

## Controle de translucidez e protocolo de tratamento de recuperação da fase tetragonal para Zircônia Tetragonal Policristalina (Y-TZP) (uso odontológico).

Heraldo Elias Salomão dos Santos  
Mestre e Doutor em Ciência dos Materiais – IME  
Pesquisa e Desenvolvimento  
ProtMat Materiais Avançados

- **Controle da translucidez:**

O aumento da temperatura de sinterização resulta em aumento da translucidez da zircônia, em consequência do aumento no tamanho médio de grão e no percentual de fase cúbica. Entretanto, também pode resultar em uma redução da resistência mecânica e à degradação do material.

O gráfico da figura 1 apresenta a variação na translucidez para diferentes temperaturas de patamar final sinterização para a zircônia ProtMat para infraestruturas e para duas marcas comerciais de zircônia translúcida:

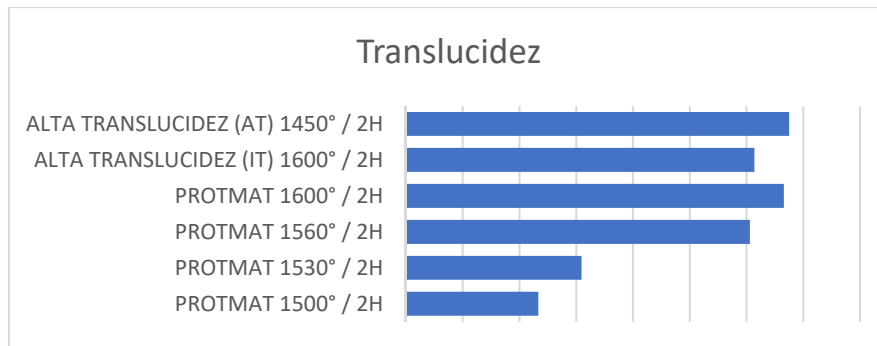


Figura 1 – Variação da translucidez em função da temperatura de sinterização da zircônia ProtMat para infraestruturas e duas marcas comerciais de zircônia translúcida (SANTOS, 2017).

O gráfico da figura 2 apresenta resultados comparativos de resistência mecânica à flexão de duas marcas comerciais de zircônia translúcida e da zircônia ProtMat para infraestruturas sinterizada em diferentes temperaturas:

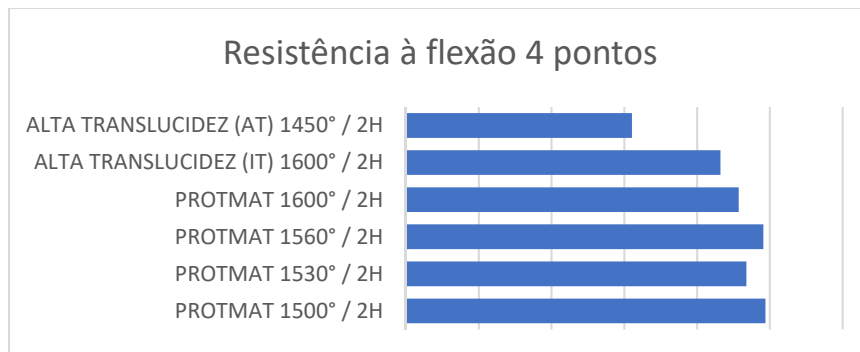


Figura 2 – Resultados comparativos de resistência mecânica à flexão de duas marcas comerciais de zircônia translúcida e da zircônia ProtMat para infraestruturas sinterizada em diferentes temperaturas (SANTOS, 2012; CATRAMBY, 2014; SANTOS, 2017).

## Controle de translucidez e protocolo de tratamento de recuperação da fase tetragonal para Zircônia Tetragonal Policristalina (Y-TZP) (uso odontológico).

A temperatura de sinterização recomendada para a zircônia ProtMat para infraestruturas é de 1530°C/2h. Entretanto, pode-se obter melhores resultados de translucidez utilizando-se temperaturas superiores à recomendada, desde que se observe a melhor relação entre os requisitos estéticos e de resistência mecânica exigidos pelo o caso clínico que está sendo realizado. Em regiões de baixa demanda estética e alta solitação mecânica o aumento da temperatura de sinterização deve ser evitado.

- **Recuperação da fase tetragonal após acabamento ou jateamento com óxido de alumínio:**

O jateamento com partículas de alumina previamente à aplicação da cerâmica de revestimento promove a transformação de fase tetragonal para monoclinica induzida por tensão na superfície do material, conforme reportado por TADA, SATO *et al.* (2012) em seu trabalho avaliando a influência do tratamento de superfície na resistência da interface de união entre zircônia e revestimento cerâmico.

Conforme observaram GRIGORE, SPALLEK *et al.* (2013), o percentual de fase monoclinica transformada está relacionado ao tamanho de partícula utilizado no jateamento, sendo que para partículas na faixa de 110 µm, este percentual situa-se entre 9,5 e 15%. Os autores também constataram que o tratamento térmico de sinterização do revestimento cerâmico estético resulta no decréscimo da fração de fase monoclinica, levando a uma recuperação quase total da fase tetragonal transformada.

