



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA



CURSO DE GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA

Monografia de Final de Curso

Aluno (a): Vanessa Camargo Frison

Orientador (a): Prof. Dr. Lourenço Correr Sobrinho

Ano de Conclusão do Curso: 2007

TCC 376

A handwritten signature in black ink, appearing to be "L. Correr Sobrinho", written over a horizontal line.

Assinatura do (a) Orientador (a)

Vanessa Camargo Frison

Influência do tratamento de superfície na dureza Vickers e na rugosidade de superfície de quatro cerâmicas odontológicas incisais.

Monografia apresentada no
Curso de Odontologia da
Faculdade de Odontologia de
Piracicaba - UNICAMP – para
Obtenção do Diploma de
Cirurgião-Dentista.

Orientador: Prof. Dr. Lourenço Correr Sobrinho



Piracicaba
2007

Unidade FOP/UNICAMP
N. Chamada
Vol. Ex.
Tombo BC/

C.T. 786435

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA**
Bibliotecário: Marilene Girello – CRB-8ª. / 6159

F918i Frison, Vanessa Camargo.
Influência do tratamento de superfície na dureza Vickers e na rugosidade de superfície de quatro cerâmicas odontológicas incisais. / Vanessa Camargo Frison. -- Piracicaba, SP : [s.n.], 2007.
34f. : il.

Orientador: Lourenço Correr Sobrinho.
Monografia (Graduação) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba.

1. Materiais dentários. 2. Polimento dentário. I. Correr Sobrinho, Lourenço. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Odontologia de Piracicaba. III. Título.

(mg/fop)

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Lourenço Correr Sobrinho,
pela oportunidade, habilidade com que orientou
nosso trabalho e por toda ajuda e apoio.

Dedico este trabalho a meus pais,
Hércule e Silvana e à minha irmã,
Renata, por todo o apoio e união
ao longo desses quatro anos
de aprendizado.
Dedico também a meu filho, Victor,
minha alegria de todos os dias.

SUMÁRIO

	Pág.
1. Lista de Ilustrações	5
1.1 Lista de quadros	5
1.2 Lista de tabelas	5
1.3 Lista de figuras	6
2. Lista de abreviaturas e palavras em latim	7
3. Resumo	8
4. Introdução	9
5. Proposição	11
6. Materiais e Métodos	12
6.1 Materiais	12
6.2 Método	12
6.2.1. Confecção dos discos de cerâmica	12
6.2.2. Tratamentos de superfície	14
6.2.3. Simulação de ajuste oclusal por desgaste abrasivo	14
6.2.4. Polimento e Glaze	15
6.2.5. Ensaio de rugosidade de superfície	16
6.2.6. Ensaio de dureza Vickers	17
6.2.7. Microscopia eletrônica de varredura (MEV)	17
6.2.8. Análise estatística dos dados	18
7. Resultados	18
7.1. Rugosidade de superfície	18
7.2. Dureza Vickers	20
7.3. Microscopia eletrônica de varredura	22
8. Discussão	27
9. Conclusões	31
10. Referências Bibliográficas	32

1. LISTA DE ILUSTRAÇÕES

1.1. Lista de Quadros

Quadro I: Descrição das cerâmicas odontológicas, nome comercial, fabricante, descrição e indicação.

Quadro II: Ciclos de sinterização das cerâmicas: Pré-aquecimento, Temperatura Inicial, Temperatura de início do vácuo, Temperatura Final, Velocidade de Aquecimento, Tempo de Manutenção do forno fechado com ou sem vácuo.

Quadro III: Ciclos de glazeamento: Pré-aquecimento, Temperatura Inicial, Temperatura de início do vácuo, Temperatura Final, Velocidade de Aquecimento, Tempo de Manutenção do forno fechado com ou sem vácuo.

1.2. Lista de Tabelas

Tabela 1: Valores médios de rugosidade de superfície Ra (rugosidade média - μm) de quatro tipos de cerâmica incisal, submetidas a quatro tratamentos de superfície (Glaze, Polimento com Sistema Shofu, Polimento com Sistema Shofu + glaze, Polimento com Sistema Shofu + pasta diamantada).

Tabela 2: Valores médios de dureza Vickers (KHV) de quatro tipos de cerâmica incisal, submetidas a quatro tratamentos de superfície (Glaze, Polimento com Sistema Shofu, Polimento com Sistema Shofu + glaze, Polimento com Sistema Shofu + pasta diamantada).

1.3. Lista de Figuras

Figura 1: Rugosidade média (Ra) das cerâmicas após tratamentos de superfícies finais.

Figura 2: Valores médios de dureza Vickers das cerâmicas após tratamentos de superfícies finais.

Figura 3: Aspecto morfológico da superfície da cerâmica Dsign após os tratamentos de superfície (polimento, polimento + pasta, Polimento + glaze e glaze) (350X).

Figura 4: Aspecto morfológico da superfície da cerâmica IPS Empress 2 após os tratamentos de superfície (polimento, polimento + pasta, Polimento + glaze e glaze) (350X).

Figura 5: Aspecto morfológico da superfície da cerâmica IPS Eris for E2 após os tratamentos de superfície (polimento, polimento + pasta, Polimento + glaze e glaze) (350X).

Figura 6: Aspecto morfológico da superfície da cerâmica Vision Esthetic após os tratamentos de superfície (polimento, polimento + pasta, Polimento + glaze e glaze) (350X).

2. LISTA DE PALAVRAS E ABREVIATURAS EM LATIM

	Pág.
CPP = cerâmica pura prensada	12
<i>et al.</i> = e outros (abreviatura de “et lii”)	11,28, 29, 30
Grupo G = sem polimento, grupo controle (Glaze)	15
Grupo P = polimento com abrasivos Shofu	15
Grupo PP = polimento com abrasivos Shofu e pasta diamantada	15
Grupo PG = polimento com abrasivos Shofu e Glaze	15
MC = metalocerâmica	12
Ra = rugosidade média	8,16,18, 19, 20

3. RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar a rugosidade de superfície e a dureza Vickers de quatro materiais cerâmicos utilizados para cobertura incisal, após serem submetidos aos tratamentos de superfície: polimento mecânico com Sistema Shofu, polimento mecânico + pasta diamantada, polimento mecânico + glaze e glaze (controle). Foram confeccionados quarenta discos com oito mm de diâmetro por dois mm de espessura da cerâmica para cobertura incisal da dentina cor A3. O pó cerâmico de cada marca comercial (IPS Empress 2, IPS Eris for E2, DESIGN e Vision Esthetic) foi aglutinado com o líquido modelador indicado e aplicado em uma matriz metálica bipartida. Após a sinterização e o esfriamento, os discos foram desgastados com uma ponta diamantada 3098 F e 3098 FF (KG Sorensen), simulando ajuste oclusal clínico e subdivididos em quatro grupos com 10 discos cada: Grupo P – Polimento com abrasivos do Sistema Shofu; Grupo PP – Polimento + Pasta Diamantada; Grupo PG – Polimento + Glaze; e, Grupo G – Glaze (Controle). Após os tratamentos de superfície, os corpos-de-prova foram levados ao rugosímetro Surf-Corder (SE 1700) para mensuração da rugosidade de superfície, utilizando o parâmetro Ra. Foram feitas três leituras em cada corpo-de-prova, totalizando 480 leituras. A dureza Vickers foi efetuada no aparelho HMV-2 (Shimadzu), calibrado com carga de 1kgf atuando por 15 segundos. Cinco penetrações foram feitas em cada corpo-de-prova, para cada tipo de cerâmica e tratamento de superfície, totalizando 800 medidas. Os dados foram submetidos à Análise de Variância e ao Teste de Tukey (5%) e mostraram que para cada tratamento de superfície com glaze e polimento com Sistema Shofu + glaze, a cerâmica Vision Esthetic apresentou os maiores valores de rugosidade, enquanto que a cerâmica IPS Eris for E2 os menores. O polimento com o Sistema Shofu e polimento com pasta diamantada não mostrou diferença estatística entre todas as cerâmicas. De maneira geral, a rugosidade superficial sofreu influência de tratamento de superfície em todas as cerâmicas utilizadas. O polimento com o Sistema Shofu e pasta diamantada proporcionou as menores médias de rugosidade em todas as cerâmicas utilizadas, enquanto o tratamento com o glaze e polimento com Sistema Shofu, as maiores. Para o tratamento de superfície com o Sistema

Shofu + glaze, polimento + pasta e glaze, a cerâmica Dsign apresentou os maiores valores de dureza. Os menores valores de dureza foram obtidos com a cerâmica IPS Eris for E2 para os quatro tipos de acabamento. Quando se comparou o valor de dureza dentro de cada cerâmica para os quatro tratamentos, os maiores valores de dureza foram obtidos com o polimento Sistema Shofu.

Palavra-chave: Cerâmica; Dureza; Rugosidade de superfície; Tratamento de superfície.

4. INTRODUÇÃO

As cerâmicas odontológicas têm sido amplamente utilizadas como material restaurador estético porque simulam as cores dos dentes naturais como nenhum outro material²⁷. A técnica de estratificação da cerâmica, responsável por permitir a realização de efeitos de cor e translucidez em dentina e esmalte consiste na aplicação e condensação do pó cerâmico umedecido em camadas, até a reprodução da anatomia dental. A estratificação pode ser realizada sobre folha de platina ou troquel refratário ou sobre estruturas metálicas, aluminizadas, cerâmica prensada ou obtida por desgaste.

Entretanto, as cerâmicas de cobertura não preenchem todos os requisitos de um material ideal, são muito friáveis e consideradas mais abrasivas para o esmalte dental antagonista do que os outros materiais restauradores³². Uma restauração deveria desgastar aproximadamente a mesma quantidade do esmalte dental, ou seja, entre 20 e 40 μm por ano²². Porém, esses valores podem ser superiores para pacientes com hábitos como bruxismo, onde a cerâmica deve ser contra-indicada. Adicionalmente, um material restaurador não deve aumentar a taxa de desgaste da superfície dental oposta. A influência dos fenômenos físicos de desgaste dos materiais é complexa, quando duas superfícies estão em contato na presença de movimentos. Para verificar a abrasividade e resistência ao desgaste, o estudo das propriedades mecânicas como dureza e coeficiente de fricção podem ser

utilizados¹⁴. A dureza da cerâmica parece não ser o fator predominante no complexo mecanismo que envolve o desgaste do esmalte dental antagonista¹⁰. Fatores e parâmetros geométricos como a rugosidade de superfície, forma e área das estruturas contactantes terão influência significativa no coeficiente de fricção e, portanto, na abrasividade do material²¹.

Com o intuito de compensar a alta contração da cerâmica no processo de sinterização, o técnico realiza a modelagem anatômica com dimensões aumentadas. Como a contração durante o procedimento de sinterização é difícil de ser controlada, normalmente há necessidade de ajuste na anatomia dental, a fim de obter uma oclusão adequada através de desgaste abrasivo com pedras montadas ou brocas laminadas, tanto em laboratório como na clínica. Assim, o desgaste aumenta a rugosidade de superfície e pode trazer conseqüências indesejáveis, como maior abrasividade, maior acúmulo de placa bacteriana^{19, 33} e redução na resistência da restauração⁴. Portanto, apesar do restabelecimento da lisura ser um procedimento difícil e crítico de se conseguir após a fixação da restauração cerâmica²⁸, o polimento e/ou o glazeamento da cerâmica desgastada é recomendado²⁶.

Existem métodos qualitativos e quantitativos para avaliação da rugosidade de superfície dos materiais, porém os mais comumente utilizados são: análise visual subjetiva e microscopia eletrônica de varredura (qualitativa), e refletividade a laser e método do perfil de rugosidade (quantitativas). A rugosidade é verificada com o rugosímetro, o qual possui uma ponta analisadora (perfilômetro) que percorre perpendicularmente a superfície e registra médias do perfil de rugosidade em diversos parâmetros, fato que possibilita a análise de rugosidade de diferentes superfícies³⁵. Dessa forma, é extremamente útil dispor de valores numéricos para análise de superfícies, seja para resumir diversas informações contidas em uma superfície tridimensional, ou mesmo para separar, comparar e classificar superfícies distintas, geradas por diferentes processos de fabricação.

Alguns estudos têm avaliado técnicas de polimento como o objetivo de obter uma superfície mais lisa ou similar à superfície glazeada^{3,6,7,8,31,34}.

Diversos produtos disponíveis no mercado, como pontas de borracha abrasivas e pastas para polimento diamantadas são utilizadas, mas os resultados dessas pesquisas ainda são conflitantes. Borges et al.⁵ (2002) verificaram aumento da rugosidade de superfície e na dureza Vickers em uma cerâmica odontológica, após a simulação de ajuste oclusal e polimento em relação à cerâmica glazeada.

O desgaste abrasivo é um procedimento que remove o glaze e torna a superfície rugosa, expondo porosidades e criando bordas pontiagudas que aumentam a abrasividade do material¹⁸. Com o intuito de diminuir a rugosidade de superfície, além da técnica de glazeamento, o profissional tem à sua disposição diversos conjuntos de materiais abrasivos específicos para acabamento e polimento de restaurações cerâmicas, que permitem melhora na resistência estrutural^{1,2,12,33} de maneira a suportar as condições bucais²¹ e assegurando as características ópticas desejáveis da cerâmica.

Deste modo, considerando de fundamental importância o conhecimento das propriedades de dureza e rugosidade dos materiais odontológicos restauradores, julgamos válido avaliar a influência do tratamento de superfície na rugosidade superficial e na dureza de materiais cerâmicos de cobertura.

5. PROPOSIÇÃO

O objetivo deste estudo foi avaliar a rugosidade de superfície e a dureza Vickers de quatro materiais cerâmicos comerciais (IPS Empress 2, IPS Eris for E2, Dsign e Vision Esthetic) utilizados para cobertura incisal, após serem submetidos a quatro tratamentos de superfície: polimento mecânico com Sistema Shofu, polimento mecânico + pasta diamantada, polimento mecânico + glaze e glaze (controle).

