

## Avaliação da rugosidade superficial de um material cerâmico sob diferentes tratamentos

### Study of surface roughness of a ceramic material under different finishing techniques

Beatriz Tholt de Vasconcellos\*  
Manoel Roberto de Paula Macedo\*\*  
Margareth Oda\*\*\*  
Narciso Garone-Netto\*\*\*\*

#### Resumo

**Introdução** – Estudos anteriores demonstraram que superfícies cerâmicas podem ser polidas a um nível clinicamente aceitável posteriormente à cimentação. A presença ou não de água ou pastas diamantadas durante o ato de polimento são variáveis significantes na determinação do efeito dos instrumentos utilizados, por isso, este estudo avaliou a rugosidade superficial de um material cerâmico (vidro cerâmico de fluorapatita) quando polido com o sistema SHOFU com e sem refrigeração e com e sem pasta diamantada. Foi realizada uma análise quantitativa de rugosidade média (Ra) em rugosímetro e uma análise qualitativa através de imagens em Microscópio de Força Atômica (AFM) (Multi Mode Digital Instruments). **Material e Métodos** – Quatro grupos experimentais foram determinados: G1 – glaze; G2 – glaze + acabamento com pontas diamantadas em ordem decrescente de abrasividade (PD) + polimento sem refrigeração; G3 – glaze + PD + polimento com refrigeração e G4 – glaze + PD + polimento com refrigeração e pasta. **Resultados** – Não foi observada diferença estatisticamente significativa entre os grupos polidos com ou sem refrigeração ou pasta. Os resultados obtidos em rugosímetro foram confirmados através das imagens em AFM. **Conclusões** – Os Grupos G2, G3 e G4 não apresentaram lisura comparável àquela obtida com o glaze.

Palavras-chave: Cerâmica; Microscópio de força atômica; Propriedades de superfície

#### Abstract

**Introduction** – Previous studies indicated that ceramic can be polished with instruments suitable for intra-oral use. The presence of water or diamond polishing paste is a significant variable in determining the effects of a polishing procedure. This study evaluated surface roughness of a ceramic material when polished with SHOFU system wet and dry and when using a diamond polishing paste. The specimens were evaluated quantitatively by a profilometer with respect to Ra and qualitative assessment was carried out by Atomic Force Microscope (AFM) (Contact Mode – Digital Instruments). **Material and Methods** – The ceramic disks were divided into four experimental groups: G1 – glaze; G2 – glaze + diamond instruments with progressively smaller particle sizes (DI) + polished with absence of water; G3 – glaze + DI + polished with presence of water and: G4 – glaze + DI + polished with presence of water and diamond paste. **Results** – There were no significant differences among the polishing methods applied. The images obtained from the AFM corroborate the measured values verified in the profilometer. **Conclusions** – Among the surface treatments tested, the best results were obtained with the glazed samples.

Key words: Ceramics; Microscopy, atomic force; Surface properties

#### Introdução

Entre os materiais utilizados para confecção de restaurações indiretas, as cerâmicas apresentam biocompatibilidade, inércia química, alta resistência flexural e excelente estética. Nos últimos anos, as cerâmicas apresentaram grande aprimoramento de suas propriedades físicas e mecânicas que aliado ao desenvolvi-

mento das técnicas de cimentação adesiva, possibilitou a ampliação de suas indicações clínicas.

Se após a cimentação da cerâmica for necessário realizar algum desgaste para ajustar a oclusão, haverá a necessidade de executar um polimento intra-oral. Estudos anteriores têm demonstrado que o procedimento ideal de polimento intra-oral da cerâmica envolve vários passos, exigindo um prolongado tempo clínico. Para

\* Doutora em Dentística pela Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo (FOUSP). E-mail: biatholt@usp.br

\*\* Doutorando em Dentística da FOUSP. E-mail: mrmacedo@usp.br

\*\*\* Professora Livre Docente do Departamento de Dentística da FOUSP. E-mail: mege@usp.br

\*\*\*\* Professor Titular do Departamento de Dentística da FOUSP. E-mail: ngarone@usp.br

isso são indicados instrumentos rotatórios de acabamento em ordem decrescente de abrasividade, seguidos de polimento com pasta diamantada.

