

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Programa de Pós-Graduação em Odontologia



Dissertação

**EFEITO DAS TÉCNICAS DE POLIMENTO E TEMPO NA
RUGOSIDADE SUPERFICIAL, DUREZA E MICROINFILTRAÇÃO DE
RESTAURAÇÕES DE RESINA COMPOSTA APÓS UM ANO DE
ARMAZENAGEM**

DANIELA VENTURINI

Pelotas, 2006

DANIELA VENTURINI

**EFEITO DAS TÉCNICAS DE POLIMENTO E TEMPO NA
RUGOSIDADE SUPERFICIAL, DUREZA E MICROINFILTRAÇÃO DE
RESTAURAÇÕES DE RESINA COMPOSTA APÓS UM ANO DE
ARMAZENAGEM**

DISSERTAÇÃO apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia da UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Odontologia (área do conhecimento: Dentística).

Orientador: Prof. Dr. Flávio Fernando Demarco

Co-Orientador: Prof. Dr. Evandro Piva

Pelotas, 2006

Dados de catalogação na fonte:

(Suzana C.B.Medeiros – CRB-10/ 629)

V469e

Venturini, Daniela

Efeito das técnicas de polimento e tempo na rugosidade superficial, dureza e microinfiltração de restaurações de resina composta após um ano de armazenagem / Daniela Venturini; orientação de Flávio Fernando Demarco; co-orientação de Evandro Piva.- Pelotas, 2006.- 69f. Dissertação (Mestrado) – Dentística. Universidade Federal de Pelotas. Faculdade de Odontologia, Pelotas, 2007.

1. Dentística 2. Polimento dentário 3. Resina composta
4. Microinfiltração 5. Rugosidade superficial I. Demarco,
Flávio Fernando (Orient.) II. Piva, Evandro (Orient.) III. Título

Black: D2

Banca examinadora:

Prof. Dr. Alcibíades Nunes Barbosa

Prof. Dr. Fábio Garcia Lima

Prof. Dr. Flávio Fernando Demarco (Orientador)

Ao meu maior mestre, meu exemplo, meu porto seguro e meu amigo que me mostrou a odontologia e me deu todo o estímulo e muita ajuda para a realização dessa meta, ao meu querido tio Altemir (*in memoriam*) dedico com muito carinho este trabalho, o qual é mais um fruto da confiança que depositou em mim.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por permitir que eu nunca perca a vontade de viver, de lutar e acreditar no futuro mesmo sabendo que a vida é em alguns momentos dolorosa.

À minha mãe, Unilda, meu exemplo de mulher forte e bondosa, por seu amor incondicional, sua coragem, sua dedicação, sua confiança e, principalmente, pela luta incansável e privação a fim de alcançar o objetivo de ver seus filhos felizes e capazes. Mãe, todas as minhas conquistas são e sempre serão frutos de sua força de vontade e superação.

Ao meu pai, Dorvalino (*in memoriam*), pela proteção que me dá nos momentos em que nenhuma outra pessoa poderia estar me acompanhando.

Ao meu irmão Dorian, por todo seu incentivo, seu carinho, sua compreensão, seu companheirismo e prestatividade que sempre dedicou a mim. Por me ensinar a “ver a vida por outros ângulos” e a sempre tirar lições boas e levantar a cada dificuldade vivida.

À minha irmãzinha Alana, por todo seu carinho, que com suas cartinhas e telefonemas me fez sentir mais próxima de minha família nestes longos anos longe de casa.

Ao meu padrasto Valério, por me considerar uma filha e sempre proteger a mim e a minha família.

Aos meus avós Rosália e Domíngos, por se manterem sempre presentes, atenciosos e prestativos dia a dia dessa caminhada, e por toda confiança depositada em mim.

Ao meu namorado Humberto, por todo seu carinho, atenção e companheirismo. Seu incentivo e compreensão foram fundamentais para que eu concluísse esse objetivo. Perto de ti me sinto mais forte e feliz.

Aos meus tios e tias, pela contínua participação em minha vida. Mesmo, às vezes, sem entender direito o que eu estava fazendo, nunca omitiram ajuda para que eu superasse as dificuldades e alcançasse meus objetivos.

Aos demais familiares que se mantiveram presentes e contribuíram de alguma forma nas minhas conquistas.

Ao meu orientador e amigo Prof. Dr. Flávio Fernando Demarco, pela oportunidade e receptividade me proporcionando as primeiras atividades científicas. Pela confiança em mim depositada e todo o apoio e compreensão durante esta caminhada. Você é um exemplo de Mestre que sem vaidades realiza-se ao ver seus discípulos evoluírem. O seu empenho, doação e superação foram fundamentais para alcançar as qualidades que nosso Programa de Pós Graduação possui hoje. Meu eterno reconhecimento e agradecimento

Ao meu co-orientador Prof. Dr. Evandro Piva, pelas primeiras palavras de incentivo assim que iniciei na vida científica e também por sua colaboração na realização deste estudo. Você foi um exemplo quando aluno deste Curso de Pós Graduação pois, com dedicação e espírito construtivo em busca do conhecimento científico, obteve muitos méritos no crescimento do mesmo. Hoje merece estar nesta coordenação e administrar aquilo que muito ajudou a construir e qualificar.

Ao meu co-orientador Ms. Maximiliano Sergio Senci, pelo grande incentivo durante toda a minha vida acadêmica, sempre me encorajando a buscar o novo e a acreditar no meu potencial. Também, pela fundamental contribuição na realização deste estudo. Sempre muito prestativo e atencioso você compartilhou seus conhecimentos e dedicou-se desde o princípio. Sua colaboração foi indispensável para a realização deste estudo e sua capacidade e genialidade de pensar sempre “à frente” garantiu-nos colher bons frutos desta idéia.

À minha grande amiga Ana Paula Redante, pela amizade e companheirismo durante a graduação, não só “nas baladas” mas também na busca constante por conhecimentos adicionais através das atividades científicas. E, especialmente, por se manter sempre presente na minha vida, tanto nas comemorações como nos

momentos de superação, com certeza nossa amizade superou as distancias hoje existentes e sempre se manterá forte.

Aos meus colegas Mabel, Francine, Josiane, Tiago, Rodrigo, Rafael, Nihad, Fábio Lima, Luciano, Antônio, Elenara, Elaine, Fábio Herrmann, Sinval, Eduardo, Sônia, Henrique e Fabrício; por toda ajuda e amizade, fundamentais para tornar os longos momentos de estudo em agradáveis oportunidades de crescimento não só profissional como também pessoal. Guardo muitas lembranças e sinto muitas saudades de vocês.

À professora Dra. Ana Regina Romano. Professora, Tutora e amiga; pelo exemplo tanto profissional, quanto pessoal. Muito aprendi contigo durante nossa convivência, especialmente no Programa de Ensino Tutorial (PET). Ensinando-me a buscar o diferencial e sempre a eleger minhas prioridades você me preparou para esta pós-graduação e com certeza para a vida, pois sempre levarei comigo estes riquíssimos aprendizados.

À professora Dra. Sandra Beatriz Chavez Tarquínio, pela paciência e dedicação com que me ensinou a escrever meus primeiros parágrafos de um artigo. Com certeza do que sei hoje muitas coisas foi você quem “plantou”.

A todos os professores deste Programa de Pós Graduação em Odontologia, por todo o conhecimento compartilhado, dedicação e prestatividade para com os alunos.

A todos os colegas e amigos do PET, pelos momentos de aprendizado e crescimento humano, os quais me ensinaram a conviver e trabalhar em grupo, ensinamento fundamental para a convivência durante a Pós-Graduação.

À Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Pelotas e a todos os grandes Professores que encontrei durante minha formação, por todo conhecimento doado que me possibilitam hoje exercer minha profissão.

A todos vocês, muito obrigada! A conclusão deste trabalho só se deu pelo apoio e incentivo de todos vocês. Serei eternamente grata...

RESUMO

VENTURINI D. Efeito das técnicas de polimento e tempo na rugosidade superficial, dureza e microinfiltração de restaurações de resina composta após um ano de armazenagem 2006.69 f. Dissertação (Mestrado em Odontologia - Área de Dentística) – Faculdade de Odontologia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas RS.

Este estudo avaliou os efeitos do polimento imediato e mediato na rugosidade média superficial (Ra), dureza Knoop (KHN) e microinfiltração de um compósito microparticulado (Filtek A110) e um híbrido (Filtek Z250), após um ano de armazenagem dos espécimes. Preparos padronizados de 3mm mesio-distais, 3mm incisivo-cervicais e 2mm de profundidade foram realizados na face vestibular de 256 incisivos bovinos, metade destes foi restaurada com cada tipo de compósito. Imediatamente após a fotoativação realizado o acabamento com lixa d'água de granulação 280. Os espécimes restaurados com cada compósito foram divididos em dois grupos. O primeiro grupo (IM) foi polido imediatamente após o acabamento, usando três sistemas diferentes (n=16): **A-** Sof-Lex (3M-ESPE), **B-** FlexiCups (Cosmedent), **C-** (técnica seqüencial)- a seqüência de FlexiCups, Jiffy Polishing Brush (Ultradent) e FlexiBuffs (Cosmedent). Os espécimes foram então armazenados em solução salina a 37°C. O segundo grupo (ME) foi armazenado por duas semanas e então polido com os mesmos sistemas. Parte dos espécimes foi analisada numa primeira etapa do experimento e o restante ficou armazenado por um ano em água destilada a 37°C. Cinco leituras por espécimes foram realizadas para Ra e KHN. Após imersão em fucsina básica realizou-se o teste de penetração de corante sendo após analisado sob aumento (40x) usando escores padrão. Os dados foram verificados através de Análise de Variância e teste SNK (Ra e KHN). Também foram utilizados os testes de Mann-Whitney ou Kruskal-Wallis (microinfiltração). Para comparação com os dados *baseline* foram utilizados os testes t de Student (Ra) e Mann-Withney (infiltração marginal). Todos os testes foram executados com significância de 5%. Após um ano de armazenagem os espécimes do compósito A110 apresentaram significativamente menor rugosidade e menor dureza. A técnica seqüencial promoveu a menor rugosidade e os discos Sof-Lex a menor dureza, essas diferenças foram estatisticamente significantes. Os escores de infiltração marginal foram semelhantes entre os grupos. Após um ano de armazenagem os espécimes apresentaram um aumento significativo na rugosidade. O polimento IM mostrou-se igual, ou melhor, que o ME tanto para a infiltração marginal como para a rugosidade superficial para a maioria dos grupos analisados, no entanto tal fato não foi observado quanto à dureza superficial, exceto quando foi utilizada a técnica seqüencial.

Palavras chaves: Polimento dentário, resina composta, armazenagem, microinfiltração, dureza, rugosidade superficial.

ABSTRACT

VENTURINI D. **Effect of polishing techniques and time on surface roughness, microhardness and microleakage of resin composite restorations after one-year storage.** 2006. 69 f. Dissertação (Mestrado em Odontologia - Área de Dentística) – Faculdade de Odontologia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas RS.

This study evaluated the effects of immediate and delayed polishing on surface roughness (Ra), microhardness (KHN) and microleakage of a microfilled composite (Filtek A110) and a hybrid composite (Filtek Z250) restorations after one-year storage. Standardized cavities preparations were made in the buccal surface of 256 bovine teeth; half were restored with each composite. Immediately after photo activation finishing was carried out with #280 grit sandpaper. For each composite, the specimens were randomly allocated for two sub-groups. The first group (IM) was immediately polished, using three different systems (n=16): A- Sof-Lex; B- Flexicups; and C- a sequential technique using Flexicups, Jiffy Polishing Brush and Flexibuffs. The specimens were stored in saline solution at 37°C. The second group (DE) was stored for two weeks and then polished with the same systems. Part of the specimens had their surface properties analyzed at the baseline, and the remaining specimens were stored for one-year in distilled water at 37°C. Five readings per specimen were taken for each specimen regarding surface roughness and microhardness. After immersion in basic fuchsin, microleakage was evaluated (X40) using standardized scores. Data were analyzed at significance level of 0.05 with analysis of variance and a SNK test (surface roughness and microhardness) or with Mann-Whitney and Kruskal-Wallis (microleakage). For comparison between baseline and one-year Student's t test (Ra) and Mann-Whitney (microleakage) were carried out. After one-year, in general microfilled composite specimens showed lower roughness and hardness. No difference regarding microleakage was observed among different groups, but better sealing was observed in enamel margins. The sequential technique provided the lowest roughness and the Sof-Lex the lowest hardness in the most of the experimental conditions. Aging increased composite roughness. Immediate polishing showed similar or better performance than delayed polishing for microleakage and surface roughness, but this was not observed for microhardness, except in sequential technique groups.

Key words: Dental Polishing, Composite Resin, Storage, Dental microleakage, Microhardness, Surface Roughness.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

DP - desvio padrão

g - grama

h - hora

IM - polimento imediato

ISO - *International Standard Organization*

KHN - *Knoop Hardness Number* – Número de Dureza Knoop

m - metro

ME - polimento mediato

ml - mililitro

mm - milímetro

mm² - milímetro quadrado

mW/cm² - miliwatt por centímetro quadrado

n - número amostral

PVC - policloreto de vinila

Ra - rugosidade superficial

s - segundo

SNK - teste complementar de *Student Newmann Keuls*

X - vezes

°C - graus *Celsius*

µm - micrometro

% - percentagem

< - menor

> - maior

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Características das resinas compostas testadas	58
Tabela 2. Perfil técnico dos sistemas de polimento e detalhes dos procedimentos de polimento.....	58
Tabela 3. Médias (\pm desvio padrão) de rugosidade superficial média (R_a - μ m) das diferentes combinações de materiais, técnicas e tempo de polimento após um ano de armazenagem dos espécimes.....	58
Tabela 4. Médias (\pm desvio padrão) de dureza superficial (KHN) obtidas nas diferentes combinações de materiais, técnicas e tempo de polimento após um ano de armazenagem dos espécimes.....	59
Tabela 5. Medias (\pm desvio padrão) da infiltração marginal das diferentes combinações de materiais, técnicas e tempo de polimento para margens em esmalte após um ano de armazenagem dos espécimes.....	59
Tabela 6. Medias (\pm desvio padrão) da infiltração marginal das diferentes combinações de materiais, técnicas e tempo de polimento para margens em dentina após um ano de armazenagem dos espécimes.....	59
Tabela 7. Comparação entre a rugosidade superficial (R_a - μ m) <i>baseline</i> e após um ano de armazenagem dos espécimes.....	60
Tabela 8. Comparação entre a infiltração marginal em esmalte <i>baseline</i> e após um ano de armazenagem dos espécimes.....	60
Tabela 9. Comparação entre a infiltração marginal em dentina <i>baseline</i> e após um ano de armazenagem dos espécimes.....	61

SUMÁRIO

1. PROJETO DE PESQUISA: EFEITO DAS TÉCNICAS DE POLIMENTO E TEMPO NA RUGOSIDADE SUPERFICIAL, DUREZA E MICROINFILTRAÇÃO DE RESTAURAÇÕES DE RESINA COMPOSTA APÓS UM ANO DE ARMAZENAGEM.....	13
1.1. INTRODUÇÃO.....	14
1.2. PROPOSIÇÃO.....	17
1.3. MATERIAL E MÉTODOS	18
1.4. CRONOGRAMA	22
1.5. DESCRIÇÃO DAS DESPESAS.....	23
1.6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	25
2. EFEITO DAS TÉCNICAS DE POLIMENTO E TEMPO NA RUGOSIDADE SUPERFICIAL, DUREZA E MICROINFILTRAÇÃO DE RESTAURAÇÕES DE RESINA COMPOSTA APÓS UM ANO DE ARMAZENAGEM.....	28
2.1. RELEVÂNCIA CLÍNICA.....	28
2.2. RESUMO	28
2.3. INTRODUÇÃO.....	30
2.4. MATERIAL E MÉTODOS	33
2.5. RESULTADOS	37
2.6. DISCUSSÃO.....	38
2.7. CONCLUSÕES.....	47
2.8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	48
3. APÊNDICES.....	62
Apêndice 1. ARTIGO <i>BASELINE</i> PUBLICADO EM PERIÓDICO IA	63

PROJETO DE PESQUISA

EFEITO DAS TÉCNICAS DE POLIMENTO E TEMPO NA RUGOSIDADE
SUPERFICIAL, DUREZA E MICROINFILTRAÇÃO DE RESTAURAÇÕES DE
RESINA COMPOSTA APÓS UM ANO DE ARMAZENAGEM

Daniela Venturini

Ms. Maximiliano Sérgio Cenci

Prof. Dr. Flávio Fernando Demarco (Orientador)

Prof. Dr. Evandro Piva (Co-orientador)

Pelotas, 2003

1.1. INTRODUÇÃO

Desde a introdução da resina composta na odontologia, nenhum outro material restaurador foi tão modificado e aperfeiçoado. Sua atual qualidade em conjunto com a técnica de condicionamento ácido total tem feito com que muitos profissionais indiquem este material para restaurações em áreas sujeitas as altas cargas de estresse oclusal, como em dentes posteriores (LEINFELDER, 1993, p.441; REIS *et al.* 2002).