6. MATERIAIS E MÉTODOS

6.1. MATERIAIS

As cerâmicas odontológicas incisais que foram utilizadas nesse estudo (Quadro I) são indicadas para recobrimento da cor de dentina A3 de restaurações protéticas de cerâmica pura prensada (CPP) e metalocerâmicas (MC).

Quadro I – Descrição das cerâmicas odontológicas, nome comercial, fabricante, descrição e indicação.

Nome Comercial	Fabricante	Descrição	Indicação
Vision Esthetic	Wohwend	Vidro-Leucita	CPP
IPS Empress 2	Ivoclar	Leucita	CPP
IPS Eris for E2	Ivoclar	Fluorapatita e Leucita	CPP
Dsign	Ivoclar	Fluorapatita e Leucita	MC

6.2. MÉTODO

6.2.1. Confeção dos discos de cerâmica

A técnica de manipulação e aplicação simulou o método laboratorial convencional. Os pós das cerâmicas foram aglutinados aos respectivos líquidos fornecidos pelos fabricantes em uma placa de vidro com auxílio de uma espátula flexível (KOTA) para cerâmica, até homogeneização da mistura e obtenção de uma consistência pastosa e brilhante que não se desprende da espátula.

Foram confeccionados quarenta discos para cada marca comercial de cerâmica, à temperatura ambiente de $23 \pm 1^\circ \text{C}$ e umidade relativa de $50 \pm 5\%$. Os discos foram confeccionados utilizando uma matriz metálica cilíndrica, com

cavidade cônica de 2 mm de espessura por 8 mm de diâmetro na região de superfície e 7 mm de diâmetro na superfície oposta. As paredes internas do orifício da matriz apresentavam-se expulsivas e polidas para facilitar a remoção dos discos de cerâmica. A matriz metálica foi adaptada sobre uma base cilíndrica metálica com 15 mm de diâmetro por 7 mm de altura, com um rebaixo de 7 mm de diâmetro por 2 mm de altura.

A inserção da cerâmica na matriz foi realizada utilizando-se um pincel número 3 de pêlo de marta (Ivoclar) umedecido com água deionizada, iniciando-se na região da base menor até o completo preenchimento com excesso.

O processo de condensação da cerâmica foi realizado sob vibração moderada e o excesso de líquido removido com papel absorvente, simulando técnica laboratorial convencional. A remoção dos excessos de cerâmica foi realizada deslizando a matriz metálica sobre uma superfície plana revestida com papel absorvente liso de maneira a planificar as duas faces dos discos.

Com a pressão do êmbolo na base menor da matriz, os discos foram removidos e colocados sobre uma superfície refratária lisa e plana em séries de 16 discos, igualmente distribuídos e com a base maior voltada para baixo.

A sinterização foi realizada em um forno DEKEMA (DeguDent) de acordo com as temperaturas recomendadas pelos fabricantes (Quadro II). Todos os corpos-de-prova foram confeccionados pelo mesmo operador.

Quadro II – Ciclos de sinterização das cerâmicas: Pré-aquecimento, Temperatura Inicial, Temperatura de início do vácuo, Temperatura Final, Velocidade de Aquecimento, Tempo de Manutenção do forno fechado com ou sem vácuo.

Cerâmica Incisal	Pré-aq. (min.)	T.Inicial (-C)	T. Vácuo (°C)	T. Final (°C)	Vel. Aq. (°C/min.)	T. Manut. (min.)	Vácuo (mm/Hg)
Vision Est.	4	400	400	770	45	1	29
IPS Eris E2	6	403	450	754	60	2	0
Dsign	6	403	450	870	60	1	0
IPS Empr.2	6	403	450	799	60	2	0

6.2.2. Tratamentos de superfície

Para realização dos tratamentos de superfície, foram confeccionados matrizes plásticas com tubetes para anestésico. Um disco de cerâmica foi vaselinado em sua base menor, posicionado no interior de um tubete plástico para anestésico preenchido com resina acrílica quimicamente ativada (Duralay) na fase plástica. O posicionamento do disco no tubete foi realizado com a base maior para cima, de maneira a deixar exposto 0,5 mm de espessura do disco além da borda do tubete.

Após polimerização da resina acrílica e remoção do disco cerâmico que serviu como modelo, seleção aleatória dos discos foi feita para realização dos tratamentos de superfície.

6.2.3. Simulação de ajuste oclusal por desgaste abrasivo

Inicialmente, as cerâmicas foram submetidas ao desgaste com pontas diamantadas cilíndricas de granulação fina (3098 F – KG Sorensen) acoplada à caneta de alta rotação (Kavo do Brasil), com pressão manual moderada simulando ajuste oclusal clínico e sob refrigeração.

O desgaste da superfície foi realizado tomando-se o cuidado de deixar a superfície o mais regular possível com uma ponta diamantada fina 3098 F.

Os discos cerâmicos foram levemente secos com jato de ar para facilitar a visualização de possíveis irregularidades superficiais. Quando necessárias correções foram realizadas girando-se a posição dos discos. As pontas diamantadas foram trocadas a cada cinco amostras. Em seguida, todo procedimento foi repetido com ponta diamantada extrafina (3098 FF – KG Sorensen) e a limpeza dos discos realizada em ultra-som por dez minutos.

6.2.4. Polimento e Glaze

Dos quarenta corpos-de-prova cerâmicos de cada marca comercial, dez foram separados aleatoriamente para tratamento da superfície com glaze (controle) e trinta foram polidos mecanicamente utilizando-se o Sistema Shofu de polimento em baixa rotação, empregando movimentos circulares e pressão moderada. O sistema possui uma pedra de óxido de alumínio de granulação fina (Dura-White) e três pontas de borracha (Ceramisé), que foram utilizadas seguindo ordem decrescente de abrasividade (sem tarja, tarja amarela e tarja branca) por 40 segundos cada, num total de 160 segundos por disco cerâmico.

Dos trinta discos polidos, dez foram selecionados aleatoriamente para polimento complementar com pasta diamantada 6 μm (KG Sorensen) e dez receberam glaze, constituindo os seguintes grupos experimentais:

- GRUPO P (10 discos): Polimento com abrasivos Shofu.
- GRUPO PP (10 discos): Polimento com abrasivos Shofu e pasta diamantada.
- GRUPO PG (10 discos): Polimento com abrasivos Shofu e Glaze.
- GRUPO G (10 discos): Sem polimento, grupo controle (Glaze).

O polimento de 10 discos cerâmicos com pasta diamantada do grupo PP foi realizado com uma roda de feltro (TDV) montado em mandril de baixa rotação por 40 segundos.

Uma pasta glazeadora de baixa fusão e líquido específico para glaze foram misturados em quantidades iguais e uma fina camada foi aplicada com pincel número 3 (overglaze) sobre a superfície dos discos de cerâmica dos grupos PG (polimento+ glaze) e G (glaze). Os ciclos de glazamento foram efetuados de acordo com as temperaturas recomendadas pelos fabricantes (Quadro III).

