

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS ODONTOLÓGICAS**

**COMPORTAMENTO ÓPTICO E MORFOLÓGICO
SUPERFICIAL DE RESINAS COMPOSTAS:
INFLUÊNCIA DE IMERSÕES E ESCOVAÇÃO.**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Lisandra Rossato Mozzaquatro

**Santa Maria, RS, Brasil
2012**

**COMPORTAMENTO ÓPTICO E MORFOLÓGICO
SUPERFICIAL DE RESINAS COMPOSTAS: INFLUÊNCIA DE
IMERSÕES E ESCOVAÇÃO.**

Lisandra Rossato Mozzaquatro

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas, Área de Concentração em Odontologia, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências Odontológicas**, com ênfase em Prótese Dentária.

**Orientador: Letícia Borges Jacques
Coorientador: André Mallmann**

Santa Maria, RS, Brasil

2012

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Ciências da Saúde
Programa de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas**

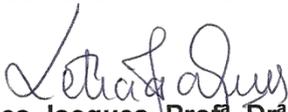
A Comissão Examinadora, abaixo-assinado,
aprova a Dissertação de Mestrado

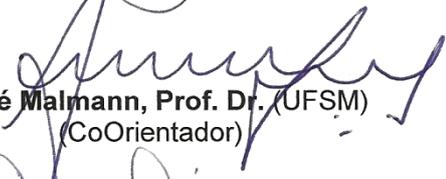
**COMPORTAMENTO ÓPTICO E MORFOLÓGICO
SUPERFICIAL DE RESINAS COMPOSTAS: INFLUÊNCIA DE
IMERSÕES E ESCOVAÇÃO.**

elaborada por
Lisandra Rossato Mozzaquatro

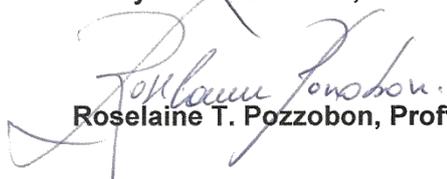
como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Ciências Odontológicas, com ênfase em Prótese Dentária.

COMISSÃO EXAMINADORA:


Leticia Borges Jacques, Prof. Dr^a. (UFSM)
(Presidente/Orientadora)


André Malmann, Prof. Dr. (UFSM)
(CoOrientador)


Waldyr Romão Junior, Prof. Dr. (UNINOVE)


Roselaine T. Pozzobon, Prof^a. Dr^a. (UFSM)

Santa Maria, 26 de março de 2012

Dedicatória

Dedico este trabalho...

*Primeiramente a **Deus**, pelo amor, força e persistência. Por estar ao meu lado nos momentos de dúvidas, tristezas e sempre mostrar-me que, apesar de todas as dificuldades: eu tudo posso naquele que me fortalece.*

*Ao **Charles**, meu noivo, agradeço pela ajuda constante nos trabalhos realizados no laboratório, principalmente, por me apoiar quando eu acreditava que não conseguiria continuar em frente, obrigada, pela paciência, pelo incentivo e conselhos e por todo carinho, companheirismo e amor que me ofertou durante esta jornada.*

*Aos meus pais, **Clóvis e Elisabeth**, pela educação que me proporcionaram. Em especial à minha **mãe**, pelo amor incondicional, carinho e dedicação que sempre me proporcionou. Obrigada, por compreender os momentos de ausência e por sempre acreditar em mim.*

*À minhas irmãs, **Denise, Cristina e Natália**, pelo apoio, amor e carinho.*

*Aos meus avôs maternos, **Adelpha e Pedro** (in memoriam), vocês foram meu exemplo de honestidade, humildade e fé. Obrigada por me ensinarem que as dificuldades sempre aparecerão no caminho, mas nada como um dia após o outro para irmos ao encontro das conquistas. E que os desafios surgem para serem vencidos, e com os erros sempre aprendemos novas lições.*

*À avó **Tereza**, agradeço por todo apoio em busca do crescimento profissional.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço também, a todos que contribuíram de maneira relevante para a elaboração deste trabalho e pela participação nesse grande passo em minha vida.

À Universidade Federal de Santa Maria e ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas, pelo acolhimento durante o período do mestrado.

*À minha orientadora, **Profª. Drª. Letícia Borges Jacques**, obrigada por ter acreditado em mim e meu profundo reconhecimento e gratidão pelo suporte intelectual e conhecimentos transmitidos durante esses dois anos.*

*A meu coorientador, **Prof. Dr. André Mallmann**, obrigada por ter acreditado em meu trabalho, pela oportunidade de aprendizado e dedicação na realização deste trabalho.*

*Ao professor **Paulo Francisco César**, por sua humildade em compartilhar experiências e conhecimentos através de valiosas contribuições em busca do desenvolvimento deste trabalho.*

*À **Jéssica Dalcin**, que com exemplar dedicação, carinho, e dinamismo exerce sua função junto à secretaria da Pós-Graduação com brilhantismo.*

*À **Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior (CAPES)** pela concessão da bolsa durante o mestrado.*

*À Comissão de professores responsáveis pela coordenação do PPGCO, **Roselaine Terezinha Pozzobon, Luiz Felipe Valandro e Carlos Heitor Cunha Moreira** pelo empenho e dedicação no crescimento do nosso programa.*

*A todos **Professores** que ministraram as disciplinas do mestrado por todos os ensinamentos preciosos para a construção da pesquisa. Em especial, a **Beatriz Unfer, Carlos Alexandre Bier, Luiz Felipe Valandro, Roselaine Terezinha Pozzobon, Paulo Afonso Burmann, Osvaldo Bazzan Kaizer** com certeza, cada um de vocês, a sua maneira, tornou essa jornada mais especial.*

*Ao **LAPROM** - Laboratório de Processamento Mineral da Universidade Federal do Rio Grande do Sul pela realização das imagens no Microscópio de Força Atômica. Em especial à **Profª. Drª Gelsa Edith Navarro**, um exemplo de mestre a*

ser seguido. Obrigada pelo carinho com que me recebeu no laboratório.