Além disso, o crescente interesse dos pacientes por uma melhor aparência estética, associado ao desenvolvimento científico de novos materiais e técnicas favoreceu a uma evolução importante da odontologia estética. Dentro deste contexto é importante conhecer as propriedades dos materiais, bem como suas variáveis manipulativas e técnicas para que obtenhamos os melhores resultados. Dentre as variáveis destaca-se o tratamento superficial que possui importância relevante na longevidade das restaurações.

O objetivo clínico para a realização dos procedimentos de acabamento/polimento de restaurações estéticas é o alcance de lisura superficial, a fim de minimizar a retenção de placa e o manchamento do material restaurador (NEME *et al.*, 2002). Também é importante para reproduzir todas as áreas de reflexão de luz do dente com envolvimento estético e alcançar características naturais adequadas.

Krejci *et al.*, (1999) relataram que uma das razões que levam a necessidade de polimento da superfície de uma restauração é a inibição da polimerização da camada mais superficial pelo oxigênio, permanecendo uma camada mais pegajosa e

menos resistente, favorável ao acúmulo de placa. Kawai e Urano (2001), estudando a aderência dos componentes da placa para diferentes materiais restauradores, encontraram uma drástica diminuição da adesão destes componentes quando os materiais eram submetidos ao polimento superficial.

Diferentes métodos podem ser utilizados para o acabamento e polimento de restaurações de resina composta (SETCOS *et al.*, 1999). No entanto, poucos, ou possivelmente nenhum método é tão eficiente quanto as matrizes de poliéster (HONDRUM; FERNADEZ, 1997; YAP *et al.*, 1997; YAP; MOK, 2002). No entanto, o uso destas matrizes é limitado pela complexidade anatômica do dente. Desta forma, outros procedimentos restauradores e instrumentos para acabamento/polimento como pontas diamantadas ou pontas carbide são necessários para contornar a anatomia presente de superfícies côncavas como a lingual dos dentes anteriores e a oclusal dos dentes posteriores (ÖZGÜNALTAY *et al.*, 2003).

Muitos investigadores concordam que os discos flexíveis de óxido de alumínio são os melhores instrumentos para prover a menor média de rugosidade superficial de compósitos (BERASTEGUI *et al.*, 1992; TOLEDANO M *et al.*, 1994; TATE; POWERS, 1996; SETCOS *et al.*, 1999; TURSI *et al.*, 2000; NAGEN FILHO *et al.*, 2003). Um estudo predecessor mostrou que a capacidade dos discos de óxido de alumínio para produzir lisura superficial esteve relacionada a sua habilidade de desgastar as partículas de carga e matriz igualmente (VAN DIJKEN; RUYTER, 1987). Seu efeito, no entanto, depende da forma anatômica e acessibilidade da restauração. Portanto, vários formatos de instrumentos abrasivos são necessários na prática clínica para alcançar bons resultados os quais, apesar de não serem iguais aos produzidos pelos discos abrasivos, devem ser clinicamente aceitáveis (SETCOS *et al.*, 1999).

A dureza pode ser definida como a resistência à penetração ou endentação permanente. Mudanças na dureza podem refletir o grau de polimerização do material e a presença de reação tardia de polimerização ou maturidade do material restaurador (BOURKE *et al.*, 1992; YAP *et al.*, 1998a). Segundo alguns autores, caso o polimento seja realizado antes da maturação completa a resina composta

ficaria mais suscetível aos efeitos da geração de calor resultando em baixa dureza (PEARSON; MESSING, 1981; CRAIG, 1989, p. 261).

Variações nas técnicas de acabamento/polimento têm mostrado afetar a infiltração. Isto ocorre provavelmente devido ao calor gerado durante os procedimentos de acabamento/polimento (YAP *et al.*, 1998b; TAYLOR; LYNCH, 1993). Isto é defendido por Yu *et al.* (1990) que observaram um aumento na infiltração quando o acabamento foi realizado a seco, sugerindo uma adaptação marginal deficiente. Entretanto, outros trabalhos como Yap *et al.* (2000) não encontraram nenhuma diferença na microinfiltração entre os sistemas de polimento a seco, com alguma substância associada ou a combinação de ambos.

Segundo alguns autores as pastas para polimento não são capazes de influenciar na rugosidade superficial resultante dos sistemas de polimento utilizados (TURSSI *et al.*, 2000; MARIGO *et al.*, 2001), sendo sua influência maior nos resultados em termos de brilho da restauração (STRASSLER; BAUMAN, 1993).

Embora exista concordância a respeito da influência das técnicas de acabamento/polimento na integridade marginal, dureza e rugosidade superficial, o tempo decorrido entre a realização da restauração e o polimento está, ainda, sujeito a controvérsias. Muitos fabricantes afirmam que o acabamento/polimento pode ser iniciado após a remoção da matriz, um ou cinco minutos após a fotopolimerização (YAP *et al.*, 1998b).

No entanto, alguns autores têm sugerido que quando o acabamento for realizado após 24h melhor selamento marginal é alcançado (ASMUSSEM; JORGENSEN, 1972). E que, se o acabamento/polimento for realizado imediatamente após a realização da restauração, o material ficaria mais suscetível à deformação plástica causada pela geração de calor (LOPES *et al.*, 2002). Tal argumento está baseado no fato de que todas as resinas compostas, particularmente as microparticuladas, não estão 100% polimerizadas no dia da execução da restauração e poderiam absorver água por até 24h após (CRAIG; POWERS, 2001; LOPES *et al.*, 2002). Tal expansão higroscópica das resinas

compostas decorrente da absorção de água pode resultar em decréscimo da infiltração (PRATI *et al.*, 1994).

Por outro lado, o polimento mediato pode resultar em aumento da infiltração devido o estresse gerado durante tal procedimento podendo, desta forma, comprometer o selamento formado resultante da expansão higroscópica tanto da resina composta como do sistema adesivo (YAP *et al.*, 1998b). Acabamento/polimento imediato pode também comprometer a adesão inicial, porém a absorção de água subsequente pelo sistema adesivo e resina composta pode melhorar o selamento (YAP *et al.*, 1998b).

Alguns trabalhos mostram a similaridade dos resultados ou, até mesmo, a superioridade do tratamento superficial imediato em relação à rugosidade superficial, infiltração marginal e dureza das restaurações de resina composta (YAP *et al.*, 1998a; YAP *et al.*, 1998b; LOPES, *et al.*, 2002).

Ainda permanecem muitas dúvidas sobre a melhor técnica de acabamento e polimento e o tempo correto que estes devem ser realizados para os diferentes tipos de resinas compostas; e ainda a influência destes fatores mencionados sobre a rugosidade superficial, dureza e microinfiltração. Assim, são necessários maiores estudos para que se obtenha um protocolo de acabamento e polimento superficial em restaurações, possibilitando maior qualidade e segurança aos trabalhos clínicos executados.

1.2. PROPOSIÇÃO

O objetivo deste estudo é avaliar a lisura superficial, a microdureza Knoop e a infiltração marginal em restaurações de compósito tendo como fatores de variação o tipo de resina, a técnica de polimento e o tempo decorrido entre a confecção da restauração e o polimento. As hipóteses nulas a serem testadas são: 1- A dureza, a lisura superficial e a microinfiltração não serão influenciadas pelos diferentes tratamentos superficiais. 2- Os materiais e técnicas não apresentarão diferenças entre si. 3 – Os diferentes substratos não influenciarão nos resultados. 4- Os

diferentes tempos decorridos entre a confecção das restaurações e o polimento não influenciarão os resultados.

1.3. MATERIAL E MÉTODOS

Preparo da amostra

Duzentos e cinquenta e seis incisivos bovinos recém extraídos serão selecionados para este estudo. Os dentes serão inspecionados quanto à integridade, após remoção de tecidos moles e limpeza, os mesmos serão armazenados em solução salina à 4°C por até uma semana. As raízes serão seccionados 5mm abaixo e 5mm acima da junção amelo-cementária com um disco impregnado de diamante em baixa rotação e refrigerado.

Após inclusão com resina acrílica em moldes cilíndricos de PVC, a superfície vestibular de cada dente será exposta utilizando-se uma lixa de granulação 180 montada em politriz metalográfica com prato giratório irrigado com água para exposição de uma superfície plana de, no mínimo 5 mm² para possibilitar a confecção das cavidades. Preparos classe V tipo “Box” serão realizados na superfície exposta de cada dente. As dimensões da cavidade deverão ser de 3mm nas direções mesio-distal e inciso-cervical, e 2mm de profundidade.

Os preparos serão realizados com pontas diamantadas número 1033 (SSWite, RJ, Brasil) as quais serão substituídas a cada cinco preparos com a finalidade de garantir a eficiência do corte. A margem incisal cavo-superficial será localizada em esmalte, enquanto que a margem cavo-superficial cervical será localizada em dentina.

Os preparos serão restaurados com a resina microparticulada Filtek A-110 (3M ESPE, St Paul, MN, EUA) ou com a resina microhíbrida Filtek Z-250 (3M ESPE, St Paul, MN, EUA), utilizando o sistema adesivo Single Bond (3M-ESPE, St Paul, MN, EUA), de acordo com as instruções do fabricante. A resina composta será colocada em três incrementos de forma oblíqua. Uma matriz de poliéster será

colocada sobre o último incremento da cavidade restaurada e uma pressão será aplicada com uma placa de vidro para saída do excesso de material.

Cada incremento será fotoativado por 20s, utilizando aparelho fotopolimerizador com lâmpada halógena XL3000 (3M ESPE, St Paul, MN, EUA) e ao final da restauração uma fotoativação adicional será aplicada durante o tempo de 40s. A cor B2 será utilizada para ambos compósitos a fim de padronizar a profundidade de polimerização. A intensidade do aparelho fotopolimerizador será regularmente aferida por radiômetro portátil, modelo 100 (Demetron/Kerr, Danburg, CT, USA) e deverá ser $\geq 450 \text{ mW/cm}^2$.

Procedimentos de acabamento/polimento dos espécimes

Dois grupos de controle positivo (n=16), um para cada resina composta, serão avaliados sem nenhum procedimento de acabamento/polimento após permanecerão armazenados em solução salina (0,9% NaCl) por três semanas. Para os grupos experimentais, a matriz transparente será removida imediatamente após a fotoativação e o acabamento inicial será feito com uma lixa de granulação 280 sob irrigação em apenas um único sentido de desgaste. Este procedimento será feito para simular a textura deixada pela broca diamantada de granulação fina (3195 F-KG Sorensen, Alphaville, SP).

Em um estudo piloto a rugosidade superficial de 20 espécimes de cada compósito foi obtida após acabamento com ponta diamantada de granulação fina (3195 F-KG Sorensen) usando uma fresadora mecânica Galone para produzir espécimes acabados sem ondulações e comparada à rugosidade superficial obtida de espécimes submetidos às lixas de granulação 180, 220, 280, 320 e 360. Desta forma a lixa 280, a qual proveu a rugosidade mais apropriada, foi escolhida. Dois grupos controle negativos serão obtidos somente com este acabamento (n=16), e submetidos aos testes após três semanas de armazenagem.

Os espécimes restaurados e acabados serão divididos aleatoriamente em 12 grupos de 16 dentes cada, e polidos com: (a) discos de óxido de alumínio (Sof-

Lex Pop-On XT – 3M ESPE), (b) taças de borracha para polimento (FlexiCups- Cosmedent, Chicago, IL, USA) com pasta de granulação extrafina (Enamelize, Cosmedent), e (c) associação entre taças de borracha, escova para polimento (Jiffy Polishing Brush- Ultradent, South Jordan, UT, USA) e discos de feltro (FlexiBuffs- Cosmedent), todos com pasta de granulação extrafina. Estes materiais serão utilizados de acordo com as indicações do fabricante.

Metade dos espécimes de cada grupo será polida imediatamente após a fotoativação, enquanto que a metade restante permanecerá em solução salina por duas semanas, antes do polimento. Todos os grupos serão armazenados em solução salina, que será substituída uma vez por semana, por um total de 3 semanas à temperatura de 37°C, antes das diferentes análises.

Avaliação da rugosidade superficial

A análise profilométrica será realizada em todos os espécimes de cada grupo (n=16) através do rugosímetro SE 1200 (Kosaka Laboratory Co, Chiyoba-Ku, Tokyo, Japan). O padrão de superfície para cada combinação de fatores de variação será comparado a partir do registro dos valores de Ra. O valor Ra é a média aritmética calculada a partir das leituras efetuadas pelo aparelho. Serão realizadas cinco leituras em cada espécime em cinco diferentes locais da restauração. O valor da rugosidade superficial será o resultado da média dos valores Ra das cinco leituras.

Teste de microdureza

O número de dureza Knoop (KHN) será determinado utilizando o microdurômetro Miniload (Ernest Leitz, GmbH, Wetzlar, Germany). As indentações serão feitas aplicando uma carga de 50g por 30s. Cinco indentações serão realizadas em cada espécime, e o valor de dureza será obtido através da média destes cinco resultados, e registrados em tamanho de indentação. Apenas metade dos espécimes de cada grupo será submetida a este teste (n=8), a metade restante permanecerá armazenada para posterior avaliação após um ano.

Avaliação da habilidade de selamento marginal

Os mesmos espécimes que serão submetidos ao teste de microdureza serão subseqüentemente selados com duas camadas de esmalte de unha (Colorama, São Paulo, Brasil), as quais serão aplicadas 1.5mm aquém das margens da restauração para exposição ao corante de toda a interface dente-restauração.

Os espécimes serão imersos em solução de fucsina a 1% por 24h para realizar o teste de penetração de corante. Decorrido este tempo, os dentes serão lavados por duas horas em água corrente e seccinados longitudinalmente através da restauração no plano vestibulo-palatino com um disco diamantado refrigerado por água.

O nível de infiltração marginal será determinado pela profundidade de penetração do corante através das margens em esmalte (incisal) e dentina (cervical). A leitura será avaliada por examinador devidamente treinado, através de lupa esterioscópica (40X). Serão utilizados escores padronizados de 0-3 para descrever a severidade da infiltração:

0 = nenhuma evidência de penetração de corante,

1 = penetração de corante menor ou semelhante à metade da extensão da profundidade da cavidade,

2 = penetração de corante além da metade da extensão de profundidade da parede circundante da cavidade,

3 = penetração de corante até a parede axial da cavidade.

Para a rugosidade superficial e microdureza, diferenças estatísticas serão testadas através de Análise de Variância (ANOVA) e do teste Student-Newman-Kels (SNK) ao nível de significância de 5%. Diferenças no selamento marginal serão avaliadas com os testes não paramétricos de Mann-Whitney e Kruskal-Wallis ambos com nível de significância de 5%. Para a comparação entre os tempos (baseline e um ano) serão utilizados teste t de Student (rugosidade e microdureza) e Mann-Whitney (infiltração marginal).