Quadro III - Ciclos de glazamento: Pré-aquecimento, Temperatura Inicial, Temperatura de início do vácuo, Temperatura Final, Velocidade de Aquecimento, Tempo de Manutenção do forno fechado com ou sem vácuo.

Cerâmica incisal	Pré-aq. (min.)	T.Inicial (°C)	T. Vácuo (°C)	T. Final (°C)	Vel. Aq. (°C/min.)	T. Manut. (min.)	Vácuo (mm/Hg)
Vision Est.	5	400	-	740	45	2	0
IPS Eris E2	6	403	450	724	60	1-2	0
Dsign	4	403	450	830	60	2	0
IPS Empr.2	6	403	450	769	60	2	0

6.2.5. Ensaio de rugosidade de superfície

Todos os discos de cerâmica foram limpos com água deionizada em ultra-som por 10 minutos, secos sob papel absorvente e levados individualmente ao rugosímetro Surf-Corder (SE 1700).

Um dispositivo plástico contendo cera utilidade serviu de suporte para posicionamento dos discos, ficando a superfície tratada voltada para cima e paralela à base do suporte.

O aparelho foi calibrado com filtro de medição am 0,25 mm (cut-off), velocidade de leitura de 0,1 mm/seg e comprimento de avaliação de 1,25 mm. Foram feitas três leituras com a agulha do perfilômetro passando pelo centro geométrico das amostras em três posições diferentes, obtidas girando os corpos-de-prova, totalizando 480 leituras e as médias foram calculadas.

O parâmetro avaliado foi Ra (Rugosidade Média): é a média aritmética obtida pelos desvios de rugosidade do perfil. Pode ser definida como a média do somatório das distâncias absolutas do perfil de rugosidade à linha central dentro do traçado avaliado.

6.2.6. Ensaio de dureza Vickers

Após mensuração da rugosidade, todos os corpos-de-prova aleatoriamente selecionados foram levados individualmente ao aparelho de dureza HMV-2 (Shimadzu). Com auxílio de um microscópio mensurador acoplado ao aparelho, áreas com maior homogeneidade próximas ao centro geométrico das superfícies tratadas dos discos foram selecionadas para realização do ensaio. O aparelho foi calibrado para carga de 1kgf, atuando por 15 segundos.

Foram realizadas 5 penetrações em cada corpo-de-prova, totalizando 800 medidas. Com auxílio do microscópio mensurador acoplado ao aparelho, a dimensão da diagonal (d) da penetração foi medida e a dureza Vickers determinada de acordo com a fórmula: $Hv = 0,1891 F/d^2$, onde F = carga utilizada e d = diâmetro do corpo-de-prova¹².

6.2.7. Microscopia eletrônica de varredura (MEV)

Após realização dos ensaios, um corpo-de-prova de cada grupo de tratamento de superfície para cada tipo de cerâmica odontológica foi aleatoriamente selecionado para observação em microscopia eletrônica de varredura (MEV).

Os corpos-de-prova foram limpos em ultra-som com água deionizada por 10 minutos, secos com papel absorvente e estufa a 37° C por mais dez minutos e fixados com fita dupla face de carbono em bases metálicas numeradas ("stubs").

Após verificação com gás argônio por 5 vezes, a superfície das amostras foram revestidas com liga de ouro-paládio sob alto vácuo (Balzers – SCD 050 sputt coater, Alemanha) por 80 segundos e levadas ao microscópio eletrônico (Carl Zeiss DSM 940 A, Alemanha) ajustado com 15 KV, com o objetivo de examinar a morfologia de superfície das cerâmicas com aumento de 350 vezes.

6.2.8. Análise estatística dos dados

As médias obtidas nos testes de dureza Vickers e rugosidade de superfície foram submetidas à Análise de Variância e ao Teste de Tukey em nível de 5%.

7. RESULTADOS

7.1. Rugosidade de superfície

As médias da rugosidade de superfície Ra (μm) dos quatro tipos de cerâmicas, submetidas a quatro tratamentos de superfície estão apresentados na Tabela 1 e Figura 1. Na rugosidade de superfície para a condição glaze, a cerâmica Vision Esthetic foi estatisticamente superior às demais ($p < 0,05$). Nenhuma diferença estatística foi observada entre as cerâmicas Empress 2, Dsign e IPS Eris for E2 ($p < 0,05$). Com relação à superfície polida + glaze foi observado que a cerâmica Vision Esthetic apresentou valores de rugosidade de superfície estatisticamente superior às cerâmicas Empress 2 e Dsign ($p < 0,05$). A cerâmica IPS Eris for E2 apresentou rugosidade estatisticamente superior à cerâmica Empress 2 ($p < 0,05$). Nenhuma diferença estatística foi observada entre as cerâmicas Empress 2 e Dsign, Dsign e IPS Eris for E2 e Vision Esthetic e IPS Eris for E2 ($p < 0,05$).). Nenhuma diferença estatística foi observada entre todas as cerâmicas para os tratamentos de superfície polimento e polimento + pasta diamantada ($p < 0,05$).

Quando comparamos os quatro tratamentos de superfície para cada cerâmica, observamos que as superfícies glaze, polimento e polimento + glaze das cerâmicas Vision Esthetic e Dsign apresentaram valores de rugosidade estatisticamente superiores ao polimento + pasta ($p < 0,05$). A cerâmica IPS Eris for E2 apresentou maiores valores de rugosidade para as condições polimento e polimento + glaze, diferindo estatisticamente do polimento + pasta e glaze ($p < 0,05$). A cerâmica Empress 2 nas condições glaze e polida apresentou

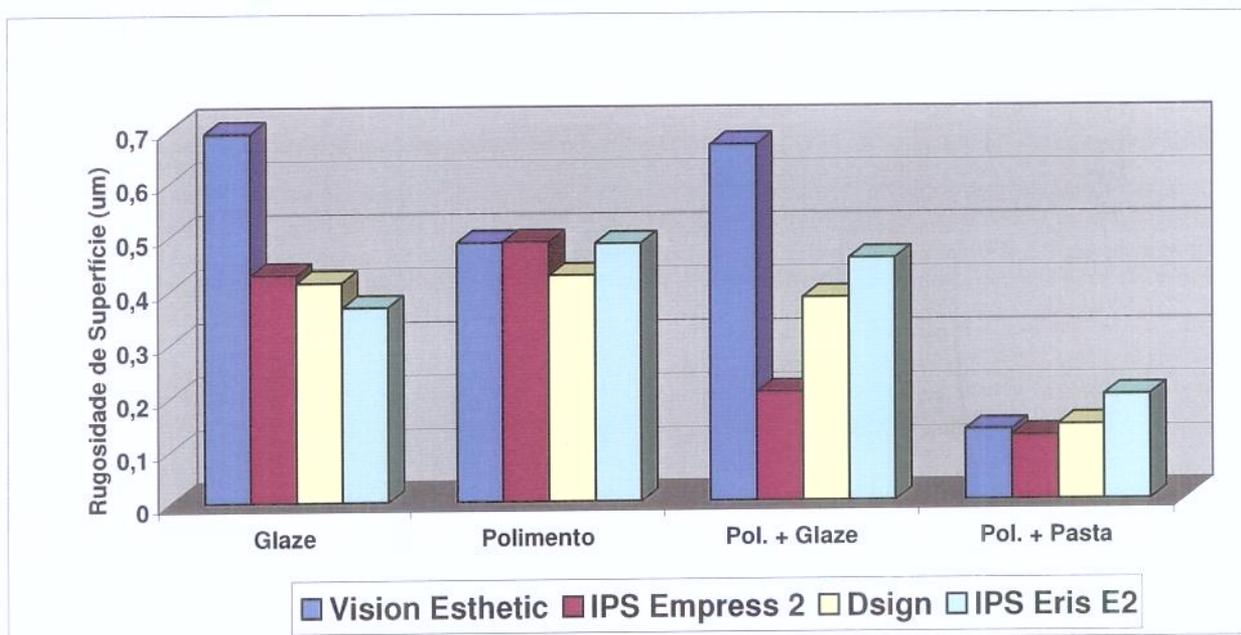
valores de rugosidade estatisticamente superior às condições polida + glaze e polida + pasta ($p < 0,05$).