*Ao Eng. **Rodrigo Motta e a AGRIMEC** - Agro Industrial e Mecânica LTDA pelo empenho e disponibilidade em desenvolver os dispositivos utilizados nesse trabalho.*

*À empresa, **Cor & Aparência - Coralís**, pela doação da Cartela Leneta modelo 12H.*

*A **Wagner Vitalis**, Gerente Técnico da Altmann S.A. Importação e Comércio, pela auxílio e explicações sobre o espectrofotômetro SP60.*

*À colega **Maristela Lago**, pela amizade, apoio e por compartilhar comigo esta caminhada de crescimento profissional e intelectual.*

*À mestre **Marina Kaizer**, pela paciência e por sempre mostrar-se disposta a ajudar, além de transmitir os seus conhecimentos e a todo tempo que dedicou a este trabalho, meu profundo agradecimento.*

*À colega **Ana Carolina Ferreira** pela amizade, incentivo, pelas tantas vezes em que me ouviu, pelas experiências trocadas, pois ninguém constrói nada sozinho.*

*À **Camila Rodrigues**, minha companheira em longas jornadas de laboratório, obrigada por todo apoio, e dedicação. Sem sua ajuda, este trabalho seria impossível.*

*A todos os colegas de mestrado, pela troca de experiências. Em especial, **Aline Otani, Bruna Buzatti, Cláudia Blates Flores, Débora Palma, Deise Osmari, Gisele Franciscatto, Héllen Oliveira, Juliana Broch, Manuela Santini, Regina Miranda, Renata Guedes, Stefanie Werle, Tatiana Perrone, Vinícius Wandscher** pelos momentos sérios, ora engraçados, e momentos de descontração durante as longas jornadas de trabalho.*

*Aos amigos **Carla Corrêa, Benhur Stumer, Andrea Fontoura Recchi, Jaqueliana S. Coimbra da Silveira, Laura Menezes Weber, Iza Lopes Santos** obrigado pela compreensão e apoio.*

*E a todos os amigos e familiares que, direta ou indiretamente, colaboraram, torceram e acreditaram em mim. **Muito Obrigada!***

“O caminho que escolhi é o do amor, não importa as dores, as angústias nem as decepções que vou ter que encarar, escolhi ser verdadeiro. No meu caminho, abraço é apertado, o aperto de mão é sincero, por isso não estranhe a minha maneira de sorrir, de te desejar o bem; eu sou aquela pessoa que acredita no bem, que vive no bem, que anseia o bem. Por isso, não estranhe se eu te abraçar apertado, mesmo que seja em pensamento, se eu me emocionar com sua história, se eu chorar junto com você, afinal de contas, somos gente e gente que faz a opção pelo bem. É assim que eu enxergo a vida, e é só assim que eu acredito que valha a pena viver... viver com emoção... viver com verdade”

Pe. Fábio de Melo

RESUMO

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas
Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil

COMPORTAMENTO ÓPTICO E MORFOLÓGICO SUPERFICIAL DE RESINAS COMPOSTAS: INFLUÊNCIA DE IMERSÕES E ESCOVAÇÃO.

AUTORA: LISANDRA ROSSATO MOZZAQUATRO

ORIENTADORA: PROF^a. DR^a. LETÍCIA BORGES JACQUES

COORIENTADOR: PROF. DR. ANDRÉ MALLMANN

Data e Local da Defesa: Santa Maria, 26 de março de 2012.

