter a integridade química, estrutural e óptica do material. Topázios imperial e incolor permanecem íntegros, química e

estruturalmente, até cerca de 1000 °C. Entretanto a cor do topázio imperial torna-se rósea entre 400 e 600 °C e, acima dessa temperatura, a cor é perdida gradualmente até a completa descoloração em torno de 900 °C.

O aquecimento do topázio a temperaturas acima de 1100 °C resulta na formação de mulita de ótima qualidade e de baixo custo para utilização como matéria-prima cerâmica. Entretanto a utilização econômica do topázio como fonte de mulita requer um controle da emissão de efluentes, sendo necessária, para isso, a adoção de dispositivos capazes de evitar o lançamento de produtos gasosos à base de flúor, como SiF_4 , na atmosfera.

4. Agradecimentos

Os autores agradecem à FAPEMIG e ao CNPq pelo suporte financeiro a essa pesquisa.

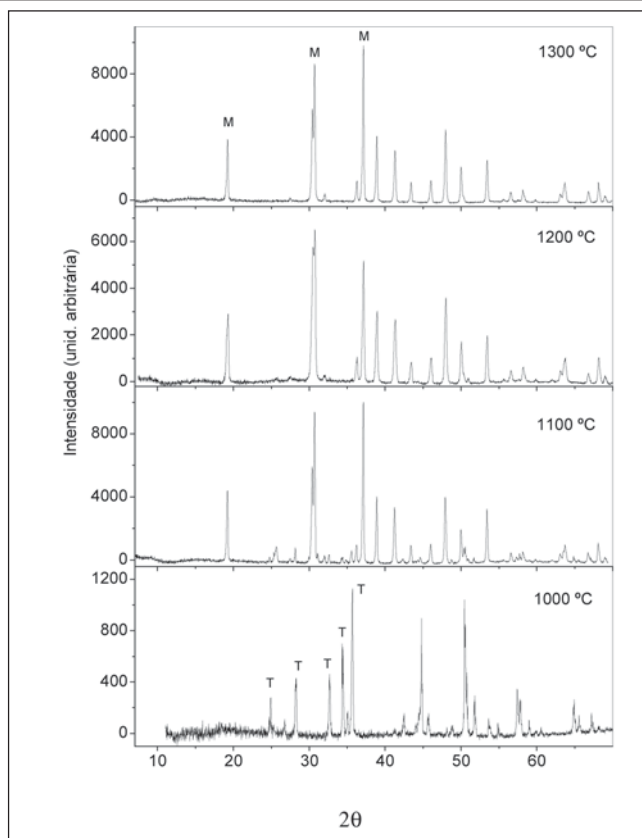


Figura 6 - Difratogramas de raios X de amostras de topázio incolor tratadas em diferentes temperaturas durante uma hora. Os principais picos do topázio e da mulita estão indicados pelas letras T e M, respectivamente.

5. Referências bibliográficas

- DA COSTA, G.M., SABIONI, A.C.S., FERREIRA, C.M. Imperial topaz from Ouro Preto, Brazil: chemical character and behaviour. *Journal of Gemmology*, v. 27, n. 3, p. 133-138, 2000.
- DAY, R.A., VANCE, E.R., CASSIDY, D.J. The topaz to mullite transformation on heating. *Journal of Materials Research*, 10, p. 2963-2969, 1995.
- MONTEIRO, R.R., SABIONI, A.C.S., DA COSTA, G.M. *Preparação de mulita a partir do mineral topázio*. Submetido à revista Cerâmica. 2004.
- SABIONI, A.C.S. *Tratamento termoquímico de minerais-gema: aplicações ao topázio e ao coríndon*. Relatório Técnico. FAPEMIG - Processo TEC 1261-97. 2001.
- SABIONI, A.C.S., DA COSTA, G.M., DEREPEPE, J.M., MOREAUX, C., FERREIRA, C.M. Behaviour of the brazilian imperial topaz at high temperature. *Journal of Gemmology*, v. 28, n. 5, p. 283-290, 2003.
- SCHNEIDER, H., MACKENZIE, K. Proceedings of mullite 2000 conference. *Journal of European Ceramic Society*, 21, iii. 2001.

Artigo recebido em 20/05/2004 e aprovado em 21/09/2004.