



**Universidade do Estado do Rio de Janeiro**

Centro Biomédico

Faculdade de Odontologia

Marco Sassi

**Avaliação da rugosidade superficial de uma porcelana feldspática frente ao uso de diferentes sistemas de acabamento e polimento**

Rio de Janeiro

2006

Marco Sassi

**Avaliação da rugosidade superficial de uma porcelana feldspática frente ao uso de diferentes sistemas de acabamento e polimento**

Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Dentística Restauradora.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dra. Hilda Maria Montes Ribeiro de Souza

Rio de Janeiro

2006

CATALOGAÇÃO NA FONTE  
UERJ/REDE SIRIUS/BIBLIOTECA CB/B

S252 Sassi, Marco.  
Avaliação da rugosidade superficial de uma porcelana feldspática frente ao uso de diferentes sistemas de acabamento e polímero / Marco Sassi. – 2006.  
47 f.

Orientadora: Hilda Maria Montes Ribeiro de Souza

Dissertação (mestrado) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Faculdade de Odontologia.

1. Porcelana dentária. 2. Propriedades de superfície. 3 Polimento dentário. I. Souza, Hilda Maria Montes Ribeiro de. II. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Faculdade de Odontologia. III. Título.

CDU  
616.314

Bibliotecária: Adriana Caamaño CRB7/5235

Autorizo, apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta dissertação, desde que citada a fonte.

---

Assinatura

---

Data

Marco Sassi

**Avaliação da rugosidade superficial de uma porcelana feldspática frente ao uso de diferentes sistemas de acabamento e polimento**

Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Dentística Restauradora.

Rio de Janeiro, 07 de fevereiro de 2006.

Orientadora: Hilda Maria Montes Ribeiro de Souza  
Faculdade de Odontologia – UERJ

Banca Examinadora:

---

Cresus Vinicius Depes de Gouvêa  
Universidade Federal Fluminense

---

Hélio Rodrigues Sampaio Filho  
Faculdade de Odontologia – UERJ

---

Paulo Sérgio Souza da Silva  
Faculdade de Odontologia – UERJ

Rio de Janeiro

2006

## DEDICATÓRIA

Este trabalho é dedicado à minha família, em especial a meus pais Vittorio e Ieda, por todo o amor dedicado, pelos valores ensinados e por todo o sacrifício na minha formação.

À minha querida Renata, amor para toda a vida, companheira de todos os momentos.

## **AGRADECIMENTOS**

À Prof. Dra. Hilda Maria Montes Ribeiro de Souza, pela orientação precisa e segura.

À Prof. Dra. Kátia Regina Hostílio Cervantes Dias, pela coordenação sempre sensata e serena.

Ao Prof. Dr. Helio Rodrigues Sampaio Filho, pela imprescindível ajuda na elaboração da parte experimental do trabalho.

Ao Prof. Dr. Mauro Sayão de Miranda, pelos ensinamentos transmitidos.

Ao TPD Lauro Esperança da Silva, pela confecção dos corpos-de-prova.

Ao Técnico Jonas Dias de Britto Filho, pelas imagens da Microscopia.

Ao Prof. Dr. Paulo Sérgio Souza da Silva, maior incentivador e grande amigo.

Ao amigo Prof. Leandro Medeiros dos Santos, pelas conversas sempre proveitosas durante a elaboração do trabalho.

Ao amigo Prof. Dr. Eduardo Seixas Cardoso, pelo carinho e incentivo.

A todos os amigos dos Cursos de Mestrado e Doutorado, pelo convívio e troca de experiências, em especial Bruno, Estácio, Fabiana, Leandro e Rodrigo.

## RESUMO

SASSI, Marco. **Avaliação da rugosidade superficial de uma porcelana feldspática frente ao uso de diferentes sistemas de acabamento e polimento.** 2006. 47 f. Dissertação (Mestrado em Odontologia) - Faculdade de Odontologia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

A busca por alternativas restauradoras estéticas é, nos dias de hoje, uma constante por parte dos que procuram os consultórios odontológicos. Neste contexto, as porcelanas odontológicas ocupam lugar de destaque, por suas propriedades funcionais e estéticas. Entretanto, frequentemente, ajustes na superfície da restauração são necessários, removendo a camada superficial do *glaze*, especialmente em restaurações do tipo *inlay/onlay*, onde o ajuste só é possível após a cimentação. O controle da textura de superfície torna-se, então, especialmente importante, uma vez que superfícies cerâmicas rugosas têm sido relacionadas a problemas como desgaste da dentição antagonista, retenção do biofilme e até fratura da restauração. Este trabalho procurou comparar a rugosidade de superfície obtida por 4 diferentes sistemas de acabamento e polimento, além da porcelana glazeada (controle). As análises foram efetuadas por leitura em rugosímetro e análise em Microscopia Eletrônica de Varredura. A eficácia do uso de pastas de polimento também foi avaliada. 40 discos cerâmicos foram divididos inicialmente em 5 grupos: Grupo 1 – Controle; Grupo 2 – Brocas Komet; Grupo 3 – Pontas abrasivas Komet; Grupo 4 – Pontas Ceramisté Shofu; Grupo 5 – Experimental. Após a leitura da rugosidade de superfície (Ra), os corpos-de-prova dos grupos 2, 3, 4 e 5 receberam polimento adicional com discos de feltro e pasta para polimento, originando: Grupo 6 – Brocas Komet Modificado; Grupo 7 – Pontas Ceramisté Shofu modificado; Grupo 8 – Pontas abrasivas Komet Modificado; Grupo 9 – Experimental Modificado. Novas leituras de rugosidade de superfície foram, então, efetuadas. Os dados foram tratados com ANOVA e teste de Tuckey, levando às seguintes médias e desvios-padrão: Grupo 1:  $0,34 \pm 0,05$ ; Grupo 2:  $0,48 \pm 0,06$ ; Grupo 3:  $0,64 \pm 0,06$ ; Grupo 4:  $0,42 \pm 0,06$ ; Grupo 5:  $0,63 \pm 0,06$ ; Grupo 6:  $0,31 \pm 0,04$ ; Grupo 7:  $0,33 \pm 0,04$ ; Grupo 8:  $0,47 \pm 0,10$ ; Grupo 9:  $0,35 \pm 0,08$ . A análise dos dados mostrou que o polimento adicional com discos de feltro e pasta levou a valores menores de rugosidade superficial. O Sistema que proporcionou a superfície mais lisa sem o uso de pasta de polimento foram as Pontas Ceramisté Shofu.

Palavras-chave: Porcelana. Acabamento. Rugosidade.

## ABSTRACT

SASSI, Marco. **Surface roughness evaluation of one feldspathic ceramic submitted to four different finishing and polishing systems**. 2006. 47 f. Dissertação (Mestrado em Odontologia) - Faculdade de Odontologia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

Nowadays, aesthetic restorations are very common among our dental practice. Dental Ceramics are the main indicated material, because of its functional and aesthetic characteristics. Commonly, the glaze layer is removed during finishing procedures. The purpose of this study was to evaluate the effect of four finishing and polishing procedures on the surface roughness of one feldspathic ceramic, EX-3 Noritake. The efficacy of polishing with felt discs and paste was also analyzed. Initially, 40 ceramic disks were divided into 5 groups (n=8): Group 1 – Control; Group 2 – Komet Burs; Group 3 – Komet Silicone Polishers; Group 4 - Ceramisté Points Shofu; Group 5 – Experimental Points. Average surface roughness (Ra) in micrometers was measured and the specimens received additional polishing with felt discs and paste. Then, 4 new groups were formed: Group 6 – Modified Komet Burs; Group 7 – Modified Ceramisté Points Shofu; Group 8 – Modified Komet Silicone Polishers; Group 9 – Modified Experimental Points. Average surface roughness (Ra) in micrometers was again measured and data were treated with ANOVA and Tuckey test,  $p < 0,05$ . Means and standard deviations were, respectively: Group 1:  $0,34 \pm 0,05$ ; Group 2:  $0,48 \pm 0,06$ ; Group 3:  $0,64 \pm 0,06$ ; Group 4:  $0,42 \pm 0,06$ ; Group 5:  $0,63 \pm 0,06$ ; Group 6:  $0,31 \pm 0,04$ ; Group 7:  $0,33 \pm 0,04$ ; Group 8:  $0,47 \pm 0,10$ ; Group 9:  $0,35 \pm 0,08$ . Data analysis showed that the additional polishing with felt discs and paste was determinant in reducing roughness levels. The Ceramisté points Shofu led to the smoothest surface without additional polishing.

Keywords: Ceramic. Finishing. Roughness.



## SUMÁRIO

	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	8
1	<b>REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	10
1.1	<b>Influência do acabamento e polimento na resistência da porcelana</b> .....	10
1.2	<b>Influência do acabamento e polimento no desgaste da dentição antagonista</b> .....	11
1.3	<b>Influência do acabamento e polimento no acúmulo do biofilme dental</b> .....	13
1.4	<b>Sistemas de acabamento e polimento</b> .....	14
2	<b>PROPOSIÇÃO</b> .....	19
3	<b>MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	20
3.1	<b>Materiais</b> .....	20
3.2	<b>Equipamentos</b> .....	21
3.3	<b>Método</b> .....	23
3.4	<b>Método de tratamento estatístico dos resultados obtidos</b> .....	29
4	<b>RESULTADOS</b> .....	30
5	<b>DISCUSSÃO</b> .....	37
	<b>CONCLUSÕES</b> .....	41
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	42
	<b>ANEXO - Dados advindos do Software após tratamento estatístico</b> .....	46

## INTRODUÇÃO

A primeira referência ao uso da porcelana como material restaurador data de 1774. Entretanto, foi no início do século XX, com o desenvolvimento das porcelanas de baixa fusão por Brewster nos EUA, juntamente com o advento dos pequenos fornos elétricos, que as Porcelanas se estabeleceram como um dos materiais mais utilizados em Odontologia.

A Porcelana Odontológica é um composto de metais (tais como Alumínio, Cálcio, Lítio, Magnésio, Potássio, Estanho, Titânio e Zircônio) e não metais (como Silício, Boro, Flúor, e Oxigênio) que pode ser utilizada como um componente estrutural simples ou como uma das várias camadas que são empregadas na confecção de uma prótese cerâmica. As porcelanas odontológicas são formuladas para que demonstrem algumas propriedades como capacidade de serem fundidas, moldadas, injetadas e torneadas. Devem também apresentar cor, opacidade, translucidez, resistência à abrasão e tenacidade <sup>1</sup>.

Durante a primeira metade do século XX, a sua composição química foi objeto de intensos estudos. A partir da década de 50 foram iniciadas pesquisas visando conseguir o desenvolvimento de um material ideal para as restaurações, que fosse capaz de associar a resistência oferecida por uma estrutura metálica e a estética proporcionada pela porcelana <sup>2</sup>.

Weinstein, Kats e Weinstein<sup>3</sup> desenvolveram a cerâmica para ser associada às ligas metálicas, o que impulsionou sobremaneira a sua utilização em restaurações odontológicas. Esta associação, inicialmente ao ouro e mais tarde às ligas nobres e semi-nobres, veio superar a principal limitação ao uso da porcelana em dentes posteriores e em próteses parciais fixas: sua falta de resistência à tração e cisalhamento.

Durante os últimos anos, a aplicação de processos de alta tecnologia em porcelanas odontológicas tem permitido o desenvolvimento de novos materiais como porcelanas termicamente prensadas, injetadas em moldes refratários, pó-líquido aplicadas e vidros cerâmicos. Novos conceitos a respeito da estrutura e mecanismos de fortalecimento das porcelanas odontológicas também tem sido abordados. Os maiores desenvolvimentos têm se concentrado nos materiais para restaurações totalmente cerâmicas, dispensando o uso das infra-estruturas metálicas. Esses avanços incluem, principalmente, melhorias nas técnicas de processamento e nas propriedades mecânicas. Surgem, então, os sistemas cerâmicos de alta resistência livres de metal. O primeiro a ser lançado no mercado foi o Sistema Inceram (Vita), em 1983. Paralelamente, foi desenvolvida a técnica para obtenção de coroas parciais em cerâmica pura, uma alternativa à execução de restaurações parciais totalmente metálicas.