Este estudo se propôs avaliar o comportamento óptico e superficial de resinas compostas, quando submetidas à imersão em diferentes meios e à escovação. Foram confeccionados 60 corpos-de-prova (cps) de uma resina microhíbrida (Filtek Z250) e uma resina nanoparticulada (Filtek Z350XT), utilizando matriz metálica nas seguintes dimensões 8 mm diâmetro x 2 mm espessura. Os cps foram fotoativados com um LED ($\pm 800\text{mW}/\text{cm}^2$) por 40s, polidos com discos de lixa e disco de feltro com pasta diamantada, lavados com água e secos com papel absorvente. Após 24 horas de hidratação em água deionizada a 37°C, foram divididos em seis grupos experimentais (n=10) de acordo com o meio de armazenamento e tipo de tratamento (armazenados em água deionizada ou vinho tinto suave: não escovado, escovado com água e escovado com dentífrico). A leitura inicial (após 24h de hidratação em água) da rugosidade superficial (R_a) foi realizada com o rugosímetro (Mitutoyo SurfTest SJ-201P) e dos parâmetros CIE L^* a^* b^* com espectrofotômetro (SP60 – EX-Rite). Somente a superfície de topo foi exposta ao processo de manchamento, as demais faces foram isoladas com cera acrílica branca, após os cps serem imersos nos meios de armazenamento. Foram realizados 3 ciclos de imersão (5, 10 e 15 dias) com 5 dias de duração. Após os períodos de imersão, a cera foi removida, o cp foi novamente aferido quanto aos parâmetros CIE L^* a^* b^* e rugosidade superficial. A superfície de topo foi submetida a 585 ciclos de escovação simulada a cada 5 dias. Sucessivas leituras foram realizadas após o 5º e 15º dia de imersão e após a primeira e terceira escovação. Os dados foram submetidos à Análise de Variância e teste de Tukey. O vinho tinto teve maior impacto do que a água deionizada sobre a alteração de cor das resinas compostas. A escovação simulada não realizou a remoção total de pigmentos e o manchamento foi dependente da composição do material, sendo a resina nanoparticulada mais susceptível. As resinas compostas apresentaram comportamentos semelhantes quanto à rugosidade de superfície e a escovação com dentífrico promoveu maior abrasão que a escovação com água.

Palavras chaves: Resinas Compostas; Manchamento; Escovação Dentária.

ABSTRACT

Master Dissertation
Post Graduation Program in Dental Science
Federal University of Santa Maria

OPTICAL BEHAVIOR AND MORPHOLOGICAL SURFACE OF COMPOSITE RESINS: INFLUENCE OF IMMERSIONS AND BRUSHING.

AUTHOR: LISANDRA ROSSATO MOZZAQUATRO

ADVISER: PROF^a. DR^a. LETÍCIA BORGES JACQUES

CO-ADVISER: PROF. DR. ANDRÉ MALLMANN

Place and Date of Defense: Santa Maria, March 26th 2012.

This study aimed to evaluate the optical and surface behaviors of composite resin, when submitted to brushing and immersion in different medium. There were fabricated 60 specimens (cps) of a microhybrid resin (Filtek Z250) and of a nanoparticulate resin (Filtek Z350XT), using a metalized matrix (8 mm diameter x 2 mm thickness). The cps were photo activated with a LED ($\pm 800\text{mW}/\text{cm}^2$) for 40s, then, they were polished with sandpaper disks and felt disks with diamond paste, washed with water and dried with absorbent paper. After 24 hours of hydration in deionized water at 37°C, they divided into six experimental groups (n=10) according to the storage medium and type of treatment (stored in deionized water or red wine: not brushed, brushed with water and brushed with toothpaste). The initial reading (after 24h of hydration in water) about the surface roughness (Ra) was done with the surface roughness gauge (Mitutoyo Surftest SJ-201P) and the CIE L* a* b* parameter with the spectrophotometer (SP60 – EX-Rite). Only the top surface was exposed to the staining process, the other faces were isolated with white acrylic resin, after that, they were immersed into the storage medium. Three immersion cycles were done (5, 10 and 15 days) with 5 days of duration. After the immersion periods, the resin was removed, the cp was again evaluated according to the CIE L* a* b* parameters and the surface roughness. The top surface was submitted to 585 brushing cycles in each 5 days. Successive readings were done after 5th and 15th days of immersion and after the first and third brushings. The data were submitted to Variance Analysis and Tukey test. The red wine had more impact than the deionized water on the color change of composite resins. The simulated brushing did not totally remove the pigments and its accumulation was dependent on the material composition, being the nanoparticulate resin more susceptible to this action. The composite resin showed similar behavior in relation to the surface roughness, and the toothpaste brushing promoted more abrasion than the water brushing.

Key-words: Composite Resins; Staining; Toothbrushing.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AFM	Microscópio de Força Atômica
ANOVA	Análise de Variância
Bis – EMA	Bisfenol A- Dimetacrilato Etoxilado
Bis-GMA	Bisfenol A- Glicidil Metacrilato
CIE	Comission Internacionale de l' Eclairage
CIE L*a*b*	Sistema matemático que descreve as três dimensões de cor.
Cps	Corpos-de-prova
Cp	Corpo-de-prova
d	Dias
D65	Iluminante corresponde à média da luz do dia no espectro visível.
°C	Graus Celsius
g	Gramas
H	Horas
LED	Diodo emissor de luz
µm	Micrômetro
µL	Microlitro
ml	Mililitro
mm	Milímetro
mW/cm ²	Miliwat por centímetro quadrado
nm	Nanômetros
<i>n</i>	Índice de refração
PEGDMA	Polietilenoglicol dimetacrilato
PPM	Parte por milhão
Ra	Rugosidade média de superfície
s	Segundos
TEGMA	Trietileno glicol metacrilato
UDMA	Uretano dimetacrilato
ΔE	Diferença de cor
%	Porcentagem

LISTA DE TABELA

Tabela 1- Composição das resinas compostas testadas e do dentifrício empregado	43
Tabela 2 – Média e desvios-padrão (DP) de variação de cor para os grupos experimentais quando imersos em água deionizada	44
Tabela 3 – Média e desvios-padrão (DP) dos valores de rugosidade para os grupos experimentais quando imersos em água deionizada	45
Tabela 4 – Média e desvios-padrão (DP) de variação de cor para os grupos experimentais quando imersos em vinho tinto suave	46
Tabela 5 – Média e desvios-padrão (DP) dos valores de rugosidade para os grupos experimentais quando imersos em vinho tinto suave	47