A importância da definição de um protocolo simplificado de polimento pós-cimentação que alcance bons resultados de rugosidade superficial, é importante para a determinação da longevidade da peça.

Um polimento inadequado em uma restauração cerâmica, não só compromete sua estética promovendo desconforto ao paciente, como ainda, favorece o acúmulo de biofilme, impregnação de corantes, promove maior desgaste do elemento antagonista e pode induzir a fraturas pela propagação de trincas no material.

Na atualidade, diversos sistemas de polimento para cerâmicas são comercializados e alegam promover lisura comparável com aquela obtida com a aplicação do glaze em laboratório, entre eles, o sistema SHOFU (Shofu Inc. – Japão). O emprego destas pontas para polimento das cerâmicas é indicado pelo fabricante, com ou sem o uso de refrigeração. O presente estudo simulou o procedimento de ajuste e polimento de uma cerâmica vítrea de fluorapatita (d.SIGN – Ivoclar Vivadent) e investigou, *in vitro*, a textura superficial deste material quando polido sem e com refrigeração, e com pasta diamantada.

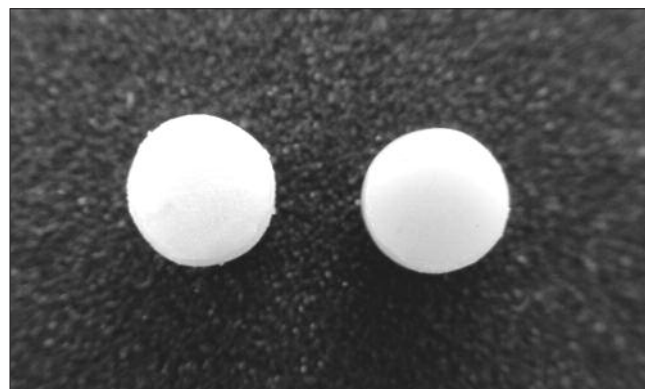
## Material e Métodos

Foram confeccionados 40 corpos de prova utilizando uma matriz de alumínio com 6 mm de diâmetro e 2 mm de espessura. A cerâmica d.SIGN foi preparada e posicionada na matriz, apoiada sobre uma placa de vidro e o excesso de água foi removido com papel absorvente, os cilindros cerâmicos foram tirados das matrizes por leve compressão digital. As amostras foram posicionadas sobre uma lâmina de lã de vidro apropriada e então levadas ao forno para que o ciclo de queima ou cocção fosse realizado, de acordo com as especificações do fabricante.

Após a queima, as amostras apresentaram cerca de 5 mm de diâmetro e 3 mm de espessura (Figura 1), devido à contração do material durante a queima. As 40 amostras obtidas foram divididas em quatro grupos experimentais que receberam distintos tratamentos especificados no Quadro 1.

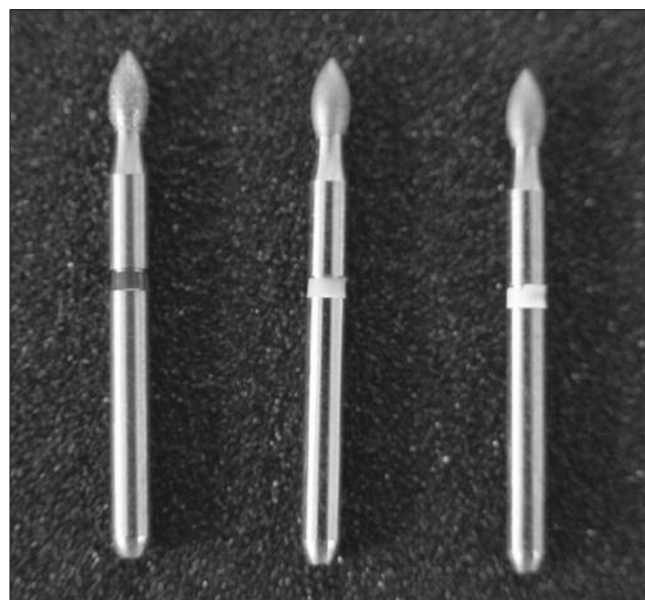
### Quadro 1. Tratamentos superficiais

| Grupo | Pintura de glaze | Acabamento com pontas diamantadas | Polimento                                 |
|-------|------------------|-----------------------------------|---|
| 1     | Sim              |                                   |   |
| 2     | Sim              | Sim                               | Shofu a seco                              |
|       | Sim              | Sim                               | Shofu sob refrigeração                    |
| 4     | Sim              | Sim                               | Shofu sob refrigeração + pasta diamantada |