1.4. CRONOGRAMA

A distribuição das atividades e os prazos estão expressos no cronograma a seguir:

PERÍODO	ATIVIDADES
01/2003 – 02/2003	-Obtenção de material necessário à realização do estudo e execução do plano piloto
03/2003	- Realização da parte experimental
04/2003	-Análise das variáveis descritas
05/2003- 12/2004	-Análise estatística dos resultados -Redação do estudo baseline
01/ 2004	-Apresentação do estudo baseline na forma de Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)
02-2004/06-2004	-Redação do artigo científico e envio para publicação dos dados baseline
04/2003-04/2004	-Período de armazenamento dos espécimes para envelhecimento
05/2004	-Análise das variáveis descritas
06/2004-09/2004	-Análise estatística dos resultados -Redação do artigo científico
10/2004	- Envio do artigo para publicação

1.5. DESCRIÇÃO DAS DESPESAS

Material de consumo

MATERIAL	UNIDADE	VALOR R\$
Discos de diamantes – Diamond – 3M ESPE	02	120,00
Pontas diamantadas dourada 3195 F - KG Sorensen.	01	10,00
Polímero para resina acrílica termobatizada - JET (440 g)	03	80,00
Monômero para resina acrílica termobatizada - JET (250 ml)	02	30,00
Cano PVC (m)	03	10,00
Bisnagas de resina composta Z250 - 3M ESPE	02	160,00
Bisnagas de resina composta A110 - 3M ESPE	02	160,00
Pontas diamantadas tronco cônica – Sswit	60	180,00
Kit de adesivo Single Bond – 3M- ESPE	01	160,00
Cx de pincel aplicador para adesivo - Microbrush (c/100un)	03	90,00
Tiras de matriz de poliéster- TDV	32	25,00
Folhas de lixa - 3M	15	45,00
Kit Sof-Lex XT com mandril - 3M ESPE	01	290,00
Kit Flexicups - Cosmedent	01	75,00
Pasta para polimento - Enamelize- Cosmedent	03	90,00
Escova para polimento – Jiffy Polishing Brush- Ultradent	02	84,00
Disco de feltro Flexibuffs - Cosmedent	20	123,00
Esmalte para selamento – Colorama	12	24,00
Total		1788,00

Equipamentos e Material Permanentes

MATERIAL	UNIDADE	VALOR R\$
Fotopolimerizador XL 3000 (3M ESPE)	01	3850,00
Espátulas Thompson Carver nº 2	01	60,00
Micromotor (KAVO)	01	598,00
Contra-ângulo (KAVO)	01	450,00
Caneta alta rotação (KAVO)	01	500,00
Total		5458,00

Materiais diversos

MATERIAL	UNIDADE	VALOR R\$
Papel	1000	20,00
Cartuchos de tinta para impressão	5	250,00
Disquetes	20	50,00
Total		320,00

Material bibliográfico

MATERIAL	UNIDADE	VALOR R\$
Cópias de publicações	750	50,00
Serviço de comutação (COMUT)	10	50,00
Total		100,00

TOTAL GERAL	R\$ 7666,00
--------------------	--------------------

1.6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ASMUSSEN, E.; JORGENSEN, K. D. A microscopic investigation of the adaptation of some plastic filling materials to dental cavity wall. **Acta Odontologica Scandinavica**, v. 30, n. 1, p. 3-21, 1972.
2. BERASTEGUI, E.; Canalda, C.; Brau, E. Miquel C. Surface Roughness of finished composites resins. **Journal Prosthetic Dentistry**, v. 68, n. 5, p. 742-749, 1992.
3. BOURKE, A. M.; WALLS, A. W.; MCCABE, J. F. Light activated glass polyalkenoate cements: the setting reaction. **Journal of Dentistry**, v. 20, n. 2, p. 115-120, 1992.
4. CRAIG, R. G. **Restorative Dental Materials**, 8th ed, p. 261. C. V. London, 1989.
5. CRAIG, R. G.; POWERS, J. M. **Restorative Dental Materials**, 11th ed, p. 670, St Louis, 2001.
6. HONDRUM, S. O.; FERNANDEZ, R. Contouring finishing and polishing Class V restorative materials. **Operative Dentistry**, v. 22, n. 1, p. 30-36, 1997.
7. KAWAI, K.; URANO, M. Adherence of plaque components to different restorative materials. **Operative Dentistry**, v. 26, n. 4, p. 396-400, 2001.
8. KREJCI, I.; LUTZ, F.; BORETTI, R. Resin composite polishing – Filling the gaps. **Quintessence International**, v. 30, n. 7, p. 490-495, 1999.
9. LEINFELDER, K. F. Posterior composites. State-of-the-art clinical applications **Dental Clinics North America**, v. 37, n. 3, p. 411-418, 1993.
10. LOPES, G. C.; FRANKE, M.; MAIA, H. P. Effect of finishing time and techniques on marginal sealing ability of two composite restorative materials. **Journal of Prosthetic Dentistry**, v. 88, n. 1, p. 32-36, 2002.
11. MARIGO, L.; RIZZI M.; LA TORRE G.; RUMI G. 3-D Surface profile analysis: different finishing methods for resin composites. **Operative Dentistry**, v. 26, n. 6, p. 562-568, 2001.
12. NAGEM FILHO, H.; D'AZEVEDO M. T; NAGEM H. D.; MARSOLA F. P. Surface roughness of composite resins after finishing and polishing. **Brazilian Dental Journal**, v. 14, n. 1, p. 37-41, 2003.
13. NEME, A. L.; FRAZIER K. B.; ROEDER L. B.; DEBNER T. L. Effect of prophylactics polishing protocols on the surface roughness of esthetic restorative materials. **Operative Dentistry**, v. 27, n. 1, p. 50-58, 2002.
14. ÖZGÜNALTAY, G.; YAZICI, A. R.; GÖRÜCÜ, J. Effect of finishing and polishing procedures on the surface roughness of new tooth-colored

- restoratives. **Journal of Oral Rehabilitation**, v. 30, n. 2, p. 218-224, Feb. 2003.
15. PEARSON, G. J.; MESSING, J. J. The abrasivity of finishing agents used on composite filling materials **Journal of Dentistry**, v. 7, n. 2, p. 105-110, 1979.
 16. PRATI, C.; TAO, L.; SIMPSON, M.; PASHLEY, D. H. Permeability and microleakage of Class II resin composite restorations **Journal of Dentistry** v. 22, n. 1, p. 49-46, 1994.
 17. REIS A. F.; GIANNINNI M.; LOVADINO J. R.; DOS SANTOS DIAS C. T. The effect of six polishing systems on the surface roughness of two packable resin-based composites. **American Journal of Dentistry**, v. 15, n. 3, p. 193-197, 2002.
 18. SETCOS, J. C.; TARIM, B.; SUSUKI, S. Surface finish procedure on resin composites by new polishing systems. **Quintessence International**, v. 30, n. 3, p. 169-173, 1999.
 19. STRASSLER, H. E.; BAUMAN, G. Current concepts in polishing composite resins. **Practical Periodontics Aesthetic Dentistry**, v. 5, n. 3 (suplemento 1), p. 12-17, 1993.
 20. TATE, W. H.; POWERS, J. M. Surface roughness of composite and hybrid ionomers. **Operative Dentistry**, v. 21, n. 2, p. 53-58, 1996.
 21. TAYLOR, M. J.; LYNCH, E. Marginal adaptation. **Journal of Dentistry**, v. 21, n. 5, p. 265-273, 1993.
 22. TOLEDANO, M.; DE LA TORRE, F. J.; OSÓRIO, R. Evaluation of two polishing methods for resin composites. **American Journal of Dentistry**, v. 7, n. 6, p. 328-330, 1994.
 23. TURSSI, C. P.; SAAD J. R.; DUARTE S. L Jr.; RODRIGUES Jr A. L. Composite surfaces after finishing and polishing techniques. **American Journal of Dentistry**, v. 13, n. 3, p. 136-138, 2000.
 24. VAN DIJKEN, J. W.; RUYTER I. E. Surface characteristics of posterior composites after polishing and toothbrushing. **Acta Odontologica Scandinavica**, v. 45, n. 5, p. 337-346, 1987.
 25. YAP, A. U. J.; ANG, H. Q.; CHONG, K. C. Influence of finishing time on marginal sealing ability of new generation composite bonding systems. **Journal of Oral Rehabilitation**, v. 25, n. 11, p. 871-876, 1998b.
 26. YAP, A. U. J.; LYE, K. W.; SAU, C. W. Surface characteristics of tooth-colored restorative polished utilizing different polishing systems. **Operative Dentistry**, v. 22, n. 6, p. 260-265, 1997.

27. YAP, A. U. J.; MOK, B. Y. Y. Surface finishing of a new hybrid aesthetic restorative material. **Operative Dentistry**, v. 27, n. 2, p. 161-166, 2002.
28. YAP, A. U. J.; SAU, C. W.; LYE, K. W. Effects of finishing/polishing time on surface characteristics of tooth-coloured restoratives. **Journal of Oral Rehabilitation**, v. 25, n. 6, p. 456-461, 1998a.
29. YAP, A. U. J.; WONG, M. L.; LIM, A. C. Y. The effect of polishing systems on microleakage of tooth-coloured restoratives. Part 2: Composite and polyacid-modified composite resins. **Journal of Oral Rehabilitation**, v. 27, n. 3, p. 205-210, 2000.
30. YU, X. Y.; WIECZKOWSKI, G.; DAVIS, E. L.; JOYNT, R. B. Influence of finishing technique on microleakage. **Journal of Esthetic Dentistry**, v. 2, n. 5, p. 142-144, 1990.

2. EFEITO DAS TÉCNICAS DE POLIMENTO E TEMPO NA RUGOSIDADE SUPERFICIAL, DUREZA E MICROINFILTRAÇÃO DE RESTAURAÇÕES DE RESINA COMPOSTA APÓS UM ANO DE ARMAZENAGEM

Título curto: Polimento em restaurações de compósito envelhecidas

2.1. RELEVÂNCIA CLÍNICA

O polimento imediato quando executado pela técnica sequencial apresentou desempenho similar ao polimento mediato, após um ano de armazenagem em todas as propriedades testadas. O compósito microhíbrido apresentou maior dureza quando comparado ao microparticulado. A armazenagem causou uma redução na qualidade das restaurações, reduzindo as propriedades mecânicas testadas.

2.2. RESUMO

Este estudo avaliou os efeitos do polimento imediato e mediato na rugosidade média superficial (R_a), durezanoop (KHN) e microinfiltração de um compósito microparticulado (Filtek A110) e um híbrido (Filtek Z250), após um ano de armazenagem dos espécimes. Preparos padronizados de 3mm mesio-distais, 3mm incisivo-cervicais e 2mm de profundidade foram realizados na face vestibular de 256 incisivos bovinos, metade destes foi restaurada com cada tipo de compósito. Imediatamente após a fotoativação foi realizado o acabamento com lixa d'água de granulação 280. Os espécimes restaurados com cada compósito foram divididos em dois grupos. O primeiro grupo (IM) foi polido imediatamente após o acabamento,

usando três sistemas diferentes (n=16): **A-** Sof-Lex (3M-ESPE), **B-** FlexiCups (Cosmedent), **C-** (técnica seqüencial)- a seqüência de FlexiCups, Jiffy Polishing Brush (Ultradent) e FlexiBuffs (Cosmedent). Os espécimes foram então armazenados em solução salina a 37°C. O segundo grupo (ME) foi armazenado por duas semanas e então polido com os mesmos sistemas. Parte dos espécimes foi analisada numa primeira etapa do experimento e o restante ficou armazenado por um ano em água destilada a 37°C. Cinco leituras por espécimes foram realizadas para Ra e KHN. Após imersão em fucsina básica realizou-se o teste de penetração de corante em seguida analisado sob aumento (40x) usando escores padrão. Os dados foram avaliados através de Análise de Variância e teste SNK (Ra e KHN). Também foram utilizados os testes de Mann-Whitney ou Kruskal-Wallis (microinfiltração). Para comparação com os dados *baseline* foram utilizados os testes t de Student (Ra) e Mann-Withney (infiltração marginal). Todos os testes foram executados com significância de 5%. Após um ano de armazenagem os espécimes do compósito A110 apresentaram significativamente menor rugosidade e menor dureza. A técnica seqüencial promoveu a menor rugosidade e os discos Sof-Lex a menor dureza, essas diferenças foram estatisticamente significantes. Os escores de infiltração marginal foram semelhantes entre os grupos. Após um ano de armazenagem os espécimes apresentaram um aumento significativo na rugosidade. O polimento IM mostrou-se igual, ou melhor que o ME tanto para a infiltração marginal como para a rugosidade superficial para a maioria dos grupos analisados, no entanto tal fato não foi observado quanto à dureza superficial, exceto quando foi utilizada a técnica seqüencial.

2.3. INTRODUÇÃO

O uso de materiais restauradores estéticos tem sofrido um substancial crescimento nos últimos anos devido aos melhoramentos nas suas formulações, às simplificações nos procedimentos adesivos, ao aumento na demanda por estética por parte dos pacientes e ao declínio no uso do amálgama devido ao receio a respeito da toxicidade do mercúrio.^{1,2}

Nenhum outro material restaurador tem sido tão modificado e melhorado como os compósitos. As formulações atuais dos compósitos usados em conjunto com sistemas adesivos, têm feito com que muitos profissionais indiquem este material para restaurações em áreas sujeitas a altas cargas de estresse oclusal, como em dentes posteriores.³

O correto acabamento e polimento de materiais restauradores é um procedimento clínico crítico, pois o desempenho clínico e a longevidade das restaurações dependem grandemente da qualidade e da técnica de acabamento-polimento utilizados.^{4,5} A maior rugosidade das restaurações pode comprometer não só o aspecto estético (características de brilho e translucidez), mas também pode contribuir para a formação e retenção do biofilme microbiano, o que pode resultar em manchamento superficial, inflamação gengival, desconforto para o paciente, e predispor o desenvolvimento de lesões de cárie.^{6,7,8}

Uma variedade de materiais e técnicas para acabamento-polimento está disponível no mercado. Tornar a superfície dos compósitos altamente polida é uma tarefa difícil de se realizar devido à natureza heterogênea desses materiais.⁹ Os compósitos diferem principalmente nos seus componentes inorgânicos e características como o tipo, o tamanho e a quantidade das partículas inorgânicas de

carga as quais são muito variadas nos compósitos disponíveis comercialmente. Outros fatores, além dos materiais e técnicas empregados para a realização de acabamento-polimento, interferem na sua qualidade, e dentre estes destacam-se a diferença na dureza existente entre as partículas de carga e a matriz orgânica dos compósitos.^{10,11} Tradicionalmente, acredita-se que a habilidade de polimento dos compósitos varia dependendo do tamanho das suas partículas inorgânicas, e que o polimento alcançado com os compósitos nanohíbridos, nanoparticulados e microparticulados é superior aos dos híbridos.^{9,12}

O acabamento tem sido definido como o grosseiro ajuste do contorno ou redução da restauração para obtenção de uma anatomia correta. Enquanto o polimento refere-se à redução da rugosidade e das irregularidades criadas pelos procedimentos de acabamento.⁴ Porém, tais procedimentos são interdependentes e não podem ser claramente delimitados. Portanto, seria mais correto utilizar o termo acabamento-polimento de restaurações.⁹

Diferentes métodos podem ser utilizados para o acabamento-polimento das restaurações de compósito.⁶ No entanto, não existe um consenso a respeito de qual material e técnica provem maior lisura superficial para diferentes tipos de compósitos e também, poucas pesquisas têm investigado a influência do tempo de polimento (tempo decorrido entre a confecção da restauração e a realização do polimento) na rugosidade superficial, dureza e selamento marginal de restaurações executadas com estes materiais.