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** - Topografia em Microscópio de Força Atômica da resina composta Filtek Z250 armazenada em água deionizada: não escovado (a); escovado com água (b); escovado com dentifrício (c) 48
- Figura 2** - Topografia em Microscópio de Força Atômica da resina composta Filtek Z350 XT armazenada em água deionizada: não escovado (a); escovado com água (b); escovado com dentifrício (c) 49
- Figura 3** - Topografia em Microscópio de Força Atômica da resina composta Filtek Z250 armazenada em vinho tinto suave: não escovado (a); escovado com água (b); escovado com dentifrício (c) 50
- Figura 4-** Topografia em Microscópio de Força Atômica da resina composta Filtek Z350 XT armazenada em vinho tinto suave: não escovado (a); escovado com água (b); escovado com dentifrício (c) 51

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
2. PROPOSIÇÃO	18
3. HIPÓTESES	19
4. CAPÍTULO	20
ARTIGO	
"Comportamento óptico e morfológico superficial de resinas compostas: Influência de imersões e escovação."	
4.1 Página de Título	21
4.2 Resumo	22
4.3 Introdução	23
4.4 Material e Métodos	25
4.4.1 Preparação dos corpos-de-prova	25
4.4.2 Condições de armazenamento e leituras de rugosidade superficial e dos parâmetros CIE L* a* b*	25
4.4.3 Procedimento de escovação simulada	27
4.4.4 Sequência de leitura de rugosidade superficial e dos parâmetros CIE L* a* b*	27
4.4.5 Análises estatísticas	28
4.5 Resultados	29
4.5.1 Variação de cor e rugosidade superficial para os grupos armazenados em água deionizada	29
4.5.2 Variação de cor e rugosidade superficial para os grupos armazenados em vinho tinto suave	29
4.5.3 Correlação entre variação de cor e variação de rugosidade.	30
4.6 Discussão	32
4.7 Conclusão	36
4.8 Referência	37
4.9 Lista de legenda tabelas	41
4.10 Lista de legendas figuras	42
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	52
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	53
APÊNDICES	58

1. INTRODUÇÃO

As resinas compostas são o material de escolha para a realização de restaurações diretas. Isto, tendo em vista, a estética fornecida pelo material devido a sua capacidade de reproduzir as propriedades ópticas dos tecidos dentais, o que está aliado a um satisfatório desempenho mecânico a longo prazo (Anunsavise, 2005). O sucesso do material restaurador depende também da manutenção das propriedades ópticas, da lisura e brilho superficial ao longo do tempo (Joiner, 2004).

No decorrer dos últimos anos, inúmeros aprimoramentos tecnológicos foram realizados para garantir maior longevidade dos compósitos odontológicos no meio bucal, no entanto, estes materiais ainda apresentam problemas como contração de polimerização, desgaste, diminuição da retenção de brilho e alteração de cor (Suliman et al., 1994; Costa et al., 2010; Ardu et al., 2010). As alterações de cor ocorrem devido a causas multifatoriais que envolvem desde características inerentes ao material a fatores externos, como o acúmulo de placa bacteriana (Asmussen & Hansen, 1986) e degradação superficial devido à penetração de agentes corantes (Dietschi et al., 2004). O acúmulo de placa e retenção de pigmentos pode ser influenciado pela textura de superfície do material, uma superfície mais áspera leva à diminuição de brilho e a um aumento descoloração da superfície, ambas as quais afetam a qualidade estética de uma restauração (Lu et al., 2005), no entanto, Reis et al. (2003) em seu estudo não encontraram correlação entre rugosidade superficial e alteração de cor.

O transporte de pigmentos para o interior da matriz resinosa é influenciado pela estrutura química dos compósitos, uma vez que, estes são tradicionalmente formados por uma combinação de monômeros metacrilatos que possuem susceptibilidade a sorção de fluídos (Um & Ruyter, 1991; Ferracane, 2006). A degradação hidrolítica é relatada por numerosos estudos que comprovam que resinas compostas à base de bis-GMA são mais propensas aos efeitos higroscópicos e hidrolíticos que as resinas à base de uretano, este efeito é ainda maior quando da adição de monômero TEGMA (Moharramzadeh et al., 2007). A presença de ligações éter hidrofílico neste monômero, provavelmente explica a sua maior afinidade por sorção de líquidos (Siderou et al., 2003).

O tipo e tamanho de partículas de carga também influenciam as características superficiais e ópticas da resina composta (Reis et al., 2003; Vicchi, Ferrari, Davidson, 2004). A produção de tamanhos menores de partículas de carga teve o intuito de promover melhorias, dentre elas, a melhor manutenção do polimento e brilho superficial sem detrimento das propriedades físicas. Estudos têm descrito que o tipo e distribuição das partículas de carga comprometem as propriedades de cor, opacidade, translucidez e lisura superficial (Lim et al. 2008; Lee, 2008). Ertas et al. 2006, observaram que a resina composta microhíbrida testada apresentou maior resistência ao manchamento que resina nanoparticulada. Esta inferior estabilidade de cor possivelmente está associada à degradação hidrolítica das partículas de cargas (Nasim, et al. 2010). No entanto, estudos têm demonstrado que partículas de carga menores tendem a produzir superfícies mais lisas e com maior resistência ao desgaste, uma vez que, partículas menores são deslocadas durante a função favorecendo a lisura superficial e o caminho de dispersão de luz (Mitra, Wu, Holmes, 2003; Moraes et al., 2009)