**Figura 1. Amostras de cerâmicas com aproximadamente de 5 mm de diâmetro e 3 mm de espessura**

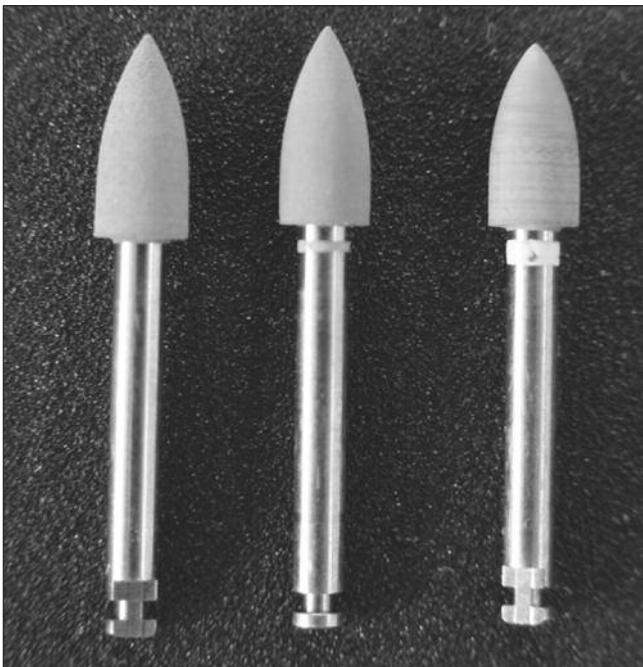
O Grupo 1 permaneceu apenas com o glazeamento superficial, enquanto os Grupos 2, 3 e 4 após o glazeamento sofreram desgaste com pontas diamantadas e polimento. O desgaste foi efetuado com pontas diamantadas em ordem decrescente de abrasividade, com o intuito de simular um ajuste oclusal, para tal, foram utilizadas as pontas: 3195 (KG SORENSEN) tamanho de grão de 106 a 90 micrometros, seguida da ponta 3195 F, com grãos de 45 a 38 micrometros e posterior uso da ponta 3195 FF de grão de 40 a 25 micrometros (Figura 2).



**Figura 2. Pontas diamantadas de polimento, apresentando granulação decrescente**

Sabe-se que a abrasividade do material polidor é um dos principais fatores determinantes da lisura de uma superfície, assim como a pressão exercida durante o polimento, por isso, um dinamômetro foi empregado neste estudo, que, adaptado a caneta de alta rotação e ao micro-motor, possibilitou a limitação da força em 200 gramas, como recomenda o fabricante. Todo procedimento de acabamento e polimento foi realizado

pele mesmo operador, evitando a inclusão de variáveis. Cada ponta diamantada foi utilizada por 30 segundos, sendo que a cada 10 segundos, a amostra era girada 90°. O polimento com o sistema de pontas de silicone abrasiva SHOFU (Figura 3) foi realizado em baixa rotação, com cerca de 15.000 rpm, seguindo a seqüência: ponta Standard – 20 segundos, rotação da amostra em 90°, segue-se a ponta Ultra por 20 segundos e nova rotação da amostra para aplicação da ponta Ultra II também por 20 segundos. Para o Grupo experimental 2, as pontas SHOFU foram utilizadas sem refrigeração, o Grupo experimental 3 foi polido sob refrigeração e no Grupo 4, as amostras foram polidas com as pontas SHOFU com refrigeração e pasta diamantada: Crystar-Past (Kota).