Comumente, na prática clínica, tem-se preconizado a execução do polimento uma semana ou no mínimo 24 horas após a realização da restauração, baseando-se no pressuposto de que estes materiais não estariam totalmente polimerizados logo após a fotoativação, podendo absorver água por até 24h.^{12,13,14}

Segundo alguns autores isto tornaria as restaurações mais suscetíveis aos danos causados pelo calor gerado durante os procedimentos de acabamento-polimento.¹⁴

Porém, é preciso salientar que o acabamento é capaz de gerar mais calor do que o polimento, devido à utilização de instrumentos em alta rotação e com maior pressão para a remoção dos excessos mais grosseiros, apesar da irrigação e da realização de movimentos intermitentes. Adicionalmente, o acabamento é um procedimento muitas vezes impossível de ser adiado, tendo necessariamente que ser executado logo após a realização da restauração devido a fatores estéticos e funcionais (ajuste oclusal). Assim, deve-se considerar a importância clínica e econômica da realização de acabamento-polimento imediatos. Alguns estudos têm surgido na literatura apontando essa possibilidade.^{12,14,15,16,17,18,19}

A obtenção de uma superfície polida seria desejável não apenas logo após a confecção da restauração, mas este polimento deveria permanecer durante um longo período para aumentar as chances de longevidade das restaurações. No entanto, o ambiente oral é um meio inóspito para todo material restaurador, incluindo os compósitos. A água ou outros produtos químicos presentes na cavidade bucal pode, com o tempo, diminuir as propriedades mecânicas, acelerando o processo de degradação dos sistemas adesivos e compósitos. A degradação hidrolítica é um processo tempo-dependente, influenciado pelo tipo de polímero, tipo das partículas de carga e tratamento superficial dessas partículas.^{20,21}

A durabilidade da união entre o material resinoso e a dentina também depende da estabilidade de seus componentes. Tanto os compósitos quanto os sistemas adesivos e a matriz colágena presentes na união resina-dentina podem sofrer degradação com o tempo devido à armazenagem em água.^{22,23,24,25,26,27}

Nenhum estudo avaliou o efeito dos tipos de polimento dos compósitos depois de envelhecidos.

O objetivo deste estudo foi avaliar *in vitro* o efeito de diferentes técnicas e do tempo (imediato ou mediato) do polimento na textura superficial, microdureza e selamento marginal de duas resinas compostas, após um ano de armazenagem em água destilada. As duas hipóteses nulas a ser testadas são; a) a armazenagem não irá determinar influência significativa sobre as propriedades testadas e b) os diferentes tratamentos superficiais não apresentarão diferenças significantes na qualidade das restaurações.

2.4. MATERIAL E MÉTODOS

Após aprovação do projeto de pesquisa em questão pelo Comitê de Bioética da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Pelotas, duzentos e cinquenta e seis incisivos bovinos recém extraídos foram selecionados para este estudo. Os tecidos moles foram removidos, sendo os dentes armazenados em solução de NaCl 0,9 % estéril a 4°C até o uso. Os dentes foram seccionados 5 mm abaixo e 5 mm acima da junção amelo-cementária com um disco impregnado de diamante em baixa rotação, com irrigação à água. Em seguida os espécimes foram incluídos em cilindros de PVC com resina acrílica. A superfície vestibular de cada dente foi desgastada com lixas d'água de granulação 180 para exposição de uma área plana de, no mínimo 10mm². Nesta superfície foram confeccionadas cavidades de 3mm mésio-distais, 3mm inciso-cervicais e 2 mm de profundidade, com margens incisais localizadas em esmalte, e margens gengivais localizadas em dentina. Os

espécimes foram mantidos hidratados em solução salina durante todos os procedimentos.

As cavidades de cada dente foram restauradas com o sistema adesivo Single Bond (3M-ESPE, St Paul, MN, USA) e os compósitos microparticulado (Filtek A-110, 3M ESPE, St Paul, MN, USA) ou microhíbrido (Filtek Z-250, 3M ESPE, St Paul, MN, USA) de acordo com as instruções do fabricante. As características dos materiais restauradores estão descritas na Tabela 1. A cor B2 foi utilizada para ambos os compósitos para padronizar a profundidade de fotopolimerização, e o compósito foi colocado em três incrementos, sendo que o incremento cervical foi colocado primeiro. Tiras de matriz transparentes foram posicionadas sobre as restaurações e ajustadas a fim de que o excesso de material fosse removido. Cada incremento foi fotoativado por 20 segundos, e a restauração final foi fotoativada por mais 40 segundos. Foi utilizado o aparelho fotopolimerizador (XL 3000, 3M ESPE) com intensidade de 650mW/cm².

A matriz transparente foi removida imediatamente após a fotoativação, e o acabamento inicial foi realizado através de desgaste dos espécimes com lixa de granulação 280 (determinada após simulações em estudo piloto) sob irrigação com água. Este procedimento foi realizado a fim de simular o padrão de desgaste deixado pelas pontas diamantadas para acabamento de granulação fina #3195F (KG Sorensen, Alphaville, SP), uma vez que no estudo piloto foram comparadas as rugosidades deixadas nos espécimes submetidos ao desgaste com lixas de diferentes granulações e com as pontas 3195F (KG Sorensen, Alphaville, SP).

Os espécimes restaurados, submetidos a acabamento, exceto os utilizados nos grupos controle positivo (n=32) e negativo (n=32), foram então divididos aleatoriamente em 12 grupos (n=16), e submetidos a polimento com (A) discos de

óxido de alumínio- Sof-Lex Pop On XT (3M ESPE), (B) pontas siliconadas-FlexiCups (Cosmedent, Chicago, IL, USA) e (C-técnica seqüencial) a seqüência usada de pontas siliconadas, escova para polimento - Jiffy Polishing Brushes (Ultradent, South Jordan, UT, USA) e discos de feltro - FlexiBuffs (Cosmedent). Os sistemas foram utilizados do mesmo modo (10 movimentos, durante um total de 20 segundos para cada passo das diferentes técnicas) para permitir comparação entre eles. Uma pasta de polimento extrafina (Enamelize, Cosmedent) foi utilizada nas seqüências de polimento B e C. A Tabela 2 mostra informações adicionais dos sistemas de polimento.

Metade dos espécimes de cada grupo (n=16) foi polida imediatamente após a fotoativação (IM), enquanto que a metade restante foi polida após duas semanas (ME). Todos os grupos ficaram estocados em solução salina a 37°C anteriormente a primeira análise. A primeira análise foi realizada após três semanas de armazenagem (Venturini *et al.*, 2006)¹². Na primeira análise todos os espécimes foram analisados com o profilometro, mas somente a metade foi submetida aos ensaios de microdureza e microinfiltração (n=8). Desta forma, oito espécimes de cada grupo puderam ser armazenados em água destilada a 37°C (solução trocada semanalmente) permitindo nova avaliação após um ano.

Após um ano de armazenagem, a rugosidade superficial (Ra) dos espécimes (n=8) foi aferida com o profilômetro Surfcomer SE 1200 (Kosaka Laboratory Co, Chiyoba-Ku, Tokyo, Japan). Foram realizadas cinco leituras em diferentes locais para cada espécime para que fosse calculada a rugosidade média do corpo de prova. Um bloco de calibração foi utilizado periodicamente para checar a acurácia do profilometro. O equipamento proveu uma leitura acurada comparada ao bloco de calibração ($3.10 \pm 0.10 \mu$).

A dureza Knoop foi determinada utilizando-se o microdurômetro Shimadzu HMV 2000 (AMIC, Berlin, Alemanha). As indentações foram sistematicamente realizadas com uma carga de 25g aplicada por 5 segundos. Cinco indentações foram realizadas para cada um dos oito espécimes de cada grupo, e o número de dureza (KHN) para cada corpo de prova foi obtido pelo cálculo da média destas cinco leituras.

Os espécimes (n=8) foram seqüencialmente selados com duas camadas de esmalte de unha, aplicadas a 1,5 mm aquém das margens da restauração, as quais seriam expostas à infiltração do corante. Os espécimes foram então imersos em solução aquosa de fucsina básica a 1% por 24 horas a 37°C. Após remoção da solução, os dentes foram mantidos por 2h em água corrente e seccionados longitudinalmente através da restauração no plano vestibulo-lingual utilizando-se disco diamantado sob irrigação com água. A capacidade de selamento foi indicada pela profundidade de penetração da solução nas margens em esmalte (incisal) e em dentina (gengival), e analisada através de um estéreo microscópio LEICA MZ6 (Meyer Instruments, Houston, EUA), em aumento de 40 X. O sistema de escores de 0 a 3 foi utilizado para descrever a severidade da infiltração, onde: 0= não foi evidenciada a penetração de corante; 1= penetração menor ou semelhante a metade da extensão de profundidade da cavidade; 2= penetração de corante além da metade da extensão de profundidade da cavidade; 3= evidênciação da presença de corante na parede axial da cavidade.

Para a rugosidade superficial e dureza, diferenças estatísticas foram testadas através de Análise de Variância (ANOVA) e do teste Student-Newman-Kels (SNK). Diferenças no selamento marginal foram avaliadas com os testes não-paramétricos de Mann-Whitney e Kruskal-Wallis. A comparação entre os diferentes

tempos de armazenamento (*baseline* e um ano) foi realizada através dos testes t de Student (rugosidade) e Mann-Whitney (infiltração marginal). Não foi possível realizar a comparação dos dados de dureza entre os dois tempos de armazenamento devido à mudança do equipamento de mensuração neste período. O nível de significância estabelecido para todos os testes foi de 5 %.

2.5. RESULTADOS

Restaurações com o compósito A110 apresentaram rugosidade média estatisticamente inferior às restaurações com Z250 quando foi realizado polimento imediato, ou quando o polimento mediato foi conduzido com Flexicups ($p < 0,05$) (Tabela 3). A técnica de polimento seqüencial foi mais eficiente em reduzir rugosidade, exceto para o compósito A110 quando foi realizado polimento mediato ($p < 0,05$). A técnica menos eficiente para o compósito Z250 foi o uso de pontas siliconadas (Flexicups) ($p < 0,05$). O tempo de polimento foi fator significativo para a rugosidade do compósito A110, exceto quando o polimento foi realizado com Sof-Lex ($p < 0,05$).

Em relação à dureza, restaurações com o compósito microparticulado A110 apresentaram estatisticamente menor dureza do que restaurações com o compósito microhíbrido Z250. A técnica de polimento com pontas siliconadas gerou maior dureza, exceto quando foi realizado polimento imediato ($p < 0,05$). Para o compósito Z250, o uso de discos de óxido de alumínio (Sof-Lex) promoveu menor dureza ($p < 0,05$). O polimento imediato produziu decréscimo de dureza, exceto quando foi realizado com a técnica seqüencial ($p < 0,05$) (Tabela 4).

Na análise de microinfiltração não houve diferença entre os grupos pelo teste de Kruskal-Wallis ($p > 0.05$) tanto em esmalte quanto em dentina (Tabelas 5 e 6). No entanto, maior infiltração foi evidenciada nas margens localizadas em dentina ($p < 0,05$).

O armazenamento dos espécimes causou aumento na rugosidade de superfície, havendo diferenças estatisticamente significantes ($p < 0,05$) para 8 dos 12 grupos avaliados (Tabela 7). Para o compósito A110, sempre que foi realizado polimento mediato houve aumento significativo na rugosidade ($p < 0,05$) após o período de armazenamento.

Considerando o selamento marginal, quando as margens estavam situadas em esmalte o armazenamento dos espécimes causou aumento estatisticamente significativo ($p < 0,05$) nos escores de infiltração marginal para 5 dos 12 grupos avaliados (Tabela 8). Para o compósito Z250 a técnica de polimento seqüencial causou aumento na infiltração pós-armazenagem ($p < 0,05$).

Em dentina o fator tempo de polimento foi significativo apenas para os grupos restaurados com o compósito Z250, quando o sistema Flexicups foi empregado para polimento Mediato ou quando a técnica Seqüencial foi utilizada para polimento Imediato (Tabela 9).

2.6. DISCUSSÃO

Dentre as características desejáveis dos materiais restauradores estéticos está a capacidade de polimento. O objetivo clínico para a realização dos procedimentos de acabamento-polimento de restaurações estéticas é o alcance de lisura superficial de modo semelhante ao esmalte, a fim de minimizar a retenção de

biofilme e o manchamento do material restaurador melhorando a estética e a longevidade desses materiais,^{9,28} bem como para alcançar uma aparência natural reproduzindo todas as áreas de reflexões de luz em dentes com envolvimento estético.

Alguns fatores que afetam a capacidade de polimento das restaurações de compósitos são a quantidade e características da carga inorgânica e matriz, o tamanho das partículas de carga, as condições de polimento (a seco ou com alguma substância associada) e a técnica de acabamento-polimento empregada.^{9,10,11}

Diferentes métodos podem ser utilizados para o acabamento-polimento de restaurações de compósitos. A melhor superfície é aquela alcançada com matriz de poliéster.^{4,12,19,29,30} No entanto, o uso destas matrizes é limitado pela complexidade anatômica do dente e por outros procedimentos restauradores. Desta forma as pontas diamantadas ou carbide são muitas vezes necessárias para reproduzir estruturas anatômicas e superfícies côncavas como a lingual dos dentes anteriores e a oclusal dos dentes posteriores.^{9,31}

Clinicamente, alguns ajustes funcionais são necessários na etapa de acabamento da grande maioria das restaurações. Além disso, estudos mostram que o acabamento-polimento pode proporcionar uma superfície mais dura, mais resistente ao desgaste e com maior estabilidade estética.⁹ No presente estudo, o acabamento inicial foi realizado com lixa de granulação 280 sob refrigeração com água para simular a textura da ponta diamantada de granulação fina e produzir um acabamento sem ondulações.

A maioria dos investigadores concorda que os discos de óxido de alumínio são os melhores instrumentos para prover a menor rugosidade superficial em superfícies de compósitos.^{32,33,34} Van Dijken & Ruyter (1984)³⁵ mostraram que a

capacidade dos discos de óxido de alumínio para produzir lisura superficial está relacionada à sua habilidade de desgastar as partículas de carga e matriz simultaneamente. Seu efeito, no entanto, depende da forma anatômica e acessibilidade da restauração. Portanto, vários formatos de instrumentos abrasivos são necessários na prática clínica para alcançar melhores resultados. Venturini *et al.* (2006)¹² mostraram que o uso seqüencial de pontas siliconadas (FlexiCups), escova (Jiffy Polishing Brush) e discos de feltro (FlexiBuffs) proporcionou superfície tão ou mais lisa que aquela produzida pelo uso de discos de óxido de alumínio. Esta seqüência técnica poderia possibilitar polimento em áreas de difícil acesso para os discos de óxido de alumínio como em regiões posteriores e superfícies côncavas e convexas.

Os resultados do presente estudo sugerem que após um ano de armazenagem a técnica seqüencial continuou sendo igual ou superior aos discos Sof-Lex, tanto no polimento imediato como no polimento mediato. Tal resultado reafirma os achados prévios de Venturini *et al.* (2006)¹², os quais propunham essa técnica como alternativa aos discos de Sof-Lex em regiões de difícil acesso.

A dureza pode ser definida como a resistência à penetração ou indentação permanente. Mudanças na dureza podem refletir, de modo indireto, o grau de polimerização do material e a presença de reação tardia de polimerização ou maturidade do material restaurador.^{36,37} Neste experimento, o teste de dureza foi realizado após um ano de armazenagem em água destilada à 37° C para todos os espécimes.

Desta forma, a maturidade dos compósitos foi comum até o tempo de avaliação, e as diferenças de dureza encontradas podem ser atribuídas aos efeitos dos procedimentos de polimento nos dois intervalos ou à armazenagem em água

destilada. Segundo alguns autores, caso o polimento seja realizado antes da maturação completa o compósito ficaria mais suscetível aos efeitos da geração de calor resultando em baixa dureza.^{13,38} Contudo, tal efeito não foi observado por Venturini *et al.* (2006)¹², sendo que os espécimes que sofreram polimento mediato apresentaram menor dureza do que aqueles polidos imediatamente, na maioria das interações. Porém, após um ano de armazenagem dos espécimes o polimento imediato promoveu decréscimo da dureza superficial exceto quando o polimento foi realizado com a técnica seqüencial.

O compósito microparticulado exibiu menor dureza do que o microhíbrido. Estes resultados podem ser explicados pela diferença composicional entre os dois. O compósito microparticulado tem menor conteúdo de carga, o que promove alguma redução nas propriedades mecânicas deste material.¹²

Considerando o efeito dos sistemas de polimento sobre a dureza de superfície, o sistema Sof-Lex produziu superfícies de menor dureza na maioria das condições experimentais (tipo de compósito e tempo de polimento). Esse fator pode estar associado à utilização do sistema a seco recomendada pelo fabricante, o que pode promover aquecimento e causar dano à superfície, mesmo utilizando os discos de forma intermitente.