A literatura científica tem conduzido inúmeros estudos com o intuito de avaliar a ação de alimentos e soluções corantes sobre a cor ou textura superficial dos compósitos (Um & Ruyter, 1991; Reis et al., 2003; Brada et al., 2005; Yap, Low, Ong, 2000). É evidenciada uma alta retenção de corantes em resinas compostas, sendo o vinho tinto ponderado como a solução de maior potencial pigmentante para este material (Ertas et al., 2006; Topcu et al., 2009; Ardu et al., 2010). A alta concentração de pigmentos, o baixo pH e o álcool na composição promovem uma plasticidade e conseqüente degradação na matriz resinosa e na interface carga-matriz. (Sarret et al., 2000; Patel et al., 2004). A magnitude dessa alteração está relacionada ao tempo e à frequência de contato (Imazato et al., 1995; Yazici et al., 2007; Samra et al., 2008).

Vários métodos foram desenvolvidos para a avaliação dos parâmetros de cor, dentre eles destacam-se os meios instrumentais que são preferidos em relação aos visuais, devido aos seus melhores resultados e maior objetividade (Meireles et al., 2008). O espectrofotômetro tem sido amplamente utilizado para o estudo de estabilidade de cor dos compósitos, este instrumento mede o comprimento de onda através da refletância ou transmitância de um objeto (Joiner, 2004). Geralmente emprega o sistema CIE $L^* a^* b^*$, desenvolvido pela *Comission Internacionale de l'*

Eclairage (CIE), este sistema matemático representa tridimensionalmente a cor em três eixos ou coordenadas L^* , a^* e b^* . O valor L^* é a medida da luminosidade de um objeto e varia de zero (preto) a cem (branco puro) e as variáveis a^* e b^* são as coordenadas relativas à cor nas axiais vermelho-verde e amarelo-azul. Essas coordenadas relativas à cor aproximam-se do zero para as cores neutras (branco e cinza) e aumentam de intensidade para as cores mais saturadas ou intensas. A variação de cor de um corpo (ΔE^*) representa a distância, em linha reta, da posição determinada pelos pontos cartesianos, adotando como referência a mensuração das coordenadas L^* , a^* e b^* de cada medida. A vantagem do sistema CIE $L^* a^* b^*$ é que a diferença de cor obtida é expressa em unidades podendo ser relacionada à percepção visual e significância clínica (O'brien et al. 1997).

A degradação dos compósitos no meio bucal envolve, além da degradação química, a ação abrasiva. Desta forma, a escovação é um fator importante que pode afetar as propriedades ópticas e superficiais desses materiais, assim como promover a remoção ou redução de pigmentos adsorvidos pela resina composta (Omata et al., 2006; Um e Ruyter, 1991). Cosmeticamente, a função do dentífrico é minimizar o manchamento dental, removendo ou controlando manchas extrínsecas da superfície através do processo de abrasão (Meyers 2000; Collins et al., 2008; Lima et al., 2008). Os fatores que interferem são a dureza, forma, tamanho das partículas abrasivas do dentífrico, agentes adicionais (Amaral et al., 2006; Joiner, 2010) e o número, rigidez e forma de tufo e cerdas da escova dental (Tellefsen et al., 2011). Esta possibilidade de remoção depende da profundidade de penetração do pigmento na resina composta (Anfe, Agra e Vieira, 2011) e da capacidade de limpeza promovida pela ação da escova e/ou dentífrico (Um & Ruyter, 1991). É importante que o processo não promova a criação de grandes defeitos superficiais evitando o aumento de rugosidade, retenção de biofilme e manchamento (Heintzea et al., 2010). Fatores como o tamanho e geometria das partículas de carga (Moraes, 2009; Costa et al., 2010); tempo de escovação, números de ciclos (Heintzea et al., 2010; Kon, Kakuta, Ogura, 2006) e índice de abrasividade do dentífrico (Costa et al., 2010; Teixeira et al., 2005) influenciam na rugosidade superficial das restaurações de resina compostas expostas à escovação com dentífrico.

O mecanismo de abrasão em compósitos é explicado pelo desgaste seletivo da matriz orgânica promovido pela escovação, o que gera a exposição ou protrusão

das partículas inorgânicas, posteriormente, a tensão mecânica promoveria a remoção das partículas de carga (Moraes et al, 2006). Uma possível explicação para perda de partículas de carga pelo material durante a escovação seria a ligação relativamente fraca entre a interface carga-matriz, uma vez que as partículas inorgânicas possuem maior módulo de elasticidade que a matriz resinosa, e deste modo, resistiriam às forças empregadas (Hu, Marquis, Shortall, 2003). Sabe-se que partículas de carga com tamanhos menores proporcionam menor espaçamento inter-partículas e isto promove melhor proteção para a matriz resinosa geralmente melhorando a resistência a abrasão do material (Condon, Ferracane, 1997). A ação de alimentos, assim como, o baixo pH, decorrente da dieta ou da ação de microrganismos cariogênicos também levam à degradação da superfície de compósitos resultando em aumento da rugosidade superficial e tornando-o mais vulnerável à abrasão por escovação (Brada, et al 2005). No entanto, o dentífrício também desempenha um papel importante, promovendo o aumento ou a diminuição da rugosidade superficial, este processo depende da interação das suas partículas abrasivas com a superfície do substrato (Joiner, 2010).

