

Influência da temperatura de sinterização sobre a rugosidade superficial de três porcelanas odontológicas

Influence of the firing temperature on the surface roughness in three dental porcelain

Ricardo Alves do PRADO

Flávio Domingues das NEVES

Professor. Doutor Adjunto 4 – Área de Oclusão, Prótese Fixa, e Materiais Odontológicos – Faculdade de Odontologia – UFU

Heitor PANZERI

Professor Doutor – Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto - USP

Alfredo Júlio FERNANDES NETO

Professor Doutor Titular – Área de Oclusão, Prótese Fixa, e Materiais Odontológicos – Faculdade de Odontologia – UFU

Paulo César SIMAMOTO JÚNIOR

Especialista – Prótese Dentária – Mestrando – Programa de Pós-Graduação – Área de Concentração – Reabilitação Oral – UFU

RESUMO

O objetivo do presente trabalho foi verificar a influência da variação da temperatura de sinterização na rugosidade superficial em três sistemas de porcelana odontológica. Noventa amostras de porcelana dos sistemas VITA VMK-68, IPS CLASSIC e WILLIAMS foram empregados a três diferentes temperaturas de sinterização: temperatura recomendada pelos fabricantes (R); temperatura 20°C acima (+20°C) e 20°C abaixo da recomendada (-20°C). Para a observação da rugosidade superficial dos corpos de prova das porcelanas foi utilizado um rugosímetro digital (PRAZIS - RUG 03), realizando seis leituras em cada espécime. Considerando as comparações entre as médias de rugosidade medidas nos três níveis de temperatura a que foram submetidas os três sistemas de porcelana, a rugosidade com a temperatura -20°C foi significativamente mais elevada do que a verificada com a temperatura recomendada e a +20°C, e que a rugosidade obtida com a temperatura recomendada foi também significativamente mais elevada do que a obtida a temperatura +20°C. Isto indica que a temperatura +20°C foi a que se associou com menor índice de rugosidade, independentemente do tipo de porcelana. Pequenas variações na temperatura de sinterização das porcelanas odontológicas resultam em diferentes graus de rugosidade superficial. Os profissionais envolvidos na confecção das restaurações que utilizam porcelanas feldspáticas devem, periodicamente, aferir a temperatura dos fornos utilizados na sinterização, a fim de evitar alterações indesejáveis na sua lisura superficial.

UNITERMOS

Porcelana dentária, rugosidade

INTRODUÇÃO

A odontologia preza nos dias atuais pela máxima conservação da estrutura dental, contudo quando o clínico depara-se com perdas acentuadas de estrutura dental, é imprescindível o emprego de técnica e materiais restauradores que consigam res-

tabelecer estética e função. Sendo que estes possuem como características básicas baixa incidência de falhas mecânicas e biofísicas; máxima lisura superficial possível; indução de baixa resposta inflamatória nos tecidos adjacentes; baixa retenção de placa bacteriana; baixo potencial abrasivo no dente antagonista e em materiais restauradores;

resistência aos ataques químicos e aos diversos tipos de força existentes no meio bucal; resistência à abrasão, ao desgaste e a fraturas e aparência mais próxima possível com o dente natural^{7,11,13-4}

Dentre os materiais utilizados em Odontologia Restauradora, a porcelana destaca-se por apresentar características mais próximas do dente natural⁴. Há mais de cem anos são utilizadas de forma satisfatória para recuperação de estruturas dentárias perdidas⁶. As porcelanas feldspáticas são potencialmente abrasivas sendo que o grau de abrasividade depende da sua rugosidade e do tipo de acabamento realizado na superfície^{5,10}. Superfícies rugosas resultam em desgaste do esmalte antagonista⁶ e na retenção de placa bacteriana⁸, além de favorecer o aparecimento de trincas e fraturas³. É desejável, portanto, a utilização de porcelana com menor grau de rugosidade superficial possível.

Para a comparação da lisura superficial entre os diversos materiais restauradores disponíveis, é necessário definir o grau máximo de rugosidade superficial biologicamente aceitável destes materiais, para que possam ser utilizados com segurança. Poucos estudos tratam desta definição, mas espera-se que um determinado material restaurador tenha uma lisura superficial semelhante ao esmalte humano¹⁴.

