

UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ
Paulo Roberto Marão de Andrade Carvalho

**AVALIAÇÃO DA MICRODUREZA,
RUGOSIDADE SUPERFICIAL E MORFOLOGIA
DE DOIS COMPÓSITOS SUBMETIDOS AO
CLAREAMENTO DENTAL E ESCOVAÇÃO
SIMULADA**

Taubaté - SP
2008

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ
Paulo Roberto Marão de Andrade Carvalho

**AVALIAÇÃO DA MICRODUREZA,
RUGOSIDADE SUPERFICIAL E MORFOLOGIA
DE DOIS COMPÓSITOS SUBMETIDOS AO
CLAREAMENTO DENTAL E ESCOVAÇÃO
SIMULADA**

Dissertação apresentada para obtenção do Título de Mestre pelo Programa de Pós-graduação em Odontologia do Departamento de Odontologia da Universidade de Taubaté.

Área de Concentração: Dentística

Orientadora: Profa. Dra. Priscila Christiane Suzy Liporoni

Co-orientadora: Profa. Dra. Vanessa Cavalli Gobbo

Taubaté - SP
2008

PAULO ROBERTO MARÃO DE ANDRADE CARVALHO

**AVALIAÇÃO DA MICRODUREZA, RUGOSIDADE SUPERFICIAL E
MORFOLOGIA DE DOIS COMPÓSITOS SUBMETIDOS AO CLAREAMENTO
DENTAL E ESCOVAÇÃO SIMULADA**

Dissertação apresentado para obtenção do Título de
Mestre pelo Programa de Pós-graduação em Odontologia
do Departamento de Odontologia da Universidade de
Taubaté.

Área de Concentração: Dentística

Data: _____

Resultado: _____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. _____ Universidade de Taubaté

Assinatura _____

Prof. Dr. _____ Universidade _____

Assinatura _____

Prof. Dr. _____ Universidade _____

Assinatura _____

À minha esposa Ana, presente em todos os momentos. À minha mãe, pelo apoio incondicional. Ao meu pai por ter sempre acreditado em mim. Às minhas irmãs pela paciência e incentivo.

AGRADECIMENTOS

Especialmente a Deus, pela força divina e pelas ricas bênçãos recebidas.

À minha orientadora pela presença, paciência, dedicação e principalmente ter mostrado a direção a seguir, Profa. Dra. Priscila Christiane Suzy Liporoni.

À Co-orientadora que me auxiliou no desenvolvimento deste trabalho, Profa. Dra. Vanessa Cavalli Gobbo.

Aos professores do curso de Mestrado, aos colegas do curso, que me oportunizaram um convívio acadêmico salutar e recheado de alegrias.

À colega Maria Malerba Colombi Humel, que ajudou na realização da pesquisa.

A todos os funcionários da Faculdade São Lucas e da Universidade de Taubaté, pela dedicação dispensada e apoio.

Enfim, a todos os amigos que comigo labutaram, deixando, inclusive, o convívio familiar em muitos momentos, para galgar mais os degraus do saber em prol do aprimoramento e da contribuição ao envolvimento científico.

Goze este dia porque é a vida. A própria vida da vida. Em seu breve transcurso, você encontrará todas as realidades e verdades da existência: a sorte do crescimento, o esplendor da criação, a glória do poder. Porque o ontem é só um sonho e o amanhã, só uma visão. Porque o hoje, bem vivido, faz de ontem um sonho de felicidade e, de cada manhã, uma visão de esperança.

Antigo Texto Sânscrito

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos da escovação com o uso de dentifrícios e tratamento clareador na superfície do compósito microhíbrido e nanoparticulado. Foram confeccionados corpos-de-prova com dimensões padronizadas (6 x 3 mm) das resinas Filtek Z-250 (microhíbrida, 3M/ESPE) e Filtek Z-350 (nanoparticulada, 3M/ESPE) (n= 120). Cada resina foi subdivida em seis tratamentos superficiais: controle (sem tratamento); tratamento clareador (Whiteness 16% - FGM); escovação com dentifrício convencional (Colgate Total 12); escovação com dentifrício clareador (Colgate Total 12 Whitening Gel - Palmolive); clareamento e escovação com dentifrício convencional e clareamento e escovação com dentifrício clareador. O tratamento clareador foi realizado durante quatro horas diárias por 15 dias. Após cada ciclo clareador, as amostras eram armazenadas em saliva artificial em estufa a 37 °C até a próxima aplicação do gel clareador. Os grupos não clareados foram mantidos em saliva durante o experimento. Após o clareamento, foi realizada a escovação simulada (trinta mil ciclos) nos grupos pré-estabelecidos. Antes e após o clareamento e escovação, foi determinada a microdureza e rugosidade superficial dos compósitos. Duas amostras de cada grupo foram preparadas para observação em microscopia eletrônica de varredura (MEV). A rugosidade e microdureza obtida antes e após os tratamentos foram estatisticamente analisadas (ANOVA e Tukey/Kramer, $p < 0,05$). Inicialmente todos os grupos apresentaram valores de dureza e rugosidade semelhantes, entretanto, houve aumento da rugosidade da resina submetida à escovação e submetida ao clareamento associado à escovação com os dentifrícios A e B ($p < 0,05$). Não houve, todavia, alteração na microdureza superficial da resina Z350 após os tratamentos, enquanto o grupo 1 apresentou significativa redução na dureza após o tratamento.

Pode-se concluir que a escovação e o clareamento, em especial a associação destes, aumentam a rugosidade dos compósitos, mas não alteram a dureza da resina microhíbrida ou da nanoparticulada.

Palavras-Chave: Resina Composta. Clareamento Dental. Dentifrícios. Microdureza. Rugosidade.

ABSTRACT

The aim of the present study was to evaluate the effects of simulated toothbrushing with dentifrices and bleaching treatment on the surface of microhybrid and nanofilled composites. Standardized samples (6x3 mm) Filtek Z-250 (microhybrid, 3M/ESPE) and Filtek Z-350 (nanofilled, 3M/ESPE) were made (n= 120). Each composite was subdivided into six surface treatments: control (no treatment); bleaching treatment (Whiteness 16% - FGM); brushing with conventional dentifrice (Colgate Total 12); brushing with whitening dentifrice (Colgate Total 12 Whitening Gel – Palmolive); bleaching and brushing with conventional dentifrice and bleaching and brushing with whitening dentifrice. Bleaching treatment was performed for four hours and 15 days. After each bleaching cycle, samples were stored in artificial saliva at 37 °C until the next bleaching application. The non-bleached group remained stored in artificial saliva throughout all experiment. After bleaching, simulated toothbrush (thirty thousand cycles) were performed in the pre-established groups. Before and after bleaching and brushing, surface microhardness and roughness was performed on composite surface. Two samples of each group were prepared to scanning electron microscopy observation (SEM). Surface roughness and microhardness before and after treatments were statistically analyzed (ANOVA and Tukey/Kramer, $p < 0,05$). At baseline, all groups presented similar hardness and roughness values, however, there was a surface roughness increase on composite surface submitted to brushing and to bleaching associated to brushing with the dentifrices A and B ($p < 0,05$). On the other hand, there were not differences of the hardness of the Z350 composite after treatments, while 1 presented significant reduction of surface hardness after treatment. It could be concluded that brushing and bleaching, specially the

association of both, increase composite surface roughness but do not alter surface microhardness of microhybrid and nanofilled composites.

Key Words: Resin Composite. Bleaching. Dentifrices. Microhardness. Roughness.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Média e desvio padrão dos resultados da microdureza superficial	40
Tabela 2 - Média e desvio padrão dos resultados da rugosidade superficial	42

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Delineamento experimental complexo tipo Split-Plot	30
Figura 2 – Composição dos compósitos utilizados	31
Figura 3 – Corpos-de-prova dos compósitos utilizados no estudo	32
Figura 4 – Matriz de teflon e tira poliéster	32
Figura 5 – Nomes e descritores dos grupos experimentais	33
Figura 6 – Microdurômetro Future tech(A) e imagem obtida das edentações através do microscópio óptico acoplado ao aparelho(B)	34
Figura 7 – Rugosímetro percorrendo a superfície do corpo-de-prova(A) e imagem do corpo-de-prova fixado com cera utilidade em cubo acrílico(B)	35
Figura 8 – Agente clareador utilizado-Whiteness 16%-FGM	37
Figura 9 – Composição da saliva artificial	36
Figura 10 – Aplicação do agente clareador na superfície da resina	37
Figura 11 - Máquina de escovação simulada	38

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 REVISÃO DA LITERATURA	18
3 PROPOSIÇÃO	29
3.1 OBJETIVOS GERAIS	29
3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	29
4 MÉTODO	30
4.1 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	30
4.2 CONFECÇÃO DOS CORPOS-DE-PROVA	31
4.3 DIVISÃO DOS GRUPOS EXPERIMENTAIS	33
4.4 ENSAIOS MECÂNICOS PRÉVIOS E APÓS OS TRATAMENTOS	34
4.4.1 Microdureza Superficial	34
4.4.2 Rugosidade Superficial	35
4.5 TRATAMENTOS SUPERFICIAIS DAS RESINAS	36
4.5.1 Clareamento Dental	36
4.5.2 Escovação Simulada	37
4.6 MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA	39
4.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA	39
5 RESULTADOS	40
5.1 MICRODUREZA SUPERFICIAL DA RESINA ANTES E APÓS OS TRATAMENTOS	40
5.2 RUGOSIDADE SUPERFICIAL DA RESINA ANTES E APÓS OS TRATAMENTOS	41
6 DISCUSSÃO	44
6.1 MICRODUREZA DA RESINA MICROHIBRIDA E NANOPARTICULADA	45
6.2 RUGOSIDADE DA RESINA MICROHIBRIDA E NANOPARTICULADA	46
7 CONCLUSÕES	48
REFERÊNCIAS	49
APÊNDICE A – RUGOSIDADE	55
APÊNDICE B – RUGOSIDADE	56
APÊNDICE C – MICRODUREZA	57
APÊNDICE D – MICRODUREZA	58

1 INTRODUÇÃO

As resinas compostas são os materiais de eleição para procedimentos restauradores cuja finalidade é a manutenção da harmonia e estética do sorriso (MAGNE, 2006). Seu surgimento data do início dos anos sessenta, como resultado de inúmeras tentativas de obtenção de um material que fosse superior aos existentes na época, as resinas acrílicas restauradoras e o cimento de silicato. A partir da introdução da resina composta, à base de bisfenol A-glicidilmetacrilato (BIS-GMA), a mesma tornou-se o material de escolha para restaurações em dentes anteriores. Além do fator estético proporcionado, a associação das resinas compostas ao condicionamento ácido e ao sistema adesivo resultaram em restaurações com adequada retenção e selamento marginal (CARVALHO, 1998; VAN LANDUYT et al., 2007). A incorporação de partículas de carga, melhor distribuição das partículas e introdução de iniciadores fotoativados permitiu o aumento das indicações e qualidade das restaurações com compósitos por promover melhores propriedades do material.