As técnicas de acabamento-polimento podem afetar a infiltração, provavelmente devido às agressões térmicas produzidas pelos instrumentos rotatórios durante estes procedimentos.^{16,39} Yu, Wieczkowski & Davis (1990)⁴⁰ mostraram aumento da infiltração quando os procedimentos de acabamento foram realizados a seco. Neste estudo foi utilizada água durante os procedimentos de acabamento e pasta de polimento extrafina para as pontas de borracha, escovas e discos de feltro.

Segundo alguns autores as pastas para polimento não são capazes de influenciar na rugosidade superficial resultante dos sistemas de polimento,^{7,41} e seu uso somente aumenta o brilho superficial.⁴² Neste estudo somente os discos de óxido de alumínio foram usados sem pasta para polimento.

Venturini *et al.* (2006)¹² demonstraram haver algumas diferenças relacionadas às técnicas de polimento nos diferentes compósitos e tempos de polimento, principalmente relacionadas às margens em dentina. A técnica seqüencial produziu grandes danos à integridade marginal, provavelmente devido ao número de passos e repetições com os instrumentos de polimento e, em consequência, o aumento dos danos causados pelas agressões térmicas. Porém, após um ano de armazenagem dos espécimes em água destilada, nosso estudo demonstrou não existir mais diferenças entre os grupos estudados. A possível explicação seria o fato de que o longo período de armazenagem causou aumento da infiltração na maioria das condições experimentais, possivelmente pelo envelhecimento e degradação do sistema adesivo utilizado, o que vem sendo descrito na literatura.^{27,43,44,45} Esse comprometimento do selamento nas diversas condições experimentais pode ter eliminado as diferenças entre grupos.

Enquanto alguns fabricantes dizem que o acabamento-polimento pode ser realizado após a remoção da matriz ou cinco minutos depois, vários autores têm sugerido que se estes procedimentos forem adiados por 24 horas, melhor selamento marginal pode ser obtido.⁴⁶ O acabamento-polimento imediato também pode causar deformações na superfície dos compósitos devido às agressões térmicas geradas pelos procedimentos de polimento. Adicionalmente, compósitos microparticulados poderiam ser negativamente afetados por polimento imediato em maior grau do que

outro tipo de compósitos, o que foi atribuído às diferenças na polimerização residual entre compósitos.¹⁴

Considerando que a reação de polimerização poderia não estar completa antes de 24 horas, e que a absorção de água poderia ocorrer, gerando expansão higroscópica do compósito,^{13,14} poder-se-ia presumir uma redução da microinfiltração como consequência desses fatores.⁴⁷ No entanto, o polimento mediato pode comprometer o selamento marginal obtido com a expansão higroscópica dos compósitos e sistema adesivo, resultando no aumento da infiltração devido o estresse gerado pelo procedimento.¹⁶ Embora a realização de acabamento-polimento imediato poderia comprometer o selamento marginal inicial, a expansão higroscópica sofrida pelos compósitos poderia melhorar o selamento marginal.¹⁶

Venturini *et al* (2006)¹² investigando o efeito do tempo de polimento sobre algumas variáveis dos mesmos compósitos investigados neste estudo, observaram que a realização de polimento imediatamente após a confecção das restaurações não ocasionou redução nas propriedades de dureza, selamento marginal e rugosidade superficial. Em algumas condições experimentais demonstraram haver melhores resultados com o polimento imediato, corroborando os achados prévios de Yap *et al.*, (1998).^{15,16} No presente estudo, com a armazenagem dos espécimes por um ano, foi possível verificar que o polimento imediato não foi um fator deletério para a qualidade das restaurações de compósitos igualando-se ou sendo superior aos resultados alcançados com o polimento mediato em diversas condições experimentais nas variáveis estudadas, especialmente quando a técnica de polimento seqüencial foi utilizada.

Avaliações de materiais restauradores a partir de estudos laboratoriais são muitas vezes realizadas devido ao alto custo e ao longo tempo dos estudos clínicos.

Adicionalmente, a crescente substituição dos materiais existentes no mercado por novos materiais restauradores torna os estudos *in vitro* indispensáveis para prever o comportamento e fazer a seleção inicial dos materiais odontológicos, apesar de não possibilitarem a correlação direta dos resultados com a performance clínica desses materiais.⁴⁸

Nos experimentos laboratoriais a complexidade inerente do ambiente oral é de certa forma desconsiderada, sendo um fator de alta importância a ser discutido. A performance clínica dos materiais restauradores pode ser prejudicada por diversos fatores, incluindo a degradação ocasionada pelo ambiente oral. O processo de fadiga das restaurações inclui diversos fenômenos como abrasão e degradação química⁴⁹ contribuindo para sua falha. Os resultados destes fenômenos podem ser entre outros, aumento na infiltração marginal, mudanças na rugosidade superficial^{50,51} e diminuição da dureza²¹. Como consequência, os materiais restauradores podem ser a causa do aumento de retenção de biofilme, irritação gengival, inflamação periodontal e lesões de cáries.⁵² Ainda, estes materiais podem ficar suscetíveis ao manchamento superficial.⁵³

Considerando esses fatores, foi visto que o envelhecimento dos espécimes é importante não apenas para comparar o desempenho de diferentes materiais ou técnicas, mas também para estimar a longevidade clínica dos materiais restauradores. Neste estudo a forma de envelhecimento foi passiva, sem realização de estresses mecânico, térmico ou químico. No entanto, a realização de estresse térmico (termociclagem) não parece causar danos significativos aos compósitos quando comparada à armazenagem em água.⁵⁴ Além disso, para que diferenças significativas possam ser observadas em termos de selamento marginal das restaurações de compósito o tempo de imersão do material em determinada

temperatura deve ser muito alto, incompatível com o que acontece em boca.⁵⁵ Em uma meta-análise relacionada aos testes de adesão⁵⁶, concluiu-se que a termociclagem não teve significativo efeito sobre a resistência adesiva dos espécimes que utilizam em média 500 ciclos. Dez mil ciclos corresponderiam a um ano de degradação *in vivo*,⁵⁷ porém, pode-se especular que essa degradação da interface causando aumento da microinfiltração ou diminuição da resistência adesiva seja causada pela degradação sofrida durante o maior tempo de exposição à água e não aos ciclos térmicos.^{55,58}

Outros autores demonstraram redução nas propriedades adesivas após períodos relativamente longos de armazenagem em água, o que deve ser relacionado à hidrólise do sistema adesivo.^{43,59} A união entre a dentina e o compósito criada por sistemas adesivos hidrofílicos pode sofrer severa degradação com o tempo.^{22,23,25} A durabilidade da união entre resina e dentina depende da estabilidade de seus componentes. Estudos morfológicos *in vitro* indicam que ambos, resina e matriz colagena podem degradar devido à armazenagem.^{24,26} Em estudo recente, Carrilho *et al.* (2005)²⁷ avaliaram separadamente a degradação sofrida dos componentes da união compósito-dentina após armazenagem em água destilada por um ano e observaram que algumas propriedades mecânicas tanto do compósito quanto dos sistemas adesivos foram significativamente afetadas, diferentemente dos espécimes de dentina mineralizada ou desmineralizada.

Apesar de a adesão ao esmalte ser considerada mais segura e estável que a união à dentina,⁵⁸ neste estudo a armazenagem dos espécimes causou perda de selamento marginal em esmalte para a maioria das condições experimentais avaliadas. Da mesma forma como exerce efeito deletério na união do compósito à dentina, a água poderia exercer efeito deletério similar na união compósito/esmalte,

entretanto, o efeito da armazenagem em água sobre a união dos materiais resinosos ao esmalte não tem recebido a mesma atenção que aquela dada à adesão à dentina. Em dentina os valores de infiltração reportados no estudo baseline já eram mais elevados que aqueles observados no esmalte, sendo que após um ano de armazenagem, alguns grupos ainda demonstraram aumento do grau de infiltração nesta interface.

A armazenagem dos espécimes causou aumento na rugosidade de superfície em diversas condições experimentais havendo diferenças estatisticamente significantes para 7 dos 12 grupos avaliados. O efeito detrimental das propriedades físicas dos compósitos como consequência da absorção de água já foi reportado.^{60,61} A água corrói a superfície e causa hidrólise e dissolução de alguns de seus componentes. No entanto, tem sido sugerido que o meio oral causaria maior degradação do que a armazenagem em água devido a variações de pH⁴⁸ e as mudanças observadas que ocorrem em água não necessariamente ocorram na mesma proporção em boca.^{61,62,63}

Alguns trabalhos mostram decréscimo da dureza após imersão dos espécimes em água. Tem sido hipotetizado que a água causaria amolecimento dos componentes resinosos poliméricos devido ao inchaço das cadeias e consequente redução das forças friccionais entre elas.²¹ Neste trabalho não foi realizada a comparação com os dados baseline devido a mensuração ter sido realizada em equipamentos diferentes o que não possibilita comparação entre as duas análises.

Os resultados deste estudo rejeitam a hipótese de que a armazenagem não exerceria influência significativa sobre as propriedades testadas, uma vez que causou aumento da rugosidade superficial em algumas das condições experimentais com diferenças estatisticamente significante em algumas delas, assim como causou

aumento da infiltração marginal nas margens em esmalte também para algumas das condições experimentais testadas. Os resultados deste estudo confirmam a hipótese de que o polimento pode ser feito imediatamente após a realização da restauração sem influência negativa significativa na sua rugosidade superficial selamento marginal ou dureza (na técnica seqüencial) das restaurações de compósitos. Portanto, o polimento imediato é recomendado, reduzindo o número de sessões clínicas e, conseqüentemente, podendo diminuir o custo do tratamento e acarretar maior conforto e satisfação ao paciente.

2.7. CONCLUSÕES

Dentro das limitações do estudo foi possível concluir que:

1. O polimento imediato proporcionou propriedades de selamento marginal e lisura superficial similares ou superiores ao polimento mediato, além de similar dureza quando utilizada a técnica seqüencial.
2. O compósito microparticulado demonstrou menor dureza que o compósito microhíbrido, apresentando geralmente desempenho similar nas outras propriedades avaliadas.
3. As diferentes técnicas de polimento influenciaram os valores de dureza e rugosidade superficial, com o Sof-Lex produzindo geralmente os menores valores de dureza e as Flexicups produzindo a maior rugosidade superficial. A técnica seqüencial produziu usualmente menor rugosidade superficial e maior dureza, não sendo influenciada pelo tempo do polimento.
4. A armazenagem dos espécimes produziu uma redução das propriedades testadas para ambos compósitos.

2.8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Bayne SC, Heymann HO & Swift Jr EJ (1994) Update on dental composite resorations *Journal American Dental Association* 125(6) 687-701.
2. Kohler B, Rasmusson CG & Odman P (2000) A five-year evaluation on Class II composite resin restorations 28(2) 11-116.
3. Cenci MS, Lund RG, Pereira CL, de Carvalho RM, Demarco FF (2006) In vivo and in vitro evaluation of Class II composite resin restorations with different matrix systems. *Journal of Adhesive Dentistry* 8(2) 127-13
4. Yap AU, Lye KW & Sau CW (1997) Surface characteristics of tooth-colored restoratives polished utilizing different polishing systems *Operative Dentistry* 22(6) 260-265.
5. Hoelscher DC, Neme AM, Pink FE & Hughes PJ (1998) The effect of three finishing systems on four esthetic restorative materials *Operative Dentistry* 23(1) 36-42.
6. Setcos JC, Tarim B & Suzuki S (1999) Surface finish produced on resin composites by new polishing systems *Quintessence International* 30(3) 169-173.

7. Marigo L, Rizzi M, La Torre G & Rumi G (2001) 3-D Surface profile analysis: different finishing methods for resin composites *Operative Dentistry* 26(6) 562-568.
8. Reis AF, Giannini M, Lovadino JR & Dos Santos Dias CT (2002) The effect of six polishing systems on the surface roughness of two packable resin-based composites *American Journal of Dentistry* 15(3) 193-197.
9. Baseren M (2004) Surface roughness of nanofill and nanohybrid composite resin and ormocer-based tooth-colored restorative materials after several finishing and polishing procedures *Journal of Biomaterials Applications* 19(2) 121-134.
10. Wilder AD Jr, Swift EJ Jr & May KN Jr, Thomson JY & Mc Dougal RA (2000) Effect of finishing technique on the microleakage and surface texture of resin-modified glass ionomer restorative materials *Journal Dentistry* 28(5) 367-373.
11. Barghi N & Lind SD (2000) A guide to polishing direct composite resin restorations *Compendium of Continuing Education in Dentistry* 21(2) 138-144.
12. Venturini D, Cenci MS, Demarco FF, Camacho GB & Powers JM (2006) Effect of polishing Techniques and time on surface roughness, hardness and microleakage of resin composite restorations *Operative Dentistry* 31(1) 11-17

13. Craig RG & Powers JM (2002) *Restorative Dental Materials* 11th ed, Mosby, St Louis.
14. Lopes GC, Franke M & Maia HP (2002) Effect of finishing time and techniques on marginal sealing ability of two composite restorative materials *Journal of Prosthetic Dentistry* 88(1) 32-36.
15. Yap AU, Sau CW & Lye KW (1998) Effects of finishing/polishing time on surface characteristics of tooth-colored restoratives *Journal of Oral Rehabilitation* 25(6) 456-461.
16. Yap AU, Ang HQ & Chong KC (1998) Influence of finishing time on marginal sealing ability of new generation composite bonding systems *Journal of Oral Rehabilitation* 25(11) 871-876.
17. Lim CC, Neo J & Yap A (1999) The influence of finishing time on the marginal seal a resin-modified glass-ionomer and polyacid-modified resin composite *Journal Oral Rehabilitation* 26(1) 48-50.
18. Irie M & Suzuki K (2002) Effects of delayed polishing on gap formation of cervical restorations *Operative Dentistry* 27(1) 59-65.
19. Yap AU & Mok BY (2002) Surface finish of a new hybrid aesthetic restorative material *Operative Dentistry* 27(2) 161-166.

20. Ferracane JL, Berge HX & Condon JR (1998) In vitro aging of dental composites in water-effect of degree of conversion, filler volume, and filler/matrix coupling *Journal Biomedical Research* 42(3) 465-472.
21. Da Fonte Porto Carreiro A, Dos Santos Cruz CA & Vergani CE (2004) Hardness and compressive strength of indirect composite resins: effects of immersion in distilled water *Journal of Oral Rehabilitation* 31(11) 1085-1089.
22. Sano H, Yoshikawa T, Pereira PN, Morigani M, Tagami J & Pashley DH (1999) Long term durability of dentin bonds made with a self-etching primer, in vivo *Journal Dental Research* 78(4) 906-911.
23. Armstrong SR, Keller JC & Boyer DB (2001) The influence of water storage and C-factor on the resin-dentin composite microtensile bond strength and debond pathway utilizing a filled and unfilled adhesive resin *Dental Material* 17(3) 268-276.
24. Tay FR, Pashley DH & Yoshiyama M (2002) Two modes of nanoleakage expression in single-step adhesives *Journal Dental Research* 81(7) 472-476.
25. De Munck J, Van Meerbeek B, Yoshida Y, Inoue S, Vargas M, Susuki K, Lambrechts P & Vanherle G (2003) Four-year water degradation of total-etch adhesives bonded to dentin *Journal Dental Research* 82(2) 136-140.

26. Hashimoto M, Tay FR, Ohno H, Sano H, Kaga M, Yiu C, Kubota M & Oguchi H (2003) SEM and TEM analysis of water degradation of human dentinal collagen *Journal Biomedical Material Research Part B: Appl Biomater* 66(1) 287- 298.
27. Carrilho MR, Tay FR, Pashley DH, Tjäderhane L & Carvalho RM (2005) Mechanical stability of resin-dentin bond components *Dental Material* 21(3) 232-241.
28. Neme AL, Frazier KB, Roeder LB & Debner TL (2002) Effect of prophylactic polishing protocols on the surface roughness of esthetic restorative materials *Operative Dentistry* 27(1) 50-58.
29. Hondrum SO & Fernández R Jr (1997) Contouring, finishing, and polishing Class 5 restorative materials *Operative Dentistry* 22(1) 30-36.
30. Yap AU, Yap SH, Teo CK & Ng JJ (2004) Finishing/polishing of composite and compomer restoratives: effectiveness of one-step systems *Operative Dentistry* 29(3) 275-279.
31. Özgünaltay G, Yazici AR & Görücü J (2003) Effect of finishing and polishing procedures on the surface roughness of new tooth-coloured restoratives *Journal of Oral Rehabilitation* 30(2) 218-224.