**Figura 3. Sistema de pontas de silicone abrasiva para polimento em cerâmica**

Realizados os procedimentos de acabamento e polimento, as amostras eram lavadas e secas em papel absorvente e submetidas à análise quantitativa de rugosidade superficial através da leitura de Ra (rugosidade média) em Rugosímetro (Sutest SJ – 201P – Mitutoyo – Departamento de Dentística – FOU SP) calibrado a fim de aferir leitura dos corpos de prova de 4 mm de comprimento e cut-off de 0,25 mm.

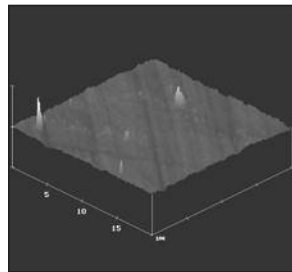
De posse dos valores numéricos de Ra, foi realizada análise estatística desses resultados. Com o intuito de caracterizar melhor o real perfil das superfícies, análises qualitativas das amostras foram realizadas através da obtenção de imagens tridimensionais em AFM (Microscópio de Força Atômica – Digital Instruments – PUC – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro – Departamento de Física – Laboratório Van der Graaff). Para a leitura das superfícies em AFM, o modo de operação de contato foi empregado e a área analisada foi de

20 x 20  $\mu\text{m}^2$ , cada área com 512 pontos varridos, com velocidade de 2.03 Hz.

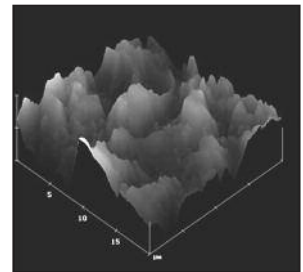
## Resultados

Valores de Ra obtidos em rugosímetro foram submetidos à análise de variância e teste de Tukey, com nível de significância de 5%, com auxílio do software GMC versão 8.1, desenvolvido pelo Professor Dr. Geraldo Maia Campos, Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto – USP.

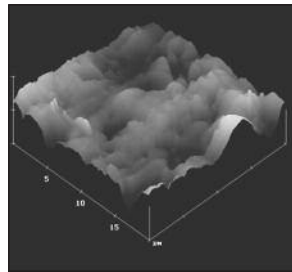
A análise estatística demonstrou haver diferença estatisticamente significativa entre os grupos que receberam ajuste e polimento, que apresentaram maiores valores de rugosidade, quando comparados ao grupo que recebeu apenas glaze. Não foi detectada diferença estatisticamente significativa entre os tratamentos empregados nos Grupos: 2, 3 e 4. A análise qualitativa realizada em AFM demonstrou que as amostras que receberam apenas glazeamento, apresentaram maior lisura do que aquelas que receberam ajuste e polimento, ilustrando assim, os resultados obtidos em rugosímetro (Figuras 4-7).



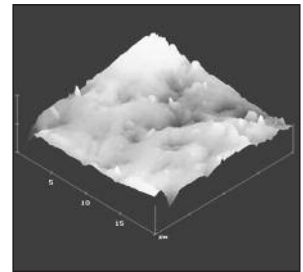
**Figura 4. Imagem em AFM (Grupo 1)**



**Figura 5. Imagem em AFM (Grupo 2)**



**Figura 6. Imagem em AFM (Grupo 3)**



**Figura 7. Imagem em AFM (Grupo 4)**

## Discussão

As cerâmicas atuais alcançam ótimos resultados clínicos e a preocupação com a longevidade destas restaurações tem sido o motivo de diversas pesquisas. A etapa de ajuste intra-oral das cerâmicas e seu posterior polimento têm relação direta com o sucesso clínico, já que, o polimento intra-oral minimiza defeitos superficiais e rugosidade criada durante o ajuste oclusal.

Tais defeitos superficiais poderiam gerar áreas de concentração de tensões e propagação de trincas. Devido à importância do polimento intra-oral, é de grande

relevância o estudo da eficiência de sistemas polidores de cerâmicas.

Segundo Haywood *et al.*<sup>7</sup> (1989) o polimento realizado sob refrigeração é capaz de produzir maior lisura superficial, embora os próprios autores comentem a dificuldade de visualização do campo causada por tal procedimento e a necessidade de se interromper seguidas vezes prolongando o tempo clínico. A possibilidade do emprego a seco de algumas pontas polidoras é questionável, devido ao possível aquecimento que poderia ser gerado, considerando o material cerâmico, que não é bom condutor térmico, tal fato ainda é controverso na literatura.