O desenvolvimento dos componentes orgânicos e inorgânicos dos compósitos possibilitou o surgimento de grande variedade de resinas compostas, com indicações mais precisas (DONOVAN, 2006; LU et al., 2006; MALTERUD, 2006). Esta evolução permitiu a indicação desses materiais na região posterior, onde os esforços sobre as restaurações são maiores. Entre estes, encontram-se as resinas microhíbridas, com aproximadamente 80% em peso de partículas na carga, com tamanho médio de 0,6 μm , e que apresentam excelentes propriedades físicas sendo, portanto, indicadas para restaurações também em dentes posteriores

(TURSSI et al., 2007). A nanotecnologia também propiciou o surgimento de resinas com partículas nanométricas cujo tamanho varia de 5 a 20 nm. Estas partículas formam aglomerados de 0,6 a 1,4 micrômetros, constituindo 78,5% em peso de partículas inorgânicas. As resinas com tecnologia nanométrica possuem a resistência de uma resina micro-híbrida e como vantagem, o brilho e polimento durável de uma resina microparticulada (BEUN et al., 2007; LOGUERCIO et al., 2007; TURSSI; FERRACANE; FERRACANE, 2006).

Embora as resinas atualmente disponíveis apresentem excelentes propriedades físicas, o compósito ainda sofre rotineiramente, desgaste na cavidade bucal (YAP et al., 2002). O desgaste pode ser definido como perda progressiva de substância da superfície de um corpo provocado por uma ação mecânica (JONES; JONES; WILSON, 1972). Na cavidade bucal, o material restaurador pode desgastar-se por abrasão como resultado da escovação (DONLY et al., 1997; PRAKKI et al., 2005; TEIXEIRA et al., 2005; WANG et al., 2004), contatos dentários (HEINTZE, 2006; HU; MARQUIS; SHORTALL, 2003; SUZUKI et al., 2002) e atrito decorrente da mastigação de elementos abrasivos (HU et al., 1999; KERN; STRUB; LU, 1999; KREJCI; ALBERT; LUTZ, 1999; TURSSI et al., 2005).

O desgaste dos compósitos e a manutenção de uma superfície lisa e plana dependem das partículas inorgânicas, particularmente da concentração e tamanho dessas partículas de carga (TURSSI; MORAES; SERRA, 2003). Partículas menores para um determinado volume resultam em diminuição do espaço entre as mesmas, promovem maior proteção da matriz da resina, menor deslocamento das partículas e conseqüentemente, reduzem o desgaste, promovendo superfícies mais lisas (SÖDERHOLM; RICHARDS, 1998; TURSSI; FERRACANE; VOGEL, 2005). A

resistência ao desgaste do compósito relaciona-se também com a disposição homogênea e adesão das partículas de carga à matriz da resina (LIM et al., 2002).

De acordo com as afirmações apresentadas, acredita-se que esta seja uma vantagem dos compósitos nanométricos, pois o aumento da área de superfície das partículas melhora a adesão destas na interface partícula-matriz (BEUN et al., 2007; HU; MARQUES; SHORTALL, 2003).

O processo físico da escovação afeta a superfície das estruturas dentárias e de materiais restauradores presentes (KON et al., 2006). Este mecanismo é uma somatória da ação das cerdas da escova e dos abrasivos constituintes do dentifrício empregado (TEIXEIRA et al., 2005). Os abrasivos presentes nos dentifrícios deveriam ser relativamente inertes, de baixa dureza e distribuição adequada (TANOUE; MATSUMURA; ATSUTA, 2000; TEIXEIRA et al., 2005), a fim de proporcionarem menor desgaste do material restaurador e menor rugosidade superficial.

Além dos desgastes naturais e mecânicos sofridos pelo compósito no meio bucal, outros procedimentos amplamente realizados pelo paciente podem alterar a superfície deste, como a realização do tratamento clareador (GARCIA-GODOY; GARCIA-GODOY; GARCIA-GODOY, 2002). Alguns estudos demonstram que os peróxidos clareadores diminuem a microdureza (GURGAN; YALCIN, 2007; MUJDECI; GOKAY, 2006; VILLALTA et al., 2006) e aumentam a rugosidade do compósito (ATTIN et al., 2004; BASTING et al., 2005; MORAES et al., 2006; ROSENTRITT et al., 2005; TURKER; BISKIN, 2003; WATTANAPAYUNGKUL et al., 2004), além de alterarem a cor e proporcionarem o aparecimento de microfendas no compósito clareado (CANAY; CEHRELI, 2003).

Observações em microscopia eletrônica de varredura indicam a ocorrência de extensos pontos de erosão do compósito microparticulado após o tratamento clareador com peróxido de carbamida a 10% (TURKER; BISKIN, 2003). Os autores também relataram, através de análise espectral, uma diminuição do conteúdo de sílica e silício na matriz do compósito e reafirmaram a possibilidade de interação entre os agentes clareadores e a resina clareada.

O aumento da rugosidade superficial do compósito facilita a adesão bacteriana, retenção de biofilme cariogênico (GEDIK; HURMUZLU; COSKUN, 2005) e favorece o aparecimento de problemas periodontais de maior ou menor intensidade. Adicionalmente, o aumento da rugosidade afeta a reflexão da luz e o brilho do compósito, implicando na perda do aspecto natural produzido pela restauração (LEE et al., 2007). Já a redução da microdureza superficial do compósito implica em degradação e deterioração da matriz deste material (CANAY; CEHRELI, 2003; GARCIA-GODOY; GARCIA-GODOY; GARCIA-GODOY, 2002; OKTE et al., 2006). Acredita-se que estas alterações sofridas pelos compósitos durante a escovação (TURSSI et al., 2007) e a aplicação de agentes clareadores (GARCIA-GODOY; GARCIA-GODOY; GARCIA-GODOY, 2002; OKTE et al., 2006; TURKER; BISKIN, 2003; WATTANAPAYUNGKUL, 2002) relacionam-se ao tipo de compósito utilizado. Desta forma, é desejável que os compósitos selecionados não alterem sua lisura e microdureza superficial durante os processos de desgaste resultante pela escovação ou oxidação proporcionada pelo agente clareador (GARCIA-GODOY; GARCIA-GODOY; GARCIA-GODOY, 2002; OKTE et al., 2006).

Visto que os compósitos podem apresentar alterações superficiais após o processo de escovação dental e tratamento clareador, a hipótese nula deste trabalho é que a realização de escovação associada a dentifrícios e ao tratamento

clareador não alteram a rugosidade, morfologia e microdureza de compósitos resinosos microhíbridos e nanoparticulados.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Bolanho, Anauate Netto e Yossef (1999) analisaram a ação dos clareadores dentais na lisura superficial das resinas compostas. Foram confeccionados 13 corpos-de-prova de resina composta convencional de macropartículas (Adaptic) e 13 corpos-de-prova de resina híbrida (Z100). Estas resinas foram submetidas à ação de Peróxido de Carbamida a 10% (Review 10) durante três semanas por quatro horas diárias. Para a análise estatística foi utilizado o modelo de análise de variância com medidas repetidas, sobre a média dos dados originais. Os resultados demonstraram que a rugosidade superficial da resina composta convencional é superior à resina híbrida. O aumento da rugosidade superficial das resinas foram significantes já na primeira semana de aplicação do agente clareador. Nas demais semanas, não ocorreu aumento significativo. Os autores concluíram que o tempo foi fator determinante no aumento inicial da rugosidade superficial das resinas pesquisadas, sendo que o tipo de resina não apresentou diferenças significantes e não houve interação entre as mesmas durante o experimento.

Türker e Biskin (2002) investigaram os efeitos de três agentes clareadores (dois agentes a base de peróxido de carbamida a 10% e um a base de peróxido de carbamida a 16%), na microdureza de vários materiais restauradores estéticos (porcelana feldspática, compósito microparticulado e cimento de ionômero de vidro modificado). Após o tratamento clareador, o qual foi realizado por oito horas diárias durante quatro semanas, foi verificado que todos os agentes clareadores diminuíram a microdureza da porcelana e aumentaram a microdureza do ionômero de vidro

modificado. Para os compósitos, enquanto o peróxido de carbamida a 16% aumentou a dureza destes materiais, os outros agentes clareadores, diminuíram-na.

Campos et al. (2003) estudaram os efeitos do clareamento com peróxido de carbamida 10% e 15% em materiais restauradores em uma análise da microdureza superficial. Recipientes cilíndricos acrílicos foram preenchidos com materiais restauradores: Charisma, Durafill VS, Vitremer, Dyract e Permite C. Foram preparadas seis amostras de cada material restaurador. Vinte amostras receberam tratamento com peróxido de carbamida 10%, vinte amostras receberam tratamento clareador com peróxido de carbamida 15% e vinte amostras foram mantidas submersas em saliva artificial substituída diariamente. O tratamento consistiu na imersão dos espécimes em 1 cm³ de peróxido de carbamida de 10 e 15% durante seis horas por dia no período de três semanas, e então os espécimes foram lavados, secos e mantidos imersos em saliva artificial durante 18 horas. Os espécimes de teste e controle foram analisados usando um indicador de microdureza. A diminuição da microdureza foi observada nos materiais Dyract AP, Vitremer e Permite C após tratamento com peróxido de carbamida a 10% e 15%. Concluíram que a aplicação de gel peróxido de carbamida 10% e 15% não alteraram a microdureza das resinas Charisma e Durafill.

Turker e Biskin (2003) examinaram os efeitos de agentes clareadores (peróxido de carbamida) na superfície de três materiais restauradores dentários estéticos. Foram utilizados três produtos clareadores (Nite White, Opalescence, Rembrandt Lighten Gel) e três materiais restauradores (Duceram, Fuji II LC e Silux Plus). Foram preparados trinta espécimes de cada material restaurador e cada grupo foi dividido em três subgrupos (n= 10). Dois espécimes de cada subgrupo foram selecionados como grupo controle. Três diferentes produtos clareadores

foram aplicados em cada grupo durante oito horas por dia por trinta dias respectivamente. Foi determinada a rugosidade inicial e esta análise, reavaliada em 24 horas, 48 horas, uma, duas, três e quatro semanas. A morfologia superficial dos espécimes foi observada por microscopia eletrônica de varredura. A característica estrutural e alterações de porcentagens de peso atômico dos elementos foram feitos através de microanálise de energia dispersiva de raio X. Não foram encontradas diferenças significantes entre os agentes clareadores. As maiores alterações ocorreram nas primeiras duas semanas; os produtos testados foram relativamente estáveis nos períodos de testes seguintes. Não ocorreram mudanças significativas de rugosidade de superfície nas porcelanas feldspáticas. No entanto, a resina microparticulada mostrou leve mudança na rugosidade superficial. Alterações significantes foram encontradas no cimento de ionômero de vidro modificado. Esse estudo sugeriu que restaurações de ionômero de vidro modificado devem ser feitas após o clareamento dental.