O avanço espantoso da odontologia adesiva no final do século passado contribuiu decisivamente para o aparecimento das restaurações totalmente cerâmicas do tipo *inlay* e *onlay*, em substituição às restaurações metálicas fundidas. Estas restaurações, extremamente frágeis antes da cimentação, adquirem resistência ao serem coladas ao substrato dental pelas modernas técnicas adesivas, funcionando como um sistema único dente/restauração. Entretanto, devido a sua fragilidade pré-colagem, estas restaurações só devem ser ajustadas após a cimentação, o que inviabiliza o repolimento ou glazeamento pós-ajuste em laboratório.

O glazeamento tem como objetivo oferecer uma excelente lisura superficial às porcelanas odontológicas, selando os poros abertos na superfície da porcelana sinterizada e pode ser obtido através da queima em temperatura diferente da de cocção (natural ou *autoglaze*) ou pela deposição e queima de pós de vidro na superfície do material. Este procedimento é de particular importância, uma vez que uma superfície cerâmica rugosa mal acabada pode trazer sérias conseqüências, quais sejam: ser um fator inicial na propagação de trincas, contribuindo para a fratura da restauração; desgastar o elemento antagonista, desarmonizando a oclusão; e acumular placa bacteriana, possibilitando a recorrência de cárie e conseqüente falha da restauração.

Alguns sistemas de acabamento e polimento intra-orais para porcelanas estão disponíveis no mercado. Diante da importância deste procedimento, e da grande aplicabilidade clínica dos materiais específicos para esse fim, procuraremos, nesta pesquisa, analisar a eficácia de 4 destes sistemas através da análise de superfície de uma porcelana feldspática largamente utilizada, a EX-3 (Noritake). Pretende-se avaliar, ainda, se o uso de pasta de polimento associada ao feltro após a sequência de acabamento e polimento dos sistemas oferece alteração no polimento final. Esta análise constará de leitura em Rugosímetro e observação em Microscópio Eletrônico de Varredura. Também será foco do nosso trabalho determinar se os sistemas de acabamento e polimento serão capazes de alterar a composição química da porcelana.

## 1 REVISÃO DA LITERATURA

### 1.1 Influência do acabamento e polimento na resistência da Porcelana

Nakazato et al.<sup>4</sup> sugeriram que a textura de superfície da porcelana tem grande influência nas suas propriedades mecânicas, uma vez que pontas das áreas mais rugosas podem atuar como áreas de concentração de *stress*. Neste estudo, foram avaliados os efeitos da rugosidade superficial na resistência flexural de uma cerâmica do tipo CAD/CAM. Uma face dos 160 discos cerâmicos utilizados no estudo foi polida com lixa 1000. Os corpos de prova foram então divididos em 4 grupos de 40 tendo sua outra face polida com lixas de número 200, 400, 600 e 1000. Este último grupo recebeu polimento adicional com pasta diamantada. Os autores chegaram à conclusão de que tanto a resistência estática quanto a resistência cíclica à fadiga foram aumentadas com uma superfície mais lisa. Sugerem, ainda, que um polimento com partículas de granulação 1000 e pasta diamantada seria um método clínico efetivo para melhorar as propriedades mecânicas da porcelana.

Chu, Frankel e Smales<sup>5</sup> avaliaram a rugosidade superficial e resistência flexural de 90 discos de Inceram Vitadur/Alpha glazeados, polidos e reglazeados. Os corpos de prova foram todos glazeados. Após esta etapa, os 60 discos restantes foram acabados e polidos, com 30 deles sendo reglazeados posteriormente. As médias de rugosidade superficial foram menores nos grupos 1 (glazeado) e 3 (reglazeado), sendo o grupo 2 (polido) o que obteve a superfície mais rugosa. Os dados resultantes dos testes de resistência flexural foram similares, com o grupo reglazeado obtendo os melhores resultados. Os autores concluíram que o procedimento de reglazeamento após o acabamento e polimento da porcelana aumentou significativamente sua resistência flexural.

Jager, Feilzer e Davidson<sup>6</sup> também correlacionaram rugosidade superficial e resistência flexural das porcelanas odontológicas. O estudo contou com 4 tipos diferentes de porcelana, 2 para restaurações metalo-cerâmicas ( Flexo Ceram Dentine e Vita VMK 68) e 2 para laminados e *inlays* e *onlays* (Duceram LFC Dentine e Cerinate Body). Foram confeccionados 60 discos para cada porcelana. Os tratamentos foram idênticos para cada tipo de porcelana: Grupo 1 – sem tratamento; Grupo 2 – Glazeamento natural; Grupo 3 – Usinado na máquina CELAY; Grupo 4 – Usinado + glazeamento natural; Grupo 5 – Acabado e polido; Grupo 6 – Acabado e polido + Glazeamento natural. Finalmente, metade dos corpos de prova

em cada grupo foram armazenados em ácido acético 4% com o objetivo de aumentar a rugosidade superficial. Após o teste de resistência flexural biaxial, os autores puderam correlacionar o aumento da rugosidade superficial com menor resistência à fratura em 3 das 4 cerâmicas. Na porcelana Flexo Ceram Dentine, a rugosidade não influenciou na resistência flexural e isto pode ser explicado pelo tamanho das partículas de Leucita desta porcelana. Os autores discutem que, durante o processo de resfriamento, estas partículas de leucita maiores poderiam contrair mais que as partículas de vidro circundantes, criando um stress que poderia levar à formação de *microcracks*. Estes seriam, então, fatores iniciadores de fraturas sobrepujantes à rugosidade superficial. Os autores concluem que a rugosidade de superfície é determinante na resistência da porcelana, exceto quando a infra-estrutura do material é capaz de causar mal maior do que a rugosidade superficial.

Kramer e Frankenberger<sup>7</sup>, numa avaliação clínica controle de 8 anos de 96 *onlays* cerâmicas cimentadas, identificaram áreas de trincas e fraturas em lascas nas superfícies oclusais das restaurações como sendo áreas ajustadas após a cimentação da restauração, sugerindo que a qualidade do acabamento e polimento pós-cimentação tem papel importante na longevidade dessas restaurações.

## 1.2 Influência do acabamento e polimento no desgaste da dentição antagonista

Jacobi, Shillinburg e Ducanson<sup>8</sup> estudaram o potencial de desgaste da dentição antagonista de 2 tipos de porcelanas odontológicas, uma feldspática VITA VMK 68 e um vidro cerâmico DICOR comparados à liga de ouro. O teste de abrasão foi efetuado contra caninos extraídos (400 ciclos com 4 Kg da força) e a liga de ouro, como esperado, apresentou o menor índice de perda de estrutura (0,42 mm<sup>3</sup>). O vidro cerâmico DICOR apresentou os maiores índices de abrasão, enquanto que na porcelana feldspática VITA VMK 68, o grupo glazeado apresentou desgaste significativamente maior (16,84mm<sup>3</sup>) quando comparado ao grupo polido (9,87 mm<sup>3</sup>).

Jagger e Harrison<sup>9</sup> estudaram os efeitos da porcelana glazeada, não glazeada e acabada e polida na perda de estrutura do esmalte humano. Para isso, lançaram mão de testes de abrasão com carga de 0,4 MPa durante 62 horas com contatos intermitentes de 0,2 segundos, sob água a 37°C. A porcelana não glazeada apresentou o maior índice de desgaste (28,82µm), mas não estatisticamente diferente da porcelana glazeada (29,1µm). Já a porcelana

polida apresentou índices de desgaste substancialmente menores (11,62µm). Os autores sugerem que o polimento das restaurações cerâmicas após ajuste seria mais bem indicado do que um novo glazeamento.

Abe et al.<sup>10</sup>, em um estudo *in vitro*, simularam os efeitos de cinco materiais restauradores para dentes posteriores de próteses removíveis no desgaste do esmalte antagonista, concluindo que o material causador do maior desgaste foi a porcelana. Este trabalho levou apenas em consideração a dureza do material.

Oh, DeLong e Anusavice<sup>11</sup>, numa revisão de literatura desde 1950 analisaram diversos aspectos relacionados ao desgaste do esmalte antagonista por restaurações cerâmicas, entre eles o efeito do acabamento final. Citam que muitos são os trabalhos publicados na literatura a esse respeito, mas os resultados permanecem inconsistentes. Inicialmente, alguns autores como, Campbell<sup>12</sup> e Patterson<sup>13</sup> descreveram a superfície glazeada como a menos abrasiva. Entretanto, autores como Scurria e Powers<sup>13</sup> e Kaway et al<sup>14</sup> descreveram que as superfícies polidas podem ser menos abrasivas que as glazeadas. Os autores ressaltam, então, a carência de um consenso a respeito do acabamento menos lesivo ao esmalte antagonista. Eles ainda acrescentam que a camada superficial polida ou glazeada, uma vez removida com o desgaste natural, pode expor uma camada mais rugosa, mais lesiva.

Martinez-Gomiz et al.<sup>15</sup> relataram que uma superfície cerâmica rugosa pode desgastar esmalte ou restaurações antagonistas e que a abrasividade é mais correlacionada com a rugosidade superficial do que com a dureza. Entretanto, citam que numerosos estudos, como os de Jacobi *et al.* (1991) e Jagger *et al.* (1994) mostraram que superfícies acabadas podem produzir igual ou menor desgaste no esmalte antagonista, quando comparadas à superfícies glazeadas.

Schu et al.<sup>16</sup>, analisaram o coeficiente friccional de dois tipos de porcelanas de baixa fusão polida e glazeada, além do esmalte humano. As porcelanas testadas foram a IPS d. Sign e Vita Omega 900. Através do teste *pin-on-disk*, os autores concluíram que o coeficiente de fricção foi significativamente maior na porcelana polida quando comparada à cerâmica glazeada e ao esmalte.

### 1.3 Influência do acabamento e polimento no acúmulo do Biofilme dental

O acúmulo de placa bacteriana na superfície da restauração ou na interface dente restauração pode facilitar a ocorrência de recidiva de cárie e também se constitui num fator preponderante na determinação da longevidade do tratamento restaurador. Quirynem e Bollen<sup>17</sup> estudaram os efeitos da rugosidade de superfície na formação de placa bacteriana supra e subgingival. Sustentam que a cavidade oral é contaminada por uma complexa gama de agentes microbianos, e que a adesão e a estagnação são os principais mecanismos de acúmulo do biofilme dental. Concluem que a rugosidade superficial é fator importante no mecanismo de formação e maturação da placa bacteriana, principalmente em áreas supragengivais. Os autores enfatizam a necessidade de superfícies lisas e polidas, como mecanismos capazes de diminuir a ocorrência de lesões cariosas e doença periodontal.

Bollen, Quirynem e Lambrechts<sup>18</sup> estabeleceram um patamar de rugosidade superficial ( $Ra = 0.2 \mu m$ ), abaixo do qual nenhuma redução adicional de acúmulo bacteriano deve ser esperada. Entretanto, na medida em que este valor é aumentado, aumenta também o risco de recidiva de cárie e inflamação periodontal.

Kaway, Urano e Ebisu<sup>14</sup> estudaram os efeitos da rugosidade superficial na aderência bacteriana em superfícies de porcelana. Enfatizam que, apesar do acúmulo de bactérias em superfícies cerâmicas ser considerado mínimo quando comparado a outros materiais restauradores, a rugosidade superficial da porcelana tem papel relevante no processo. Após a confecção de 60 discos cerâmicos da porcelana Celay (Vita) com 9 mm de diâmetro, os mesmos foram divididos em 4 diferentes grupos. 15 discos foram mantidos glazeados como controle. Os 45 restantes foram acabados da seguinte maneira: 15 com lixa granulação 600; 15 com lixa granulação 120; e os 15 discos restantes foram acabados com discos de feltro e pasta diamantada. Os resultados indicaram uma forte correlação entre o aumento da rugosidade superficial e a aderência bacteriana, que aumentou com o tempo de incubação, alcançando um platô após 24 horas. O grupo acabado com disco de feltro e pasta diamantada alcançou os menores valores de rugosidade superficial e, conseqüentemente, de aderência bacteriana. Seguiram-se, respectivamente, em ordem decrescente: grupo glazeado; acabado com lixa 600 e a maior aderência bacteriana foi encontrada nos discos cerâmicos com superfície mais rugosa, o grupo que foi acabado com a lixa 120. Os autores sugerem que o acabamento da porcelana com discos de feltro e pasta diamantada seria o mais indicado do ponto de vista de diminuição da aderência bacteriana.

