

## CARACTERIZAÇÃO MECÂNICA DE VITROCERÂMICAS DO SISTEMA $\text{Li}_2\text{O}.\text{SiO}_2$ PARA APLICAÇÃO ODONTOLÓGICA

Diego de Oliveira Lombardi (PIBIC/CNPq/FA/Uem), Viviane Oliveira Soares (Orientador), e-mail: vosoares@uem.br.

Universidade Estadual de Maringá / Departamento de Ciências/Goioerê, PR.

**Ciências Exatas e da Terra, Física.**

**Palavras-chave:** vitrocerâmica, cristalização, dissilicato de lítio.

### Resumo:

A principal proposta deste trabalho é desenvolver vitrocerâmicas do sistema dissilicato de lítio, cuja fase principal seja o dissilicato de lítio, que possam ser aplicadas como próteses dentárias. Para isso, foram realizados tratamentos térmicos em vidros deste sistema e as vitrocerâmicas obtidas foram avaliadas quanto à fase cristalina presente, resistência mecânica e transmitância no espectro visível. Foram obtidas vitrocerâmicas contendo dissilicato de lítio como fase cristalina majoritária, metassilicato de lítio como fase secundária e fração cristalizada superior a 60% em volume. As amostras apresentaram resistência à flexão biaxial superior a 180MPa, alto grau de transparência, para tratamentos de nucleação de 72h, apresentando transmitância de aproximadamente 80% no espectro visível.

### Introdução

Vitrocêramicos (*glass-ceramics*) são materiais inorgânicos obtidos a partir do vidro, através de um processo chamado de cristalização controlada. Muitas vezes são utilizados componentes químicos que atuam como agentes nucleantes para tal processo, como  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{TiO}_2$  e  $\text{ZrO}_2$ . Após a cristalização controlada, modifica-se as propriedades mecânicas, físicas, químicas e ópticas do vidro precursor, tornando-o apto a diversas aplicações (ZANOTTO, 1986), (BRAUN, 2008). As vitrocerâmicas podem conter uma quantidade (de 99 a 1%) de fase vítrea residual e uma ou mais fases cristalinas dispersas. Para se obter um melhor controle da microestrutura, como tamanho de cristal e fração cristalizada desejados, pode-se variar os tempos e temperaturas de nucleação e de crescimento de cristais. Logo, quando corretamente controlada, a cristalização de determinados vidros resulta em microestruturas com fases cristalinas específicas que, por sua vez, potencializam as propriedades do produto final.

No ramo odontológico os materiais vitrocerâmicos ganham cada vez mais espaço nos consultórios e centros de pesquisas. Isso porque vitrocerâmicos compostos de dissilicato de lítio ( $Li_2O \cdot 2SiO_2$ ) apresentam alta resistência mecânica, translucidez, tenacidade à fratura elevada e alta durabilidade química. A intensa demanda por estética exige cada vez mais a utilização de materiais vitrocerâmicos na odontologia. Estes materiais possibilitam a obtenção de próteses dentárias de elevada translucidez e quanto mais translúcido for o sistema, mais apropriada será sua indicação para a solução de casos com extrema exigência estética (MARTINS et al., 2010).

## Materiais e métodos

O material vítreo utilizado neste presente trabalho foi cedido pelo Laboratório de Materiais Vítreos (LaMaV) da Universidade Federal de São Carlos. Sua composição química foi elaborada para apresentar prioritariamente cristais de dissilicato de lítio ( $Li_2Si_2O_5$ ) contendo também demais elementos minoritários. A fusão foi realizada a 1450°C por 4 horas. Em seguida, o vidro foi vertido em um molde de aço cilíndrico com diâmetro de 12 mm e tratado termicamente a 400°C por 2 horas a fim de promover o alívio das tensões térmicas. Os cilindros vítreos foram cortados em amostras de 2mm de espessura e submetidos a tratamento térmico em um forno elétrico tubular a 460°C por 72h e 660°C por 1 e 2 horas para obtenção das vitrocerâmicas.

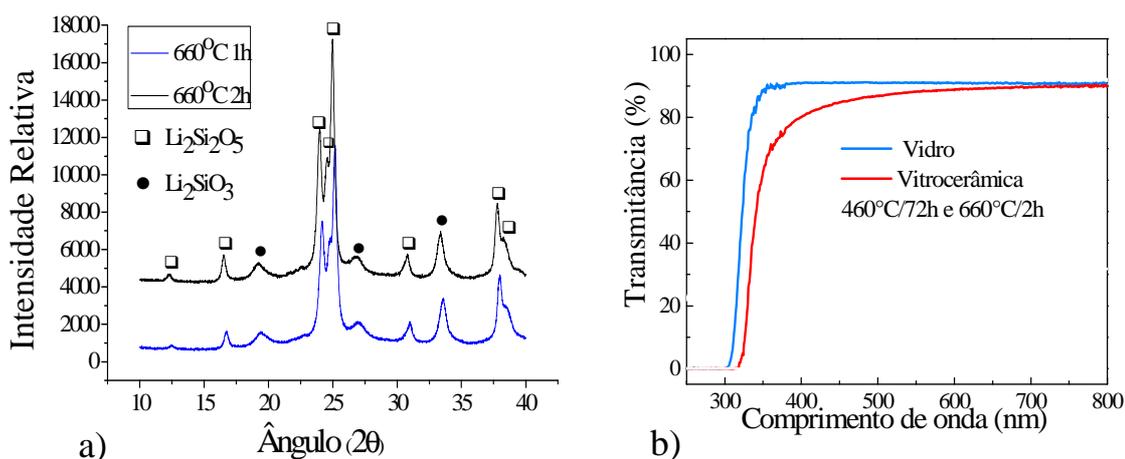
As fases cristalinas foram identificadas por difração de raios-X empregando-se um difratômetro (Bruker D2 Phaser) com filamento de Cu. Os difratogramas foram realizados no intervalo de  $2\theta$  de 10°-40° no modo “step continuous” com um intervalo angular de 0,01° e tempo de contagem de 1 s. Foram realizados ensaios mecânicos de flexão biaxial conhecido por pistão sobre três esferas (piston on three ball test), em parceria com o Departamento de Física da Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa – PR. Utilizou-se uma máquina de ensaios universal capaz de medir cargas de 10 N até 1000 N (Instron, modelo 5565) e uma velocidade de carregamento de  $1 \pm 0,5$  mm/min.