Wattanapayungkul et al. (2004) avaliaram os efeitos de agentes clareadores na rugosidade superficial de resinas compostas. Foram usados dois géis clareadores (peróxido de carbamida 10 e 15%) e cinco materiais restauradores (Filtek A110, Filtek Flow, F 2000 - ionômero modificado por poliácido - Z100 e Z250) Trinta e seis espécimes de cada material foram confeccionadas e divididas em três grupos (n= 12): G1 armazenados em água destilada; G2 peróxido de carbamida 10%, 8h/dia; G3 peróxido de carbamida 15%, 8h/dia. O tratamento clareador foi realizado em oito semanas. A rugosidade superficial foi avaliada nos períodos: um, dois, quatro, seis, e oito semanas. A análise estatística foi realizada com teste Scheffe's post-hoc em nível de 5%. Os resultados mostraram diferenças estatísticas significativas dependendo do agente clareador e tempo. A resina composta Z250

não foi afetada pelo clareamento dental, enquanto o F2000 foi significativamente mais rugoso após o período de uma semana com peróxido de carbamida 15% comparado ao grupo controle. As resinas A110, Z100 e flow não tiveram sua rugosidade aumentada em até oito semanas do clareamento. Repolimento ou substituição das restaurações pré-existentes podem ser realizadas após o clareamento dental.

Basting et al. (2005) avaliaram possíveis efeitos do peróxido de carbamida 10% em três resinas compostas compactáveis através de rugosidade superficial e microdureza. Foram confeccionados 12 corpos-de-prova de cada material em um molde de acrílico. O grupo controle não foi clareado. Todos os espécimes foram clareados por 6h, durante três semanas. Durante o restante do tempo (18h), as amostras foram armazenadas em saliva artificial. Foi realizado o teste de microdureza e rugosidade superficial na superfície das amostras. Após a obtenção dos resultados foi feita análise de variância e teste de Tukey em nível de 5%. Para rugosidade superficial não houve diferença estatística significativas, mas o grupo submetido ao clareamento mostrou maiores valores de rugosidade superficial. Para microdureza houve diferença significativa entre os materiais testados, sendo que a resina alert apresentou maior microdureza seguida da Definite e Fill Magic. Os autores concluíram que peróxido de carbamida 10% pode alterar a rugosidade dos compósitos dentais, entretanto a microdureza não foi afetada pelo gel clareador, mas apresentou diferenças devido a composição dos materiais.

Mujdeci e Gokay (2005) avaliaram o efeito de dois géis e duas tiras clareadoras na microdureza de resinas compostas. Foram confeccionados sessente corpos-de-prova, com 6 mm de diâmetro e 4 mm de profundidade, com quatro tipos de resinas compostas (Surefil, Charisma, Admira, Flowline). Os espécimes foram

armazenados em água destilada por 24h. As amostras foram divididas em seis grupos (n= 10): G1-controle, G2-água destilada; G3-peróxido de carbamida 10%; G4-peróxido carbamida 16%; G5-peróxido hidrogênio 5,3%; G6-peróxido hidrogênio 14%. Os grupos G3, G4, G5, G6 foram clareados por 21 dias. A microdureza inicial (baseline) e final foi determinada para todos os grupos. Foi realizada a análise de variância em nível de 5%. Todos os grupos apresentaram alterações microdureza, sendo que os menores valores de dureza foram observados no baseline. Após os tratamentos houve aumento da microdureza, sendo que das resinas testadas a Surefil apresentou os menores valores de dureza. Concluíram que os agentes clareadores podem interferir na microdureza dos compósitos dentais.

Heintze e Forjanic (2005) avaliaram o efeito da escovação e dentifrício em diferentes materiais, 16 resinas compostas, uma amálgama e quatro cerâmicas. Foram confeccionados oito corpos-de-prova para cada material e os mesmos foram polidos antes do teste. Realizou-se 36,000 ciclos de escovação associada a solução *Slurry* (solução de dentifrício diluído em água destilada) em cada corpo-de-prova. Para controle foi usado esmalte e dentina, sem polimento, extraídos dente anteriores humanos. A rugosidade média (Ra) foi obtida com sensor óptico (FRT MicroProf), antes e depois da escovação. Após a obtenção dos dados, as médias foram calculadas e submetidas à Análise de variância Teste de Tukey em nível de 5%. As resinas híbridas mostraram um aumento da rugosidade, enquanto as microparticuladas e Compoglass os menores valores de rugosidade. Não houve diferença estatística significativa antes e depois da escovação para o amálgama, amalgacap, esthet-X, TPH spectrum, Sign cerâmica e cerâmica experimental. Os outros materiais cerâmicos, dentina e esmalte apresentaram diferença estatística significativa, com menores médias após a escovação. Para as resinas compostas,

não foi encontrada correlação entre tamanho de partícula e rugosidade após escovação simulada.

Teixeira et al. (2005) avaliaram a resistência à abrasão e rugosidade de dois compósitos em diferentes ciclos de intervalos, depois da escovação e dentifrícios. Vinte espécimes da resina microhíbrida Z250, nanoparticulada Supreme, foram preparadas de acordo com as recomendações do fabricante. Cada corpo-de-prova foi submetido a escovação simulada, com carga de 250 g, usando *Slurry* (água deionizada e dentifrício). Foram realizadas ciclos de dez mil, vinte mil, cinqüenta mil e cem mil ciclos para todas as amostras a uma freqüência de 1,5 Hz. Em cada intervalo foi feita a leitura das amostras e calculada a rugosidade média (Ra). Nos intervalos a perda de material foi medida com micrômetro de precisão. Os dados foram analisados através de análise de variância. Foram realizadas microscopia eletrônica de varredura e de força atômica. Para a resina Supreme os resultados mostraram menor resistência à abrasão depois de vinte mil, cinqüenta mil e cem mil ciclos de escovação e maior rugosidade que a resina Z250 depois de cinqüenta mil e cem mil ciclos. Entretanto, a microscopia eletrônica de varredura e de força atômica indicaram uma superfície topográfica mais uniforme para resina Supreme do que a Z250. A resistência a abrasão e rugosidade superficial aumentaram com cada intervalo para ambos os materiais.

Okte et al. (2006) avaliaram o efeito de duas bebidas corantes (café e vinho tinto) e água destilada (grupo controle), e três sistemas de clareamento dental (Night Effects, Simply White e Opalescence Quick) em dois compósitos (Filtek Supreme e Esthet-X) através de micordureza. Após a confecção dos corpos-de-prova, os mesmos foram divididos em três grupos (n= 15), e imersos em nas respectivas soluções por três horas diárias a temperatura ambiente, por quarenta dias. Após

esse período, os corpos-de-prova de cada grupo foram subdivididos em três subgrupos (n= 5) para realização do clareamento dental. A microdureza foi medida inicialmente (Baseline), após 24 da polimerização, depois do manchamento e após o clareamento dental. Após obtenção dos dados foi realizado a Análise de Variância e teste de Duncan's em nível de 5%. Os valores de microdureza inicial foram significativamente maiores para resina esthet-x. Após o manchamento todas as resinas apresentaram diminuição da microdureza comparadas ao baseline, e após o clareamento houve diminuição da microdureza para todos os grupos testados. Não foram encontradas diferenças significativas entre as marcas de agentes clareadores utilizados. Concluíram que tanto bebidas corantes como agentes clareadores podem influenciar na microdureza de resinas compostas.

Amaral et al. (2006) avaliaram a rugosidade superficial de diferentes materiais restauradores estéticos submetidos a escovação simulada usando diferentes dentifrícios clareadores. Corpos-de-prova de resinas microhíbrida (Esthetic X), microparticuladas (Durafil VS) e ionômero de vidro modificado (Vitremer) foram submetidas a 7.500 ciclos de escovação utilizando cinco pastas dentais a base de sílica (Crest Regular-controle), bicarbonato + pirofosfato de cálcio (Crest Extra Whitening, bicarbonato (Dental Care A & H), peróxido de carbamida + sílica/alumina e pasta dental experimental composta de peróxido de hidrogênio+carbonato de cálcio. Após a escovação, os autores verificaram que o dentifrício a base de peróxido de carbamida+sílica/alumina e peróxido de hidrogênio+ carbonato de cálcio produziram menores alterações na rugosidade dos materiais restauradores quando comparados com o grupo controle e demais grupos. Os autores concluíram que o dentifrício contendo sílica ou carbonato de cálcio foram

menos abrasivos à superfície dos materiais restauradores que aqueles contendo bicarbonato de cálcio.

Em outro estudo *in vitro*, Polydorou, Hellwig e Auschill, (2007), verificaram o efeito de agentes clareadores na textura superficial de materiais restauradores estéticos. Quatro compósitos (um híbrido, uma resina *flow*, uma resina microhíbrida e uma nanoparticulada), um cerômero e uma cerâmica foram utilizados e dois agentes clareadores foram testados: peróxido de hidrogênio a 38% e peróxido de hidrogênio a 15%. Para o peróxido de hidrogênio a 38%, a morfologia dos materiais foi determinada antes e após 15, trinta e 45 minutos do clareamento e 24h e um mês após o clareamento. Para o peróxido de hidrogênio a 15%, os períodos de avaliação foram antes, após oito, 24 e 56 horas e 1 mês após o clareamento. As amostras dos materiais restauradores foram avaliadas através da microscopia eletrônica de varredura e as imagens demonstram que as alterações nos materiais foram dependentes do tempo e do material avaliado, embora os autores concluam que os agentes clareadores empregados não alteraram significativamente a superfície dos materiais testados.

Em outro estudo, Polydorou, Hellwig e Auschill, (2007), verificaram a microdureza dos mesmos materiais do estudo anterior (quatro compósitos - um híbrido, uma resina *flow*, uma resina microhíbrida e uma nanoparticulada - um cerômero e uma cerâmica) após clareamento com peróxido de carbamida a 15%. Os autores verificaram que não houve alteração significativa na microdureza dos materiais restauradores utilizados. Ainda, concluem que, não há necessidade de substituição destes materiais quando submetidos ao tratamento clareador quando estes materiais estão na região posterior da arcada dentária.