Martinez-Gomiz et al<sup>15</sup> discutiram a relevância do polimento final na retenção e acúmulo do Biofilme, enfatizando que a rugosidade das superfícies duras intra-orais têm grande impacto na adesão primária e retenção de microorganismos, especialmente os da placa supragengival, acelerando a maturação da Placa.

#### 1.4 Sistemas de acabamento e polimento

As porcelanas odontológicas tiveram grande impulso nas suas aplicações clínicas principalmente por serem materiais capazes de aglutinar função e estética. Sua grande capacidade de mimetizar a estrutura dental, entretanto, depende sobremaneira de características de superfície, como brilho e textura. Já no final da década de 80, diversos autores procuravam estudar que tipo de acabamento superficial seria o mais indicado para uma superfície cerâmica, considerando função e estética. Simon et al.<sup>19</sup>, através de uma análise visual de fotomicrografias (50x) e de análise em rugosímetro, compararam as superfícies de porcelanas glazeadas por autoglaze, glazeadas por pintura e acabadas por pontas de borracha + pedra pomes e polidas por pontas de borracha + pasta diamantada. Concluíram que o processo de polimento, apesar de mais trabalhoso e de não possibilitar nenhum tipo de maquiagem, seria o mais indicado por várias razões, quais sejam: respeitar exatamente a anatomia deixada pelo operador; evitar a super vitrificação; possibilitar várias variações de textura em uma mesma superfície; e evitar incorporação de bolhas.

Já Campbell<sup>12</sup>, num estudo em que foram analisadas em MEV com aumentos de 100x e 460x superfícies glazeadas e polidas das porcelanas Cerestore, Dicor e Vita VMK68, chegou à conclusão de que apenas as superfícies glazeadas e pintadas obtiveram grau “satisfatório”.

Romeo<sup>20</sup> realizaram um estudo sobre a rugosidade de superfície de coroas de porcelana, comparando superfícies polidas utilizando pontas de borracha desenvolvidas para este fim com superfícies glazeadas (autoglaze), por meio de análise em Microscópio Eletrônico de Varredura. As análises demonstraram haver grande diferença entre os tratamentos. As fotomicrografias mostraram amplos sulcos e ranhuras na superfície polida, enquanto que a superfície glazeada parecia perfeitamente lisa.

Patterson<sup>21</sup> utilizou padrões de rugosidade Ra para mensurar o grau de rugosidade de superfícies cerâmicas acabadas com pontas diamantadas de grana fina e extra-fina,



posteriormente polidas com o sistema Chamaleon Diamond Paste. Verificaram que as superfícies desgastadas com as pontas diamantadas apresentaram elevada rugosidade de superfície (Ra= 1,85 $\mu$ m fina e 0,79 $\mu$ m extra fina), e que a aplicação do sistema de acabamento (Ra= 0,98 $\mu$ m e 0,41 $\mu$ m respectivamente) não foi capaz de devolver a mesma lisura superficial obtida com o auto-glaze (Ra 0,31 $\mu$ m).

O uso de pastas diamantadas associadas aos sistemas de polimento também é objeto de discussão na literatura. Hulterstron e Bergman<sup>22</sup>, por meio de leituras em rugosímetro utilizando o padrão Ra, associaram os sistemas de polimento Shofu e 3M Sof-Lex ao uso de pastas diamantadas. Concluíram que não houve diferença estatisticamente significativa quando o sistema 3M Sof-Lex foi utilizado. Entretanto, os corpos-de-prova polidos com o sistema Shofu apresentaram diminuição significativa da rugosidade média (Ra) após o uso da pasta.

Scurria e Powers<sup>23</sup> realizaram um estudo com o objetivo de avaliar a eficácia de 5 sistemas de polimento em 2 porcelanas, Ceramco II e Dicor. Os materiais utilizados foram os seguintes: pontas diamantadas com 45 $\mu$ m, 25 $\mu$ m e 10 $\mu$ m; broca carbide de 30 lâminas; pontas montadas de borracha impregnadas com carbetto de silício com granas 48, 28 e 6; ponta de óxido de alumínio de 100 $\mu$ m e pastas de óxido de alumínio de 1 $\mu$ m e 0,3 $\mu$ m. Ao término de todos os sistemas, foi utilizada pasta diamantada com granulações de 4 $\mu$ m e 1 $\mu$ m. Após análise da rugosidade média (Ra) em rugosímetro e fotomicrografias (100x) em MEV, chegaram à conclusão de que todos os sistemas de polimento levaram a superfícies mais polidas que os grupos controle e que o uso de pontas diamantadas de acabamento + pasta diamantada promoveu a superfície mais lisa em ambas cerâmicas.

Shearer et al.<sup>24</sup> avaliaram a possibilidade de polimento superficial da cerâmica Dicor, testando a eficácia de seis sistemas de acabamento. Utilizaram a refletância especular de Laser de He-Ne como método de avaliação da lisura superficial. Os sistemas utilizados foram os seguintes: broca carbide de 30 lâminas + sistema Shofu + pasta diamantada Truluster; pontas diamantadas de 80, 50 e 15 $\mu$ m + sistema Shofu + pasta diamantada Truluster; broca carbide de 30 lâminas + sistema Shofu + pontas diamantadas; broca de “Baker Curson” + pasta diamantada Truluster; pontas diamantadas + discos 3M Sof-Lex; broca carbide de 30 lâminas + sistema Shofu + pasta diamantada Truluster. Os autores concluíram que todos os sistemas promoveram superfícies mais lisas que a porcelana acabada mecanicamente e glazeada. Não houve diferença estatisticamente significativa entre nenhum dos seis grupos.

O método para medição da rugosidade superficial, haja vista a grande variabilidade de materiais e metodologias descritas na literatura, adquire, então, vital importância para que possamos padronizar os resultados. Whitehead<sup>25</sup>, desenvolveram um trabalho tendo como

objetivo comparar dois métodos de medição de rugosidade superficial: o método da refletância do laser (MRL), utilizando o parâmetro *Optical RMS* (raiz quadrada média da rugosidade óptica) e o método com a ponta analisadora de superfície, utilizando os parâmetros Ra, Rz e Rp (média da altura dos picos máximos e a relação Rp/Rz). Foram utilizados blocos cerâmicos Dicor e 6 diferentes sistemas de acabamento e polimento com posterior análise da rugosidade superficial. Os resultados indicaram uma leve correlação entre o método da refletância do laser com o da ponta analisadora de superfície quando utilizado o parâmetro Rz. Entretanto, quando o parâmetro utilizado foi o Ra, a correlação não foi satisfatória. Sugeriram, ao final do estudo, que o uso exclusivo do método MRL na medição da textura superficial de materiais cerâmicos deve ser evitado. O método da ponta analisadora, conjugada aos vários parâmetros permitiu uma visualização mais adequada das características superficiais dos diversos blocos de cerâmica. Finalizaram sugerindo a escolha de parâmetros que tanto quantifiquem a rugosidade superficial como forneçam informações sobre a forma da superfície sobre investigação.

Ward, Tate e Powers<sup>26</sup> avaliaram o desempenho de oito sistemas de polimento em três porcelanas opalescentes, comparando os resultados com os obtidos nos grupos controle (glazeados), através da leitura da rugosidade superficial utilizando o parâmetro Ra. Cinco das técnicas testadas produziram uma superfície menos rugosa no parâmetro Ra que os processos de glazamento. O uso da broca de 30 lâminas previamente à pasta de polimento diamantada promoveu a mais lisa das superfícies.

Citando as dificuldades de cimentação de uma restauração totalmente cerâmica com cimento resinoso sem ajuste posterior intra-bucal, e enfatizando a falta de consenso sobre qual o melhor sistema de acabamento e polimento, Fuzzi, Zacheroni e Vallania<sup>27</sup> propuseram-se a comparar 8 diferentes métodos de polimento superficial além do grupo controle glazeado (autoglaze), para espécimes de porcelana Vita VMK68. Os resultados analisados demonstraram uma superfície estatisticamente mais rugosa apenas para o grupo que recebeu o desgaste com pontas diamantadas (30 µm) em relação a todos os outros grupos. O grupo controle apresentou uma medida de rugosidade superficial estatisticamente semelhante a todos os outros grupos. A análise no MEV mostrou que o grupo controle obteve a melhor qualidade de superfície, e que nos processos de acabamento e polimento, o uso de brocas diamantadas com grana cada vez mais fina levou a melhorias significativas de superfície. A Microscopia Eletrônica de Varredura, associada à análise com rugosímetro, demonstrou que as pontas diamantadas e a broca de 30 lâminas alisaram a superfície das amostras, enquanto que o feltro com pasta de polimento e as pontas Ceramisté (Shofu) promoveram brilho.

Al-Wahadni e Martin<sup>28</sup> realizaram extensa revisão de literatura acerca dos mecanismos de acabamento e polimento de uma restauração cerâmica, discutindo sobre qual procedimento proporcionaria a superfície menos rugosa: o glazeamento ou o polimento. Vários são os sistemas de acabamento sugeridos por diversos autores, entre eles: Pontas Shofu (Goldstein, 1989); Pontas Shofu e pasta diamantada (Haimondo *et al.*, 1990); brocas de granulação fina seguido de pasta diamantada (Scurria e Powers, 1994) e discos de papel Sof-Lex – 3M seguidos de pontas de borracha Shofu (Jagger e Harrison, 1994). Os autores concluem que os estudos encontrados na literatura suportam o acabamento e polimento como uma alternativa ao glazeamento da porcelana. O sistema Shofu é citado como o que apresentou os melhores resultados, que podem ser ainda melhores com o uso de pasta diamantada ao final.

Ribeiro<sup>29</sup> avaliou a rugosidade superficial de 5 porcelanas odontológicas (Ceramco II, Duceram II Plus, Duceram LFC, EX-3 Noritake e Vita VMK95 depois de submetidas a 10 condições experimentais. O grupo A (controle) contou com espécimes glazeados. No grupo B, foi realizado desgaste com pontas diamantadas de granulação fina e extra-fina; Os demais receberam, além do desgaste com pontas de granulação fina e extra-fina, polimento com os seguintes sistemas: Sistema Shofu ( grupo C); Sof-Lex 3M (grupo D); discos Viking (grupo E); Sistema Exa-Cerapol – Edenta (grupo F). Os grupos G, H, I e J receberam, além dos procedimentos já descritos, polimento adicional com discos de feltro e pasta diamantada. O Autor concluiu que os processos de polimento que utilizaram pasta diamantada promoveram as superfícies mais lisas para todas as porcelanas testadas. O único sistema que não alcançou níveis de rugosidade comparáveis ao grupo controle foi o Exa-Cerapol – Edenta.

Jung<sup>30</sup> aborda um interessante aspecto. Uma vez que as restaurações cerâmicas são coladas ao substrato dental com um cimento resinoso, um sistema de acabamento e polimento ideal deveria ser capaz de polir tanto a porcelana como o compósito da linha de cimento. Baseado neste princípio, desenvolveu um estudo no qual comparou três diferentes tipos de acabamento, combinados a 5 sistemas de polimento em superfícies de resina composta ( Tetric-Ceram Ivoclar) e de um vidro cerâmico ( IPS Empress Ivoclar). Os materiais usados para o acabamento dos corpos de prova foram os seguintes: broca diamantada de 30 $\mu$ m; broca de 30  $\mu$ m seguida de uma de 20 $\mu$ m; e uma broca de 30  $\mu$ m seguida de broca multilaminada de 16 lâminas. Os sistemas de polimento foram os seguintes: Discos Sof-Lex (3M); pontas ceramisté (Shofu); pontas de borracha impragnadas com diamante (Brasseler); rodas de feltro Diafix-oral (Mueller Dental); e MPS kit (Premier dental), que consiste de 2 géis diamantados aplicados com auxílio de uma escova. Após cruzamento e tratamento estatístico dos dados, os autores concluíram que o único sistema que poliu efetivamente tanto a superfície cerâmica

como a do compósito foi o Gel MPS, com acabamento prévio de duas brocas diamantadas ou uma diamantada e outra multilaminada. Superfícies cerâmicas mostraram mais susceptibilidade ao polimento que as de compósito. Remoção seletiva de parte da matriz resinosa foi observada, especialmente quando foi utilizado o sistema Ceramisté (Shofu).