Tabela 1 - Valores médios de rugosidade de superfície Ra (rugosidade média - μm) de quatro tipos de cerâmica incisal, submetidas a quatro tratamentos de superfície (Glaze, Polimento com Sistema Shofu, Polimento com Sistema Shofu + glaze, Polimento com Sistema Shofu + pasta diamantada).

Cerâmicas	Tratamentos de superfície			
	Glaze	Polimento Sistema Shofu	Polimento Sistema Shofu + Glaze	Polimento Sistema Shofu + Pasta Diamantada
Vision Esthetic	0,691 (0,178) a,A	0,485 (0,087) a,A	0,667 (0,242) a,A	0,133 (0,028) a,B
IPS Empress 2	0,427 (0,137) b,A	0,486 (0,184) a,A	0,205 (0,161) b,B	0,122 (0,026) a,B
Dsign	0,412 (0,114) b,A	0,424 (0,041) a,A	0,381 (0,176) bc,A	0,142 (0,047) a,B
IPS Eris for E2	0,366 (0,188) b,AB	0,483 (0,113) a,A	0,454 (0,170) ac,A	0,197 (0,083) a,B

Médias seguidas por letras distintas minúscula na coluna e maiúscula na linha diferem entre si, em nível de 5% pelo Teste de Tukey. Desvio padrão entre parênteses.

Figura 1 – Rugosidade média (Ra) das cerâmicas após tratamentos de superfície finais.



7.2. Dureza Vickers

As médias da dureza Vickers dos quatro tipos de cerâmicas, submetidas a quatro tratamentos de superfície estão apresentadas na Tabela 2 e Figura 2. A dureza Vickers para a condição glaze, as cerâmicas Dsign, Empress 2 e Vision Esthetic foram estatisticamente superiores à cerâmica IPS Eris for E2 ($p < 0,05$). Nenhuma diferença estatística foi observada para a condição polimento ($p < 0,05$). Com relação à superfície polida + glaze, foi observado que as cerâmicas Dsign, Empress 2 e Vision Esthetic apresentaram valores de dureza estatisticamente superiores à cerâmica IPS Eris for E2 ($p < 0,05$). Na condição superfície polida + pasta diamantada, a cerâmica IPS Eris for E2 apresentou a menor dureza com diferença estatisticamente superior em relação às demais ($p < 0,05$).

Quando comparados, os quatro tratamentos de superfície para cada cerâmica mostram que para a cerâmica Vision Esthetic nenhuma diferença estatística foi observada. ($p < 0,05$). As superfícies polidas das cerâmicas Dsign e Empress 2 apresentaram valores de dureza Vickers estatisticamente

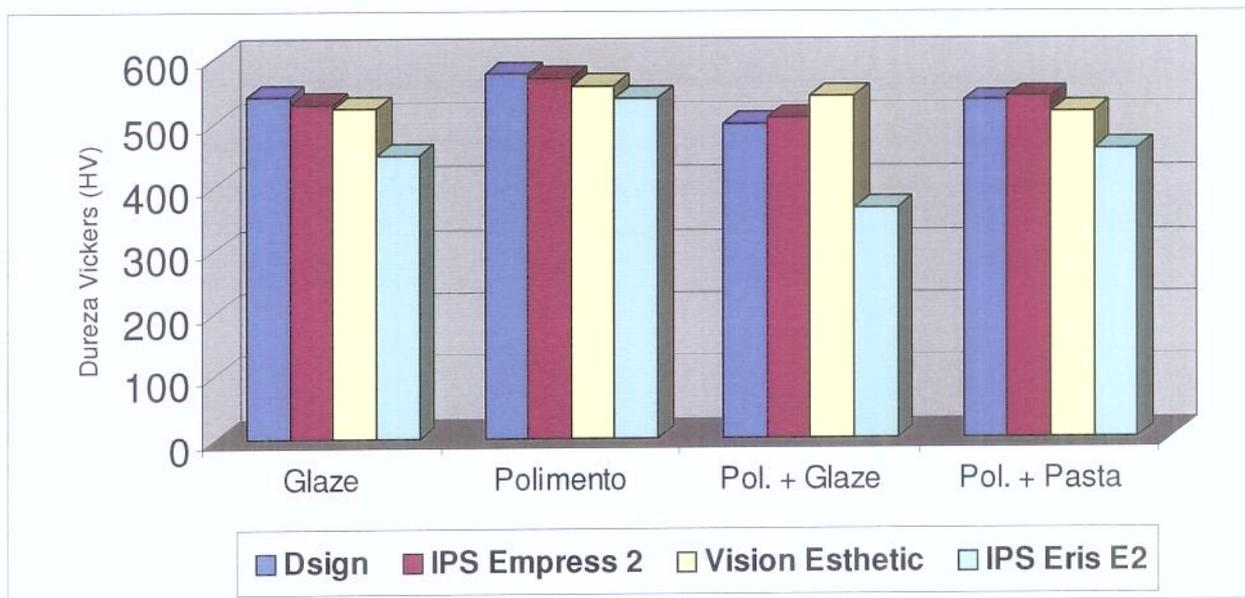
superiores ao polimento + glaze ($p < 0,05$). A cerâmica IPS Eris for E2, na condição polimento apresentou valores de dureza estatisticamente superiores aos demais tratamentos ($p < 0,05$).

Tabela 2: Valores médios de dureza Vickers (KHV) de quatro tipos de cerâmica incisal, submetidas a quatro tratamentos de superfície (Glaze, Polimento com Sistema Shofu, Polimento com Sistema Shofu + glaze, Polimento com Sistema Shofu + pasta diamantada).