Gurgan e Yalcin (2007) avaliaram os efeitos do peróxido de carbamida 10% e peróxido de hidrogênio 6,5% sobre a superfície de diferentes materiais restauradores: cerômero, resina compactável e resina flow. Foram confeccionados 48 corpos-de-prova (10 mm de diâmetro por 2 mm de espessura) para cada material seguindo as recomendações dos fabricantes. Após 24 h foi realizado o acabamento e polimento com discos Sof-Lex, fez-se a divisão dos espécimes em três grupos (n= 16). O grupo 1 (controle) permaneceu em água destilada por duas semanas, grupo 2 foi clareado com peróxido de carbamida 10%, duas horas por dia por duas semanas, grupo 3 clareado com peróxido de hidrogênio 6,5% durante trinta minutos, por duas semanas. Após os tratamentos os corpos-de-prova foram submetidos ao ensaio de rugosidade superficial (Ra) e microdureza (BHN). Foi realizado Kruskal-Wallis e Mann-Whitney U em nível de 5%. Para ambos agentes clareadores utilizados houve um aumento da rugosidade superficial, sendo esta maior para peróxido de hidrogênio 6,5%. Com relação a dureza, houve diminuição da mesma para os materiais testados, exceto para a resina composta P60. Concluíram que agentes clareadores podem interferir na superfície de materiais restauradores após uso de agentes clareadores.

Jung, Eichelberger e Klimek (2007) avaliaram a qualidade de superfície de quatro compósitos nanoparticulados após acabamento e polimento com três técnicas diferentes. As resinas usadas foram Premise, Tetric Evoceram, Filtek Supreme, Ceram X Duo e um compósito híbrido Herculite XRV. Sessenta corpos-de-prova de cada material foram confeccionados (n= 15) sendo que no grupo controle foram usados discos de lixa de granulação seiscentos, e os outros três grupos (n= 15) foram polidos com séries de pontas diamantadas para acabamento e pontas de tungstênio. Cada grupo de 15 espécimes forma subdivididos em três grupos (n= 5) e

polidos com sistema Astropol (Ivoclar/Vivadent), escovas Optishine (Kerrhawe) e sistema Enhance/Pogo (Dentisply). Foi realizada avaliação da rugosidade superficial com Rugosímetro a laser (Ra), as médias foram calculadas estatisticamente analisadas. Os resultados mostraram influência de três fatores: resina composta, sistema de acabamento e sistema de polimento. Os compósitos nanohíbridos apresentaram a superfície mais lisa após acabamento e polimento. O sistema de polimento Astropol apresentou a menor rugosidade superficial para todos os compósitos.

Costa et al. (2007) avaliaram a superfície e brilho de cinco resinas compostas após polimento com diferentes sistemas. Foram confeccionados 115 corpos-de-prova (10 mm diâmetro e 2 mm de espessura) sendo trinta espécimes de cada compósito. Os corpos-de-prova foram acabados com brocas de 16 lâminas para então serem polidos. Cinco espécimes de cada material foram divididos em seis grupos (n= 5) para cada sistema de polimento testado. A lisura e brilho superficial foram medidos com perfilômetro e medidor de brilho. Os resultados foram analisados através de Anova e Teste Tukey em nível de 5%. Os resultados não mostraram diferenças estatísticas significativas entre as resinas e os sistemas de polimento. Os valores médios de rugosidade das resinas em ordem crescente de rugosidade: Durafill, Esthet-X, Supreme, Z250, Z100; e para os sistemas de polimento: Pogo, Sof-lex, Diacomp/Enamelize, Jiffy. O maior brilho superficial foi apresentado pelo sistema Pogo, e o menor pelas pontas Jiffy e resina Z100. A ponta Pogo mostrou os melhores resultados para todas as resinas testadas. Os autores concluíram que a resina Supreme e Esthet-X apresentaram rugosidade superficial semelhantes a Durafill, independente do sistema de polimento utilizados; e o brilho superficial comparado a Durafill quando polidos com sistema único, o sistema Pogo.

Korkmaz et al. (2008) avaliaram a rugosidade superficial e microdureza de compósitos nanohíbridos que contenham nanopartículas e um compósito microhíbrido, polidos com diferentes sistemas de polimento superficial. Foram usadas Filtek Supreme XT, Grandio, Ceram X, Aelite Aesthetic Enamel, tetric Evo, Filtek Z250. Foram confeccionados 240 corpos-de-prova (10 mm diâmetro por 2 mm espessura), sendo 120 para cada teste. Após a polimerização, cinco espécimes por grupo, sem tratamento foram usados como controle. Os corpos-de-prova foram divididos em três grupos (n= 15): controle, Otrapol e Sof-lex. Todos os materiais de acabamento e polimento foram usados de acordo com as instruções do fabricante. Logo após foram realizadas as leituras de rugosidade e microdureza. Os resultados foram estatisticamente analisados e mostraram que a superfície mais lisa foi obtida com a tira matriz para todos os grupos. Não houve diferença estatística significativa entre os sistemas de acabamento entre quase todas resinas testadas, exceto para a resina Tetric EvoCeram, onde os discos sof-lex exibiram maiores valores de rugosidade. Não houve diferença entre os sistemas de acabamento e polimento. A microdureza apresentou menores valores, estatisticamente significantes, para as resinas polimerizadas em contato com a tira matriz. Os autores concluíram que os sistemas de acabamento e polimento podem ser usados em resinas compostas nanohíbridas.

3 PROPOSIÇÃO

3.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar os efeitos da escovação com o uso de dentifrício e do tratamento clareador na superfície de resinas compostas.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Avaliar a rugosidade superficial, a microdureza e a morfologia da superfície de compósitos microhíbridos e nanoparticulados após tratamento clareador e escovação com dentifrícios convencionais e clareadores.

4 MÉTODO

4.1 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O delineamento experimental deste estudo apresenta-se descrito na Figura 1.

Unidade experimental	Corpos-de-prova de resinas compostas	
Fatores	1. Resina (dois níveis)	a. Resina microhíbrida (Z250) b. Resina nanoparticulada (Z350)
	2. Clareamento (um nível)	a. Peróxido de carbamida 16% (Whiteness 16%)
	3. Escovação (três níveis)	a. Dentífrico convencional (Colgate Total 12) b. Dentífrico clareador (Colgate Total 12 Whitening gel) c. Sem escovação
	4. Tempo (dois níveis)	a. Inicial b. Final
Variável resposta	Rugosidade Microdureza Microscopia eletrônica de varredura	

Figura 1 - Delineamento experimental complexo tipo Split-Plot

4.2 CONFECÇÃO DOS CORPOS-DE-PROVA

Foram confeccionados cento e vinte corpos-de-prova (Figura 3) de cada compósito utilizado (Z250 e Z350 – 3M ESPE – Figura 2) na cor A2, por meio de matriz de teflon cilíndrica com três perfurações de 6 mm de diâmetro por 3 mm de espessura.



Material	Carga norgânica	Matriz inorgânica	Porcentagem de carga	Tamanho médio da partícula
Z250 	Zircônia, sílica	Bis-GMA, UDMA, Bis- EMA	Aproximadame nte 85% em peso	0,01 a 3,5 µm
Z350 	Zircônia, sílica	Bis-GMA, UDMA, Bis- EMA, TEGDMA	Aproximadame nte 78,5% em peso	6 a 20 ηm

Figura 2 - Composição dos compósitos utilizados

Abreviações: Bis-GMA – bisfenol A-glicidil metacrilato; UDMA – uretano dimetacrilato; BisGMA – etoxilato bisfenol-A-glico dimetacrilato; TEGDMA – trietileno gicol dimetacrilato



Figura 3 – Corpos-de-prova dos compósitos utilizados no estudo

A resina composta foi inserida em dois incrementos de 1,5 mm cada e uma tira de poliéster e uma placa de vidro foram colocadas sobre a superfície do compósito e sobre estas um peso de 500 g por trinta segundos. As resinas foram fotoativadas de acordo com as instruções dos fabricantes, o mais próximo possível da amostra com aparelho LED (Dentsply Ind Com). A potência mínima do aparelho foi calibrada em 600 mW/cm^2 e constantemente aferida com a utilização de radiômetro (Demetron - Kerr). Após a polimerização, o excesso de resina foi eliminado com lâmina de bisturi nº 12 para remoção e os corpos-de-prova foram armazenados individualmente em recipientes escuros e identificados, contendo água destilada a $37^\circ \text{C} \pm 1^\circ \text{C}$, por 24 horas.

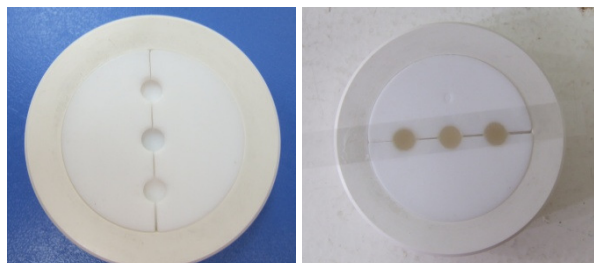


Figura 4 – Matriz de teflon e tira de poliéster

4.3 DIVISÃO DOS GRUPOS EXPERIMENTAIS

Após a confecção dos espécimes os mesmos foram aleatoriamente divididos em doze grupos experimentais (n= 10) (Figura 5):

Grupos	Resina Composta (Z2 ou Z3)	Clareamento (W)	Escovação com dentifrício convencional (A)	Escovação com dentifrício clareador (B)
1	Z-250	x	x	-
2	z-250	x	-	X
3*	Z-250	x	-	-
4	Z-250	-	x	-
5	Z-250	-	-	X
6**	Z-250	-	-	-
7	Z-350	x	x	-
8	Z-350	x	-	X
9*	Z-350	x	-	-
10	Z-350	-	x	-
11	Z-350	-	-	X
12**	Z-350	-	-	-

*Grupo controle positivo; **Grupo controle negativo; **Z2**=resina **Z250**; **Z3**= resina **Z350**; **W**= Whiteness 16%; **A**=dentifrício convencional; **B**= dentifrício clareador.

Figura 5 - Nomes e descrição dos grupos experimentais

Os corpos-de-prova pertencentes aos doze grupos experimentais foram submetidos ao ensaio de microdureza e rugosidade superficial antes e após os tratamentos de clareamento ou escovação.

4.4 ENSAIOS MECÂNICOS PRÉVIOS E APÓS OS TRATAMENTOS

4.4.1 Microdureza Superficial

Os corpos-de-prova de resina foram fixados em placas de resina acrílica com cera utilidade e prensados à placa com o auxílio de um paralelômetro, para que as superfícies das amostras permanecessem absolutamente paralelas à edentação do diamante Knoop.

Em cada corpo de prova, foram realizadas três edentações tipo Knoop (Figura 6 - microdurômetro Future Tech FM-1e) com carga estática de 50 g durante cinco segundos, com distância de 100 μm entre elas. O valor da dureza Knoop (KHN) para as amostras de cada grupo foi determinado pela média das três edentações, antes e após os tratamentos realizados na superfície da resina.