Da mesma forma, os vários procedimentos utilizados na construção de restaurações com porcelanas odontológicas podem, teoricamente, influenciar no grau de rugosidade superficial^{3,9}. É provável que erros na aferição ou no ajuste das temperaturas dos fornos utilizados na sinterização das porcelanas possam alterar, de forma significativa, o grau de rugosidade superficial destas e, portanto, resultar em prejuízo no acabamento das restaurações dentárias.

Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar o efeito de diferentes temperaturas de sinterização de três sistemas de porcelana feldspática na rugosidade de superfície.

MATERIAL E MÉTODO

Neste estudo foram analisados três sistemas de porcelana odontológica, WILLIAMS (Williams Dental Ltda), IPS CLASSIC (Ivoclar AG) e VITA (Vita Zahnfabrik, Sackingen, Germany), as quais foram submetidas a três diferentes temperaturas de sinterização: 1- temperatura recomendada pelos fabricantes (**R**); 2- temperatura 20°C acima da reco-

mendada (+20°C); e, 3- temperatura 20°C abaixo da recomendada (-20°C).

Foram confeccionados noventa corpos de prova, trinta para cada porcelana, reproduzindo as fases de construção das coroas metalocerâmicas. Foi confeccionada uma matriz que se compunha em quatro partes: A- embolo; B- anel; C- base; D- contrabase (Figura 1).

As infra-estruturas metálicas dos corpos-de-prova de metalo-cerâmica foram confeccionadas a partir de padrões de cera rosa nº 7 em forma de disco com 1,5mm de diâmetro por 1,0mm de espessura obtidos através da base da matriz. Estes anéis em cera foram incluídos em revestimento e, em seguida, fundidos, obtendo-se assim noventa infra-estruturas, trinta para cada porcelana subdividida em grupos de dez para cada temperatura avaliada. As infra-estruturas metálicas foram separadas dos condutos de alimentação com discos de carborundum e preparada sua superfície de acordo com as instruções do fabricante. A aplicação e a sinterização das porcelanas foram realizadas sobre as infra-estruturas metálicas dos corpos de prova de acordo com as recomendações dos fabricantes.

A padronização da espessura das camadas de opaco, corpo e incisal foram obtidas por meio dos anéis plásticos da matriz. Confeccionaram-se três anéis calibradores em plástico (P.V.C.). O primeiro com 1,0mm de altura, responsável pela camada de opaco; o segundo, com 1,1mm de altura, responsável pela espessura da camada do corpo; o ter-

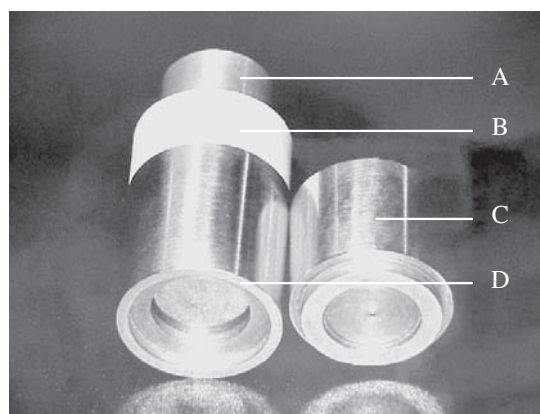


Figura 1 - A - embolo; B - anel; C - base; D - contrabase.

ceiro, com 1,15mm de altura, responsável pela espessura da camada de incisal. Os anéis foram construídos com o objetivo de estabelecer a padronização de todos os corpos-de-prova com espessura máxima de 2,0mm. O diâmetro interno dos anéis é de 1,5mm para se adaptarem ao êmbolo. As sinterizações das porcelanas foram realizadas em um forno semi-automático, (EDG, Brasil). O tempo e o número de sinterizações das porcelanas foram usados de acordo com as recomendações dos fabricantes.