Borges et al.<sup>31</sup> avaliaram a rugosidade superficial de uma cerâmica feldspática (Duceram Plus – Degussa) glazeada e polida após ajuste oclusal. 20 discos (7mm de diâmetro e 2mm de espessura) foram autoglazeados. Após simulação de ajuste com ponta diamantada de granulação fina, os discos foram acabados e polidos com o conjunto de abrasivos Edenta (Labordental). Duas medidas de rugosidade foram efetuadas, logo após o glaze e depois dos discos acabados e polidos. Após tratamento estatístico, os resultados demonstraram que a rugosidade dos discos após polimento com os abrasivos (0,32  $\mu\text{m}$ ) foi estatisticamente maior que a da porcelana glazeada (0,16 $\mu\text{m}$ ).

Schmidlin e Gohring<sup>32</sup> abordam outro interessante aspecto do acabamento e polimento de restaurações estéticas indiretas. Neste estudo, restaurações indiretas de compósito e porcelana foram simuladas *in vitro*, através de um modelo no qual blocos de compósito (Tetric Ceram – Ivoclar) e porcelana (Vita MK II) foram cimentados à cavidades preparadas em dentes bovinos. Diferentes granulações de brocas diamantadas, além de pedras montadas e pontas abrasivas foram avaliadas, levando-se em consideração a qualidade do polimento final e o seu potencial de destruição, tanto nas margens da restauração quanto em margens de esmalte. Brocas diamantadas com granulação de 8 $\mu\text{m}$  e brocas multilaminadas de 40 lâminas produziram superfícies menos rugosas e a menor degradação marginal. Foram observados mais falhas marginais no conjunto Compósito-esmalte que no Porcelana-esmalte. Os autores enfatizam a necessidade de estudos futuros para avaliar a influência dos materiais cimentantes e da largura do *gap*, simulando situações clínicas.

## 2 PROPOSIÇÃO

Este trabalho tem por objetivo elucidar as seguintes questões:

- Qual sistema de acabamento e polimento proporciona a superfície menos rugosa?
- O polimento adicional com discos de feltro e pasta de polimento é capaz de promover uma superfície cerâmica mais lisa?
- O sistema experimental é capaz de promover uma lisura superficial satisfatória?
- Os sistemas de acabamento e polimento utilizados são capazes de alterar a composição química da porcelana testada?

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1 Materiais

Abaixo lista dos materiais utilizados nesta pesquisa:

- Tubo de PVC diâmetro 28 mm, 2 mm de espessura e 7mm de altura.
- Tubo de PVC diâmetro 22 mm, 2 mm de espessura e 5mm de altura.
- Godiva de baixa fusão em bastão DFL Lote 04121299.
- Porcelana EX3 Cor A1B, Lote 0E909.
- Lixas de Carbetto de Silício granulações 180, 240, 360, 600 e 1200.
- Matriz de teflon com 5 orifícios de 6 mm de diâmetro e 2 mm de espessura (Figura 1).
- Êmbolo de teflon com ponta ativa de 5.8 mm de espessura (Figura 1).
- Caneta para retro-projetor cor azul.
- Placa de vidro 14x 7x 0,5 cm.
- Kit para acabamento e polimento cerâmico intra-oral (Komet): Borrachas abrasivas n° 9679, 9680 e 9547.
- Kit para acabamento e polimento cerâmico intra-oral (Shofu): Pontas Standart, Ultra e Ultra II, Lote 1204059.
- Pontas de acabamento Enhance (Dentsply), Lote 134593.
- Broca diamantada n°1014 ( KG Sorensen).
- Brocas diamantada n° 8390, n° 390EF, n° 390UF (Komet).
- Pasta de polimento Poli I (Kota). Composição: Carbowax, Pedra Pomes e Óxido de Alumínio, Lote 0100M.
- Pasta de polimento Poli II (Kota). Composição: Carbowax, Etileno Glicol e Óxido de Alumínio, Lote 0100M.
- Discos de feltro (Kota).
- Água destilada e deionizada.
- Sonda exploradora n°5.

### 3.2 Equipamentos

- Forno Cerâmico Ceramco modelo Phoenix Quick cool.
- Forno de microondas marca Panasonic modelo Intelligent Chaos.
- Ultra-Som Torton MS-200
- Politriz Arotec APL-4 (Figura 2).
- Rugosímetro Mitutoyo SJ Zol-P (Figura 3).
- Lupa Olympus S 240 (Figura 4).
- Microscópio Eletrônico de Varredura marca Jeol modelo 6460-LV
- Microscópio Eletrônico de Varredura marca Leo modelo 1450-VP
- Microsonda marca Thermo modelo 6713A-1SUS
- Micromotor marca Kavo modelo 181 DBN
- Contra-ângulo marca Kavo modelo 2068 FGBN
- Turbina marca Kavo modelo Extra Torque 605

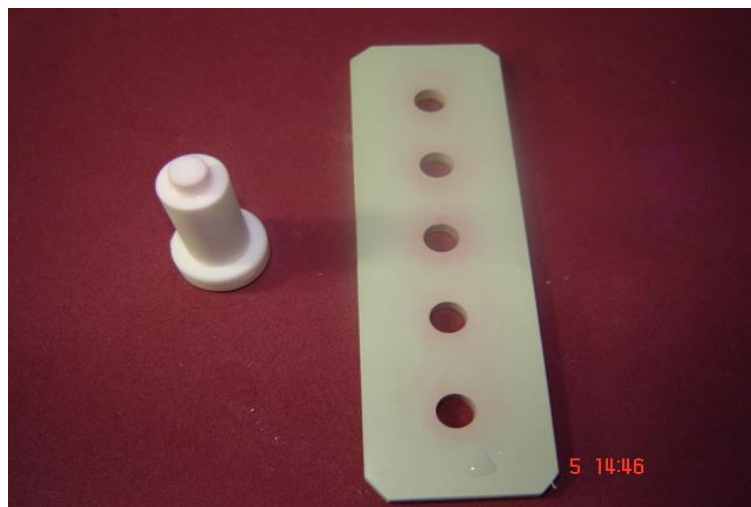


Figura1. Matriz e êmbolo



Figura 2. Politriz



Figura 3. Rugosímetro





Figura 4. Lupa

### 3.3 Método

Esta metodologia foi adaptada a partir do trabalho de RIBEIRO (1998)<sup>28</sup>. Utilizou-se uma matriz de teflon com 5 orifícios para confeccionar 40 discos da porcelana EX3 (Noritake) com 6mm de diâmetro e 2mm de espessura. Todos os corpos de prova foram submetidos a três queimas no forno até a obtenção da forma final, que estava programado como a seguir:

- Pré-Secagem – 2 minutos
- Secagem – 2 minutos
- Temperatura inicial – 403°C
- Temperatura inicial do vácuo – 450°C
- Temperatura final do vácuo – 877°C
- Temperatura final – 880°C
- Tempo de resfriamento – 10 minutos
- Tempo de queima sem vácuo – 1 minuto
- Aquecimento de 60°C por minuto

Após a cocção, os corpos-de-prova foram incluídos em godiva de baixa fusão com o auxílio de matrizes cilíndricas de PVC com 28mm de diâmetro interno, em grupos de quatro (Figura 4).

Os corpos-de-prova, já incluídos, foram então levados para a politriz para acabamento. Utilizou-se as seguintes lixas em ordem decrescente de granulação: 180, 240, 360, 600 e 1200. Os anéis com os corpos-de-prova incluídos receberam quatro marcas eqüidistantes entre si a caneta com os números 1, 2, 3 e 4, que serviram de referência para que cada anel recebesse 30 segundos de acabamento em cada posição, totalizando 120 segundos. Após esse ciclo, os espécimes foram observados em Lupa óptica com aumento de 40 x para observação da qualidade do acabamento. Os mesmos deveriam apresentar acabamento com estrias de tamanho semelhante e mesma direção. Se atendessem a estes requisitos, passava-se à lixa seguinte, caso contrário repetia-se o ciclo. Esta operação era repetida a cada troca de lixa.



Figura 5. Corpos-de-prova após polimento na politriz

Terminado o acabamento na politriz, procedeu-se à desinclusão dos espécimes do anel de godiva com auxílio de água a 60°C e sonda exploradora n° 5. Após a individualização dos corpos de prova, uma limpeza mecânica com água e sabão neutro foi efetuada em cada um deles. Seguiu-se a isso limpeza ultrassônica em água destilada e deionizada por 30 minutos. Após a limpeza, os corpos de prova foram levados novamente ao forno cerâmico para glazamento natural com ciclo semelhante às queimas anteriores, com alterações apenas da temperatura final do vácuo, 869°C e final, 870°C. Todos os discos cerâmicos receberam uma marcação com uma broca diamantada n°1014 (KG Sorensen) no lado não polido.

Com os espécimes todos glazeados, procedeu-se à nova inclusão em godiva de baixa fusão agora um a um com auxílio de anel de PVC de 22 mm de diâmetro interno e altura de 5mm. Para isso, a godiva foi plastificada e colocada no anel de PVC, o espécime posicionado e o conjunto pressionado gentilmente contra uma placa de vidro. Os discos foram incluídos numa posição excêntrica dentro do anel, a fim de facilitar os procedimentos de acabamento e polimento (Figura 5).



Figura 6. Corpos-de-prova incluídos individualmente

Os corpos-de-prova foram, a partir deste momento, divididos em 9 grupos de oito espécimes cada, como descritos a seguir:

- Grupo 1 – Glazeado (Controle)
- Grupo 2 – Brocas Komet
- Grupo 3 – Borrachas abrasivas Komet
- Grupo 4 – Sistema Shofu
- Grupo 5 – Experimental
- Grupo 6 – Brocas Komet Modificado (Polimento com pasta).
- Grupo 7 – Sistema Shofu Modificado (Polimento com pasta).
- Grupo 8 – Borrachas abrasivas Komet Modificado (Polimento com pasta)
- Grupo 9 – Experimental Modificado (Polimento com pasta).

Os corpos-de-prova, após sua divisão pelos grupos experimentais, foram identificados com seu respectivo número. Os espécimes do grupo 1 (n=8, controle) não receberam qualquer tratamento. Os 32 corpos de prova restantes receberam uma simulação de ajuste intrabucal, através de desgaste com broca diamantada granulação fina (vermelha, 30 $\mu$ m) n° 8390 (Komet), em alta rotação. O desgaste foi efetuado sob irrigação abundante em movimentos circulares, de modo q toda superfície do disco fosse percorrida, removendo toda a camada do glaze, durante 30 segundos. Para todos os grupos experimentais aplicaram-se os mesmos critérios de procedimento quanto ao operador (único), pressão uniforme, além de movimentos circulares e multidirecionais. Para o fator tempo de aplicação de cada componente, houve a preocupação de estabelecer-se um mínimo de 30 e um máximo de 40 segundos, a fim de que o tempo total do polimento não ultrapassasse os dois minutos, que consideramos como clinicamente satisfatório<sup>28</sup>. Os procedimentos nos corpos de prova em cada grupo foram efetuados como a seguir:

- Grupo 1 – Controle - Os corpos de prova deste grupo não receberam qualquer tratamento adicional, permanecendo glazeados até a leitura da rugosidade superficial.
- Grupo 2 – Brocas Komet – Os corpos de prova deste grupo receberam desgaste em alta rotação com irrigação abundante com as brocas n° 390EF (amarela 15 $\mu$ m) e n° 390UF (branca 8 $\mu$ m) durante 30 segundos cada. O tempo final de polimento foi o único a ser inferior a 2 minutos.
- Grupo 3 – Sistema Shofu – Foi utilizada neste grupo a seqüência de polimento de acordo com o preconizado pelo fabricante. As pontas “Standard”, “Ultra” e “Ultra II” foram aplicadas à superfície dos corpos de

prova como descrito anteriormente durante 40 segundos cada, totalizando 2 minutos de polimento.