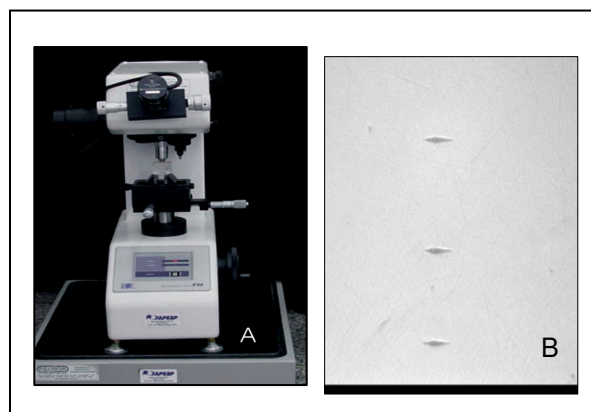


Figura 6 - Microdurômetro Future tech (A) e imagem obtida das edentações através do microscópio óptico acoplado ao aparelho (magnificação de 40x) (B)

4.4.2 Rugosidade Superficial

A lisura superficial das resinas foi determinada com o rugosímetro (SurfCorder 1200 – Kosaka Lab), conforme apresentada na Figura 7, utilizando-se o parâmetro R_a (μm) e *cut-off* de 0,25 mm, antes e após os tratamentos na superfície da resina. Os corpos-de-prova foram fixados com cera utilidade em cubo de acrílico e prensados com o auxílio de um paralelômetro, com o objetivo de manter a superfície de leitura paralela à base anti-vibratória do aparelho. Três leituras foram realizadas em cada espécime, sendo os percursos de leitura realizados na mesma direção, porém com 45° de inclinação entre eles.

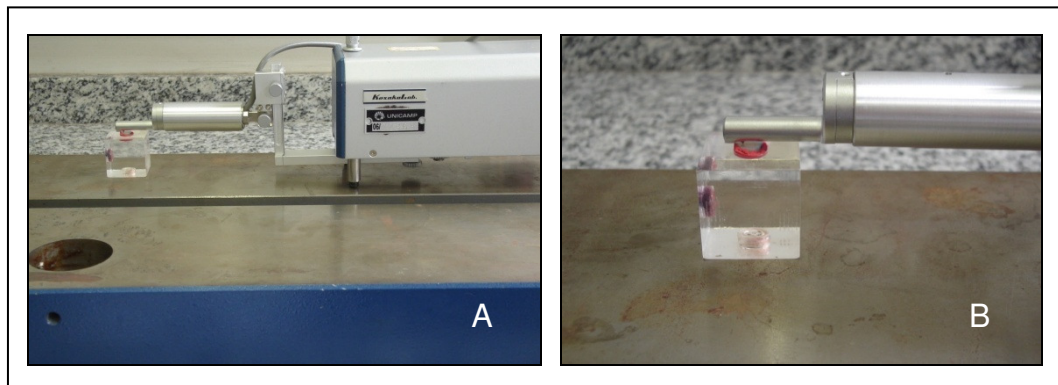


Figura 7 – Rugosímetro percorrendo a superfície do corpo-de-prova (A) e imagem do corpo-de-prova fixado com cera utilidade em cubo acrílico (B)

4.5 TRATAMENTOS SUPERFICIAIS DAS RESINAS

4.5.1 Clareamento Dental

O tratamento clareador (Whiteness 16% - FGM, Figura 8) foi realizado nos grupos 1, 2, 3, 7, 8 e 9 durante quatro horas diárias por 15 dias. O gel clareador foi transferido de sua seringa original para seringas descartáveis de 1 ml e em cada aplicação, 1 mm do gel clareador foi aplicado à superfície de cada corpo-de-prova e armazenado em estufa a 37 °C. Decorridas quatro horas de clareamento, a superfície foi abundantemente lavada com água destilada e em seguida, armazenada em saliva artificial (Figura 9) até a próxima aplicação do gel clareador. Para a aplicação do gel clareador, os espécimes permaneceram fixados a cilindros de acrílico (Figura 10) e o conjunto cilindro e corpos-de-prova eram armazenados em potes individuais escuros durante o tratamento. Os grupos que não foram submetidos ao clareamento permaneceram imersos em saliva durante os 15 dias de tratamento. A saliva artificial de todos os grupos foi substituída no sétimo dia de tratamento clareador.

REAGENTE	CONCENTRAÇÃO
Cloreto de cálcio	5 mM
Fosfato de sódio	9 Mm
Cloreto de potássio	15 mM
Água destilada	Qsq 1 litro
pH=7,0	
Veículo – água destilada e deionizada	

Figura 9 - Composição da saliva artificial



Figura 8- Agente clareador utilizado – Whiteness 16% - FGM

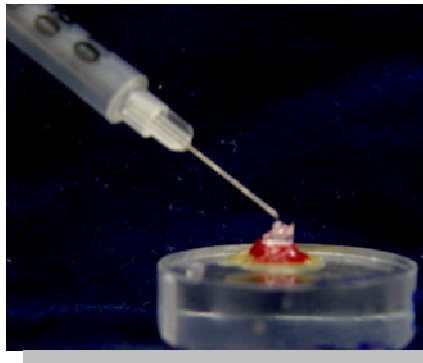


Figura 10 - Aplicação do agente clareador na superfície da resina

4.5.2 Escovação Simulada

A escovação foi realizada nos grupos 1, 2, 4, 5, 7, 8, 10 e 11; 24 horas após o término do tratamento clareador (Equilabor Ind. e Com. São Carlos, Brasil). Foram utilizadas as escovas Colgate Extra-Clean Professional (Colgate - Palmolive Ltda) de cabeça compacta e cerdas retas, consistência macia e pontas arredondadas. A cabeça da escova foi removida do cabo e fixada com cola quente no suporte da máquina de escovação (Figura 11). Uma solução de dentífrico diluído em água

destilada foi preparada na proporção 1g:1ml (Colgate- e Colgate Total 12 Whitening gel – Palmolive Ltda). Os corpos-de-prova foram posicionados em placas de acrílico e alocados em cubas contendo 15 ml da solução dentifrício-água destilada. Cada amostra foi submetida a trinta mil ciclos de escovação, que corresponde a aproximadamente três anos de escovação, realizadas com movimentos lineares de 20 mm de extensão, carga estática de 200 g, simulando o carregamento aplicado durante a escovação e velocidade 4,5 ciclos por segundo.

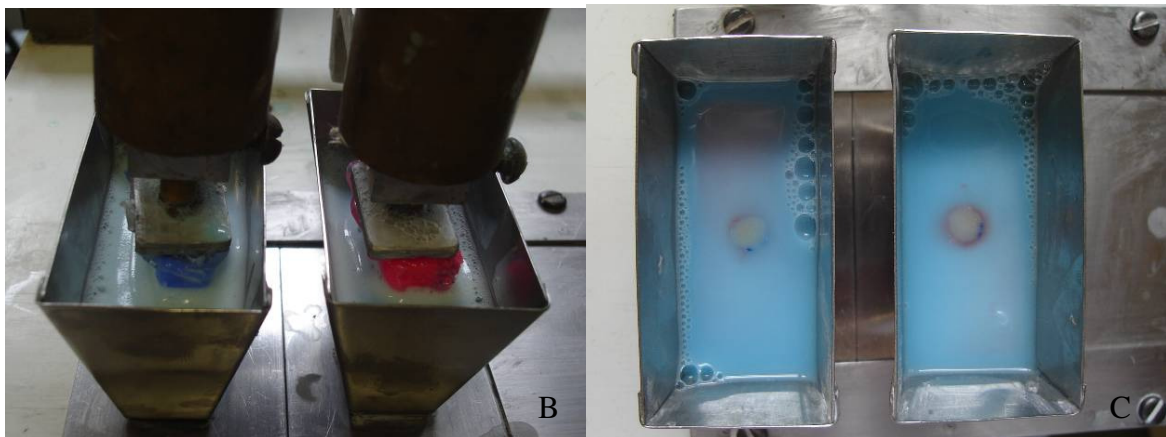


Figura 11 - Máquina de escovação simulada (A). Vista das escovas dentais em posição (B). Vista oclusal das amostras inseridas em placas de acrílico e imersas em solução de dentifrício e água destilada (C)

4.6 MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA

Dois espécimes de cada grupo foram submetidos à análise morfológica da superfície tratada. Os espécimes foram desidratados em estufa a 37 °C por um período de 24 horas e cobertos com uma fina camada de ouro (MED 010, Balzer) e observados no microscópio eletrônico de varredura (DSM 940A, Zeiss) em aumentos de quinhentas e duas mil vezes.

4.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados obtidos com os ensaios de microdureza e rugosidade foram estatisticamente analisados com o software Instat, versão 5.0.1, com o teste de Análise de Variância (ANOVA fatorial) e Teste de Tukey/Kramer nível de 5%.

5 RESULTADOS

5.1 MICRODUREZA SUPERFICIAL DA RESINA ANTES E APÓS OS TRATAMENTOS

Os resultados obtidos de microdureza superficial das resinas utilizadas antes e após os tratamentos foram estatisticamente analisados através do programa InStat 3, por meio da Análise de Variância (ANOVA- quatro fatores) e com o teste Tukey/Kramer ($p < 0,01$). Os valores médios e o desvio padrão obtidos estão listados na Tabela 1.

Tabela 1 - Média e desvio padrão dos resultados da microdureza superficial (em KHN)

Tratamentos	Z250 (Z2)				Z350 (Z3)			
	Inicial		Final		Inicial		Final	
♦	77,42(4,3)	Aa	67,46(10,5)	ABa	76,30(3,5)	Aa	73,25(7,4)	Aa
W	74,60(3,2)	Aa	65,46(5,5)	ABa	79,79(5,2)	Aa	69,73(15,6)	Aa
A	77,76(6,2)	Aa	67,37(16,8)	ABa	75,03(3,4)	Aa	63,23(8,7)	Ca
B	77,05(3,0)	Aa	77,48(13,0)	Aa	77,83(5,5)	Aa	64,72(6,1)	Ca
WA	78,12(2,9)	Aa	60,51(5,8)*	Bb	79,64(3,8)	Aa	79,64(16,4)*	Ba
WB	77,11(4,5)	Aa	70,72(9,8)	ABa	78,95(4,4)	Aa	79,94(10,7)	Ba

Legenda: ♦= resina sem tratamento superficial; W=clareamento; A=escovação com dentifrício convencional; B=escovação com dentifrício clareador; WA=clareamento+escovação com dentifrício convencional; WB=clareamento + escovação com dentifrício clareador

Letras maiúsculas comparam diferenças entre os grupos (colunas); Letras minúsculas comparam diferenças entre os tempos, dentro de cada resina(linhas); * compara diferenças nos tempos finais de cada resina

Os resultados demonstram que inicialmente, tanto a resina Z250 quanto a resina Z350 microdureza semelhante antes dos tratamentos. Após os tratamentos (tempo final), a resina Z250 submetida ao clareamento e escovação com dentifrício convencional (grupo 1) apresentou menor dureza quando comparada à resina submetida à escovação com dentifrício clareador (grupo 2, $p < 0,05$), entretanto, nenhuma das duas resinas apresentou diferenças na microdureza superficial em relação aos demais grupos. O grupo 1 foi o único a promover diminuição da dureza superficial no tempo final, em relação aos demais.