A análise da rugosidade superficial dos corpos-de-prova das porcelanas foi executada em rugosímetro digital **PAZIS - RUG 03**, (AROTEC S.A – Argentina), executando seis leituras em cada corpo-de-prova, sendo três no sentido horizontal e três no sentido vertical para verificar a rugosidade nos bordos e no centro dos corpos-de-prova. A rugosidade superficial foi expressa em microns (mm), de acordo com a norma de rugosidade da ABTN (P-NB-13) (1963) e sua medida (R_a) reflete a média aritmética dos valores absolutos das ordenadas do perfil efetivo em relação à linha média num comprimento de amostragem¹, ou seja, a média aritmética do perfil da área percorrida.

Considerou-se, portanto, para esses cálculos, as nove diferentes situações combinadas entre os três sistemas de porcelana e os três níveis de temperatura de sinterização. Os dados então foram submetidos a Análise de Variância Multivariada² seguida pelo Teste de Tukey¹².

RESULTADOS

Os valores obtidos podem ser vistos na Tabela 2 e na Figura 2. Os dados então foram submetidos

a Análise de Variância Multivariada seguida pelo teste de Tukey, testou-se as hipóteses nulas de não haver: a) diferenças significativas entre as medidas da rugosidade superficial obtida em cada um dos três sistemas de porcelana testados, submetido a três diferentes níveis de temperatura; b) diferenças significativas entre as medidas de rugosidade superficial obtidas nos três níveis diferentes de temperatura; c) interação entre as variáveis, ou seja, entre os sistemas e os níveis de temperatura de sinterização.

A análise de variância demonstrou que houve diferença para o fator porcelana, para o fator temperatura de sinterização e para interação entre os dois fatores (Tabela 1). O teste de Tukey¹² foi aplicado para testar os contrastes entre as médias de rugosidade superficial obtidas entre as porcelanas e entre os níveis de temperatura de sinterização. O valor crítico deste teste para nível de significância de 1% foi de 0,311.

Através da aplicação da prova da Análise de Variância Multivariada às medidas obtidas de rugosidade dos corpos-de-prova de três sistemas de porcelana — submetidas a três diferentes níveis de temperatura — verificou-se que houve: a) diferenças significativas entre as medidas de rugosidade superficial obtidas entre os três sistemas de porcelana testados; b) diferenças significativas entre as medidas de rugosidade superficial obtidas entre os três níveis de temperatura testados; c) interação significativa entre os três sistemas de porcelana e os três níveis de temperatura de sinterização a que foram submetidas, nas medidas de rugosidade superficial.

As comparações entre as médias de rugosidade obtidas nos três níveis de temperatura a que foram

Tabela 1 - Aplicação da prova da análise de variância multivariada às medidas de rugosidade superficial dos corpos-de-prova de três marcas comerciais de porcelana submetidas a três diferentes níveis de temperatura. ¶GL = grau de liberdade

	Soma dos quadrados	GL	Quadrado médio	F	F crítico (1%)
Porcelanas (P)	6,04229	2	3,02115	19,003	4,67*
Temperaturas (T)	27,27488	2	13,63744	85,781	4,67*
Interação (T e P)	3,63972	4	0,90993	5,723	3,32*
Resíduo		531		0,193	

submetidas os três sistemas de porcelana (Tabela 2). Para o sistema WILLIAMS a rugosidade obtida na temperatura -20°C foi significativamente mais elevada do que a obtida na temperatura recomendada, e a $+20^{\circ}\text{C}$. Considerando as comparações recomendada, e a $+20^{\circ}\text{C}$. A rugosidade avaliada para o mesmo material cerâmico, com a temperatura recomendada foi também significativamente mais elevada do que a verificada com a temperatura $+20^{\circ}\text{C}$.

O sistema IPS CLASSIC submetido a temperatura de sinterização de -20°C , apresentou rugosidade significativamente mais elevada que a obtida na temperatura recomendada e a $+20^{\circ}\text{C}$, não apresentando diferenças significativas quando comparada as médias das rugosidades superficiais para a temperatura recomendada e a $+20^{\circ}\text{C}$. Já o siste-

ma VITA não apresentou diferenças significativas nas diferentes temperaturas de sinterização.