A qualidade da superfície de materiais dentários é avaliada por métodos quantitativos e/ou qualitativos. Na análise objetiva, a rugosidade de uma superfície é quantificada por parâmetros relacionados à altura (amplitude) e largura (espaçamento) das irregularidades ou por uma combinação desses atributos (Novaski, 1994). O valor de Ra (rugosidade aritmética) é o mais comumente usado na Odontologia. A rugosidade aritmética (Ra) é expressa em micrômetros (μm) e é obtida pela média aritmética entre os picos e vales encontrados dentro de uma linha central ao longo da área avaliada (Teixeira, et al 2007). Tellefsen et al., 2011, sugerem o uso da associação de análises quantitativa e qualitativa para avaliação de rugosidade superficial.

Considerando que a escovação desempenha um fator importante na higiene oral, faz-se necessário verificar o seu efeito sobre a cor e rugosidade superficial de resinas compostas. Assim como, avaliar sua ação sobre a limpeza de manchas adsorvidas na superfície de resinas compostas, uma vez que estes materiais são frequentemente expostos a fatores externos com alto poder pigmentante.

2. PROPOSIÇÃO

Este estudo se propôs avaliar o comportamento óptico e morfológico superficial de duas resinas compostas distintas, quando submetidas à imersão em diferentes soluções e à escovação.

3. HIPÓTESES

As hipóteses experimentais deste estudo foram:

1. As resinas compostas apresentarão maior alteração de cor e rugosidade superficial em vinho tinto suave do que em água deionizada.
2. A escovação com dentifrício promoverá maior redução do manchamento e maior influência na rugosidade superficial das resinas compostas do que a escovação com água.
3. A resina composta Filtek Z350 XT apresentará maior alteração de cor e menor rugosidade superficial que a resina Filtek Z250.

4. CAPÍTULO

Esta dissertação está baseada nas normativas da Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa da Universidade Federal de Santa Maria. Dessa forma, é composta de um capítulo, contendo um artigo que será enviado para a publicação na revista "*Dental Materials*".

Capítulo 1

"Comportamento óptico e morfológico superficial de resinas compostas: Influência de imersões e escovação".

Mozzaquatro LR, Lago M, Kaizer MR, Mallmann A, Jacques LB

4.1 Página de Título

“Comportamento óptico e morfológico superficial de resinas compostas: Influência de imersões e escovação”.

Lisandra R. Mozzaquatro¹, Maristela Lago¹, Marina da Rosa Kaizer², André Mallmann³, Letícia B. Jacques³

1 Programa de Pós-graduação Ciências Odontológicas, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil

2 Programa de Pós-Graduação em Odontologia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil

3 Departamento de Odontologia Restauradora, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil

Título Resumido: Comportamento óptico e morfológico superficial resinas compostas.

Autor Correspondente:

Lisandra Rossato Mozzaquatro

Endereço: Rua Tuiuti, 1027/507. Centro. Santa Maria – RS.

Brasil - BR

CEP: 97015-660.

Email: lismozza4@gmail.com;

Fone: (55) 30280629; (55) 99641589.

4.2 Resumo

Objetivo: Avaliar o comportamento óptico e morfológico superficial de uma resina composta microhíbrida (Filtek Z250) e uma nanoparticulada (Filtek Z350 XT) expostas à diferentes soluções e à escovação. **Métodos:** Sessenta corpos-de-prova de cada material foram divididos em seis grupos experimentais (n=10) de acordo com o meio de armazenamento e tipo de tratamento (armazenados em água ou vinho tinto suave: não escovado, escovado com água e escovado com dentífrico). Estes foram expostos a 3 ciclos de imersão (5 dias) e submetidos a 585 ciclos de escovação simulada após cada ciclo de imersão. Além dos dados iniciais, novas leituras de cor e rugosidade superficial foram realizadas no 5° e 15° dias de armazenamento; e após os 1° e 3° ciclos de escovações. Os dados foram submetidos à Análise de Variância e teste de Tukey. **Resultados:** De forma geral os tratamentos não determinaram alterações significativas na variação de cor e rugosidade das resinas compostas armazenadas em água, independente dos tempos de avaliação. Já quando armazenadas em vinho tinto suave, os valores de ΔE foram menores para a resina composta microhíbrida. Esta não foi significativamente afetada pelos diferentes tratamentos, no entanto a resina nanoparticulada apresentou menores valores de ΔE nos grupos escovados em comparação ao controle. Não houve elevação dos valores de rugosidade superficial com o tempo, exceto para a Filtek Z250, quando escovada com dentífrico. **Conclusão:** A resina nanoparticulada foi mais susceptível ao acúmulo de pigmentos que a microhíbrida. A escovação não realizou a remoção total do manchamento e não promoveu diferenças de rugosidade nos materiais testados.

Palavras chaves: Resinas Compostas; Manchamento; Escovação Dentária.