Após os tratamentos (tempo final), a dureza da resina Z350 sem tratamento e a resina clareada foram semelhantes, entretanto, apresentaram dureza superior que os grupos escovados (A ou B) e dureza inferior que os grupos que foram clareados e escovados. Os grupos apenas submetidos à escovação (A ou B) foram semelhantes entre si mas apresentaram dureza superficial inferior que os grupos clareados e escovados.

Os grupos 1 e 7 no tempo final, foram os únicos a apresentarem diferenças estatisticamente significantes ($p < 0,05$).

5.2 RUGOSIDADE SUPERFICIAL DA RESINA ANTES E APÓS OS TRATAMENTOS

Os resultados obtidos de rugosidade superficial das resinas utilizadas antes e após os tratamentos foram estatisticamente analisados através do programa InStat 3, por meio da Análise de Variância (ANOVA- quatro fatores) e com o teste

Tukey/Kramer ($p < 0,01$). Os valores médios e o desvio padrão obtidos estão listados na Tabela 2.

Tabela 2 - Média e desvio padrão dos resultados da rugosidade superficial (em μm)

Tratamentos	Z250 (Z2)				Z350 (Z3)			
	Inicial		Final		Inicial		Final	
◆	0,57 (0,04)	Aa	0,77 (0,14)	Aa	0,6 (0,05)	Aa	0,63 (0,12)	Aa
W	0,60 (0,04)	Aa	0,80 (0,33)	Aa	0,58 (0,04)	Aa	0,672 (0,19)	Aa
A	0,60 (0,04)	Aa	0,95 (0,10)*	Bb	0,60 (0,06)	Aa	1,89 (0,53)*	Cb
B	0,55 (0,02)	Aa	1,03 (0,08)	Bb	0,54 (0,05)	Aa	1,02 (0,45)	Ab
WA	0,55 (0,07)	Aa	0,92 (0,08)	Bb	0,56 (0,05)	Aa	1,09 (0,49)	Ab
WB	0,57 (0,05)	Aa	0,94 (0,12)*	Bb	0,55 (0,04)	Aa	1,34 (0,42)*	Bb

Legenda: ◆= controle; W=clareamento; A=escovação com dentífrico convencional; B=escovação com dentífrico clareador; WA=clareamento+escovação com dentífrico convencional; WB=clareamento + escovação com dentífrico clareador

Letras maiúsculas comparam diferenças entre os grupos (colunas); Letras minúsculas comparam diferenças entre os tempos dentro de cada resina (linhas); * compara diferenças nos tempos finais de cada resina

Inicialmente (baseline), as resinas Z250 e Z350 apresentaram valores de lisura superficial semelhantes. Após os tratamentos, a resina Z250 submetida à escovação com dentífrico convencional ou clareador (grupo 4 e 5) e clareamento associado à escovação com ambos os dentífricos (grupo 1 e 2), apresentou aumento da rugosidade em relação ao grupo controle e grupo 3. Os grupos escovados (4 e 5) e clareados e escovados (1 e 2) demonstraram aumento da rugosidade superficial após os tratamentos, em relação ao tempo inicial (baseline).

Houve aumento da rugosidade superficial da resina Z350 quando submetida à escovação (grupo 10 e 11) e ao clareamento associado à escovação (grupo 7 e 8) em relação ao tempo inicial. No tempo final, a resina Z230 associada à escovação com dentífrico convencional (grupo 10) e submetida ao clareamento e escovação

com dentifrício clareador (grupo 8) apresentaram maior rugosidade em relação aos demais grupos e foram estatisticamente diferentes entre si ($p < 0,05$).

Os grupos 2, 4, 8 e 10 apresentaram, ao final do tratamento, diferenças estatisticamente significantes, enquanto os demais grupos das duas resinas não apresentaram diferenças significantes.

A resina Z350 apresentou maior rugosidade superficial quando sujeita à escovação clareamento associado ao dentifrício clareador em relação à mesma resina quando somente clareada ou clareada e escovada com dentifrício clareador. Entretanto a maior rugosidade foi encontrada quando esta resina foi associada à escovação com dentifrício. Houve aumento da rugosidade para todos os grupos após os tratamentos, inclusive para os grupos não submetido à escovação ou clareamento, mas que permaneceu apenas e saliva artificial (Z250 e Z350).

6 DISCUSSÃO

Os avanços em pesquisa em Odontologia Restauradora têm por objetivo melhorar as técnicas reabilitadoras, desenvolver materiais compatíveis com as condições do ambiente bucal, ampliando assim, as indicações para seu emprego e a manutenção das condições fisiológicas e estéticas ideais. Dentre os materiais que mais se desenvolveram nas últimas décadas, encontram-se as resinas compostas e os sistemas adesivos. Ambos enquadram-se na categoria de materiais que aderiram ao avanço nanotecnológico. A nanotecnologia, também conhecida como nanotecnologia molecular ou engenharia molecular, é a produção de materiais funcionais e estruturais com escala que varia de 0,1 a cem nanômetros, através de vários métodos físicos e químicos (MITRA; WU; HOLMES, 2003).

A incorporação de partículas nanométricas nos compósitos tem como objetivo melhorar as propriedades físicas destes materiais, uma vez que a maior e mais homogênea disposição de partículas inorgânicas promove maior proteção à matriz. Ainda, a maior área de superfície da carga inorgânica melhora a adesão da interface matriz-partícula, o que reduz o deslocamento das mesmas e portanto, reduzem o desgaste da resina, tornando a superfície da resina mais lisa e resistente a desgastes oclusais (LIM et al., 2002; TURSSI; FERRACANE; VOGEL, 2005). Entretanto, pouco se sabe dos efeitos da escovação e do tratamento clareador na superfície destes materiais. Desta forma, este trabalho teve como objetivos principais observar o comportamento de um compósito nanoparticulado e um microhíbrido, mediante a realização do tratamento clareador, escovação simulada e a combinação de ambos, na superfície destas resinas.

6.1 MICRODUREZA DA RESINA MICROHIBRIDA E NANOPARTICULADA FRENTE AOS TRATAMENTOS CLAREADORES E ESCOVAÇÃO SIMULADA

Alguns autores demonstram diminuição nos valores da microdureza de materiais restauradores, como os compósitos nanoparticulados ou microparticulados (GURGAN; YALCIN, 2007; OKTE et al., 2006). A justificativa para o decréscimo dos valores de microdureza, recai sobre a capacidade de oxi-redução dos agentes clareadores e a possível remoção e deslocamento das partículas inorgânicas durante a degradação do peróxido de hidrogênio e liberação de radicais livres (GARCIA GODOY; GARCIA GODOY; GARCIA GODOY, 2002). Outros, apontam que o decréscimo da microdureza é dependente do material clareado: ionômeros de vidro estariam mais susceptíveis a tal degradação devido ao fato de cimentos serem mais degradáveis que polímeros. Entretanto, outros autores observaram que não há alteração da microdureza após o tratamento clareador (MUJDECI; GOKAY, 2006; POLYDOROU; HELLWIG; AUSCHILL, 2007; YU et al., 2008). Estes autores indicam que o único motivo dos compósitos serem substituídos após o clareamento, baseia-se na diferença de cor que os mesmos podem apresentar.

No presente estudo, inicialmente, tanto a resina Z250 quanto a resina Z350 apresentou microdureza semelhante antes dos tratamentos. No tempo final, a resina Z250 submetida ao clareamento e escovação com dentífrico convencional (grupo 1) foi o único a apresentar diminuição da microdureza após o tratamento. Uma vez que o grupo simplesmente clareado (grupo 3) não apresentou diminuição da dureza após o tratamento clareador, pode-se constatar que a diminuição da microdureza, deve-se provavelmente pela associação do clareamento com a escovação.

Houve diferenças entre os grupos da resina Z3 após os tratamentos aos quais foram submetidos. Os grupos submetidos somente à escovação (grupos 10 e 11) apresentou menor dureza que aos demais. Os grupos que clareados e escovados (Z3WA e Z3WB) apresentaram médias superiores de microdureza em relação aos grupos 12 e 9. Embora esperava-se que os grupos 12 e 9 apresentassem os maiores valores de microdureza após o tratamento, não houve diminuição da microdureza de nenhum dos grupos no tempo final. A diferença entre os grupos pode ser devido à proximidade dos valores, baixo desvio padrão e sensibilidade do teste estatístico.

A escovação tem por objetivo simular um dos procedimentos físicos mais comumente realizado pelos pacientes e que, afeta a superfície dos materiais restauradores, em longo prazo (KON; KAKUTA; OGURA, 2006). Desta forma, foram simulados trinta mil ciclos, correspondentes a aproximadamente três anos de escovação com o objetivo de promover alteração no compósito. E os resultados indicam que a escovação simulada não foi capaz de alterar a microdureza dos compósitos.

6.2 RUGOSIDADE DA RESINA MICROHÍBRIDA E NANOPARTICULADA FRENTE AOS TRATAMENTOS CLAREADORES E ESCOVAÇÃO SIMULADA

O processo mecânico da escovação é capaz de alterar a rugosidade do material restaurador (TANOUE; MATSUMURA; ATSUTA, 2000; TEIXEIRA et al., 2005) devido à associação das cerdas da escova e dos abrasivos presentes no dentífrico empregado. Os abrasivos devem ser inertes, apresentar baixa dureza e

possuir uma distribuição adequada na pasta dental. No entanto, observa-se que os dentifrícios clareadores contém além do carbonato de cálcio, abrasivos, enzimas, detergentes e agentes oxigenadores que aumentam a capacidade de remoção de manchas extrínsecas e podem promover alterações mais pronunciadas nos materiais restauradores (CLAYDON et al., 2004; JOINER et al., 2006). No presente estudo, entretanto, não houve diferença entre a rugosidade do compósito submetido à escovação com dentifrício convencional ou clareador.