32. Berastegui E, Canalda C, Brau E & Miquel C (1992) Surface Roughness of finished composite resins *Journal of Prosthetic Dentistry* 68(5) 742-749.
33. Toledano M, De La Torre FJ & Osório R (1994) Evaluation of two polishing methods for resin composites *American Journal of Dentistry* 7(6) 328-330.
34. Lu H, Roeder LB & Powers JM (2003) Effect of polishing systems on the surface roughness of microhybrid composites *Journal of Esthetic Restorative Dentistry* 15(5) 297-303.
35. Van Dijken JW & Ruyter IE (1987) Surface characteristics of posterior composites after polishing and toothbrushing *Acta Odontologica Scandinavica* 45(5) 337-346.
36. Bourke AM, Walls AW & McCabe JF (1992) Light-activated glass polyalkenoate cements: the setting reaction *Journal of Dentistry* 20(2) 115-120.
37. Yap AU, Wong ML & Lim AC (2000) The effect of polishing systems on microleakage of tooth-coloured restoratives. Part 2: Composite and polyacid-modified composite resins *Journal of Oral Rehabilitation* 27(3) 205-210.
38. Pearson GJ & Messing JJ (1979) The abrasivity of finishing agents used on composite filling material *Journal of Dentistry* 7(2) 105-110.

39. Taylor MJ & Lynch E (1993) Marginal adaptation *Journal of Dentistry* 21(5) 265-273.
40. Yu XY, Wieczkowski G & Davis EL (1990) Influence of finishing technique on microleakage *Journal of Esthetic Dentistry* 2(5) 142-144.
41. Turssi CP, Saad JR, Duarte SL Jr & Rodrigues AL Jr (2000) Composite surfaces after finishing and polishing techniques *American Journal of Dentistry* 13(3) 136-138.
42. Strassler HE & Bauman G (1993) Current concepts in polishing composite resins *Practical Periodontics Aesthetic Dentistry* 5(3 suppl 1) 12-17.
43. Okuda M, Pereira PN, Nakajima M & Tagami J (2001) Relationship between nanoleakage and long-term durability of dentin bonds *Operative Dentistry* 26(5) 482-490.
44. Bedran-De-Castro AK, Pereira PN & Pimenta LA (2004) Long-term bond strength of restorations subjected to thermo-mechanical stresses over time *American Journal of Dentistry* 17(5) 337-341.
45. Malacarne J, Carvalho RM, De Goes MF, Svizero N, Pashley DH, Tay FR, Yiu CK & Carrilho MRO (2006) Water Sorption/solubility of dental adhesive resins *Dental Materials* Jan 4.

46. Asmussen E & Jorgensen KD (1972) A microscopic investigation of the adaptation of some plastic filling materials to dental cavity walls *Acta Odontologica Scandinavica* 30(1) 3-21.
47. Prati C, Tao L, Simpson M & Pashley D H (1994) Permeability and microleakage of Class II resin composite restorations *Journal of Dentistry* 22(1) 49-46.
48. Turssi CP, Hara AT, Serra MC & Rodrigues JR AL (2002) Effect of storage media upon the surface micromorphology of resin-based restorative materials *Journal of Oral Rehabilitation* 29(9) 864-871.
49. Söderholm KJ & Richards ND (1998) Wear resistance of composites: A solved problem? *General Dentistry* 46(3) 256-263.
50. Sulong MZ & Aziz RA (1990) Wear of material used in dentistry: A review of the literature *Journal of Prosthetic Dentistry* 63(3) 342-349.
51. Sidhu SK, Sherriff M & Watson TF (1997) *In vivo* changes in roughness of resin-modified glass ionomer materials *Dental Materials* 13(3) 208-213.
52. Bollen CM, Lambrechts P & Quirynen M (1997) Comparison of surface roughness of oral hard materials to the threshold surface roughness for bacterial plaque retention: a review of the literature *Dental Materials* 13(4) 258-269.

53. Hachiya Y, Iwaku M, Hosada H & Fusayama T (1984) Relation of finishing to discoloration of composite resins *Journal Of Prosthetic Dentistry* 52(6) 811-814.
54. Lucena-Martin C, Gonzalez-Rodriguez MP, Ferrer-Luque CM, Robles-Gijon V & Navajas JM (2001) Influence of time and thermocycling on marginal sealing of several dentin adhesive systems *Operative Dentistry* 26(6) 550-555.
55. Sommer L, Strapasson A, Marimon JLM, Donassollo TA, Cenci MS, Demarco FF (2003) Efeito da termociclagem sobre a infiltração marginal de diferentes materiais restauradores *Pesquisa Odontológica Brasileira* 17(Supl 2) 93, (Resumo Ic 107).
56. Leloup G, D'Hoore W, Bouter D, Degrange M & Vreven J (2001) Meta-analytical review of factors involved in dentin adherence *Journal Dental Research* 80(7) 1605-1614.
57. Gale MS & Darvell BW (1999) Thermal cycling procedures for laboratory testing of dental restorations *Journal Dentistry* 27(2) 89-99.
58. De Munck J, Van Landuyt K, Coutinho E, Poitevin A, Peumans M, Lambrechts P & Van Meerbeek B (2005) Micro-tensile bond strength of adhesives bonded to class-I cavity-bottom dentin after thermo-cycling *Dental Materials* 21(11) 999-1007.

59. Carrilho MR, Carvalho RM, Tay FR & Pashley DH (2004) Effects of storage media on mechanical properties of adhesive systems *American Journal Dentistry* 17(2) 104-108.
60. Sarret DC & Ray S (1994) The effect of water on polymermatrix and composite wear *Dental Materials* 10(2) 5-10.
61. Cattani-Lorente MA, Dupuis V, Moya F, Payan J & Meyer JM (1999) Comparative study of the physical properties of a polyacid-modified composite resin and a resin modified glass ionomer cement *Dental Materials* 15(1) 21-32.
62. Söderholm KJ, Zigan M, Ragan M, Fischlschweiger W & Bergman M (1984) Hydrolytic degradation of dental composites *Journal Dental Research* 63(10) 1248-1254.
63. Söderholm KJ, Mukherjee R & Longmate J (1996) Filler leachability of composites stored in distilled water or artificial saliva *Journal of Dental Research* 75(9) 1692-1699.

Tabela 1: Características dos compósitos testados

Material/Fabricante	Cor	Classificação	Conteúdo da carga (tipo/media de tamanho/quantidade)	Lote
Filtek Z250/3M ESPE	B2	Microhibrida	Zirconia e Sílica/0.19 - 3.3µm/60%	2ML
Filtek A110/3M ESPE	B2	Microparticulada	Sílica/0.04µm /40%	2BC

Tabela 2: Perfil técnico dos sistemas de polimento e detalhes dos procedimentos de polimento

Material/Fabricante	Modo de Aplicação
Sof-Lex/3M ESPE	
Médio (laranja médio - 29µm)	A seco
Fino (laranja claro - 14µm)	A seco
Extra-fino (amarelo - 5µm)	A seco
FlexiCups/Cosmedent	
Média (azul)	À seco (pasta de polimento)
Extra-fina (rosa)	À seco (pasta de polimento)
Técnica seqüencial	
FlexiCups média	À seco (pasta de polimento)
FlexiCups extra-fina	À seco (pasta de polimento)
Jiffy Polishing Brush/Ultradent	À seco (pasta de polimento)
FlexiBuffs/Cosmedent	A seco (pasta de polimento)

Tabela 3: Médias (\pm desvio padrão) de rugosidade superficial média (Ra-µm) das diferentes combinações de materiais, técnicas e tempo de polimento após um ano de armazenagem dos espécimes

Material Restaurador	Técnica de Polimento	Tempo de Polimento	
		Mediato	Imediato
A110	FlexiCups	0.245 \pm 0.03 Ab	0.185 \pm 0.05 Bbc
	Sof-Lex	0.184 \pm 0.05 Ab	0.167 \pm 0.05 Ac
	Seqüencial	0.209 \pm 0.09 Ab	0.114 \pm 0.02 Bd
Z250	FlexiCups	0.410 \pm 0.09 Aa	0.353 \pm 0.18 Aa
	Sof-Lex	0.162 \pm 0.09 Ab	0.206 \pm 0.08 Ab
	Seqüencial	0.150 \pm 0.05 Ac	0.143 \pm 0.09 Ac

Letras maiúsculas diferentes na mesma linha representam diferenças significantes entre tempos de polimento, e letras minúsculas diferentes na mesma coluna representam diferenças significantes entre materiais e técnicas ($p < 0,05$).

Tabela 4: Médias (\pm desvio padrão) de dureza superficial (KHN) obtidas nas diferentes combinações de materiais, técnicas e tempo de polimento após um ano de armazenagem dos espécimes

Material Restaurador	Técnica de Polimento	Tempo de Polimento	
		Mediato	Imediato
A110	FlexiCups	50.93 \pm 8.08 Ad	46.84 \pm 3.45 Bc
	Sof-Lex	44.83 \pm 2.15 Ae	41.51 \pm 3.42 Bd
	Seqüencial	43.78 \pm 3.06 Af	47.34 \pm 3.09 Ac
Z250	FlexiCups	110.78 \pm 20.70 Aa	103.64 \pm 7.10 Ba
	Sof-Lex	89.70 \pm 6.05 Ac	81.41 \pm 5.79 Bb
	Seqüencial	95.38 \pm 7.63 Ab	104.60 \pm 12.30 Aa

Letras maiúsculas diferentes na mesma linha representam diferenças significantes entre tempos de polimento, e letras minúsculas diferentes na mesma coluna representam diferenças significantes entre materiais e técnicas ($p < 0,05$).

Tabela 5: Médias (medianas \pm desvio padrão) da infiltração marginal das diferentes combinações de materiais, técnicas e tempo de polimento para margens em esmalte após um ano de armazenagem dos espécimes

Material Restaurador	Técnica de Polimento	Tempo de Polimento	
		Mediato	Imediato
A110	FlexiCups	2.0 (1.75 \pm 0.46)	2.0 (1.87 \pm 0.64)
	SofLex	2.0 (1.62 \pm 1.06)	0.5 (0.75 \pm 0.89)
	Seqüencial	2.0 (1.62 \pm 0.74)	2.0 (1.57 \pm 0.53)
Z250	FlexiCups	0.5 (0.75 \pm 0.89)	1.0 (1.12 \pm 0.83)
	SofLex	1.0 (1.00 \pm 0.93)	1.0 (1.29 \pm 0.76)
	Seqüencial	2.0 (2.12 \pm 0.83)	2.0 (2.10 \pm 0.35)

Não foram observadas diferenças entre os grupos pelo teste de Kruskal-Wallis ($p > 0.05$).

Tabela 6: Médias (medianas \pm desvio padrão) da infiltração marginal das diferentes combinações de materiais, técnicas e tempo de polimento para margens em dentina após um ano de armazenagem dos espécimes

Material Restaurador	Técnica de Polimento	Tempo de Polimento	
		Mediato	Imediato
A110	FlexiCups	2.5 (2.37 \pm 0.74)	2.0 (2.25 \pm 0.71)
	SofLex	2.5 (2.12 \pm 0.99)	1.0 (1.37 \pm 0.91)
	Seqüencial	2.5 (2.00 \pm 1.20)	2.0 (2.14 \pm 0.90)
Z250	FlexiCups	1.0 (1.13 \pm 0.64)	2.0 (2.00 \pm 0.76)
	SofLex	1.0 (1.38 \pm 1.06)	1.0 (1.00 \pm 0.58)
	Seqüencial	3.0 (2.63 \pm 0.74)	1.0 (1.75 \pm 1.35)

Não foram observadas diferenças entre os grupos pelo teste de Kruskal-Wallis ($p > 0.05$).

Tabela 7: Comparação entre a rugosidade superficial (Ra μm) baseline e após um ano de armazenagem dos espécimes

Material Restaurador	Técnica de Polimento	Tempo de Polimento	Período de Avaliação	
			Baseline	Um ano
A110	FlexiCups	Mediato	0.18 \pm 0.04 A	0.25 \pm 0.03 B
		Imediato	0.19 \pm 0.05 A	0.19 \pm 0.05 A
	SofLex	Mediato	0.14 \pm 0.04 A	0.18 \pm 0.05 B
		Imediato	0.14 \pm 0.02 A	0.17 \pm 0.05 A
	Seqüencial	Mediato	0.13 \pm 0.03 A	0.21 \pm 0.09 B
		Imediato	0.09 \pm 0.02 A	0.11 \pm 0.02 B
Z250	FlexiCups	Mediato	0.27 \pm 0.06 A	0.41 \pm 0.09 B
		Imediato	0.21 \pm 0.03 A	0.35 \pm 0.18 B
	SofLex	Mediato	0.12 \pm 0.03 A	0.16 \pm 0.09 A
		Imediato	0.15 \pm 0.03 A	0.21 \pm 0.08 B
	Seqüencial	Mediato	0.11 \pm 0.02 A	0.15 \pm 0.05 B
		Imediato	0.13 \pm 0.03 A	0.14 \pm 0.09 A

Valores são Mediana (Média \pm DP). Letras diferentes indicam diferenças entre os grupos pelo teste T ($p < 0.05$).

Tabela 8: Comparação entre a infiltração marginal em esmalte baseline e após um ano de armazenagem dos espécimes

Material Restaurador	Técnica de Polimento	Tempo de Polimento	Período de Avaliação	
			Baseline	Um ano
A110	FlexiCups	Mediato	1.0 (1.25 \pm 0.71) A	2.0 (1.75 \pm 0.46) A
		Imediato	1.0 (1.00 \pm 0.60) A	2.0 (1.87 \pm 0.64) B
	SofLex	Mediato	0.0 (0.50 \pm 0.76) A	2.0 (1.62 \pm 1.06) B
		Imediato	0.5 (0.62 \pm 0.74) A	0.5 (0.75 \pm 0.89) A
	Seqüencial	Mediato	0.5 (0.62 \pm 0.74) A	2.0 (1.62 \pm 0.74) B
		Imediato	1.0 (0.75 \pm 0.71) A	2.0 (1.57 \pm 0.53) A
Z250	FlexiCups	Mediato	0.0 (0.25 \pm 0.46) A	0.5 (0.75 \pm 0.89) A
		Imediato	1.0 (0.75 \pm 0.70) A	1.0 (1.12 \pm 0.83) A
	SofLex	Mediato	0.0 (0.37 \pm 0.52) A	1.0 (1.00 \pm 0.93) A
		Imediato	1.0 (0.87 \pm 0.83) A	1.0 (1.29 \pm 0.76) A
	Seqüencial	Mediato	1.5 (1.12 \pm 0.64) A	2.0 (2.12 \pm 0.83) B
		Imediato	1.0 (0.87 \pm 0.64) A	2.0 (2.10 \pm 0.35) B

Valores são Mediana (Média \pm DP). Letras diferentes indicam diferenças entre os grupos pelo teste Mann-Whitney ($p < 0.05$).

Tabela 9: Comparação entre a infiltração marginal em dentina baseline e após um ano de armazenagem dos espécimes

Material Restaurador	Técnica de Polimento	Tempo de Polimento	Período de Avaliação	
			Baseline	Um ano
A110	FlexiCups	Mediato	2.5 (1.85 ± 1.36) A	2.5 (2.37 ± 0.74) A
		Imediato	2.5 (2.12 ± 1.13) A	2.0 (2.25 ± 0.71) A
	SofLex	Mediato	1.0 (1.50 ± 1.07) A	2.5 (2.12 ± 0.99) A
		Imediato	2.0 (1.87 ± 0.83) A	1.0 (1.37 ± 0.91) A
	Seqüencial	Mediato	3.0 (2.87 ± 0.35) A	2.5 (2.00 ± 1.20) A
		Imediato	2.5 (2.25 ± 0.89) A	2.0 (2.14 ± 0.90) A
Z250	FlexiCups	Mediato	2.5 (2.25 ± 0.89) B	1.0 (1.13 ± 0.64) A
		Imediato	2.5 (2.25 ± 0.89) A	2.0 (2.00 ± 0.76) A
	SofLex	Mediato	1.5 (1.75 ± 0.89) A	1.0 (1.38 ± 1.06) A
		Imediato	1.0 (1.62 ± 0.92) A	1.0 (1.00 ± 0.58) A
	Seqüencial	Mediato	3.0 (2.50 ± 0.92) A	3.0 (2.63 ± 0.74) A
		Imediato	3.0 (2.87 ± 0.35) B	1.0 (1.75 ± 1.35) A

Valores são Mediana (Média ± DP). Letras diferentes indicam diferenças entre os grupos pelo teste Mann-Whitney ($p < 0.05$).