4.3 Introdução

As resinas compostas são o material de escolha para restaurações estéticas diretas, tendo em vista sua potencialidade de união, seu satisfatório desempenho mecânico e sua capacidade de reproduzir as propriedades ópticas dos tecidos dentais. Apesar dos inúmeros aprimoramentos tecnológicos, estes materiais ainda apresentam problemas como contração de polimerização, desgaste, diminuição da retenção de brilho e alteração de cor (Imazato et al., 1995; Costa et al., 2010; Ardu, et al., 2010).

As alterações de cor ocorrem devido a causas multifatoriais que envolvem desde características inerentes ao material a fatores externos, como o manchamento por acúmulo de biofilme bacteriano (Asmussen & Hansen, 1986) e pela retenção de agentes corantes (Dietschi et al., 2004), que é facilitada pela degradação da matriz resinosa (Yap et al., 2001) e pelo aumento de rugosidade superficial (Lu et al., 2005). A magnitude dessas alterações é influenciada pela composição química da matriz resinosa (Ferracane, 2006), tipo de carga inorgânica (Um & Ruyter, 1991; Vicchi, Ferrari, Davidson, 2004), bem como, pelo agente corante. A literatura científica tem comprovado a alta retenção de pigmentos em resinas compostas quando imersas em vinho tinto, sendo esta solução ponderada como um dos fatores extrínsecos de maior potencial pigmentante para resinas compostas (Ertas et al., 2006; Topcu et al., 2009; Ardu et al., 2009). O efeito do agente corante está relacionado ao tempo e frequência de contato (Imazato et al., 1995; Yazici et al., 2007; Samra et al., 2008).

A degradação dos compósitos no meio bucal envolve, além da degradação química, a ação abrasiva. Desta forma, a escovação é um fator importante que pode afetar as propriedades ópticas e superficiais desses materiais, assim como promover a remoção ou redução de pigmentos adsorvidos pela resina composta (Omata et al., 2006; Um e Ruyter, 1991). Esta possibilidade de remoção depende da profundidade de penetração do pigmento na resina composta (Anfe, Agra e Vieira, 2011) e da capacidade de limpeza promovida pela ação da escova e/ou dentífrício (Um & Ruyter, 1991). É importante que não ocorra a formação de grandes defeitos superficiais, evitando o aumento de rugosidade, retenção de biofilme e

manchamento (Heintzea et al., 2010). O tamanho e geometria das partículas de carga (Moraes, 2009; Costa et al., 2010); tempo de escovação, números de ciclos (Heintzea et al., 2010; Kon, Kakuta, Ogura, 2006); índice de abrasividade do dentífrico (Costa et al, 2010; Teixeira et al., 2005) e características da escova de dente influenciam este processo.

Considerando que as resinas compostas são influenciadas constantemente pelo ambiente bucal que envolve, além, da degradação química promovida pelo contato de substâncias exógenas, as ações abrasivas promovidas durante o processo de higiene oral. Este estudo se propôs avaliar o comportamento óptico e morfológico superficial de duas resinas compostas distintas, quando submetidas à imersão em diferentes soluções e à escovação. As hipóteses experimentais testadas foram: 1) As resinas compostas apresentarão maior alteração de cor e rugosidade superficial em vinho tinto suave do que em água deionizada. 2) A escovação com dentífrico promoverá maior redução do manchamento e maior influência na rugosidade superficial do que a escovação com água. 3) A resina composta nanoparticulada apresentará maior alteração de cor e menor rugosidade superficial que a resina composta microhíbrida.

4.4 Material e Métodos

4.4.1 Preparação dos corpos-de-prova

Para a realização deste estudo foi utilizada uma resina composta microhíbrida (Filtek Z250 [3M-ESPE / St. Paul-MN, USA]) e uma resina composta nanoparticulada (Filtek Z350 XT [3M-ESPE / St. Paul-MN, USA]) cujas composições estão descritas na Tabela 1. Sessenta corpos-de-prova (cps) de cada resina foram confeccionados em matriz metálica com 8,0 mm de diâmetro e 2,0 mm de espessura sobre uma placa de vidro e tira de poliéster. A resina foi inserida em incremento único, uma tira de poliéster e placa de vidro foram posicionadas sobre elas para o aplainamento. Em seguida foi aplicada uma carga constante de 500g por 10s para comprimir o material e obter lisura superficial, nivelamento e espessura padronizada. O cp foi fotoativado com fonte de luz LED (Emiter – Schuster/ Schuster Ltda, Santa Maria, Brasil), com aproximadamente $800\text{mW}/\text{cm}^2$, mensurado pelo LED Radiometer (Demetron-Kerr / Danbury-CT, USA), por 20 s sobre a placa de vidro e mais 20 s sem ela.

O mesmo operador, previamente treinado e calibrado, poliu a superfície de topo do cp com discos de lixa (Diamond Pro - FGM/ Joinvile – Joinvile – SC, BR) nas granulações média, fina e superfina, 20 s por disco. Para finalizar o polimento, foram utilizados disco de feltro e pasta diamantada (Diamond Excel – FGM / Joinvile – SC, BR) extrafina de 2 a 4 μm , também por 20 s. Entre cada troca de discos, os cps foram lavados em água corrente por 30 s e secos com papel absorvente.