Existem diferentes sistemas polidores que alegam alcançar efeito semelhante ao obtido através do glazeamento em laboratório; alguns sistemas indicam sua utilização a seco e outros, sob refrigeração. O resultado final, obtido com estes sistemas, está relacionado com o emprego correto de cada material. Muitas variáveis como por exemplo, a granulometria de seus materiais abrasivos e a força exercida pelo operador durante o ato de polir, determinarão um resultado final. De acordo com Vasconcellos<sup>15</sup> (2003), diferentes tipos de cerâmicas parecem reagir diferentemente a cada sistema polidor. A única certeza encontrada na literatura é que o emprego de pontas diamantadas em ordem decrescente de abrasividade previamente ao uso de pontas polidoras, melhora o resultado final do polimento.

O sistema Shofu de pontas de carbeto de silício tem demonstrado bons resultados na literatura internacional<sup>2</sup>. O fabricante indica seu uso tanto a seco como sob refrigeração, por isso, neste trabalho investigou-se o efeito da presença ou não da refrigeração.

Os resultados obtidos neste estudo concordam com diversos relatos<sup>4-5,13</sup> em que os procedimentos polidores testados não foram capazes de promover lisura superficial comparável àquela do glazeamento superficial obtido em laboratório.

Uma vez que o ajuste pós-cimentação torne-se imprescindível, os autores recomendam o emprego prévio das pontas diamantadas seqüenciais. Seguida pelas pontas polidoras também em ordem seqüencial, sempre em decrescente abrasividade, no caso, a Standard, seguida da Ultra e finalmente a Ultra II, com ou sem refrigeração, e com ou sem pasta diamantada. De acordo com a metodologia empregada, a presença ou não da água ou pasta, não apresentou diferenças estatisticamente significantes, que justifiquem seu emprego.

Segundo alguns trabalhos, os autores<sup>6,9</sup> citam a dificuldade de se estabelecer um ponto "ótimo" ou o ideal de rugosidade que um material restaurador deva alcançar após o polimento. De acordo com Willems *et al.*<sup>16</sup> (1991) a rugosidade final após o polimento deve ser semelhante a do esmalte dentário, já segundo Hegedüs *et al.*<sup>8</sup> (1999) e Quiryen e Bollen<sup>14</sup> (1995), valores de rugo-

sidade superficial média (Ra) devem ser inferiores a 0,2 µm, propiciando assim, mínima retenção de biofilme, tal limiar proposto pelo autor, não é encontrado pela maioria dos trabalhos laboratoriais.

Ao se confrontar os resultados deste trabalho com os valores de Ra encontrados para o esmalte dentário, que oscila entre: 0,64 e 1,3 µm, pode-se verificar que, apesar da análise estatística demonstrar diferença entre os grupos que receberam ajuste e polimento em relação ao grupo que recebeu glaze, todos os valores absolutos encontrados estariam compatíveis com os registrados para o esmalte dentário, poder-se-ia desta forma, considerar a rugosidade superficial detectada em todos os grupos estudados, como clinicamente aceitável.

É importante ressaltar que a rugosidade superficial de um material restaurador define a maior ou menor: retenção de biofilme, impregnação de corantes e desgaste do elemento antagonista, em contrapartida ela é apenas um dos fatores a ser considerado quando se almeja o sucesso clínico de restaurações cerâmicas<sup>4</sup>.

Com a intenção de caracterizar o real perfil das superfícies estudadas, o presente estudo realizou imagens tridimensionais em Microscópio de Força Atômica dos espécimes. Tal análise qualitativa corrobora com os resultados obtidos em rugosímetro, expondo visualmente uma superfície de melhor lisura superficial do grupo experimental que recebeu apenas glazeamento, em relação aos grupos que receberam simulação de ajuste e polimento.

A utilização do Microscópio de Força Atômica tem sido relatada em diversos estudos e cada vez mais vem se tornando comum para análises de biomateriais, pois apresenta alta resolução e permite a obtenção de imagens tridimensionais precisas de uma superfície. Representando uma excelente ferramenta de avaliação e caracterização de rugosidade superficial de um material<sup>1-3,10-12,17</sup>.