Considerando as médias de rugosidade superficial obtida pelos três sistemas de porcelana, verificou-se que a porcelana WILLIAMS apresentou, significativamente, maior índice de rugosidade do que as porcelanas IPS CLASSIC e VITA quando submetidas à temperatura -20°C e à recomendada. A porcelana IPS CLASSIC, por sua vez, apresentou, consideravelmente, maior índice de rugosidade do que a porcelana VITA, somente quando submetida à temperatura de -20°C . Quanto ao nível de temperatura $+20^{\circ}\text{C}$ as três marcas comerciais de porcelana não apresentaram diferenças significativas quanto ao grau de rugosidade superficial obtido (Figura 2).

Tabela 2 - Comparação das médias das medidas de rugosidade superficial (mm) de três tipos de porcelana dentária submetidos a três diferentes níveis de temperatura. Desvio Padrão em parênteses

Temperatura de Sinterização	Porcelanas			
	N Classic	Williams	IPS	VITA
-20°C	60	2,6998 (0,59) c	2,2152 (0,84) b	1,4332 (0,37) a
R	60	1,7778 (0,42) b	1,2857 (0,39) a	1,0915 (0,30) a
$+20^{\circ}\text{C}$	60	0,7448 (0,26) a	0,7645 (0,22) a	0,7485 (0,19) a

Médias seguidas por letras distintas dentro de cada condição de sinterização entre os três tipos de porcelanas diferem entre si, em nível de 5% pelo teste de Tukey.

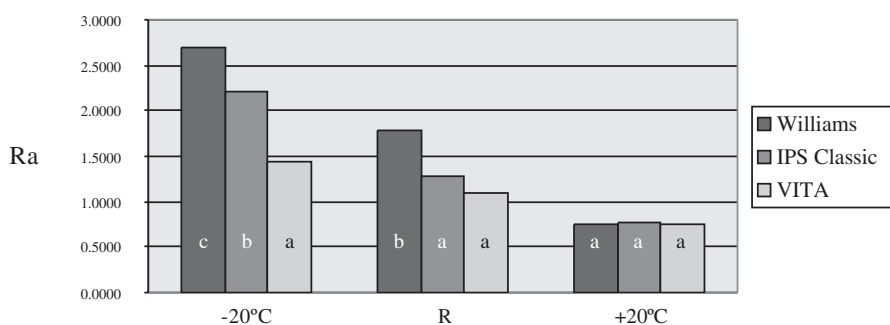


FIGURA 2 – Médias sobre o comportamento dos três sistemas cerâmicos dentro de cada temperatura de sinterização. Barras contendo letras que caracterizam diferenças significativas para cada tipo de porcelana dentro de cada condição de sinterização em nível de 5% pelo teste de Tukey.

DISCUSSÃO

Considera-se, em geral, que as porcelanas odontológicas são materiais restauradores que, embora apresentem diferentes graus de rugosidade superficial dependendo do tipo e origem comerciais, são potencialmente abrasivas, sobretudo as porcelanas feldspática^{7,10,11,15}. Tal característica tem levado alguns autores⁶ a limitar o uso destas porcelanas em superfícies oclusais onde o desgaste do esmalte antagonista pode ser prematuro, como é o caso do contato entre a porcelana e o esmalte dentário⁴.

Entretanto, o desgaste das superfícies oclusais antagonistas, resultante do possível aumento do grau de rugosidade superficial das restaurações, tem importância clínica apenas se diferir do desgaste do esmalte em condições fisiológicas. Certamente as características de desgaste da porcelana feldspática e cerâmicas de vidro são diferentes entre elas e diferentes de outros materiais restauradores e esmalte^{7,15}.

O grau de desgaste de áreas de contato oclusal — esmalte *versus* esmalte — provocado pelo atrito pode ser medido *in vivo* e os dados quantitativos resultantes servem como padrão de desgaste fisiológico (*gold standard*)¹⁴. O padrão estabelecido por Willems et al.¹⁴, foi de $0,64\mu\text{m} \pm 0,25\mu\text{m}$ (média \pm desvio-padrão), com variação de $0,27\mu\text{m}$ a $1,11\mu\text{m}$.