- Grupo 4 – Borrachas abrasivas Komet – Os corpos de prova deste grupo receberam aplicação das pontas Pré-polidora (n° 9679), Pré final (n° 9680) e Polidora alto brilho (n° 9457), durante 40 segundos cada, também como descrito anteriormente, totalizando 2 minutos de polimento.
- Grupo 5 – Experimental – Estes corpos de prova foram polidos com pontas do tipo Enhance (Dentsply), originariamente indicadas para acabamento e polimento resinas compostas. A inclusão deste grupo no experimento se justifica pela grande maioria dos clínicos desconhecerem os sistemas de polimento cerâmicos, menos acessíveis, mais caros, acabando por utilizar os sistemas de acabamento disponíveis no consultório. Foram utilizadas 3 pontas diferentes, cada uma durante 40 segundos, totalizando 2 minutos de polimento

Com o intuito de promover uma melhor padronização do desgaste prévio a cada um dos sistemas de polimento, foram utilizadas duas brocas n° 8390 (Komet) alternadamente. O desgaste foi efetuado num corpo de prova de cada grupo em seqüência, diluindo um possível “envelhecimento” da ponta ativa da broca. Com as pontas de borrachas abrasivas e polidoras, tomou-se o cuidado de evitar o seu aquecimento, uma vez que as mesmas foram aplicadas em baixa rotação sem irrigação.

Todos os corpos de prova, ao final da seqüência de procedimentos, receberam limpeza ultrassônica em água destilada e deionizada por 30 minutos. Após secagem cuidadosa com lenço de papel absorvente, procedeu-se às leituras de rugosidade de superfície da cada um deles.

Após a leitura, os mesmos corpos de prova dos grupos 2, 3, 4 e 5 passaram então por uma seqüência de polimento com discos de feltro e pastas para polimento Poli I e Poli II (Kota). Os parâmetros utilizados foram os mesmos das seqüências anteriores: mesmo operador, pressão uniforme, movimentos circulares e multidirecionais. Cada pasta foi utilizada durante 30 segundos, totalizando 1 minuto extra de polimento com pasta. Assim foram formados os grupos restantes:

- Grupo 6 – Brocas Komet Modificado (Pasta).
- Grupo 7 – Sistema Shofu Modificado (Pasta).
- Grupo 8 – Borrachas abrasivas Komet Modificado (Pasta)

- Grupo 9 – Experimental Modificado (Pasta).

Após o polimento com as duas pastas, todos os corpos de prova receberam novamente limpeza em Ultra-som com água destilada e deionizada durante 30 minutos. Foi efetuada, então, nova leitura da rugosidade de superfície em todos os corpos de prova.

Para as leituras de Rugosidade de superfície, cada corpo de prova recebeu, em seu anel externo, marcações com tinta azul em 3h, 6h, 9h e 12h, comparando-se o mesmo com a posição das horas em um relógio. Estas marcações serviram de referencia para o curso de quatro leituras por corpo de prova, nos seguintes sentidos: 12h→6h; 3h→9h; 6h→12h; 9h→3h. A ponta analisadora do rugosímetro percorreu um espaço de 2,5 mm em cada leitura, no padrão Ra. Como a medida do percurso da ponta analisadora é menor do que a metade do diâmetro do corpo de prova, assegura-se que 4 áreas diferentes de cada corpo de prova foram analisadas.



Figura 7. Corpo-de-prova com as marcações guia

Após todas as leituras efetuadas, um corpo-de-prova dos grupos 1(contrôle), 6, 7, 8 e 9 (grupos que receberam polimento adicional com discos de feltro e pasta) foram levados ao Microscópio Eletrônico de Varredura para caracterização microtopográfica. A configuração do MEV ficou estabelecida como a seguir: WD= 09 a 10 mm, EHT= 15 KV. A pressão interna da câmara do MEV se manteve em 25 Pa. Foi usado o detector de elétrons

retroespalhados, para observação de possíveis fases na superfície dos espécimes, assim como para sua caracterização microtopográfica. Como padrão de documentação, foram estabelecidas ampliações de 50X (vista geral) de um ou mais campos dos espécimes e, posteriormente, ampliações subseqüentes de 100, 500, 1000 e 2000X. A composição química das pastilhas também foi determinada, fazendo-se uso de sonda de microanálise pelo método semi-quantitativo de EDS. Os espectros de RX foram conseguidos através de uma microsonda, com valor máximo de contagem igual a 2.000 e resolução na faixa de 0 a 10 KeV. Isto nos possibilitou avaliar se os procedimentos de acabamento e polimento promoveram alguma alteração na composição da porcelana.

### **3.4 Método de tratamento estatístico dos resultados obtidos**

Após a execução de todas as leituras, os dados numéricos obtidos foram digitados em planilhas para posterior obtenção das médias aritméticas e desvios-padrão de cada grupo experimental no padrão Ra.

Os dados numéricos receberam tratamento estatístico através de Análise de Variância (ANOVA). Como foi detectada alta significância nos resultados da análise, a comparação das médias foi executada através da aplicação do teste de Tuckey ao nível de significância de 0,05.

Os dados advindos do software empregado nos testes estatísticos estão listados no ANEXO.

## 4 RESULTADOS

Os dados contendo as médias, desvio padrão e erro estimado das leituras de Rugosidade superficial por grupo estão listados na Tabela 1. Letras diferentes significam diferença estatisticamente significativa, ao nível de 95%.

Para melhor visualização dos resultados obtidos, os dados também estão apresentados nos gráficos 1, 2 e 3. No gráfico 1 estão listados todos os grupos. Nos seguintes, foi feita uma separação entre os grupos que receberam polimento com disco de feltro e pasta e os que não receberam, comparados ao grupo controle.

TABELA 1

Grupo	Média	Desvio-padrão	Erro estimado
1	0,34 A	0,05	0,02
2	0,48 B	0,06	0,02
3	0,64 C	0,06	0,02
4	0,42 AB	0,06	0,02
5	0,63 C	0,06	0,02
6	0,31 A	0,04	0,01
7	0,33 A	0,04	0,01
8	0,47 B	0,10	0,03
9	0,35 A	0,08	0,02

Média das leituras de Rugosidade Média (Ra) por grupo. Letras iguais significam semelhança estatística



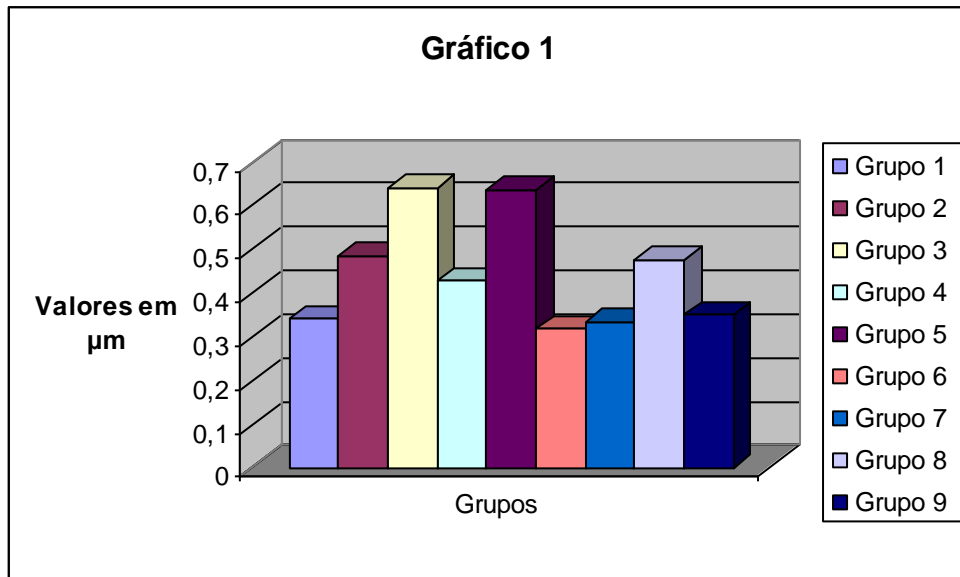


Gráfico 1. Médias de Rugosidade Média (Ra) de todos os grupos

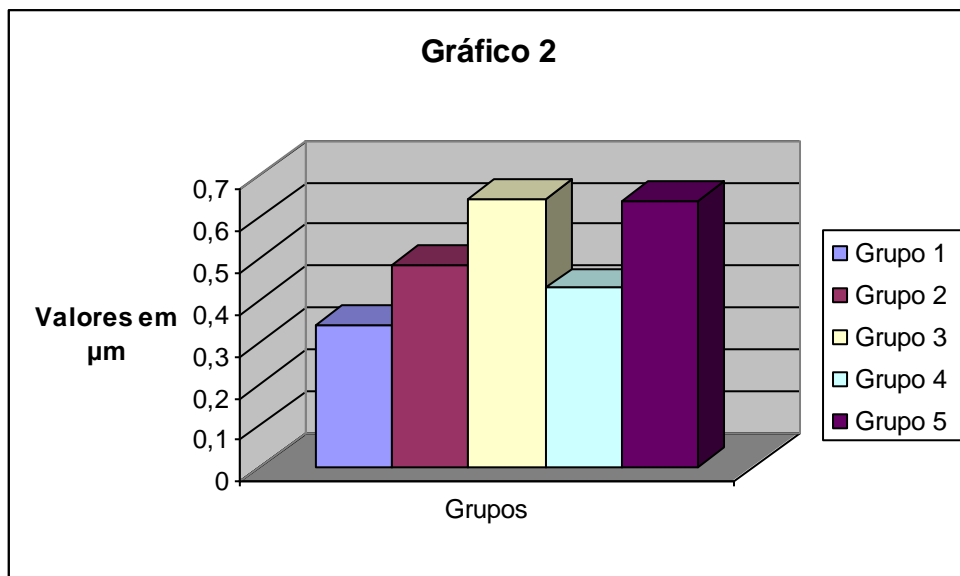
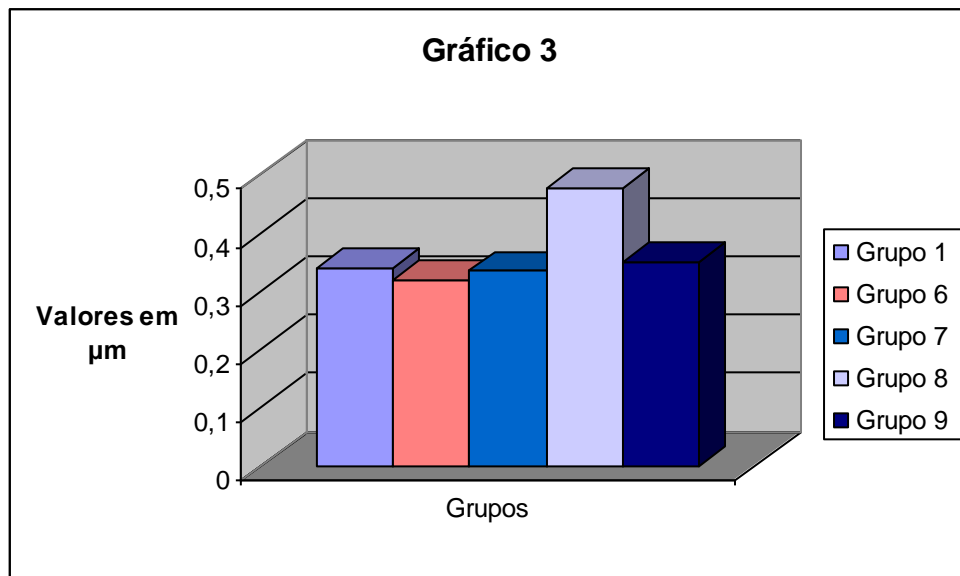


Gráfico 2. Médias de Rugosidade Média (Ra) grupos sem pasta



Grupo 3. Médias de Rugosidade Média (Ra) grupos após polimento com pasta

Ao separarmos os grupos que receberam polimento adicional com disco de feltro e pasta de polimento dos que não o receberam, objetivamos proporcionar uma melhor visualização dos dados, uma vez que o mesmo teve grande influência nos resultados deste experimento.

As Fotomicrografias com as ampliações de 500X para os grupos 1, 6, 7, 8 e 9 podem ser observadas, respectivamente, nas figuras 8, 9, 10, 11 e 12.

Os espectros gerados pela microsonda do EDS foram idênticos para todos os grupos analisados. Os espectros referentes aos grupos 1, 7 e 8 podem ser visualizados nas figuras 13, 14 e 15.