Cerâmicas	Tratamentos de superfície			
	Glaze	Polimento Sistema Shofu	Polimento Sistema Shofu + Glaze	Polimento Sistema Shofu + Pasta Diamantada
Dsign	541,6 (35,28) a,AB	575,5 (33,23) a,A	498,5 (35,28) b,B	533,3 (47,02) ab,AB
IPS Empress 2	527,8 (24,54) ab,AB	567,5 (40,76) a,A	506,9 (36,96) b,B	539,3 (22,28) a,AB
Vision Esthetic	521,1 (22,67) ab,A	557,3 (58,20) a,A	541,3 (15,64) ab,A	515,1 (31,59) ab,A
IPS Eris for E2	447,7 (46,17) c,B	536,5 (39,00) a,A	364,0 (73,21) c,C	456,2 (48,20) c,B

Médias seguidas por letras distintas minúscula na coluna e maiúscula na linha diferem entre si, em nível de 5% pelo Teste de Tukey. Desvio padrão entre parênteses.

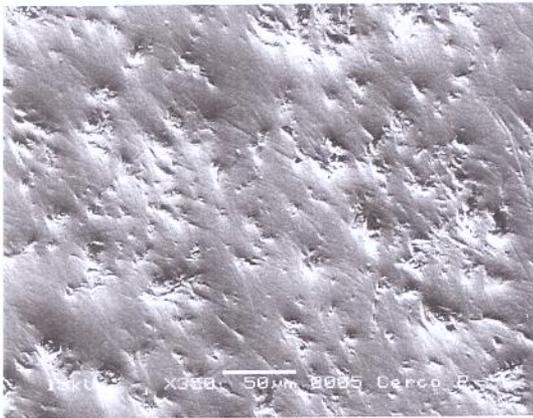
Figura 2 – Valores médios de dureza Vickers das cerâmicas após tratamentos de superfícies finais.



7.3. Microscopia eletrônica de varredura

As Figuras 3 a 6 mostram imagens de M.E.V. (350X) das superfícies das cerâmicas (Dsign, IPS Empress 2, IPS Eris for E2 e Vision Esthetic) após serem submetidas a quatro tratamentos de superfície (polimento mecânico com Sistema Shofu; polimento mecânico com Sistema Shofu + pasta diamantada; polimento mecânico com Sistema Shofu + glaze e glaze).

Figura 3: Aspecto morfológico da superfície da cerâmica Dsign após os tratamentos de superfície (polimento, polimento + pasta, polimento + glaze e glaze) (350X).



Polimento



Polimento + Pasta



Polimento + Glaze



Glaze

Figura 4: Aspecto morfológico da superfície da cerâmica IPS Empress 2 após os tratamentos de superfície (polimento, polimento + pasta, polimento + glaze e glaze) (350X).



Polimento



Polimento + Pasta



Polimento + Glaze



Glaze

Figura 5: Aspecto morfológico da superfície da cerâmica IPS Eris for E2 após os tratamentos de superfície (polimento, polimento + pasta, polimento + glaze e glaze) (350X).



Polimento



Polimento + Pasta

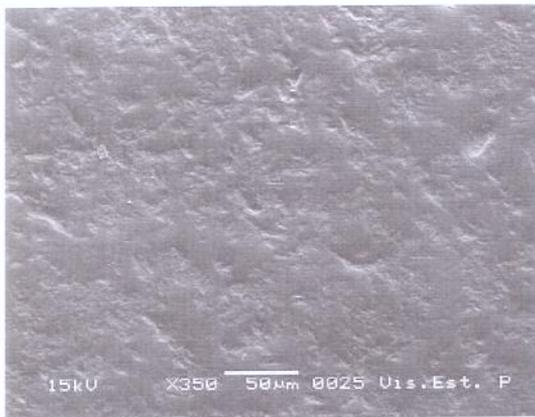


Polimento + Glaze



Glaze

Figura 6: Aspecto morfológico da superfície da cerâmica Vision Esthetic após os tratamentos de superfície (polimento, polimento + pasta, polimento + glaze e glaze) (350X).



Polimento



Polimento + Pasta



Polimento + Glaze



Glaze

+

8. DISCUSSÃO

O tratamento de superfície realizado na cerâmica de cobertura antes da cimentação é um procedimento decisivo no sucesso da reabilitação protética. Como o número de queimas da cerâmica deve ser minimizado para evitar alteração nas propriedades mecânicas e na cor²⁵, todos os ajustes deveriam ser realizados previamente ao glaze. Como são materiais com estrutura amorfa e com dureza superior à do esmalte, a rugosidade pode contribuir para sua capacidade abrasiva^{9,27}, entretanto, materiais não cristalinos podem exibir baixos valores de deslizamento¹¹. Esse fator tem relação direta com a lisura superficial do material, ou seja, quanto menor a rugosidade, maior a facilidade de deslizamento, e, conseqüentemente, menor desgaste por abrasão¹².

A técnica de polimento deve ser selecionada pelo tamanho e localização da área a ser polida, utilizando-se abrasivos com decréscimo sistemático no tamanho das partículas^{13,15,28}. Neste estudo, o desgaste foi realizado com pontas diamantadas cilíndricas 3098 F (45 μ m) e 3098 FF (30 μ m), polimento com sistema Shofu (22 a 10 μ m) e pasta diamantada (6 μ m). Para que o polimento da cerâmica de cobertura seja efetivo, é necessário que a condensação da cerâmica seja realizada adequadamente para minimização de porosidades³⁴. Buscando situação condizente com a realidade, a aplicação e condensação da cerâmica na matriz metálica simularam a técnica de estratificação laboratorial convencional, utilizando-se papel absorvente e realizando vibração moderada, a ponto de não comprometer um elemento com formato anatômico. Além disso, o glaze foi aplicado somente após a simulação de ajuste oclusal. Isso se deve ao fato de tentar simular o que normalmente deveria ocorrer numa situação clínica.

Neste estudo, os resultados expostos na Tabela 1 e Figura 1 mostram que o polimento das cerâmicas com o Sistema Shofu seguido do polimento com pasta diamantada proporcionou os menores valores de rugosidade para todas as cerâmicas. Já a superfície glazeada teve os maiores valores de rugosidade, apresentando resultados similares em relação às superfícies polidas com o Sistema Shofu e Sistema Shofu + glaze. Esses resultados

discordaram dos observados por Patterson *et al.*, 1991²⁸; Borges *et al.*, 2002⁵ e Sasahara, 2003³⁰, os quais mostraram superfícies com glaze com menores valores de rugosidade em relação às superfícies polidas.

Neste estudo ficou evidente a importância da utilização de pasta diamantada no polimento final para as cerâmicas, pois proporcionou superfícies lisas e homogêneas, tratamento já recomendado por Brewer (1990)⁶, Scurria & Powers (1994)³¹ e Ribeiro (1998)²⁹. Por outro lado, Hulterstom & Bergam (1993)¹⁶ mostraram que, no polimento de cerâmicas, a pasta diamantada é desnecessária, o que neste estudo foi observado somente para a cerâmica IPS Eris for E2. Entretanto, diferentemente da metodologia utilizada por Ribeiro (1998)²⁹, o polimento realizado no presente estudo aconteceu em superfície plana e, para obtenção dos mesmos resultados em superfícies onduladas e confinadas como superfícies oclusais, provavelmente exista a necessidade de um tempo maior que 40 segundos por procedimento em uma área equivalente. Dessa forma, se o elemento cerâmico ainda não foi fixado e regiões de difícil acesso estão presentes, o glazeamento pode produzir melhores resultados.