As médias das R_a obtidas no presente trabalho, independente do tipo de porcelana e da temperatura da sinterização, foram maiores que as verificadas no modelo biológico de desgaste do esmalte humano. Considerando os três níveis de temperatura de sinterização, somente os corpos de prova submetidos à temperatura 20°C acima da recomendada apresentaram médias de R_a próximas ao modelo biológico de desgaste do esmalte humano (Figura 2). Estes dados permitem concluir que as variações nas R_a , resultantes de pequenas variações da temperatura de sinterização, parecem significantes do ponto de vista clínico, em particular, no que se refere ao desgaste oclusal dos dentes antagonistas.

No presente trabalho, a análise da influência de pequenas variações na temperatura de sinterização e de vitrificação na rugosidade superficial de três porcelanas comerciais revelou que houve variação significativa nas médias das R_a de acordo com o tipo de porcelana e com o grau de temperatura de sinterização testado.

Observou-se também interação significativa entre as três marcas comerciais de porcelana e os

três níveis de temperatura de sinterização e vitrificação na determinação da rugosidade final das porcelanas testadas.

As médias das R_a das porcelanas submetidas à temperatura de sinterização e vitrificação 20°C abaixo da temperatura recomendada pelos fabricantes foram maiores — estatisticamente significantes — que a temperatura recomendada, e esta, maior que a temperatura 20°C acima da recomendada (Figura 2). Assim, a melhor lisura superficial foi obtida com a temperatura de sinterização e vitrificação 20°C acima da recomendada, independentemente do tipo de porcelana testada.

Com relação as propriedades da porcelana feldspática, quando na temperatura adequada, a massa viscosa escora completamente através das partes não derretidas unindo-as conjuntamente. A medida que a temperatura aumenta decresce a viscosidade da fase amorfa que escoo mais facilmente resultando em um vidro sinterizado que gradualmente escoo para preencher os espaços de vazios¹¹.

Na condição 20°C abaixo da temperatura recomendada pelos fabricantes a porcelana WILLIAMS apresentou maior média, estatisticamente significativa, de R_a que a IPS CLASSIC e a VITA-VMK68, resultados que estão de acordo com estudos anteriores que mostram que diferentes tipos de porcelana apresentam diferentes níveis de lisura superficial.

De acordo com os resultados do presente trabalho, recomenda-se que os técnicos em prótese dental promovam periodicamente a aferição dos níveis de temperatura dos fornos utilizados para a sinterização das porcelanas odontológicas a fim de evitar alterações indesejáveis na lisura superficial das mesmas. Por outro lado, os cirurgiões dentistas devem estar atentos a estas situações, pois o aumento da rugosidade superficial das porcelanas pode ter implicações clínicas relevantes.

Contudo, parece oportuno analisar o efeito da variação de temperatura de sinterização nas propriedades mecânicas e óticas dos sistemas de porcelanas em estudos futuros. Deste modo, o estreito relacionamento entre os cirurgiões dentistas e os técnicos em prótese dental certamente contribuirá para um bom resultado das restaurações dentárias.

CONCLUSÕES

1. Verificou-se variação significativa na rugosidade superficial entre os sistemas de por-

celana, entre as variações de temperatura de sinterização e, também na interação entre os sistemas de porcelana e as temperaturas de sinterização para as cerâmicas **IPS CLASSIC** e **WILLIAMS**. O sistema **VITA**, não apresentou diferenças significativas nos três níveis de temperaturas nos quais foi submetido.

2. Os valores absolutos das médias de R_a obtidas de acordo com a temperatura de sinterização foram, em ordem decrescente: $-20^{\circ}\text{C} > R > +20^{\circ}\text{C}$, para os três sistemas cerâmicos.
3. A porcelana **WILLIAMS** apresentou maior grau de rugosidade superficial que a porce-

lana **IPS CLASSIC** e a **VITA**, quando submetida à temperatura de sinterização recomendada e -20°C . À temperatura de sinterização -20°C , o grau de rugosidade superficial da porcelana **IPS CLASSIC** foi maior que a porcelana **VITA**. Não houve diferenças na lisura superficial entre os três tipos de porcelana, quando submetidos à temperatura de sinterização $+20^{\circ}\text{C}$.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Carlos José Soares (FO.UFU) e ao Prof. Ms. Gustavo Mendonça (Universidade Católica-DF), pela colaboração e incentivo.