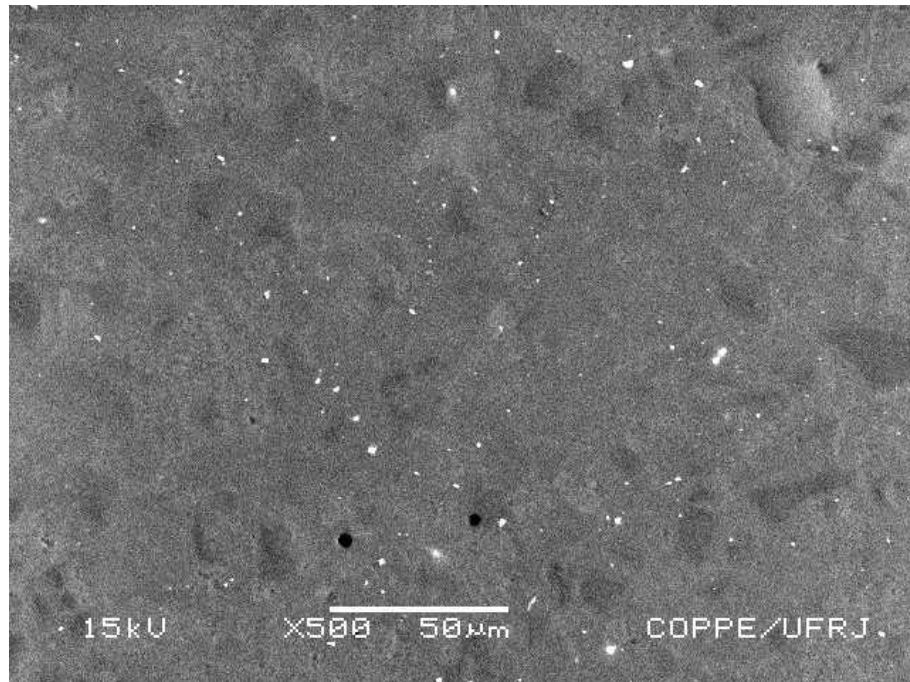


Figura 8. Fotomicrografia grupo 1 (controle) com aumento de 500X

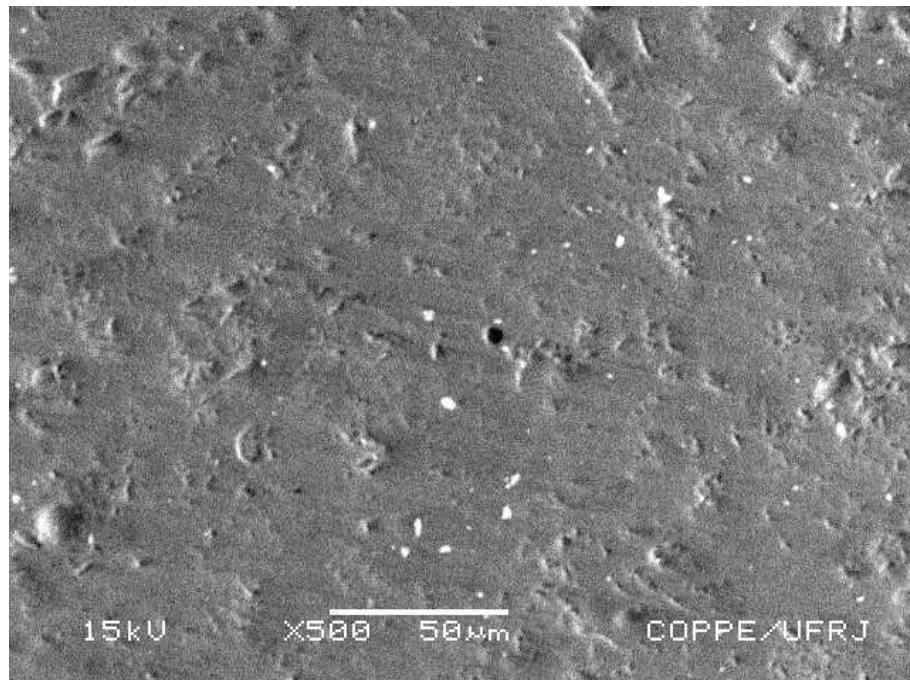


Figura 9. Fotomicrografia grupo 6 com aumento de 500X

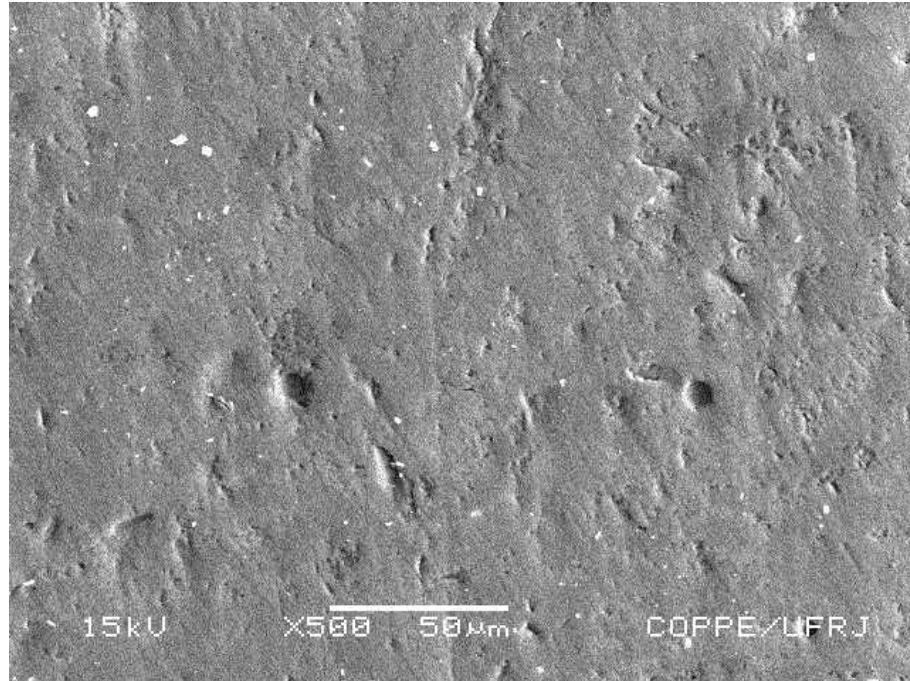


Figura 10. Fotomicrografia grupo 7 com aumento de 500X

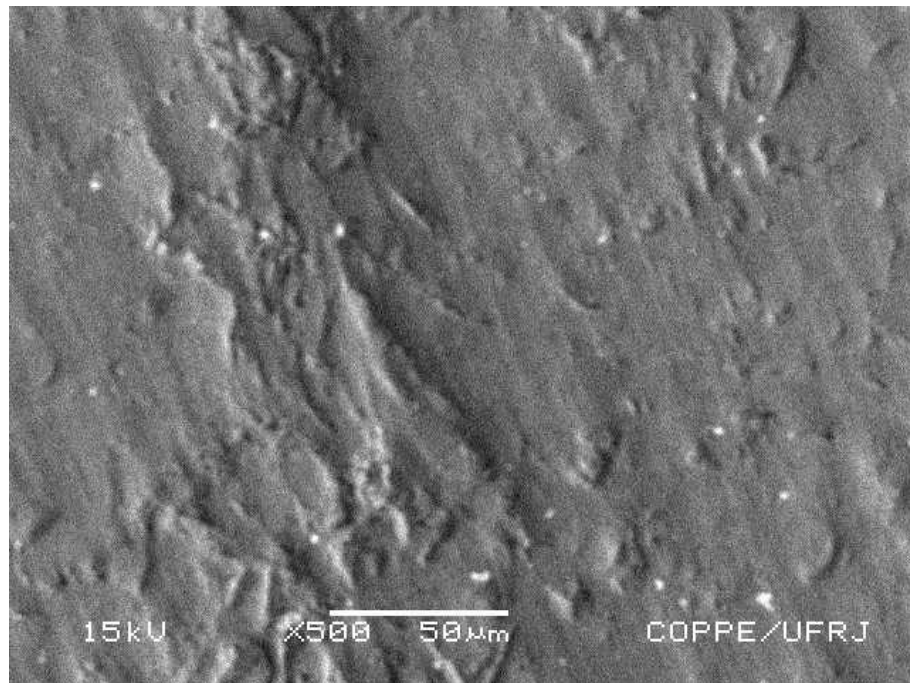


Figura 11. Fotomicrografia grupo 8 com aumento de 500X



Figura 12. Fotomicrografia grupo 9 com aumento de 500X

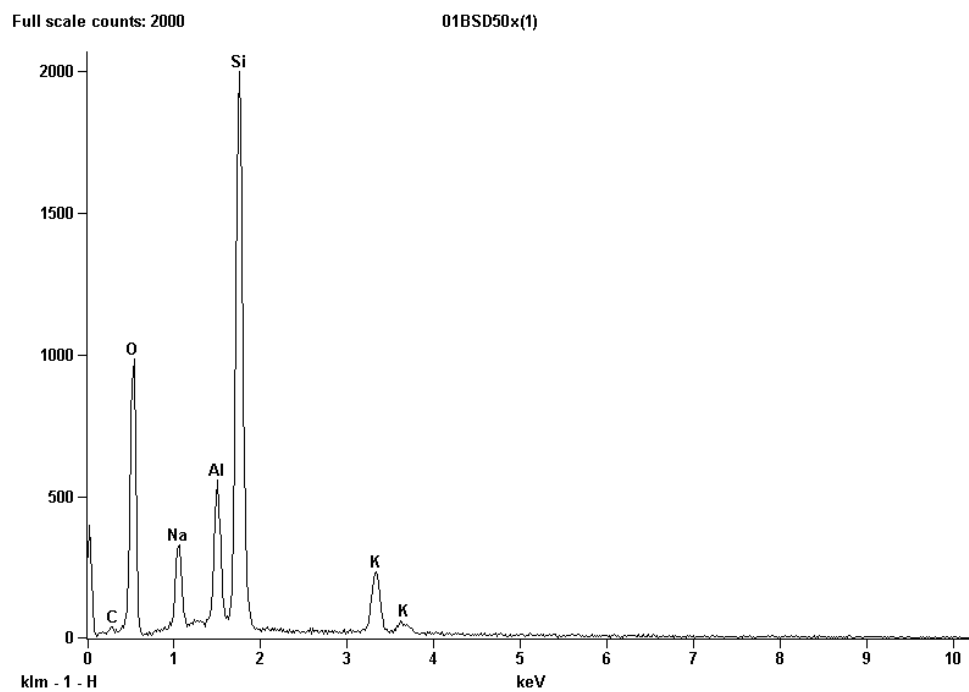


Figura 13. Espectro EDS referente ao grupo 1

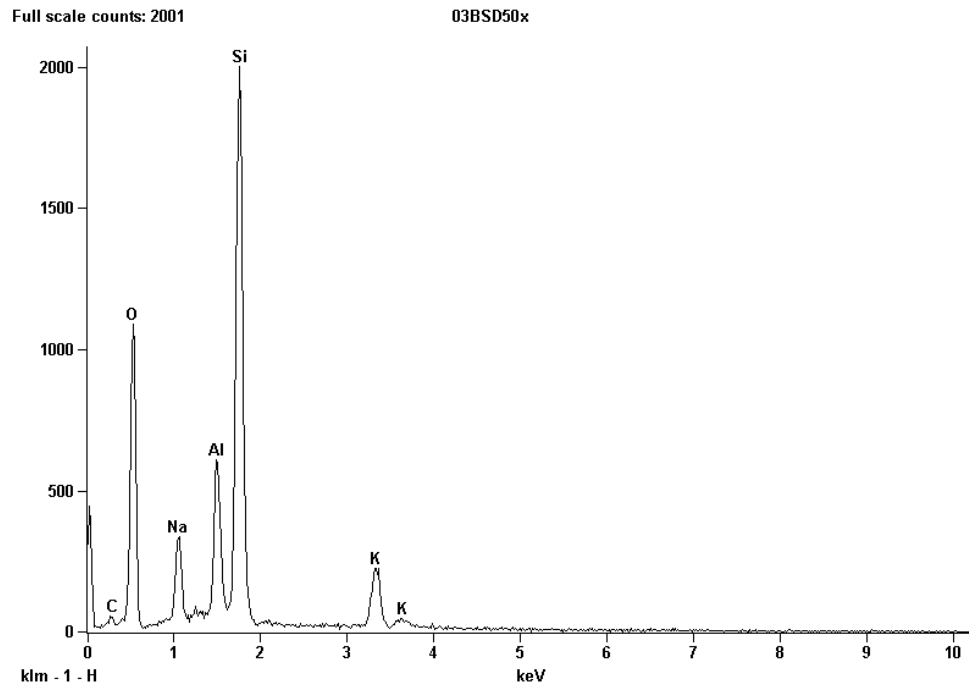


Figura 14. Espectro EDS referente ao grupo 7

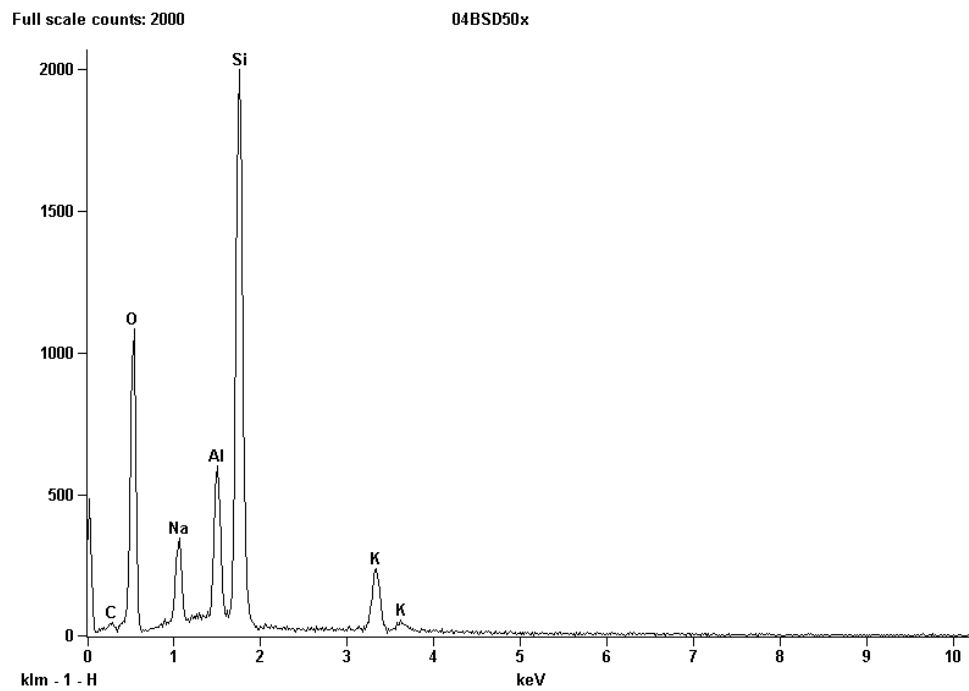


Figura 15. Espectro EDS referente ao grupo 8

## 5 DISCUSSÃO

Várias são as porcelanas disponíveis no mercado odontológico. Desde as primeiras cerâmicas descritas por Brewster no início do século passado, passando pelas cerâmicas puras<sup>33</sup> e pela porcelana fundida ao metal<sup>26</sup> por volta da metade do mesmo século, até chegarmos aos modernos sistemas cerâmicos livres de metal, várias são as possibilidades ao trabalharmos com porcelana. Porcelanas feldspáticas, aluminizadas, vidros cerâmicos, sistemas pó-líquido e sistemas com pastilhas injetadas são apenas alguns exemplos. A porcelana utilizada no nosso trabalho, EX3 Noritake, foi escolhida por ser uma porcelana consagrada no mercado, utilizada mundialmente e que detém fatia considerável do mercado nacional, estando indicada tanto para coroas metalo-cerâmicas como para restaurações do tipo *inlay/onlay*. Esta última modalidade de restauração se constitui, em nossa opinião, no grande foco do trabalho, uma vez que necessariamente precisam ser acabadas e polidas após sua cimentação. Nosso objetivo, neste trabalho, além de detectar possíveis alterações na microestrutura da porcelana proporcionadas pelos procedimentos de acabamento e polimento, foi de avaliar a capacidade dos sistemas de polimento em promover uma superfície clinicamente aceitável do ponto de vista de lisura superficial, proporcionando restaurações mais longevas. Para isso, a porcelana glazeada foi definida como padrão.

Um grupo experimental foi incluído no nosso experimento com o objetivo de quantificar o quanto um sistema de polimento específico para porcelanas é determinante ou mesmo se é imprescindível para alcançarmos um resultado final ótimo. Foi utilizado o sistema Enhance Dentsply, originariamente formulado para acabamento de compósitos, e largamente utilizado no mercado nacional.

A leitura das médias de rugosidade superficial deste trabalho foi efetuada com o auxílio de rugosímetro com sonda apalpadora. Este método possui vantagens quando comparado ao método da refletância do Laser, no que se refere a previsibilidade dos resultados. O parâmetro Ra, que se constitui na média aritmética da somatória dos valores absolutos dos desvios do perfil da superfície, a partir da linha central dentro do traçado avaliado, foi o escolhido. Este parâmetro é o mais largamente utilizado quando da avaliação quantitativa da rugosidade superficial<sup>3</sup>. No nosso trabalho, foram efetuadas 4 leituras por corpo de prova com extensão de 2,5 mm cada uma, assegurando-se que em nenhuma área analisada foi efetuada mais de uma leitura. Esta segurança se deve ao fato de que cada corpo

de prova media 6 mm de diâmetro, e a leitura se iniciava sempre do lado mais externo do disco em direção ao centro, nunca ultrapassando a metade deste diâmetro, 3 mm. Desta maneira, procuramos obter medidas médias fiéis, diluindo possíveis falhas localizadas. As 4 medidas por corpo de prova deram origem a uma média, que foi a utilizada no tratamento estatístico.

Analisando a Tabela 1 e o gráfico 1, podemos perceber uma diferença significativa nos valores de rugosidade de superfície quando comparamos os grupos antes e após o polimento com discos de feltro e pasta. Os grupos que receberam este polimento apresentaram uma superfície significativamente menos rugosa. Vários autores<sup>13, 16,22,29</sup> também concluem em seus trabalhos que o uso de pastas de polimento tem relevante importância no polimento final de uma superfície cerâmica. Outro interessante aspecto abordado na literatura é de um experimento que concluiu que apenas um sistema contendo dois géis diamantados foi capaz de polir eficientemente tanto a superfície cerâmica como a resinosa, numa simulação de um trabalho já cimentado<sup>30</sup>. Os resultados destes trabalhos, corroborados pelos achados de nosso experimento, nos levam a crer que, independentemente do sistema de acabamento e polimento a ser utilizado, um polimento final com discos de feltro e pasta torna-se obrigatório para um resultado final ótimo.

Este aspecto fica bem evidente quando comparamos os gráficos 2 e 3. Os níveis de rugosidade média do gráfico 3 (grupos polidos com pasta) são significativamente menores que os do gráfico 2 (grupos sem polimento com pasta). Quando esses mesmos valores são comparados ao grupo controle, verificamos que os grupos 6 (Brocas Komet), 7 (Sistema Shofu) e 9 (Experimental) apresentaram resultados estatisticamente semelhantes ao grupo controle. Mesmo o grupo 8 (borrachas abrasivas Komet após o polimento com pasta), que não se aproximou do grupo controle, obteve uma sensível melhora na qualidade de superfície quando comparado com o grupo 3 (sem polimento adicional).