3. APÊNDICES

APÊNDICE 1. ARTIGO *BESELINE* PUBLICADO EM PERÍODIO IA

Effect of Polishing Techniques and Time on Surface Roughness, Hardness and Microleakage of Resin Composite Restorations

D Venturini • MS Cenci • FF Demarco
GB Camacho • JM Powers

Clinical Relevance

The effects of polishing techniques on surface roughness, microhardness and microleakage of resin composites are material dependent. In general, since immediate polishing has not had a negative influence on the tested properties of the two composites compared to delayed polishing, this procedure could be preferred, reducing the number of clinic sessions and bringing more comfort and satisfaction to the patient.

SUMMARY

This study evaluated the effects of immediate and delayed polishing on the surface roughness, microhardness and microleakage of a microfilled (Filtek A110) and a hybrid (Filtek Z250) resin composite. Standardized preparations were made on the buccal surfaces of 256 bovine teeth;

Daniela Venturini, MSc student, School of Dentistry, Federal University of Pelotas, RS, Brazil

Maximiliano Sérgio Cenci, DDS, MSc, PhD student, Faculty of Dentistry of Piracicaba, State University of Campinas, SP, Brazil

*Flávio Fernando Demarco, DDS, PhD, associate professor, Department of Operative Dentistry, School of Dentistry, Federal University of Pelotas, RS, Brazil

Guilherme Brião Camacho, DDS, PhD, associate professor, Department of Operative Dentistry, School of Dentistry, Federal University of Pelotas, RS, Brazil

John M Powers, PhD, Director, Houston Biomaterials Research Center, University of Texas Dental Branch at Houston, Houston, TX, USA

*Reprint request: Gonçalves Chaves, 457, 5° andar, 96015 560 Pelotas, RS, Brazil; fdemarco@ufpel.tche.br; or ffdemarco@hotmail.com

DOI: 10.2341/04-155

half were restored with each composite (128 teeth per composite). Immediately after curing, gross finishing was carried out with #280 sandpaper. The specimens restored with each composite were divided into two subgroups. The first group (IM) was polished immediately after gross finishing, using three different systems (n=16): Sequence A, Sof-Lex; Sequence B, Flexicups and Sequence C, Flexicups + Jiffy Polishing Brush + Flexibuffs. The specimens were then stored for three weeks in saline 37°C. The second group (DE) was stored for two weeks, then polished with the same systems and stored for one additional week. The controls (n=16) were analyzed without polishing. Five readings per specimen were taken for surface roughness and hardness. After immersion in basic fuchsin, microleakage was evaluated (40x) using standardized scores. The data were analyzed at a significance level of 0.05, with analysis of variance and an SNK test (surface roughness and microhardness) or with Kruskal-Wallis (microleakage). In both composites, only for the sequential technique was there an influence of delay in polishing on roughness (Ra). Flexicups exhibited the highest Ra of the

three systems. The IM and Filtek Z-250 groups showed higher hardness than the DE and A-110 groups, respectively. Dentin margins showed more leakage than enamel margins; the sequential technique produced more leakage than the other techniques in dentin ($p < 0.05$) and delay of polishing was not significant in the majority of situations. In conclusion, in several conditions—composite, time and polishing technique—had a significant influence on surface roughness, hardness and microleakage. Generally, immediate polishing produced no detrimental effect compared to delayed polishing.

INTRODUCTION

No other restorative material has been so modified and improved as resin composite, which was introduced by Bowen (1962). Despite all initial inherent problems, the current status of composite restorations used in conjunction with the total acid-etch technique has made many dentists choose these materials, even for restoring areas of high occlusion stress, such as posterior teeth (Leinfelder, 1993; Ferreira, Lopes & Baratieri, 2004).

The proper finishing and polishing of dental restoratives are critical clinical procedures and very important for the esthetics and longevity of restorations. Residual surface roughness of restorations can influence dental biofilm retention, resulting in superficial staining, gingival inflammation and secondary caries, thus affecting the clinical performance of restorations (Yap, Lye & Sau, 1997; Hoelscher & others, 1998; Setcos, Tarim & Suzuki, 1999; Reis & others, 2002). However, a highly polished surface of composites is difficult to achieve, because of factors such as different amounts of filler particles, the size of particles and the differences in hardness between the filler particles and matrix of the resin composite. Traditionally, it is believed that the polishing ability of composites vary depending on particle size (Strassler, 1990) and microfilled resin composites are more easily polished than hybrid types.

Finishing is defined as the gross contouring or reduction of a restoration to obtain ideal anatomy. Polishing refers to the reduction of roughness and scratches created by finishing instruments (Yap & others, 1997). Different methods can be used for the finishing and polishing of resin composite restorations (Setcos & others, 1999). However, there is no consensus on which material and technique provides the smoothest surfaces for

resin composites, and little research has been conducted on the influence of delay in polishing on the surface roughness, hardness and marginal sealing of composite restorations.

This study evaluated the effects of different techniques and times (immediate and delayed) of polishing on the surface texture, surface microhardness and sealing ability of two composites in an *in vitro* tooth-restoration model. The null hypothesis tested was that there were no differences caused by polishing techniques, types of composite and polishing time on the surface texture, surface microhardness and sealing ability of resin composite restorations.

METHODS AND MATERIALS

Two hundred and fifty-six freshly extracted bovine incisors were selected. The teeth were cleaned and stored in saline at 4°C until use. The teeth were sectioned 5 mm above and 5 mm below the cemento-enamel junction using a low-speed diamond-impregnated disk under water cooling; they were then embedded in cylindrical molds with acrylic resin. The buccal surface of each tooth was ground with 180-grit silicon carbide paper under running water. Standardized Class V preparations were made on the exposed surface. The cavities were 3-mm mesio-distally and occluso-gingivally and 2-mm deep. The occlusal-cavosurface margin was located in enamel, while the gingival-cavosurface margin was located in dentin. The specimens were kept hydrated in distilled water throughout all the steps.

The cavity on each tooth was restored with Single Bond adhesive system (3M ESPE, St Paul, MN, USA) and a microfilled resin composite (Filtek A-110, 3M ESPE,) or with a microhybrid resin composite (Filtek Z-250, 3M ESPE) according to the manufacturer's instructions (Table 1). Shade B2 was used for both composites to standardize the depth of curing, and the composite was placed in three increments, with the cervical increment placed first. Transparent matrixes were placed over the filled cavities, and pressure was applied to extrude excessive material that was removed. Each increment was cured for 20 seconds, and the final restoration was cured for another 40 seconds using a light-curing unit operating at 650mW/cm² (XL 3000, 3M ESPE).

The positive control groups (n=16) were evaluated without any finishing/polishing procedure and remained stored in saline solution at 37°C for three weeks. The solution was changed twice a week. For the

Table 1: Characteristics of Resin Composites Tested

Composite/ Manufacturer	Shade	Classification	Filler Content (type/mean size/amount)	Batch #
Filtek Z250/3M ESPE	B2	Microhybrid	Zirconia and Silica/0.19-3.3 µm/60%	2ML
Filtek A110/3M ESPE	B2	Microfilled	Silica/0.04 µm/40%	2BC

Table 2: Technical Profile of Polishing Systems and Details of Polishing Procedures

System/Manufacturer	Speed (rpm)	Condition
Sof-Lex finishing system/3M ESPE		
Medium (medium orange—29 μm)	30 000	Dry
Fine (light orange—14 μm)	30 000	Dry
Extra fine (yellow—5 μm)	30 000	Dry
Flexicups/Cosmedent		
Medium (blue)	20 000	Dry (polishing paste)
Extra fine (pink)	20 000	Dry (polishing paste)
Sequential technique		
Flexicups medium	20 000	Dry (polishing paste)
Flexicups extra fine	20 000	Dry (polishing paste)
Jiffy Polishing Brush/Ultradent	30 000	Dry (polishing paste)
Flexibuffs/Cosmedent	30 000	Dry (polishing paste)

testing groups, transparent matrices were removed immediately after light-polymerization, and gross finishing was carried out by grinding the specimens on 280-grit silicon carbide paper in one direction under running water. This procedure was done to simulate a fine diamond bur texture and was provided with a Gallone precision machine where a fine diamond bur was fixed in one axis in order to avoid formation of a wave-like surface. The surface roughness of 20 specimens of each composite was then obtained and compared to the surface roughness obtained from specimens using 180, 220, 280, 320 and 360 grit sandpaper. In as much, the most appropriated roughness pattern was obtained. Only two negative control groups ($n=16$) were obtained with this gross finishing.

The restored and finished specimens were then randomly divided into 12 groups of 16 teeth and polished with: (A) aluminum-oxide discs—Sof-Lex Pop On XT (3M ESPE), (B) rubber-polishing cups—Flexicups (Cosmedent, Chicago, IL, USA) and (C) the sequential use of rubber-polishing cups, polishing brush—Jiffy Polishing Brush (Ultradent, South Jordan, UT, USA) and felt-polishing discs—Flexibuffs (Cosmedent). The materials were used according to manufacturers' directions. The systems were used in the same way (10 strokes and 20 seconds each step) to permit comparison among them. A polishing paste (Enamelize, Cosmedent) was used in polishing sequences B and C. Table 2 provides additional information on the polishing systems.

Half the group was polished immediately after curing (IM), while the remaining half was polished after two weeks (DE). All groups were stored in saline for three weeks at 37°C before analyses. All the specimens were evaluated with the profilometer, but only half was submitted to hardness and microleakage evaluations ($n=8$). Eight samples from each group were stored in saline at 37°C (solution changed twice a week) to promote aging and will be further evaluated.

Surface roughness (Ra) was measured with a profilometer (Surfcorder SE 1200, Kosaka Laboratory Co, Chiyoba-Ku, Tokyo, Japan). The Ra value is the arithmetic mean line calculated by the analyzer. Five traces were recorded for each specimen on five different locations. The roughness value was recorded as the average of these five readings. A calibration block was used periodically to check the performance of the profilometer. The equipment consistently provided an accurate recording of the calibration block ($3.10 \pm 0.10 \mu\text{m}$).

Knoop hardness was determined using the Miniload Hardness Tester (Ernest Leitz, GmbH, Wetzlar, Germany). Indentations were made with a 50-g load applied for 30 seconds. Five indentations were recorded for each specimen, and the microhardness value was obtained as the average of these five readings.

The specimens were subsequently sealed with two coats of nail varnish applied 1.5-mm short of the restorations' margins exposed to dye. The specimens were then immersed in 1% aqueous basic fuchsin dye for 24 hours at 37°C. After removal from the dye solution, the teeth were cleaned and sectioned longitudinally through the restorations in a bucco-palatal plane using a diamond saw under water irrigation. The margin sealing ability, as indicated by depth of dye penetration around the enamel (incisal) and dentin (gingival) margins, was evaluated under magnification (40x). A 0-3 scoring system was used to describe the severity of infiltration: 0 = no evidence of dye penetration, 1 = dye penetration to less than half the cavity depth, 2 = dye penetration to the full cavity depth, 3 = dye penetration to the axial wall and beyond.

For surface roughness and microhardness, statistical differences were tested by three-way analysis of variance (ANOVA) and Student-Newman-Kels (SNK) test at the 0.05 level of significance. To detect differences in sealing ability, Mann-Whitney and Kruskal-Wallis were used ($p<0.05$).

RESULTS

Table 3 shows the average surface roughness (Ra) for combinations of resin composites, polishing instruments and polishing times (immediate vs delayed). The smoothest surfaces for both composites were observed in the positive control groups. Compared to the negative control, all polishing treatments produced a decrease in surface roughness ($p<0.05$). The highest values of Ra were obtained with rubber-polishing cups

Table 3: Means and Standard Deviations ($n=8$) of Surface Roughness ($Ra-\mu m$) of the Different Combinations of Materials, Polishing Techniques and Polishing Times

Restorative Material–Polishing Method	Delayed Polishing	Immediate Polishing
Filtek A 110–Sof-Lex	0.14 ± 0.04^c	0.14 ± 0.02^c
Filtek A 110–Flexicups	0.18 ± 0.04^d	0.19 ± 0.05^d
Filtek A 110–Sequential Technique	0.13 ± 0.03^c	0.09 ± 0.02^b
Filtek Z 250–Sof-Lex	0.12 ± 0.03^{bc}	0.15 ± 0.03^c
Filtek Z 250–Flexicups	0.27 ± 0.06^a	0.21 ± 0.03^d
Filtek Z 250–Sequential Technique	0.11 ± 0.02^b	0.13 ± 0.03^c
Filtek A 110–Positive Control	0.03 ± 0.01^a	
FilteK A 110–Negative Control	1.13 ± 0.05^f	
Filtek Z 250–Positive Control	0.04 ± 0.02^a	
FilteK Z 250–Negative Control	1.24 ± 0.06^g	

Groups identified by different superscript lower case letters are significantly different ($p < 0.05$).

Table 4: Mean and Standard Deviations ($n=8$) of Surface Hardness (KHN) of the Different Combinations of Materials, Polishing Techniques and Polishing Times

Restorative Material–Polishing Method	Delayed Polishing	Immediate Polishing
Filtek A 110–Sof-Lex	62.5 ± 9.4^g	58.6 ± 5.5^g
Filtek A 110–Flexicups	57.3 ± 11.3^g	70.2 ± 9.9^e
Filtek A 110–Sequential Technique	49.8 ± 16.3^h	75.7 ± 3.7^e
Filtek Z 250–Sof-Lex	96.2 ± 5.0^b	94.8 ± 7.0^{bc}
Filtek Z 250–Flexicups	83.6 ± 11.3^d	106.5 ± 2.8^a
Filtek Z 250–Sequential Technique	104.5 ± 11.1^a	101.1 ± 10.3^a
Filtek A 110–Positive Control	68.4 ± 6.3^{ef}	
FilteK A 110–Negative Control	64.6 ± 5.8^f	
Filtek Z 250–Positive Control	89.5 ± 4.8^{cd}	
FilteK Z 250–Negative Control	93.5 ± 7.3^{bc}	

Groups identified by different superscript lower case letters are significantly different ($p < 0.05$).

Table 5: Mean, Median and Standard Deviations ($n=8$) of Dye Penetration to the Different Combinations of Materials, Polishing Techniques and Polishing Times for Enamel Margins

Restorative Material–Polishing Method	Delayed Polishing	Immediate Polishing
Filtek A 110–Sof-Lex	$0.50 (0.0) \pm 0.76^{ab}$	$0.62 (0.5) \pm 0.74^{bc}$
Filtek A 110–Flexicups	$1.25 (1.0) \pm 0.71^{cd}$	$1.00 (1.0) \pm 0.0^c$
Filtek A 110–Sequential Technique	$0.62 (0.5) \pm 0.74^{bc}$	$0.75 (1.0) \pm 0.71^c$
Filtek Z 250–Sof-Lex	$0.37 (0.0) \pm 0.52^{ab}$	$0.87 (1.0) \pm 0.83^c$
Filtek Z 250–Flexicups	$0.25 (0.0) \pm 0.46^{ab}$	$0.75 (1.0) \pm 0.70^c$
Filtek Z 250–Sequential Technique	$1.12 (1.5) \pm 0.64^d$	$0.87 (1.0) \pm 0.64^c$
Filtek A 110–Positive Control	$0.76 (1.0) \pm 0.73^{bc}$	
FilteK A 110–Negative Control	$0.69 (0.5) \pm 0.58^b$	
Filtek Z 250–Positive Control	$0.37 (0.0) \pm 0.41^{ab}$	
FilteK Z 250–Negative Control	$0.89 (1.0) \pm 0.74^{bc}$	

Groups identified by different superscript lower case letters are significantly different (non-parametric Kruskal Wallis test— $p < 0.05$). Values are mean (median) \pm standard deviation.

for both composites ($p < 0.05$). A comparison of surface roughness between materials and polishing times revealed that significant differences were only observed in the sequential technique for the two composites ($p > 0.05$). There is a statistically significant interaction

in surface roughness among composites, polishing techniques and polishing times (Table 3— $p < 0.001$).