ABSTRACT

The purpose of this study in vitro was to investigate the effect of firing temperature on surface roughness of three commercial body porcelain products. Ninety specimens of the porcelain VITA VMK-68, IPS CLASSIC and WILLIAMS, were prepared by firing six specimens of each at three different firing temperature: according to manufactures recommendations (R), 20°C below (-20°C) and 20°C above (+20°C) the recommended temperature. Six average roughness measurements (Ra) were taken from each replication of each technique with a profilometer (PRAZIS-RUG 03). Significant differences in Ra were observed between the porcelains and among the firing temperatures. There was also a significant interaction between porcelain and firing temperature. The ranking of final Ra mean according to fusion temperature was: $-20^{\circ}\text{C} > R > +20^{\circ}\text{C}$. No Ra mean differences were observed between the porcelains at a firing temperature of $+20^{\circ}\text{C}$. Firing temperature variation alters the surface roughness of dental porcelains. Dentist and dental technicians should always be aware if the ceramming oven correctly follows the prescribed time temperature cycle in order to avoid undesirable effects on porcelain surface roughness.

KEYWORDS

Dental porcelain, roughness

REFERÊNCIAS

1. Agostinho OL, Rodrigues ACS, Lirani J. Tolerâncias, ajustes, desvios e análise de dimensões. In: Agostinho OL, Rodrigues ACS, Lirani J. Tolerâncias geométricas. São Paulo: Edagar Blucher; 1977.
2. Estrela C. Metodologia científica. São Paulo: Artes Médicas; 2001.
3. Evans DB, Borghi N, Malloy CM, Windeler AS. The influence of condensation method on porosity and shade of body porcelain. *J Prosthet Dent* 1990; 63: 380-9.
4. Grossman DG. Cast glass ceramics. *Dent Clin North Am* 1985; 29: 725-39.
5. Hulterstrom AK, Bergman M. Polishing systems for dental ceramics. *Acta Odontol Scand* 1993; 51: 229-34.
6. Jacobi R, Shillenburg JR HT, Ducanson JR MG. A comparison of the abrasiveness of six ceramic surfaces and gold. *J Prosthet Dent* 1991; 65: 303-9.
7. Jagger DC, Harrison A. An in vitro investigation into the wear effects of unglazed, glazed, and polished on human enamel. *J Prosthet Dent* 1994; 72: 320-3.
8. Koidis PT., Schroeder K, Johnston W, Compagni W. Color consistency, plaque accumulation, and external marginal surface characteristics of the collarless metal-ceramic restoration. *J Prosthet Dent* 1991; 65: 391-400.
9. Mulla FA, Weiner S. Effects of temperature on color stability of porcelain stains. *J Prosthet Dent* 1991; 65: 507-12.
10. Palmer DS, Barco MT, Pellev GB, McKinney JE. Wear human enamel against a commercial castable ceramic restorative material. *J Prosthet Dent* 1991; 65: 383-8.
11. Phillips RW. Materiais dentários de Skinner. Rio de Janeiro: Guanabara; 1986.
12. Siegel S. Estatística não paramétrica para ciências do comportamento. São Paulo: MacGraw-Hill do Brasil; 1975.
13. Sinhoretta MAC, Consani S, Correr Sobrinho L, Salvio LA, Milan FM. Análise da porosidade em ligas metálicas fundidas com três fontes de calor. *Rev Odontol Passo Fundo* 2001 jul./dez.; 6 (2): 43-8.
14. Willems G, Lambrechts P, Braem M, Vuylsteke-Wauters M, Vanherle G. The surface roughness of enamel – to – enamel contact areas compared with the intrinsic roughness of dental resin composites. *J Dent Res* 1991; 70: 1299-305.
15. Zalkind M, Lauer S, Stern N. Porcelain surface texture after reduction and natural glazing. *J Prosthet Dent* 1986; 55: 30-3.

Recebido em: 23/09/02
Aprovado em: 16/05/03

Paulo César Simamoto Júnior
Universidade Federal de Uberlândia
Campus Umuarama – Sala 2B01
Av. Pará 1720 - tel: (34)3218-2222
CEP 38401.136 – Uberlândia/ MG.
psimamoto@alunos.ufu.br