Ao analisarmos o gráfico 2, que tabula dados referentes aos grupos que não receberam polimento com disco de feltro e pasta, podemos verificar que um único Grupo, o de numero 4 (Sistema Shofu), alcançou resultados estatisticamente semelhantes ao grupo controle. Este sistema foi capaz de produzir uma superfície com lisura superficial comparável à porcelana glazeada (grupo controle), que se tornou ainda mais lisa após o polimento final com feltro e pasta de polimento. Estes achados encontram embasamento em trabalhos anteriores<sup>28</sup>. Entretanto, devemos ficar atentos a um aspecto importante, pois este sistema pode ser capaz de remover parte da matriz resinosa<sup>30</sup>. Como nossas restaurações totalmente cerâmicas normalmente são fixadas com cimentos resinosos, um cuidado extra deve ser tomado de



maneira a evitar um desgaste excessivo do agente cimentante, o que poderia levar a uma degradação das margens da restauração a longo prazo.

As Borrachas abrasivas Komet sozinhas não foram capazes de promover uma superfície com lisura superficial satisfatória. Evidências em literatura dão embasamento aos achados de nosso experimento<sup>30</sup>. Neste estudo, houve diferenciação entre o tipo de acabamento prévio aos sistemas de polimento cerâmicos. Foram utilizadas duas granulações de brocas diamantadas (30 e 20  $\mu\text{m}$ ), além de uma broca multilaminada. O sistema de borrachas abrasivas só encontrou resultados satisfatórios quando o tratamento prévio foi efetuado com a ponta diamantada de granulação mais fina (20  $\mu\text{m}$ ) ou com a broca multilaminada. Em nosso experimento o sistema foi dividido. A ponta diamantada com granulação de 30  $\mu\text{m}$  foi utilizada como acabamento prévio para todos os grupos, enquanto que as pontas com granulação de 15 e 8  $\mu\text{m}$  formaram um grupo e as borrachas abrasivas outro. Analisando o gráfico 1, podemos verificar que os grupos 2 e 6 (pontas diamantadas sem e com polimento com feltro e pasta) produziram uma superfície menos rugosa, especialmente o grupo pós-pasta, que alcançou níveis de rugosidade de superfície inclusive menores do que o grupo controle, embora sem diferença estatística. Já o sistema de borrachas abrasivas (grupos 3 e 8), com o acabamento prévio apenas da ponta de granulação de 30  $\mu\text{m}$ , não produziu resultados satisfatórios. Isto nos leva a acreditar que, uma vez utilizando o sistema de pontas diamantadas de granulação decrescente associados às borrachas abrasivas, os níveis de rugosidade de superfície poderiam alcançar valores mais baixos. Mas isto precisa ser objeto de um outro estudo.

O Acabamento com brocas diamantadas de granulação decrescente (15 e 8  $\mu\text{m}$ ) associado ao polimento com feltro e pasta por si só obteve bons resultados. Estes bons resultados, associados à pouca degradação marginal<sup>20</sup> produzida pelas brocas, pode levar a uma redução tanto de custos como de tempo clínico, simplificando a consulta clínica.

Em nosso experimento foi incluído um grupo experimental, no qual utilizamos as pontas de acabamento Enhance – Dentsply, originariamente desenvolvidas para uso em compósitos. Nosso objetivo foi o de testar uma alternativa mais simples e barata aos sistemas formulados especificamente para o acabamento e polimento de superfícies cerâmicas. Esta alternativa poderia ser utilizada em situações onde poucos recursos estão disponíveis. As pontas Enhance sozinhas não foram capazes de promover uma superfície satisfatória do ponto de vista de lisura superficial. Entretanto, com seu uso associado ao polimento final com discos de feltro e pasta para polimento, os níveis de rugosidade superficial alcançados foram bastante satisfatórios, assemelhando-se à porcelana glazeada.

Ao analisarmos as fotomicrografias em Microscopia Eletrônica de Varredura, podemos discutir acerca da qualidade da superfície obtida após os procedimentos de acabamento e polimento. Embora os níveis de rugosidade superficial em micrometros de alguns grupos terem sido comparáveis ao grupo controle, as fotomicrografias com aumento de 500X demonstraram que a superfície obtida com o glazeamento apresenta-se com aspecto mais liso, livre de riscos e ranhuras. Esse mesmo aspecto não é observado nos grupos acabados e polidos<sup>12,20</sup>. Sobre este aspecto, a superfície obtida com o glazeamento apresentou melhores características quando comparada aos grupos acabados e polidos. Por outro lado, os espectros do EDS se apresentaram idênticos em todos os grupos, demonstrando que a composição química da porcelana não foi alterada por nenhum dos procedimentos de acabamento e polimento.

## CONCLUSÕES

- O polimento final com discos de feltro e pasta para polimento é fundamental para obtenção de uma superfície cerâmica clinicamente aceitável, do ponto de vista de lisura superficial.
- O Sistema Ceramisté (Shofu) foi o único capaz de promover uma superfície comparável à porcelana glazeada sem o polimento adicional com discos de feltro e pasta.
- As borrachas abrasivas Komet devem ser utilizadas em conjunto com as pontas diamantadas de granulação decrescente (30, 15 e 8  $\mu\text{m}$ ).
- O Sistema experimental testado (Enhance – Dentsply) só foi efetivo quando associado ao polimento final com discos de feltro e pasta.
- Os sistemas de acabamento e polimento não foram capazes de alterar a composição química da porcelana testada.