Houve, entretanto, aumento significativo da rugosidade superficial das resinas grupo 6 e 12 após a escovação (grupo 4, 5, 10 e 11) e após o clareamento associado à escovação (grupo 1, 2, 7 e 8). Uma vez que o clareamento isoladamente, não promoveu alterações na rugosidade do compósito, observa-se que a escovação pode ter sido a responsável pelo aumento da rugosidade dos compósitos. Embora alguns autores tenham relatado aumento da rugosidade na superfície de materiais restauradores após o clareamento com baixas concentrações de peróxido de hidrogênio (BASTING et al., 2005; GURGAN; YALCIN, 2007), outros trabalhos encontraram resultados semelhantes ao presente estudo (DUSCHNER et al., 2004). Outros autores ainda afirmam que o aumento da rugosidade na superfície do compósito após o clareamento pode ser devido à presença do polímero espessante (carbopol), o qual poderia interferir no ensaio de rugosidade ou perfilometria (WHITE et al., 2003).

7 CONCLUSÕES

Baseado na metodologia utilizada podemos concluir que:

1. O uso de agentes clareadores e escovação simulada podem alterar a superfície dos compósitos;
2. Não houve alteração da microdureza em ambos os compósitos, antes e depois dos tratamentos, clareamento e escovação simulada;
3. As resinas compostas Z250 e Z350 apresentaram aumento de rugosidade superficial após todos os tratamentos, clareamento e escovação simulada.

REFERÊNCIAS

- AMARAL, C. M. et al. Effect of whitening dentifrices on the superficial roughness of esthetic restorative materials. **J. Esthet. Restor. Dent.**, New York, v.18, n. 2, p.102-108, 2006.
- ATTIN, T. et al. Effect of bleaching on restorative materials and restorations-a systematic review. **Dent. Mater.**, Manchester, v. 20, n. 9, p. 852-861, Nov. 2004.
- BASTING, R. T. et al. Effects of a 10% carbamide peroxide bleaching agent on roughness and microhardness of packable composite resins. **J. Esthet. Restor. Dent.**, New York, v. 17, n. 4, p.156-162, 2005.
- BEUN, S. et al. Characterization of nanofilled compared to universal and microfilled composites. **Dent. Mater.**, Manchester, v. 23, n. 1, p. 51-59, Jan. 2007.
- BOLANHO, A.; ANAUATE NETO, C.; YOUSSEF, M. N. Estudo in vitro da superfície de resinas compostas sob a ação de agentes clareadores dentais. **J. Bras. Odontol. Clin.**, São Paulo, v. 2, n. 12, p. 19-25, Nov./dez. 1999.
- CAMPOS, I. et al. Effects of bleaching with carbamide peroxide gels on microhardness of restoration materials. **J. Esthet. Restor. Dent.**, New York, v. 15, n. 3, p. 175-182, 2003.
- CANAY, S.; CEHRELI, M. C. The effect of current bleaching agents on the color of light-polymerized composites in vitro. **J. Prost. Dent.**, New York, v. 89, n. 5, p. 474-478, May 2003.
- CARVALHO, R. M. Adesivos dentinários. Fundamentos para aplicação clínica. **Rev. Dent. Rest.**, Bauru, v. 1, n. 2, p. 62-96, 1998.
- CLAYDON, N. C. et al. Clinical study to compare the effectiveness of a test whitening toothpaste with a commercial whitening toothpaste at inhibiting dental stain. **J. Clin. Periodontol.**, Frederiksberg, v. 31, n. 12, p. 1088-1091, Dec. 2004.
- COSTA, J. et al. The effect of different polishing systems on surface roughness

and gloss of various resin composites. **J. Esthet. Restor. Dent.**, New York, v. 19, n. 4, p. 214-224, 2007.

DONLY, K. J. et al. In vitro comparison of restoration wear and tensile strength following extended brushing with Sonicare and a manual toothbrush. **J. Clin. Dent.**, New York, v. 8, n. 1, p. 30-35, 1997.

DONOVAN, T. E. The selection of contemporary restorative materials: anecdote vs. evidence-based? **J. Calif. Dent. Assoc.**, New York, v. 34, n. 2, p. 129-134, Feb. 2006.

DUSCHNER, H. et al. Effects of hydrogen peroxide bleaching strip gels on dental restorative materials in vitro: surface microhardness and surface morphology. **J. Clin. Dent.**, New York, v. 15, n. 4, p. 105-111, 2004.

GARCIA-GODOY, F; GARCIA-GOGOY, A.; GARCIA-GODOY, F. Effect of bleaching gels on the surface roughness, hardenss and micromorphology of composites. **Gen. Dent.**, New York, v. 50, n. 3, p.247-250, May/June 2002.

GEDIK, R.; HURMUZLU, F.; COSKUN, A. **J. Am. Dent. Assoc.**, Chicago, v. 136, n. 8, p. 1106-1112, 2005.

GURGAN, S.; YALCIN, F. The effect of 2 different bleaching regimens on the surface roughness and hardness of tooth-colored restorative materials. **Quintessence int.**, New York, v. 38, n. 2, p. 83-87, Feb. 2007.

HEINTZE, S. D. How to qualify and validate wear simulation devices and methods. **Dent. Mater.**, Manchester, v. 22, n. 8, p. 712-734, Aug. 2006.

HEINTZE, S. D.; FORJANIC, M. Surface roughness of different dental materials before and after simulated toothbrushing in vitro. **Oper. Dent.**, New York, v. 30, n. 5, p. 617-626, Sept./Oct. 2005.

HU, X. et al. The influence of cyclic loading on the wear of a dental composite. **Biomaterials**, Atlanta, v. 20, n. 10, p. 907-912, May 1999.

HU, X.; MARQUIS, P. M.; SHORTALL, A. C. Influence of filler loading on the two-body wear of a dental composite. **J. Oral. Rehabil.**, Oxford, v. 30, n. 7, p. 729-737, July 2003.

JOINER, A. Review of the extrinsic stain removal and enamel/dentine abrasion by a calcium carbonate and perlite containing whitening toothpaste. **Int. Dent. J.**, New York, v. 56, n. 4, p. 175-190, Aug. 2006.

JONES, P. A.; JONES, D. W.; WILSON, H. J. A simple abrasion test for composites. **J. Dent.**, New York, v. 1, n. 1, p. 28-34, Oct. 1972.

JUNG, M.; EICHELBERGER, K.; KLIMEK, J. Surface geometry of four nanofiller and one hybrid composite after one-step and multiple-step polishing. **Oper. Dent.**, New York, v. 32, n. 4, p. 347-355, July/Aug. 2007.

KERN, M.; STRUB, J. R.; LU, X. Y. Wear of composite resin veneering materials in a dual-axis chewing simulator. **J. Oral. Rehabil.**, Oxford, v. 26, n. 5, p. 372-378, May 1999.

KON, M.; KAKUTA, K.; OGURA, H. Effects of occlusal and brushing forces on wear of composite resins. **Dent. Mater.**, Manchester, v. 25, n. 1, p. 183-194, Mar. 2006.

KREJCI, I.; ALBERT, P.; LUTZ, F. The influence of antagonist standardization on wear. **J. Dent. Res.**, Chicago, v. 78, n. 2, p. 713-719, Feb. 1999.

LEE, Y. K. et al. Changes in color and staining of dental composite resins after wear simulation. **J. Biomed. Mater. Res. B. Appl. Biomater.**, New York, v. 82, n. 2, p. 313-319, Aug. 2007.

LIM, B. S. et al. Effect of filler fraction and filler surface treatment on wear of microfilled composites. **Den. Mater.**, Manchester, v. 18, n. 1, p. 1-11, Jan. 2002.

LOGUERCIO, A. D. et al. A 12-month clinical evaluation of composite resins in class III restorations. **J. Adhes. Dent.**, New York, v. 9, n. 1, p. 57-64, Feb. 2007.

LU, H. et al. Properties of a dental resin composite with a spherical inorganic filler. **Oper. Dent.**, New York, v. 31, n. 6, p. 734-740, 2006.

MAGNE, P. Composite resins and bonded porcelain: the postamalgam era? **J. Calif. Dent. Assoc.**, California, v. 34, n. 2, p. 135-147, Feb. 2006.

MALTERUD, M. I. Minimally invasive restorative dentistry: a biomimetic approach. **Pract. Proced. Aesthet. Dent.**, New York, v. 18, n. 7, p. 409-414, Aug. 2006.

MITRA, S. B.; WU, D.; HOLMES B. N. An application of nanotechnology in advanced dental materials. **J. Am. Dent. Assoc.**, Chicago, v. 134, n. 10, p. 1382-1390, Oct. 2003.

MORAES, R. R. et al. Carbamide peroxide bleaching agents: effects on surface roughness of enamel, composite and porcelain. **Clin. Oral. Investig.**, New York, v. 10, n. 1, p. 23-28, 2006.

MÜJDECI, A.; GÖKAY, O. Dental effects of home bleaching gels and whitening strips on the surface hardness of resin composites. **Am. J. Dent.**, Chicago, v. 18, n. 5, p. 323-326, Oct. 2005.

MÜJDECI, A.; GÖKAY, O. Effect of bleaching agents on the microhardness of tooth-colored restorative materials. **J. Prosthet. Dent.**, New York, v. 95, n. 4, p. 286-289, Apr. 2006.

OKTE, Z. et al. Surface hardness of resin composites after staining and bleaching. **Oper. Dent.**, New York, v. 31, n. 5, p. 623-628, Sept./Oct. 2006.

POLYDOROU, O.; HELLWIG, E.; AUSCHILL, T. M. The effect of at-home bleaching on the microhardness of six esthetic restorative materials. **J. Am. Dent. Assoc.**, Chicago, v. 138, n. 7, p. 978-984, July 2007.

_____ et al. Effect of in-office tooth bleaching on the microhardness of six dental esthetic restorative materials. **Dent. Mater.**, New York, v. 23, n. 2, p. 153-158, Feb. 2007.

PRAKKI, A. et al. Assessing the tooth-restoration interface wear resistance of two cementation techniques: effect of a surface sealant. **Oper. Dent.**, New York, v. 30, n. 6, p. 739-746, Nov./Dez. 2005.

ROSENTRITT, M. et al. Discoloration of restorative materials after bleaching application. **Quintessence Int.**, New York, v. 36, n. 1, p. 33-39, Jan. 2005.

SÖDERHOLM, K. J.; RICHARDS, N. D. Wear resistance of composites: a solved problem? **Gen. Dent.**, New York, v. 46, n. 9, p. 256-263, May/June 1998.

SUZUKI, S. et al. In vitro wear of indirect composite restoratives. **J. Prosthet. Dent.**, New York, v. 88, n. 4, p.431-436, Oct. 2002.

TANOUE, N.; MATSUMURA, H.; ATSUTA, M. Analysis of composite type and different sources of polymerization light on in vitro toothbrush/dentifrice abrasion resistance. **J. Dent.**, New York, v. 28, n. 5, p. 355-359, July 2000.