Entretanto, SIMBA, SANTOS *et al.* (2016) investigando a recuperação da fase tetragonal previamente transformada através de tratamento térmico, concluíram que a transformação de fase induzida por tensão através de tratamento mecânico de superfície depende diretamente da temperatura de sinterização da zircônia, e conseqüentemente, do tamanho médio de grão. Quanto mais próximo o tamanho médio de grão estiver do tamanho crítico para transformação espontânea de fase, maior é a fração de fase monoclinica transformada induzida por tensão. Da mesma forma, a temperatura de recuperação da fase tetragonal é diretamente proporcional ao tamanho médio de grão. Os resultados indicaram que para um tamanho médio de grão da ordem de 0,28 µm é possível a total recuperação da fase tetragonal em temperaturas da ordem de 950°C. Esta temperatura é bem próxima da temperatura de sinterização da maioria dos revestimentos cerâmicos (930-950°C). Porém, para valores de tamanho médio de grão da ordem de 0,49 e 1,35 µm a recuperação da fase tetragonal passa a ocorrer em temperaturas em torno de 1000 e 1200°C, respectivamente.

A zircônia tetragonal estabilizada por 3 %mol de ítria possui coeficiente de expansão térmica (CET) de  $10,5 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$  (50-500°C) enquanto a cerâmica de recobrimento estético possui CET da ordem de  $9,1 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$  (25-500°C). A pequena diferença de CET entre os dois materiais gera um campo de tensões compressivas residuais no revestimento cerâmico favorecendo a manutenção da estabilidade na interface de adesão. Já a zircônia monoclinica possui CET da ordem de  $6,5 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$  (25-500°C), valor consideravelmente inferior ao do revestimento cerâmico, o que pode gerar um campo de tensões complexo na interface entre a zircônia e o recobrimento estético, favorecendo à ocorrência de falhas (CARDARELLI, 2008; WILLIAM D. CALLISTER, 2014).

## Controle de translucidez e protocolo de tratamento de recuperação da fase tetragonal para Zircônia Tetragonal Policristalina (Y-TZP) (uso odontológico).

Desta forma, para garantir uma boa resistência do revestimento cerâmico aplicado sobre as estruturas de zircônia, recomenda-se após o jateamento com óxido de alumínio ou após qualquer tipo de desgaste da infraestrutura a realização de um tratamento térmico de recuperação da fase tetragonal (Tabela 1). Em seguida, procede-se com a aplicação do revestimento cerâmico, de acordo com as instruções do fabricante.

Tabela 1 - Tratamento térmico de recuperação da fase tetragonal

### Para temperaturas de sinterização de até 1530°C:

Taxa de aquecimento: 20°C/min

Temperatura final: 1000°C/15min

Taxa de resfriamento: 20°C/min

### Para temperaturas de sinterização acima de 1530°C:

Taxa de aquecimento: 20°C/min

Temperatura final: 1170°C/15min

Taxa de resfriamento: 20°C/min

Devido à baixa condutividade térmica da zircônia, recomenda-se também utilizar uma taxa de resfriamento lenta nos ciclos de sinterização da cerâmica de recobrimento, de acordo com as recomendações do fabricante, para evitar o surgimento de tensões térmicas residuais que possam contribuir para a fratura do revestimento.

### • Referências

CARDARELLI, F. **Materials Handbook A Concise Desktop Reference**. 2nd. Springer, 2008.

CATRAMBY, M. F. **Avaliação do comportamento mecânico e da microestrutura de duas marcas comerciais de zircônia monolítica 3Y-TZP sob influência de diferentes parâmetros de sinterização**. 2014. Tese de Doutorado Universidade de São Paulo, Bauru.

GRIGORE, A. et al. Microstructure of veneered zirconia after surface treatments: a TEM study. **Dent Mater**, v. 29, n. 11, p. 1098-107, Nov 2013. ISSN 1879-0097 (Electronic) 0109-5641 (Linking). Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24021710>>.

SANTOS, H. E. S. D. **Propriedades mecânicas da zircônia tetragonal policristalina estabilizada por ítria submetida à degradação hidrotérmica**. 2012. Dissertação de Mestrado Departamento de Engenharia Mecânica e de Materiais, IME, Rio de Janeiro.

SANTOS, H. E. S. D. **Propriedades Ópticas e Mecânicas da Zircônia (Y-TZP) de Translucidez melhorada com e sem Adição de Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>**. 2017. Tese de Doutorado Departamento de Engenharia Mecânica e de Materiais, IME, Rio de Janeiro.

Controle de translucidez e protocolo de tratamento de recuperação da fase tetragonal para Zircônia Tetragonal Policristalina (Y-TZP) (uso odontológico).

SIMBA, B. G. et al. Recovery of Tetragonal Phase from Previously Transformed Y-TZP. **Materials Research**, v. 19, n. 4, p. 829-833, 2016. ISSN 1980-5373.

TADA, K.; SATO, T.; YOSHINARI, M. Influence of surface treatment on bond strength of veneering ceramics fused to zirconia. **Dental Materials Journal**, v. 31, n. 2, p. 287-296, 2012. ISSN 1881-1361 0287-4547.

WILLIAM D. CALLISTER, J. **Materials Science and Engineering An Introduction**. 9. USA: John Wiley & Sons, Inc., 2014.