## Conclusões

Baseado nos dados obtidos pela metodologia aplicada, pode-se concluir:

1. O sistema polidor Shofu pode ser empregado com ou sem refrigeração e com ou sem pasta diamantada sobre a cerâmica d.SIGN.
2. A lisura superficial obtida com a aplicação do glazeamento em laboratório foi superior àquela obtida pelo procedimento utilizado para o polimento intra-oral.

## Agradecimento

Agradecemos ao Prof. Dr. Rodrigo Prioli – Departamento de Física – Laboratório Van de Graaff – PUC – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, por nos honrar com seus conhecimentos e nos permitir a utilização do AFM em seu laboratório de pesquisa.

## Referências

1. Arvidsson A, Milleding P, Wennerberg A. The influence of a chemo-mechanical caries removal solution on the topography of dental ceramic materials. *Biomaterials*. 2002;23(19):3977-83.
2. Bessing C, Wiktorsson A. Comparison of two different methods of polishing porcelain. *Scand J Dent Res*. 1983; 91:482-7.
3. Chauvy P, Madore C, Landolt. Variable length scale analysis of surface topography: characterization of titanium surfaces for biomedical applications. *Surf Coatings Technol*. 1998;110(1):48-56.
4. Chu FCS, Frankel N, Smales RJ. Surface roughness and flexural strength of self-glazed, polished, and reglazed In-Ceram/Vitadur Alpha porcelain laminates. *Int J Prosthodont*. 2000;13(1):66-71.
5. El-Karaksi AO, Shehab GI, Eskander ME. Effect of reglazing and of polishing on the surface roughness of new ceramic restorations (Hi Ceram). *Egypt Dent J*. 1993;39(3):485-90.
6. Finger WJ, Noack MD. Postadjustment polishing of CAD/CAM ceramic with luminescence diamond gel. *Am J Dent*. 2000;13(1):8-12.
7. Haywood VB, Heymann HO, Scurria MS. Effects of water, speed, and experimental instrumentation on finishing and polishing porcelain intra-orally. *Dent Mater*. 1989;5(3):185-8.
8. Hegedüs C, Bistey T, Flora-Nagy E, Keszthelyi G, Jenei A. An atomic force microscopic study on the effect of bleaching agents on enamel surface. *J Dent*. 1999; 27(7):509-15.
9. Jung M. Finishing and polishing of a hybrid composite and a heat-pressed glass ceramic. *Oper Dent*. 2002;27(2):175-83.
10. Mannelquist A, Almquist N, Fredriksson S. Influence of tip geometry on fractal analysis of atomic force microscopy images. *Appl Phys*. 1998;66(6):891-5.
11. Marshall G, Balooch M, Gallagher R, Gansky S, Marshall S. Mechanical properties of the dentino enamel junction: AFM studies of nano-hardness, elastic modulus and fracture. *J Biomed Mater Res*. 2001; 54(1):87-95.
12. Marshall G, Habelitz S, Gallagher R, Balooch M, Balooch G, Marshall S. Nanomechanical properties of hydrated carious human dentin. *J Dent Res*. 2001;80(8):1768-71.
13. Patterson CJW, MClundie AC, Stirrups D R, Taylor W G. Efficacy of a porcelain refinishing system in restoring surface finish after grinding with fine and extra fine diamond burs. *J Prosthet Dent*. 1992; 68(3):402-6.
14. Quirynen M, Bollen CM. The influence of surface roughness and surface-free energy on supra and subgingival plaque formation in man. *J Clin Periodontol*. 1995;22(1):1-14.
15. Vasconcellos BT. Estudo da rugosidade superficial de cerâmicas, submetidas a diferentes tratamentos superficiais, em rugosímetro e microscópio de força atômica [Tese de Mestrado]. São Paulo: Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo; 2003.
16. Willems G, Lamrechts 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(9):1299-305.
17. Yu J, Namba Y. Atomic force roughness. *Appl Phys Lett*. 1998; 73(24):3607-9.

Recebido em 9/5/2007

Aceito em 15/8/2007