Segundo Bargui *et al.* (1975)³, a sinterização da pasta glazeadora sobre a superfície da cerâmica proporciona superfície mais lisa que o glazeamento natural por selar poros e irregularidades superficiais, não sendo necessário polir a superfície previamente. Entretanto, como a pasta glazeadora é aplicada em uma fina camada, de acordo com as irregularidades produzidas pelo desgaste, um polimento prévio pode ser necessário. Neste estudo, esse fato foi observado para a cerâmica IPS Empress 2, que mostrou diminuição significativa na rugosidade superficial com o polimento prévio ao glaze. Para as outras três cerâmicas, que receberam glazeamento natural, o polimento prévio ao glaze não contribuiu para menor rugosidade, sem diferença estatística entre elas.

Com relação ao comportamento entre as cerâmicas dentro de cada tratamento de superfície, a Tabela 1 e Figura 1 mostram que o polimento e o polimento + pasta não apresentaram nenhuma diferença estatística na rugosidade entre as cerâmicas ensaiadas. Isso ocorreu, provavelmente, pela eficiência do polimento e polimento mais aplicação da pasta de diamante (6

μm). Entretanto, quando as cerâmicas foram analisadas para superfície com glaze e polida + glaze, os maiores valores de rugosidade foram obtidos para a cerâmica Vision Esthetic, com diferença estatística em relação às demais. Já o glazeamento da cerâmica IPS Eris for E2 apresentou os menores valores de rugosidade. Com relação às superfícies glazeadas, tais diferenças podem ter ocorrido provavelmente em função das diferentes composições e temperaturas de sinterização dos materiais para glaze, podendo ser verificadas inclusive nas superfícies que receberam polimento prévio.

De acordo com Wiley *et al.* (1989)³⁶, a dureza de um material é a resistência que o mesmo oferece à deformação local. A grande dificuldade no entendimento da distribuição das tensões produzidas no ensaio de dureza Vickers, principalmente em cerâmicas multifásicas, foi relatada por Li *et al.* (1989)²⁴, onde observaram que a dureza Vickers não sofria influência da carga aplicada com cargas maiores que 3 N. Em 1991, Patterson *et al.*²⁸ confirmaram essas informações, explicando que a energia aplicada passa a ser utilizada na formação e propagação de trincas, aliviando a deformação. De acordo com Anusavice (2003)², a dureza está relacionada com propriedades como resistência, limite de proporcionalidade e ductibilidade. Entretanto, como as cerâmicas de cobertura são frágeis, durante o ensaio de dureza, o limite de resistência é atingido antes que ocorra escoamento entre as moléculas e um mecanismo de fratura ocorre²³.

Para Barghi *et al.* (1975)³, o tratamento de superfície possui grande importância na resistência das cerâmicas de cobertura. Considerando que o polimento refinado e o glaze tendem a promover a homogeneização da superfície, falhas superficiais que são fatores predisponentes para o desenvolvimento de trincas e fraturas são minimizadas. Esses autores, comparando a resistência à fratura e a dureza superficial da cerâmica feldspática com diferentes tempos de sinterização para a camada de glaze, observaram que um tempo maior resultou em resistência e dureza superiores. Neste estudo, a sinterização do glaze foi realizada seguindo o tempo máximo recomendado pelos fabricantes.

De acordo com a Tabela 2 e Figura 2, a cerâmica Dsign apresentou os maiores valores de dureza Vickers. Os menores valores de dureza Vickers foram obtidos pela cerâmica IPS Eris for E2. Tais resultados podem sugerir o potencial da cerâmica IPS Eris for E2, com elevado conteúdo de leucita, em causar menor desgaste das estruturas antagonistas. Esses resultados contradizem Kon *et al.* (1994)²⁰, que sugeriram que o menor conteúdo de leucita proporcionaria maior dureza.

Quando a dureza Vickers das cerâmicas foi comparada dentro de cada tratamento de superfície, para a superfície polida, nenhuma diferença estatística foi observada entre as quatro cerâmicas. Dentre as cerâmicas polidas com pasta, glaze e polimento, a cerâmica IPS Eris for E2 apresentou os menores valores de dureza.

Segundo Seghi *et al.* (1991)³², existe baixa correlação entre a taxa de desgaste do esmalte antagonista e os valores de dureza da cerâmica e a correlação entre ambos é mais complexa. Outra explicação para o desgaste do esmalte antagonista com a porcelana é atribuída à diferença do polimento superficial deste material, onde quanto mais rugoso maior será o desgaste do esmalte dental. Por outro lado, os materiais mais duros são mais resistentes a riscos na superfície, mantendo lisura superficial por mais tempo.

Embora o acúmulo de placa bacteriana na superfície das restaurações cerâmicas não seja um problema de relevância clínica, é importante considerar que uma superfície mais rugosa exercerá não somente condições de desenvolvimento de cáries em regiões críticas, mas também propiciar doença periodontal¹⁹. Dentro dessas considerações, o presente trabalho mostra que o polimento com o Sistema Shofu seguido por pasta de diamante seria mais favorável em impedir tais problemas, diferindo dos resultados de Barghi *et al.* (1975)³ e Patterson (1991)²⁸, os quais encontraram menores valores de rugosidade e menor acúmulo de placa bacteriana na superfície de cerâmica glazeada.

De acordo com os resultados desse estudo, a superfície cerâmica com características ideais ainda não foi encontrada, entretanto, todos os materiais responderam favoravelmente ao polimento mecânico, com diminuição do

tamanho das partículas abrasivas até 6 μ m e o glazeamento proporcionou superfície mais rugosa dependendo da cerâmica utilizada. Os tratamentos realizados neste estudo foram em condições favoráveis, porém no polimento intrabucal da restauração submetida ao ajuste, a dificuldade é maior e mais crítica, sobretudo em regiões posteriores. Desse modo, cuidados devem ser tomados pelo clínico no momento de realizar o polimento, devido à dificuldade em restabelecer a superfície adequada, podendo o mesmo empregar o polimento com pasta de diamante para propiciar superfícies adequadas.

9. CONCLUSÕES

1 – Para o tratamento de superfície com glaze e polimento com sistema Shofu + glaze, a cerâmica Vision Esthetic apresentou os maiores valores de rugosidade, enquanto a IPS Eris for E2, o menores. O polimento com o Sistema Shofu e polimento com pasta diamantada não mostraram diferença estatística entre todas as cerâmicas.

2 – De maneira geral, a rugosidade superficial sofreu influência do tratamento de superfície em todas as cerâmicas utilizadas. O polimento com o Sistema Shofu e pasta diamantada proporcionou as menores médias de rugosidade em todas as cerâmicas utilizadas, enquanto o tratamento com o glaze e polimento com Sistema Shofu, as maiores.