In relation to microhardness, there is a statistically significant interaction among composites, polishing techniques and polishing times. This indicates that the effect of one factor is not consistent at all combinations with the other factors. However, some significant interactions can be observed. There is a significant difference ($p < 0.001$) between composites, with the microhybrid composite exhibiting higher surface microhardness values than the microfilled composite in both the control and experimental groups (Table 4). Polishing techniques are a significant factor if considered within the interactions between composites and time of polishing; and in immediate polishing time for both composites, aluminum-oxide discs exhibited the lowest hardness values ($p < 0.05$). In delayed polishing time with the microfilled composite, the sequential polishing technique showed the lowest hardness values (Table 4— $p < 0.05$) of the three techniques. For delayed specimens of the microhybrid composite, the sequential polishing technique exhibited higher hardness than the other techniques, and the aluminum-oxide discs exhibited higher hardness than rubber cups (Table 4— $p < 0.05$). There is a significant difference in microhardness between polishing times ($p > 0.05$), and the delayed polished specimens showed lower hardness than

the immediate polished specimens (Table 4).

Tables 5 and 6 show the dye penetration means, medians and standard deviations (enamel and dentin), respectively. In enamel margins, the microhybrid com-

posite for delayed finishing time had more leakage ($p < 0.05$) with the sequential technique compared to the rubber cups and aluminum oxide discs polishing techniques. No significant differences were observed between groups in immediate polishing. In dentin margins, the sequential polishing technique exhibited more leakage in most of the interactions among composites and polishing time. A comparison of leakage between composites and polishing times revealed no significant differences in enamel or dentin margins ($p > 0.05$). Dentin margins exhibited more dye penetration than enamel margins ($p < 0.05$).

DISCUSSION

The clinician's objective in placing esthetic restorations is to achieve the smoothest surface, which will minimize dental biofilm accumulation and stain retention and can be easily maintained (Neme & others, 2002). To achieve a natural appearance, it is also important to reproduce all light reflection areas in teeth with esthetic involvement.

Different methods can be used to finish and polish dental restorations. The best surface is the one achieved with a matrix band (Hondrum & Fernández, 1997; Yap & others, 1997; Yap & Mok, 2002; Yap & others, 2004). In this study, the smoothest surface was also found with polyester strips. However, use of these strips is limited by the complexity of tooth anatomy and other restorative procedures. Therefore, diamond or carbide burs are often necessary to contour anatomically structured and concave surfaces such as the lingual of anterior teeth or the occlusal of posterior tooth surfaces (Özgünlaltay, Yazici & Görücü, 2003).

Clinically, some functional adjustment is necessary in almost all restorations. In this study, initial finishing was carried out with standardized 280-grit silicon carbide paper under running water to simulate a fine diamond bur texture and produce specimens finished without undulations.

Most investigators agree that flexible aluminum-oxide discs are the best instruments for providing low roughness on composite surfaces (Berastegui & others, 1992; Toledano, De La Torre & Osório, 1994; Lu, Roeder & Powers, 2003). Van Dijken and Ruyter (1984) showed that the capability of aluminum oxide discs to produce a smooth surface was related to their ability to cut the

Table 6: Mean, Median and Standard Deviations ($n=8$) of Dye Penetration to the Different Combinations of Materials, Polishing Techniques and Polishing Times for Dentin Margins

Restorative Material–Polishing Method	Delayed Polishing	Immediate Polishing
Filtek A 110–Sof-Lex	1.50 (1.0) \pm 1.07 ^{ab}	1.87 (2.0) \pm 0.83 ^c
Filtek A 110–Flexicups	1.87 (2.5) \pm 1.36 ^{cd}	2.12 (2.5) \pm 1.13 ^{cd}
Filtek A 110–Sequential Technique	2.87 (3.0) \pm 0.35 ^e	2.25 (2.5) \pm 0.89 ^d
Filtek Z 250–Sof-Lex	1.75 (1.5) \pm 0.89 ^b	1.62 (1.0) \pm 0.92 ^{ab}
Filtek Z 250–Flexicups	2.25 (2.5) \pm 0.89 ^{cd}	2.25 (2.5) \pm 0.89 ^d
Filtek Z 250–Sequential Technique	2.50 (3.0) \pm 0.92 ^e	2.87 (3.0) \pm 0.35 ^e
Filtek A 110–Positive Control	1.76 (1.5) \pm 0.73 ^{bc}	
FilteK A 110–Negative Control	1.98 (1.5) \pm 0.88 ^{bc}	
Filtek Z 250–Positive Control	2.37 (2.5) \pm 0.91 ^{cd}	
FilteK Z 250–Negative Control	2.69 (2.5) \pm 1.09 ^{cd}	

Groups identified by different superscript lower case letters are significantly different (non-parametric Kruskal Wallis test— $p < 0.05$). Values are mean (median) \pm standard deviation

filler particle and matrix equally. Their efficacy, however, depends on the anatomical form and accessibility of the restoration. Therefore, specialized shapes of abrasives are usually necessary in clinical practice to achieve the best results. This study showed similar or lower performance regarding surface roughness between aluminum oxide discs and the sequential use of rubber cups, polishing brushes and felt discs. This sequential technique could improve polishing in areas of difficult access to aluminum oxide discs. The roughest surfaces were achieved with rubber cups that were used individually.

Hardness may be defined as the resistance of solid structures to permanent indentation or penetration. Changes in hardness may reflect the state of the setting reaction of a material and the presence of an ongoing reaction or maturity of the restorative material (Bourke, Walls & McCabe, 1992; Yap, Wong & Lim, 2000). In this experiment, hardness tests were conducted after storage for three weeks in saline at 37°C for all specimens. In this way, the maturity of the composites was common at the time of evaluation, and any differences in hardness could be attributed to the effects of the polishing procedures at the two time intervals. Some authors suggest that, if the polishing procedure is completed before complete resin composite maturation, the restoration could be more susceptible to thermal insults that could result in lower surface hardness (Pearson & Messing, 1979; Craig & Powers, 2002). In this study, however, delayed polished specimens presented lower microhardness than immediate polished specimens; in most interactions, this could be explained by compromising the composite surface post curing properties with delayed polishing procedures. Also, a significant interaction was observed among composites, polishing procedures and polishing time. The micro-filled composite exhibited lower hardness than the microhybrid composite in the control and experimental

groups. These findings can be explained by compositional differences between the two composites. Microfilled composites usually have lower filler contents, which result in some reduction in mechanical properties of these materials (Pereira & others, 2003).

Finishing and polishing techniques can affect microleakage, probably because of the thermal insults produced with rotary instruments during these procedures (Taylor & Lynch, 1993; Yap & Ang & Chong, 1998b). Yu, Wiecekowsky and Davis (1990) showed increased leakage when the finishing procedures were done in dry conditions, suggesting a deficiency in marginal fit. However, Yap and others (2000) found no differences in microleakage among finishing and polishing procedures performed in dry conditions. In this study, distilled water was used during finishing procedures, and an extra fine polishing paste was used with rubber polishing cups, brush polishing systems and felt polishing discs. Only aluminum-oxide discs were used without polishing paste. Polishing pastes had no influence on the surface roughness achieved with polishing systems (Marigo & others, 2001; Turssi & others, 2000), and their use only improved surface brightness (Strassler & Bauman, 1993). This study showed some differences related to polishing techniques in different composites and polishing times, mainly concerning dentin margins. The sequential technique (C) seemed to produce higher marginal damage, probably because of the number of steps and repetitions with the polishing instruments and, as a consequence, the increased damage caused by thermal insults.

The main controversy regarding composite polishing probably is when to initiate polishing. While some manufacturers claim that finishing and polishing should be done after removal of the matrix or five minutes later, several authors have suggested that if these procedures were delayed 24 hours, better marginal sealing could be obtained (Asmussen & Jorgensen, 1972). Also, immediate finishing and polishing could cause flow of the composites due to the thermal insults of polishing (Lopes, Franke & Maia, 2002). Because the composite polymerization reaction would not be complete prior to 24 hours and, because water sorption would still be occurring, the hygroscopic expansion of composites (Craig & Powers, 2002; Lopes & others, 2002) could result in a reduction in microleakage (Prati & others, 1994). However, delayed polishing could compromise the marginal sealing obtained with the hygroscopic expansion of the composite and adhesive system, resulting in an increase in microleakage because of the stresses generated by the procedure (Yap & others, 1998b). Immediate finishing and polishing could also compromise the initial marginal sealing; however, hygroscopic expansion could improve marginal sealing (Yap & others, 1998b).

In this study, polishing time showed a significant effect in some conditions on the surface roughness, surface hardness and marginal sealing ability of composite restorations. Other studies presented similar results, even showing better results with immediate polishing (Yap, Sau & Lye, 1998a; Yap & others, 1998b). However, Lopes, Franke and Maia (2002), studying hybrid and microfilled composites, showed that microfilled composites could be adversely affected by immediate polishing. These authors attributed their findings to differences in residual polymerization between the two resin composites.

The results of this study confirm the hypothesis that polishing can be done immediately after restoration placement without any negative influence on the surface roughness, surface hardness or sealing ability of composite restorations. In fact, in most situations, immediately polished specimens performed similarly or better than delayed polished specimens. Therefore, immediate polishing is recommended since this procedure reduces the number of clinic sessions and brings more comfort and satisfaction to the patient. However, the null hypothesis tested was partially rejected since surface roughness, surface hardness and marginal sealing ability of restorations showed significant differences in several experimental conditions (polishing techniques and resin composite).

CONCLUSIONS

Within the limitations of this study, it was concluded that:

1. Immediate polishing procedures did not negatively affect the surface hardness, roughness and sealing ability of a microfilled and microhybrid composite.
2. A sequential polishing technique had similar or superior performance compared to aluminum oxide disks, except for sealing ability in dentin margins.
3. The microfilled composite showed lower surface hardness than the microhybrid composite.

(Received 19 August 2004)

References

- Asmussen E & Jorgensen KD (1972) A microscopic investigation of the adaptation of some plastic filling materials to dental cavity walls *Acta Odontologica Scandinavica* **30**(1) 3-21.
- Berastegui E, Canalda C, Brau E & Miquel C (1992) Surface roughness of finished composite resins *Journal of Prosthetic Dentistry* **68**(5) 742-749.
- Bourke AM, Walls AW & McCabe JF (1992) Light-activated glass polyalkenoate cements: The setting reaction *Journal of Dentistry* **20**(2) 115-120.

- Bowen RL (1962) Dental filling material compressing vinylsilane-treated fused silica and a binder consisting of the reaction product of bisphenol and glycidyl methacrylate *US Patent* **3(6)** 112.
- Craig RG & Powers JM (2002) *Restorative Dental Materials* 11th ed Mosby St Louis.
- Ferreira RS, Lopes GC & Baratieri LN (2004) Direct posterior resin composite restorations: Considerations on finishing/polishing. Clinical procedures *Quintessence International* **35(5)** 359-366.
- Hoelscher DC, Neme AM, Pink FE & Hughes PJ (1998) The effect of three finishing systems on four esthetic restorative materials *Operative Dentistry* **23(1)** 36-42.
- Hondrum SO & Fernández R Jr (1997) Contouring, finishing, and polishing Class V restorative materials *Operative Dentistry* **22(1)** 30-36.
- Leinfelder KF (1993) Posterior composites. State-of-the-art clinical applications *Dental Clinics of North America* **37(3)** 411-418.
- Lopes GC, Franke M & Maia HP (2002) Effect of finishing time and techniques on marginal sealing ability of two composite restorative materials *Journal of Prosthetic Dentistry* **88(1)** 32-36.
- Lu H, Roeder LB & Powers JM (2003) Effect of polishing systems on the surface roughness of microhybrid composites *Journal of Esthetic Restorative Dentistry* **15(5)** 297-303.
- Marigo L, Rizzi M, La Torre G & Rumi G (2001) 3-D Surface profile analysis: Different finishing methods for resin composites *Operative Dentistry* **26(6)** 562-568.
- Neme AL, Frazier KB, Roeder LB & Debner TL (2002) Effect of prophylactic polishing protocols on the surface roughness of esthetic restorative materials *Operative Dentistry* **27(1)** 50-58.
- Özgünaltay G, Yazici AR & Görücü J (2003) Effect of finishing and polishing procedures on the surface roughness of new tooth-coloured restoratives *Journal of Oral Rehabilitation* **30(2)** 218-224.
- Pearson GJ & Messing JJ (1979) The abrasivity of finishing agents used on composite filling material *Journal of Dentistry* **7(2)** 105-110.
- Pereira CL, Demarco FF, Cenci MS, Osinaga PW & Piovesan EM (2003) Flexural strength of composites: Influences of polyethylene fiber reinforcement and type of composite *Clinical Oral Investigations* **7(2)** 116-119.
- Prati C, Tao L, Simpson M & Pashley DH (1994) Permeability and microleakage of Class II resin composite restorations *Journal of Dentistry* **22(1)** 49-46.
- Reis AF, Giannini M, Lovadino JR & Dos Santos Dias CT (2002) The effect of six polishing systems on the surface roughness of two packable resin-based composites *American Journal of Dentistry* **15(3)** 193-197.
- Setcos JC, Tarim B & Suzuki S (1999) Surface finish produced on resin composites by new polishing systems *Quintessence International* **30(3)** 169-173.
- Strassler HE (1990) Polishing composite resins to perfection depends on the filler *Dent Off* **10(4)** 9-10.
- Strassler HE & Bauman G (1993) Current concepts in polishing composite resins *Practical Periodontics Aesthetic Dentistry* **5(3 Supplement 1)** 12-17.
- Taylor MJ & Lynch E (1993) Marginal adaptation *Journal of Dentistry* **21(5)** 265-273.
- Toledano M, De La Torre FJ & Osório R (1994) Evaluation of two polishing methods for resin composites *American Journal of Dentistry* **7(6)** 328-330.
- Turssi CP, Saad JR, Duarte SL Jr & Rodrigues AL Jr (2000) Composite surfaces after finishing and polishing techniques *American Journal of Dentistry* **13(3)** 136-138.
- Van Dijken JW & Ruyter IE (1987) Surface characteristics of posterior composites after polishing and toothbrushing *Acta Odontologica Scandinavica* **45(5)** 337-346.
- Yap AU, Ang HQ & Chong KC (1998b) Influence of finishing time on marginal sealing ability of new generation composite bonding systems *Journal of Oral Rehabilitation* **25(11)** 871-876.
- Yap AU, Lye KW & Sau CW (1997) Surface characteristics of tooth-colored restoratives polished utilizing different polishing systems *Operative Dentistry* **22(6)** 260-265.
- Yap AU & Mok BY (2002) Surface finish of a new hybrid aesthetic restorative material *Operative Dentistry* **27(2)** 161-166.
- Yap AU, Yap SH, Teo CK & Ng JJ (2004) Finishing/polishing of composite and compomer restoratives: Effectiveness of one-step systems *Operative Dentistry* **29(3)** 275-279.
- Yap AU, Sau CW & Lye KW (1998a) Effects of finishing/polishing time on surface characteristics of tooth-coloured restoratives *Journal of Oral Rehabilitation* **25(6)** 456-461.
- Yap AU, Wong ML & Lim AC (2000) The effect of polishing systems on microleakage of tooth-coloured restoratives. Part 2: Composite and polyacid-modified composite resins *Journal of Oral Rehabilitation* **27(3)** 205-210.
- Yu XY, Wieczkowski G & Davis EL (1990) Influence of finishing technique on microleakage *Journal of Esthetic Dentistry* **2(5)** 142-144.