Também foram realizadas medidas de transmitância na região do espectro de luz visível. Empregou-se um espectrômetro UV-VIS Modelo: Cary 50 / Varian.

## Resultados e Discussão

As amostras vitrocerâmicas foram desbastadas em lixas de carvão de silício (SiC) de granulometria 100, 240, 320, 400, 500, 600 e 1200 mesh. Após serem desbastadas as vitrocerâmicas obtidas foram submetidas à análise de difração de raios-X para determinação das fases cristalinas formadas. A Figura 1 a) mostra os difratogramas de raios-X das vitrocerâmicas obtidas a partir do tratamento térmico de nucleação a 460°C por 72h e crescimento de cristais a 660°C por 1h e 2h. A principal fase cristalina formada é o dissilicato de lítio ( $Li_2Si_2O_5$ ) sendo a fase metassilicato de lítio ( $Li_2SiO_3$ ) uma fase secundária. Ambas as amostras tratadas apresentaram elevado grau de

transparência, um indicativo do tamanho de cristal, pois vitrocerâmicas contendo cristais nanométricos tendem a ser transparentes, enquanto que aquelas que possuem cristais de tamanho médio da ordem de microns tendem a ser opacas. A Figura 1 b) mostra que a curva de transmitância da vitrocerâmica tratada a 460°C/72h e 660°C/2h se assemelha muito à do vidro inicial, evidenciando a transparência da vitrocerâmica obtida, uma vez que esta apresenta uma transmitância de aproximadamente 80% no espectro visível.



**Figura 1** – a) difratograma de raios-X das vitrocerâmicas obtidas por tratamento térmico de 660°C por 1h e 2h (para o crescimento de cristais). b) transmitância do vidro e da vitrocerâmica obtidas por tratamento térmico de 460°C/72h e 660°C por 2h.

As amostras vitrocerâmicas também foram submetidas ao ensaio mecânico de flexão biaxial. Foram analisadas 6 amostras para cada tratamento térmico e estas apresentaram valores de resistência à flexão clinicamente aceitáveis de acordo com a ISO 6872 (>100 MPa). As amostras tratadas a 460°C/72h e 660°C/1h apresentaram resistência à flexão biaxial de  $229 \pm 47$  MPa e aquelas tratadas a 460°C/72h e 660°C/2h apresentaram resistência de  $183 \pm 50$  MPa. Estes resultados mostram que o aumento do tempo de tratamento térmico para crescimento de cristais (660°C) de 1 h para 2 h não altera significativamente a resistência mecânica do material, uma vez que os dois valores encontrados são similares considerando o desvio padrão da medida.

## Conclusões

As vitrocerâmicas obtidas com tempo de nucleação de 72h a 460°C resultaram em uma vitrocerâmica de alta transparência. As amostras cristalizadas a 660°C por 2h apresentaram transmitância no espectro visível de aproximadamente de 80%. A principal fase cristalina formada foi dissilicato de lítio, sendo formada também a fase minoritária metassilicato de lítio. A obtenção de vitrocerâmicas de elevada translucidez amplia as possibilidades de aplicação deste material, que poderia ser utilizado também como facetas dentárias.

Todas as vitrocerâmicas submetidas ao ensaio de resistência à flexão biaxial apresentaram valores de resistência mecânica superiores a 180MPa, o que é clinicamente aceitável para aplicação como prótese dentária, segundo a ISO 6872.

## Agradecimentos

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq); Laboratório de Materiais Vítreos (LaMaV) da Universidade Federal de São Carlos; Departamento de Física da Universidade Estadual de Ponta Grossa (DF – UEPG); Fundação Araucária de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Estado do Paraná (FA), PPG-UEM.

## Referências

BRAUN, S. E. **Efeito do grau de cristalização nas propriedades mecânicas das vitrocerâmicas de dissilicato de lítio.** Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Paraná, 2008.

MARTINS, L. M.; LORENZONI, F. C.; FARIAS, B. C.; LOPES, L. D. S.; BONFANTE, G.; RUBO, J. H. **Comportamento biomecânico das cerâmicas odontológicas: revisão.** *Cerâmica*, v. 56, pp. 148-155, 2010.

ZANOTTO, E. D. Vitro Cerâmica. In de Cerâmica, A. B., editor, **Encontro Nacional de Cerâmica Avançada da Associação Brasileira de Cerâmica**, v. 1, pp. 88-101, 1986, São Paulo.