3 – Para o tratamento de superfície com o Sistema Shofu + glaze, polimento + pasta e glaze, a cerâmica Dsign apresentou os maiores valores de dureza. Os menores valores de dureza foram obtidos com a cerâmica IPS Eris for E2 para os quatro tipos de acabamento.

4 – Quando se compararam os valores de dureza dentro de cada cerâmica para os quatro tratamentos, os maiores valores de dureza foram obtidos com o polimento Sistema Shofu.

10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 – Anusavice KJ. Degradability of dental ceramics. **Adv Dent Res** 1992; 6: 82-9.
- 2 – Anusavice KJ, Phillips RW. **Phillips' science of dental materials**. St Louis, MO: W.B.Saunders; 2003.
- 3 – Barghi N, King CJ, Draughin RA. A study of porcelain surfaces as utilized in fixed prosthodontics. **J Prosthet Dent** 1975; 34(3): 314-9.
- 4 – Bessing C, Wiktorsson A. Comparison of two different methods of polishing porcelain. **Scand J Dent Res** 1983; 91(6): 482-7.
- 5 – Borges GA, Sobrinho LC, Almeida MAB. Avaliação da dureza e rugosidade superficial da cerâmica feldspática glazeada e polida. **Rev Odonto Ciência** 2002; (37): 302-6.
- 6 – Brewer JD, Garlapo DA, Chipps EA, Tedesco LA. Clinical discrimination between autoglazed and polished porcelain surfaces. **J Prosthet Dent** 1990; 64(6): 631-4.
- 7 – Campbell SD. Evaluation of surface roughness and polishing techniques for new ceramic materials. **J Prosthet Dent** 1989; 61(5): 563-8.
- 8 – Clayton JA, Green E. Roughness of pontic materials and dental plaque. **J Prosthet Dent** 1970; 23(4): 407-11.
- 9 – Craic RG, Powers JM. **Materiais Dentários Restauradores**. 11 ed São Paulo: Edditora Santos, 2004.
- 10 – Dahl BL, Oilo G. In vivo wear ranking of some restorative materials. **Quintessence Int** 1994; 25(8): 561-5.
- 11 – Derand P, Vereby P. Wear of low-fusing dental porcelains. **J Prosthet Dent** 1999; 81(4): 460-3.
- 12 – Ferracane JL. **Materials in dentistry: principles and applications**. Philadelphia: LW & W, 292-311, 1995 Apud Borges GA, Sobrinho LC, Almeida MAB. Avaliação da dureza e rugosidade superficial da cerâmica feldspática glazeada e polida. **Rev Odonto Ciência** 2002; (37): 302-6.
- 13 – Fuzzi M, Zaccheroni Z, Vallania G. Scanning electron microscopy and profilometer evaluation of glazed and polished dental porcelain. **Int J Prosthodont** 1996; 9(5): 452-8.

- 14 – Graig RC, Powers JM. Wear of dental tissues and materials. **Int Dent J** 1976; 26(2): 121-33.
- 15 – Haywood VB, Heymann HO, Kusy RP, Whitley JQ, Andreaus SB. Polishing porcelain veneers: an SEM and specular reflectance analysis. **Dent Mater** 1988; 4(3): 116-21.
- 16 – Hulterstrom AK, Bergman M. Polishing Systems for dental ceramics. **Acta Odontol Scand** 1993; 51(4): 229-34.
- 17 – International Organization for Standardization. **Dental ceramic ISO 6872: 1995 (E)/Ad. 1: 1997 (E)**. Switzerland: ISSO; 1997.
- 18 – Jacobi R, Shillinburg HTJr, Duncanson MGJr. A comparison of the abrasiveness of six ceramic surfaces and gold. **J Prosthet Dent** 1991; 66(3): 303-9.
- 19 – Klausner LH, Cartwright CB, Charbeneau GT. Polished versus autoglazed porcelain surfaces. **J Prosthet Dent** 1982; 47(2) 157-62.
- 20 – Kon M, Kawano F, Asaoka K, Matsumoto N. Effect of leucite crystals on the strength of glassy porcelain. **Dent Mater J** 1994; 13(2): 138-47.
- 21 – Koran A, Graig RG, Tillitson EW. Coefficient of friction of prosthetic tooth materials. **J Prosthet Dent** 1972; 27(3): 269-74.
- 22 – Lambrechts P, Braem M, Vanherle G. Buonocore memorial lecture. Evaluation of clinical performance for posterior composite resins and dentin adhesives. **Oper Dent** 1987; 12(2): 53-78.
- 23 – Lawn BR, Marshal DB. Hardness, Toughness and Brittleness: An Indentation Analysis. **J Am Ceram Soc** 1979; 62 (-8): 347-50.
- 24 – Li Z, Ghsh A, Kobayashi AS, Bradt RC. Indentation fracture toughness of sintered silicon carbide in the Palmqvist regime. **J Am Ceram Soc** 1989; 72(6): 904-11.
- 25 – McLean JW. New dental ceramics and esthetics. **J Esthet Dent** 1995; 7(4): 141-9.
- 26 – Monasky GE, Taylor DF. Studies on the wear of porcelain, enamel and gold. **J Prosthet Dent** 1971; 25(3): 299-306.
- 27 – O'Brien WJ. **Dental materials: properties and selection**. Chicago: Quintessence Pub; 1997.

- 28 – Patterson CJ, McLundie AC., Stirrups DR, Taylor WG. Refinishing of porcelain by using a refinishing kit. **J Prosthet Dent** 1991; 65(3): 383-8.
- 29 – Ribeiro FC. **Avaliação da rugosidade da superfície de cerâmicas dentárias frente ao uso de diferentes sistemas de polimento.** [Tese] São Paulo: USP/FO; 2003.
- 30 – Sasahara RMC. **Avaliação da rugosidade superficial, da dureza e da tenacidade à fratura de cerâmicas odontológicas frente ao polimento e ao glaze.** [Dissertação] São Paulo: USO/FO; 2003.
- 31 – Scurria MS, Powres JM. Surface roughness of two polished ceramic materials. **J Prosthet Dent** 1994; 71(2): 174-7.
- 32 – Seghi RR, Rosenstiel SF, Bauer P. Abrasion of human enamel by different dental ceramics in vitro. **J Dent Res** 1991; 70(3): 221-5.
- 33 – Sorensen JA. A rationale for comparison of plaque-retaining properties of crown systems. **J Prosthet Dent** 1989; 62(3): 264-9.
- 34 – Sulik WD, Plekavich EJ. Surface finishing of dental porcelain. **J Prosthet Dent** 1981; 46(2): 217-21.
- 35 – Whitehead SA, Shearer AC, Watts DC, Wilson NH. Comparison of two stylus methods for measuring surface texture. **Dent Mater** 1999; 15(2): 79-86.
- 36 – Wiley MG. Effects of porcelain on occluding surfaces of restored teeth. **J Prosthet Dnt** 1989; 61(2): 133-7.