TEIXEIRA, E. C. et al. In vitro toothbrush-dentifrice abrasion of two restorative composites. **J. Esthet. Restor. Dent.**, New York, v. 17, n. 3, p. 172-180, 2005.

TURKER, S. B.; BISKIN, T. Effect of three bleaching agents on the surface properties of three different esthetic restorative materials. **J. Prosthet. Dent.**, New York, v. 89, n. 5, p. 466-473, May 2003.

_____. The effect of bleaching agents on the microhardness of dental aesthetic restorative materials. **J. Oral. Rehabil.**, New York, v. 29, n. 7, p. 657-661, July 2002.

TURSSI, C. P. et al. Role of dentifrices on abrasion of enamel exposed to an acidic drink. **Am. J. Dent.**, Chicago, v. 18, n. 4, p. 251-255, Aug. 2005.

_____ et al. Comparative study of the wear behavior of composites for posterior restorations. **J. Mater. Sci. Mater. Med.**, New York, v. 18, n. 1, p. 143-147, Jan. 2007.

_____; FERRACANE, J. L.; VOGEL, K. Filler features and their effects on wear and degree of conversion of particulate dental resin composites. **Biomaterials.**, Atlanta, v. 26, n. 24, p. 4932-4937, Aug. 2005.

_____; FERRACANE, J. L.; FERRACANE, L. L. Wear and fatigue behavior of nano-structured dental resin composites. **J. Biomed. Mater. Res. B. Appl. Biomater.**, New York, v. 78, n. 1, p. 196-203, July 2006.

_____; MORAES, P.; SERRA, M. C. J Biomed. Wear of dental resin composites: insights into underlying processes and assessment methods--a review. **J. Biomed. Mater. Res. B. Appl. Biomater.**, New York, v. 65, n. 2, p.

280-285, May 2003.

VAN LANDUYT, K.L. et al. Systematic review of the chemical composition of contemporary dental adhesives. **Biomaterials.**, Atlanta, v. 7, n. 4, p. 24-29, May 2007.

VILLALTA, P. et al. Effects of staining and bleaching on color change of dental composite resins. **J. Prosthet. Dent.**, New York, v. 95, n. 2, p. 137-142, Feb. 2006.

WANG, L. et al. Wear resistance of packable resin composites after simulated toothbrushing test. **J. Esthet. Restor. Dent.**, New York, v. 16, n. 5, p. 303-314, 2004.

WATTANAPAYUNGKUL, P. et al. The effect of home bleaching agents on the surface roughness of tooth-colored restoratives with time. **Oper. Dent.**, New York, v. 29, n. 4, p. 398-403, July/Aug. 2004.

WATTANAPAYUNGKUL, P. Effects of in-office tooth whiteners on hardness of tooth-colored restoratives. **Oper. Dent.**, New York, v. 27, n. 2, p. 137-141, Apr. 2002.

WHITE, D. J. et al. Impact of Crest Night Effects bleaching gel on dental enamel, dentin and key restorative materials. In vitro studies. **Am. J. Dent.**, Chicago, v. 16, p. 22B-27B, Nov. 2003.

YU, H. et al. Effects of bleaching gels on the surface microhardness of tooth-colored restorative materials in situ. **J. Dent.**, New York, v. 36, n. 4, p. 261-267, Apr. 2008.

YAP, A. U. et al. Environmental damage and occlusal contact area wear of composite restoratives. **J. Oral. Rehabil.**, Oxford, v. 29, n. 1, p. 87-97, Jan. 2002.

APÊNDICE A - RUGOSIDADE

Z2inicial	Z2final	Z2Winicial	Z2Wfinal	Z2Ainicial	Z2Afinal
0,566	0,747	0,606	0,556	0,651	1,061
0,543	0,974	0,633	0,984	0,669	1,091
0,574	0,698	0,620	0,551	0,598	0,732
0,646	0,751	0,640	0,462	0,609	0,959
0,530	0,678	0,536	0,649	0,534	0,959
0,568	0,518	0,605	1,098	0,581	0,793
0,569	0,896	0,666	0,900	0,586	0,971
0,683	0,847	0,600	1,345	0,551	0,949
0,562	0,765	0,565	0,312	0,545	0,951
0,534	0,999	0,594	1,198	0,581	1,055
0,597	0,600	0,495	0,743	0,630	0,952
0,579	0,770	0,596	0,800	0,594	0,952
0,047	0,149	0,049	0,330	0,043	0,108
Z3inicial	Z3final	Z3Winicial	Z3Wfinal	Z3Ainicial	Z3Afinal
0,548	0,535	0,640	0,714	0,577	2,386
0,588	0,631	0,618	0,904	0,567	2,387
0,565	0,648	0,518	0,836	0,510	1,843
0,618	0,743	0,527	0,871	0,505	1,977
0,593	0,483	0,545	0,465	0,552	1,109
0,554	0,540	0,625	0,624	0,679	1,183
0,646	0,509	0,601	0,604	0,670	1,784
0,647	0,610	0,595	0,775	0,580	1,187
0,581	0,928	0,555	0,647	0,611	2,633
0,693	0,687	0,562	0,249	0,636	2,117
0,525	0,671	0,573	0,705	0,675	2,187
0,596	0,635	0,578	0,672	0,596	1,890
0,050	0,127	0,041	0,190	0,063	0,530

APÊNDICE B - RUGOSIDADE

Z2Binicial	Z2Bfinal	Z2WAinicial	Z2WAfinal	Z2WBinicial	Z3WBfinal
0,548	1,078	0,525	0,996	0,455	0,970
0,521	1,052	0,543	0,973	0,503	0,928
0,542	1,078	0,674	1,049	0,622	0,682
0,556	1,054	0,613	0,939	0,555	1,035
0,535	1,069	0,590	0,729	0,557	1,095
0,593	1,129	0,459	0,928	0,608	0,961
0,523	0,926	0,636	0,913	0,564	0,961
0,550	1,045	0,481	0,890	0,588	0,740
0,572	1,077	0,586	0,981	0,522	1,035
0,584	0,817	0,496	0,904	0,666	0,974
0,548	1,045	0,445	0,914	0,584	1,031
0,552	1,033	0,550	0,929	0,566	0,947
0,023	0,087	0,076	0,081	0,058	0,126
Z3Binicial	Z3Bfinal	Z3WAinicial	Z3WAfinal	Z3WBinicial	Z3WBfinal
0,642	0,660	0,651	1,241	0,503	0,983
0,642	1,706	0,526	1,142	0,535	1,290
0,510	1,145	0,511	1,371	0,582	2,209
0,543	0,753	0,577	1,441	0,597	1,425
0,496	1,745	0,513	0,630	0,604	1,994
0,461	0,593	0,565	1,309	0,508	0,831
0,497	0,635	0,572	0,991	0,521	1,213
0,526	1,018	0,618	0,483	0,557	1,283
0,547	0,866	0,494	2,132	0,520	1,406
0,577	1,557	0,649	0,584	0,598	1,275
0,534	0,568	0,484	0,644	0,509	0,873
0,543	1,022	0,560	1,088	0,548	1,344
0,058	0,454	0,060	0,491	0,040	0,427

APÊNDICE C - MICRODUREZA

Z2inicial	Z2final	Z2Winicial	Z2Wfinal	Z2Ainicial	Z2Afinal
72,35	63,24	78,84	64,97	69,29	115,49
68,84	69,59	78,16	68,62	82,26	57,49
80,52	73,65	71,39	72,08	83,16	69,59
82,86	85,96	78,61	69,26	80,24	67,37
77,47	46,64	70,55	69,26	76,67	68,56
79,39	69,91	75,85	54,67	69,29	67,99
72,59	64,38	75,67	62,69	89,16	52,91
77,2	81,26	71,52	60,57	74,85	60,79
79,11	61,32	72,59	65,08	74,59	62,69
80,81	63,24	76,67	72,6	73,09	57,49
80,52	62,96	70,81	60,26	82,86	60,79
77,424	67,468	74,605	65,460	77,769	67,378
4,356	10,574	3,291	5,560	6,297	16,838

Z3inicial	Z3final	Z3Winicial	Z3Wfinal	Z3Ainicial	Z3Afinal
70,91	79,49	79,39	76,94	75,88	66,15
79,75	69,74	77,07	72,26	78,01	73,65
77,28	75,45	74,08	78,86	70,21	72,95
73,83	63,34	87,59	54,67	71,15	62,69
78,39	65,82	73,72	58,22	76,4	67,06
77,94	61,43	80,91	107,6	71,63	66,45
73,52	80,79	81,15	65,38	72,84	67,06
77,07	69,91	81,63	49,82	73,09	48,66
78,39	78,22	73,83	75,08	76,89	60,79
81,57	81,86	89,29	64,1	80,21	63,81
70,68	79,74	79,11	64,1	79,11	46,29
76,303	73,254	79,797	69,730	75,038	63,233
3,565	7,471	5,202	15,629	3,418	8,701

APÊNDICE D - MICRODUREZA

Z2Binicial	Z2Bfinal	Z2WAINICIAL	Z2WAFINAL	Z2WBINICIAL	Z2WBFINAL
74,59	96,66	78,29	68,48	72,56	63,53
78,56	60,26	74,37	55,98	71,97	66,15
69,98	98,27	77,74	55,72	76,14	72,95
75,88	90,11	79,67	58,52	71,1	66,76
81,1	78,86	78,84	62,26	76,87	85,96
76,4	70,24	75,88	64,67	78,29	75,82
75,36	80,45	80,52	62,13	74,06	67,37
74,08	82,5	83,46	56,82	81,1	67,37
74,34	67,68	81,1	50,3	79,39	83,34
76,94	67,06	74,73	60,9	80,81	77,7
79,39	60,26	74,78	69,91	85,92	51,02
76,056	77,486	78,125	60,517	77,110	70,725
3,003	13,585	2,966	5,834	4,554	9,849

Z3Binicial	Z3Bfinal	Z3WAINICIAL	Z3WAFINAL	Z3WBINICIAL	Z3WBFINAL
80,52	63,53	76,67	84,55	89,16	83,34
76,4	63,53	80,24	84,2	80,52	93,55
69,29	59,49	80,81	56,52	75,88	79,65
70,91	67,06	81,1	70,86	82,26	89,16
80,52	68,94	76,14	66,15	79,39	84,2
79,95	64,97	85,92	62,41	77,74	79,25
79,39	55,13	74,73	79,25	77,15	87,76
74,34	66,76	80,81	78,47	70,81	54
73,58	57,98	79,39	116,89	81,1	72,55
87,52	78,08	81,68	90,59	75,92	83,34
83,76	66,45	78,56	86,85	78,56	72,55
77,835	64,720	79,641	79,704	78,954	79,941
5,510	6,137	3,086	16,420	4,607	10,749

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)