## REFERENCIAS

1. ANUSAVICE, K.J. **Materiais dentários**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan,1998.
2. BRECKER, S. C. Porcelain baked to gold – a new medium in prosthodontics. **J Prosthet Dent**, v.6, n.6, p.801-810, Nov. 1956.
3. WEINSTEIN, M.; KATZ, S.; WEINSTEIN A. B. Fused porcelain-to-metal teeth. US Patent No. 3.052.982, Sept 1962.
4. NAKAZATO,T. et al. . Effect of polishing on cyclic fatigue strength of CAD/CAM Ceramics. **Dent Mater J** v.18, n.4, p. 395-402. 1999.
5. CHU, F.C.S.; FRANKEL, N.; SMALES, R.J. Surface roughness and flexural strength of self glazed, polished, and reglazed In-Ceram/Vitadur Alpha Porcelain Laminates. **Int J Prosthodont**, v.13, n.1, p.66-71. 2000.
6. JAGER, N.; FEILZER, A. J.; DAVIDSON, C. L. The influence of surface roughness on porcelain strength. **Dent Mater**, v.16, p.381-388, Nov. 2000.
7. KRAMER,N.; FRANKENBERGER, R. Clinical performance of bonded leucite-reinforced glass ceramic inlays and onlays after eight years. **Dent Mater**, v.3, n.1, p.262-271, Mar. 2005.
8. JACOBI, R.; SHILLINBURG Jr, H. T.; DUNCANSON, M. G. A comparison of the abrasiveness of six surfaces and gold. **J Prosthet Dent**, v.66, n.3, p.303-309, Sep. 1991.
9. JAGGER, D.C.; HARRISON, A. An in vitro investigation into the wear effects of unglazed, glazed, and polished porcelain on human enamel. **J Prosthet Dent**, v.72, n.3, p.320-323, Sep. 1994.
10. ABE, ET AL. An *in vitro* wear study of posterior denture tooth materials on human enamel. **J Oral Rehabil**, v.28, p. 407-412, 2001.

11. OH,W.; DELONG, R.; ANUSAVICE, K. J. Factors affecting enamel and ceramic wear: A literature review. **J Prosthet Dent** v. 87, n.4, p. 451-459. 2002.
12. CAMPBELL, S. D. Evaluation of surface roughness and polishing techniques for new ceramic materials. **J Prosthet Dent**, v.61, n.5, p.563-568, May. 1989.
13. SCURRIA, M.S.; POWERS, J.M. Surface roughness of two polished ceramic materials **J Prosthet Dent** v. 71, n.2, p. 174-177, Feb. 1992.
14. KAWAY, K.; URANO, M.; EBISU, S. Effect of surface roughness of porcelain on adhesion of bacteria and their synthesizing glucans. **J Prosthet Dent**, v.83, n.6, June. 2000.
15. MARTINEZ-GOMIS, J.; BIZAR, J.; ANGLADA, J. M.; SAMSÓ, J.; PERAIRE, M. Comparative evaluation of four finishing systems on one ceramic surface. **Int J Prosthodont**, v.16, n.1, p.74-77, 2003.
16. SCHUH, C. ET AL. Effect of glazed and polished surface finishes on the friction coefficient of two low-fusion ceramics. **J Prosthet Dent** v. 93, n.3, p.245-52, Mar. 2005.
17. QUIRYNEM, M.; BOLLEN, C.M. The influence of surface roughness and surface-free energy on supra- and subgingival plaque formation in man. A review of the literature. **J Clin Periodontol** v.22, n.1, p.1-14, Jan. 1995.
18. BOLLEN, C. M. L.; LAMBRECHTS, P.; QUIRYNEN, M. Comparison of surface roughness of oral hard materials to the threshold surface roughness for bacterial plaque retention: A review of the literature. **Dent Mater**, v.13, n.4, p.258-269, July. 1997.
19. SIMON, J. ET AL. Le polissage: technique de finition des éléments céramiques **Cah Prothese**, v.15, n.60, p.119-130, Aug. 1995.

20. ROMEO, E. ET AL. Aggiustamento oclusale e rifinitura delle corone – in oro-ceramica. **Prev Assist**, v. 17, n.1, p. 26-30, Gen/Feb. 1991.
21. PATTERSON, C.J.W.ET AL. Efficacy of a porcelain refinishing system in restoring surface finish after grinding with fine and extra-fine diamond burs. **J Prosthet Dent** v. 68, n.3, p. 402-406. 1992.
22. HULTERSTRON, A. H.; BERGMAN, M. Polishing systems for dental ceramics. **Acta Odontol Scand**, v.51, n.4, p.229-234, Feb. 1993.
23. SCURRIA, M.S.; POWERS, J.M. Surface roughness of two polished ceramic materials **J Prosthet Dent** v. 71, n.2, p. 174-177, Feb. 1992.
24. SHEARER, A.C. ET AL.. Finishing of MGC Dicor material **Int J Prosthodont**, v.15, n.2, p.167-173, Dec. 2003.
25. WHITEHEAD, S.A. ET AL.. Comparison of methods for measuring surface roughness of ceramic **J Oral Rehabil**,v.22, n.6, p. 421-427, Jun. 1995.
26. WARD, M.T.; TATE, W.H.; POWERS, J.M.; Surface roughness of opalescent porcelains after polishing **Oper Dent**, v.20, n.3, p.106-110, May/Jun. 2004.
27. FUZZI, M.; ZACHERONI, Z.; VALLANIA, G. Scanning electron microscopy and profilometer evaluation of glazed and polished dental porcelain. **Int J Prosthodont**, v.39, n.5, p. 452-458, Sep. 1996.
28. AL-WAHADNI, A.; MARTIN, D. M. Glazing and finishing dental porcelain: A literature review. **J Can Dent Assoc**, v.64, n.8, p. 580-583, Sept. 1998.
29. RIBEIRO, F.C. **Avaliação da rugosidade da superfície de cerâmicas dentárias frente ao uso de diferentes sistemas de polimento**. 1998. 125p. Tese (Doutorado em Prótese Dentária) – Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo, São Paulo.
30. JUNG, M. Finishing and polishing of a hybrid composite and a heat-pressed glass ceramic. **Oper Dent**, v.27, n.2, p.175-183, 2002

31. BORGES, G. A. ET AL. Avaliação da dureza e rugosidade superficial da cerâmica feldspática glazeada e polida. **Revista Odonto Ciência**, v.17, n.37, p.302-306, jul/set. 2002.
32. SCHMIDLIN, P.R.; GÖRING, T.N.; Finishing tooth-colored restorations *in vitro*: An index of surface alteration and finish-line destruction **Oper Dent**, v.29, n.1, p.80-86, 2004.
33. VAIDYANATHAN, T.K.; PRASAD, A.; VAIDYANATHAN, J. Properties of feldspathic porcelain and its thermal history. **J Dental Res** v.69, (IADR Abstracts), p.210, (abst. 814), 1990.

**ANEXO - Dados advindos do Software após tratamento estatístico**

--- ANOVA - Analysis of Variance ---

Group	N	Mean	Std Dev	SEM
1	8	0.34	0.05904	0.02087
2	8	0.485	0.06094	0.02155
3	8	0.6412	0.066	0.02333
4	8	0.4288	0.06854	0.02423
5	8	0.6363	0.06255	0.02211
6	8	0.3187	0.04734	0.01674
7	8	0.3338	0.04868	0.01721
8	8	0.4763	0.1013	0.0358
9	8	0.35	0.08106	0.02866

Source of Variation	SS	DF	Variance Est (MS)
Between Groups	1.01	8	0.1263
Within Groups	0.2912	63	0.004623
Total	1.302	71	

$$F = \frac{s2\_bet}{s2\_wit} = \frac{MSbet}{MSwit} = \frac{0.1263}{0.004623} = 27.32 \quad P = 0.000$$

--- Multiple Comparisons - Tukey ---

Comparison	Difference of means	SE	p	q	P<.05
3 vs 6:	0.6412 - 0.3187 =	0.3225	0.02404	9 13.416	Yes
3 vs 7:	0.6412 - 0.3338 =	0.3075	0.02404	9 12.792	Yes
3 vs 1:	0.6412 - 0.34 =	0.3012	0.02404	9 12.532	Yes
3 vs 9:	0.6412 - 0.35 =	0.2912	0.02404	9 12.116	Yes
3 vs 4:	0.6412 - 0.4288 =	0.2125	0.02404	9 8.840	Yes
3 vs 8:	0.6412 - 0.4763 =	0.165	0.02404	9 6.864	Yes
3 vs 2:	0.6412 - 0.485 =	0.1562	0.02404	9 6.500	Yes
<b>3 vs 5:</b>	<b>0.6412 - 0.6363 =</b>	<b>0.005</b>	<b>0.02404</b>	<b>9 0.208</b>	<b>No</b>
5 vs 6:	0.6363 - 0.3187 =	0.3175	0.02404	9 13.208	Yes
5 vs 7:	0.6363 - 0.3338 =	0.3025	0.02404	9 12.584	Yes
5 vs 1:	0.6363 - 0.34 =	0.2963	0.02404	9 12.324	Yes
5 vs 9:	0.6363 - 0.35 =	0.2863	0.02404	9 11.908	Yes
5 vs 4:	0.6363 - 0.4288 =	0.2075	0.02404	9 8.632	Yes
5 vs 8:	0.6363 - 0.4763 =	0.16	0.02404	9 6.656	Yes
5 vs 2:	0.6363 - 0.485 =	0.1513	0.02404	9 6.292	Yes
2 vs 6:	0.485 - 0.3187 =	0.1663	0.02404	9 6.916	Yes



2 vs 7:	0.485 - 0.3338 =	0.1513	0.02404	9	6.292	Yes
2 vs 1:	0.485 - 0.34 =	0.145	0.02404	9	6.032	Yes
2 vs 9:	0.485 - 0.35 =	0.135	0.02404	9	5.616	Yes
<b>2 vs 4:</b>	<b>0.485 - 0.4288 =</b>	<b>0.05625</b>	<b>0.02404</b>	<b>9</b>	<b>2.340</b>	<b>No</b>
<b>2 vs 8:</b>	<b>0.485 - 0.4763 =</b>	<b>0.00875</b>				<b>Do not test</b>
8 vs 6:	0.4763 - 0.3187 =	0.1575	0.02404	9	6.552	Yes
8 vs 7:	0.4763 - 0.3338 =	0.1425	0.02404	9	5.928	Yes
8 vs 1:	0.4763 - 0.34 =	0.1363	0.02404	9	5.668	Yes
8 vs 9:	0.4763 - 0.35 =	0.1263	0.02404	9	5.252	Yes
<b>8 vs 4:</b>	<b>0.4763 - 0.4288 =</b>	<b>0.0475</b>				<b>Do not test</b>
4 vs 6:	0.4288 - 0.3187 =	0.11	0.02404	9	4.576	Yes
<b>4 vs 7:</b>	<b>0.4288 - 0.3338 =</b>	<b>0.095</b>	<b>0.02404</b>	<b>9</b>	<b>3.952</b>	<b>No</b>
<b>4 vs 1:</b>	<b>0.4288 - 0.34 =</b>	<b>0.08875</b>				<b>Do not test</b>
<b>4 vs 9:</b>	<b>0.4288 - 0.35 =</b>	<b>0.07875</b>				<b>Do not test</b>
<b>9 vs 6:</b>	<b>0.35 - 0.3187 =</b>	<b>0.03125</b>	<b>0.02404</b>	<b>9</b>	<b>1.300</b>	<b>No</b>
<b>9 vs 7:</b>	<b>0.35 - 0.3338 =</b>	<b>0.01625</b>				<b>Do not test</b>
<b>9 vs 1:</b>	<b>0.35 - 0.34 =</b>	<b>0.01</b>				<b>Do not test</b>
<b>1 vs 6:</b>	<b>0.34 - 0.3187 =</b>	<b>0.02125</b>				<b>Do not test</b>
<b>1 vs 7:</b>	<b>0.34 - 0.3338 =</b>	<b>0.00625</b>				<b>Do not test</b>
<b>7 vs 6:</b>	<b>0.3338 - 0.3187 =</b>	<b>0.015</b>				<b>Do not test</b>

Degrees of freedom: 63