4.4.2 Condições de armazenamento e leitura de rugosidade superficial e dos parâmetros CIE L^* a^* b^*

Imediatamente após o procedimento de polimento, os cps foram mantidos em frascos de vidro âmbar, hermeticamente selados, com 4 ml de água deionizada a 37°C por 24 horas. Após este período, as sessenta amostras de cada resina foram divididas aleatoriamente em seis grupos experimentais ($n=10$) de acordo com o meio

de armazenamento (água deionizada ou vinho tinto suave - pH 3,4, v 10,5% de álcool - Chalise / Salton / Bento Gonçalves-RS, BR) e tipo de tratamento (não escovado, escovado com água e escovado com dentifrício). Então, foi realizada a leitura inicial da rugosidade superficial e dos parâmetros CIE L^* a^* b^* (24h de hidratação em água).

Os parâmetros de cor dos cps foram mensurados em fundo branco (CIE - L^* = 92,95, a^* = -0,78, b^* = 3,57) do cartão padrão da escala de valor neutro de Munsell (Cartela Leneta modelo 12H, Cor & Aparência - São Paulo, BR) com o espectrofotômetro (SP60 – X-Rite / Grand Rapid - Michigan, USA), utilizando o iluminante D-65, ângulo de observador 10° e o sistema CIE L^* a^* b^* (Comission International l'Éclairage, 1976). Esse espectrofotômetro analisa os parâmetros de L^* , a^* e b^* , onde, L^* é a coordenada de luminosidade com valores que variam de zero (preto) a cem (branco). As variáveis a^* e b^* são as coordenadas relativas à tonalidade ou cor, a variável a^* consiste no eixo das cores verde-vermelho e a variável b^* no eixo das cores azul-amarelo. Para as medições, utilizou-se o modo de medição com componente especular excluído (SCE), que é o modo de medição mais adequado para detectar pequenas diferenças de cor quando as condições de superfície não são idênticas (Lee, Lim e Kin, 2002). Para minimizar a dispersão de luz entre a amostra e o cartão padrão, foi utilizada uma substância acoplante (Polietilenoglicol 400 - PEG 400, Vetec Química Fina Ltda, Rio de Janeiro, Brasil) com índice de refração (n) em torno de 1,48. Uma gota da substância foi dispensada com pipeta de 10 μ L no cartão padrão e o cp foi posicionado sobre ela, assim a passagem de luz ocorre entre dois meios com índices de refração similares (resinas compostas: $n=1,50$ e substância acoplante $n=1,48$).

A mensuração quantitativa da rugosidade superficial foi determinada através do rugosímetro Mitutoyo SurfTest SJ-201P (Takatsu-Ku, Kawasaki Kanagawa, Japão). O rugosímetro foi configurado para trabalhar com parâmetro Ra (μ m) e “cut-off” de 0,25 μ m, indicado para superfícies lisas ou levemente abrasionadas. Foram realizadas 5 medidas nos eixos x e y em cada cp das quais eram obtidas a média aritmética. Para estudar a topografia de superfície dos cps, foram realizadas imagens com Microscópio de Força Atômica (AFM - modelo SPM-9600 / Shimadzu Corp, Japão). Um cp de cada grupo foi selecionado para o escaneamento e varredura com pontas de silício e modo não contato. As áreas foram selecionadas

de forma aleatória (cada uma com tamanho de 5µm x 5µm) e as regiões com bolhas de ar foram desconsideradas. A velocidade de escaneamento utilizada foi de 0,16 Hz e definição de 256 x 256 pontos (pixels).

Ao final da leitura inicial, os cps foram lavados em água corrente por 30 s para remoção total da substância acoplante e secos com papel absorvente. A superfície lateral e a face inferior do cp foram isoladas com cera acrílica branca (Kota Indústria e Comércio Ltda, São Paulo, BR), para que o processo de manchamento ocorresse somente na superfície de topo. Após, foram imersos nos meios de armazenamento a 37°C e expostos a 3 ciclos de imersão (5, 10 e 15 dias), cada ciclo correspondiam a 5 dias de duração. As soluções foram trocadas diariamente.

4.4.3 Procedimento de escovação simulada

Posteriormente, a cada ciclo de imersão (5, 10 e 15 dias), a cera foi removida e os cps foram submetidos à ação mecânica de escovação com escova de cerdas macias (Oral – B Indicator Plus 40 – Procter & Gamble do Brasil S.A- Manaus- BR), carga de 200g, por um período de 2,48 minutos, que correspondem a 585 ciclos (15 dias de escovação in vivo), considerando que cada superfície dentária é escovada durante 5s duas vezes ao dia (Joiner et al., 2004). O dentífrico (Oral-B Pró Saúde - Alemanha por Procter & Gamble Manufacturing) foi utilizado na proporção de 100 ml de água deionizada e 50g de dentífrico (ISO, 1999). A solução foi aplicada a cada um minuto sobre os cps. Para o grupo escovado sem dentífrico, foi utilizado apenas água deionizada, com a intenção de verificar o efeito mecânico da escova dental. Para melhor ação mecânica das cerdas das escovas foi confeccionado um dispositivo em teflon com orifício central de 8 mm de diâmetro, de modo que os cps ficassem 1 mm salientes. O dispositivo foi posicionado na máquina de escovação e girado em 90° na metade do ciclo para a escova atuar em dois sentidos. Para os grupos escovados com água e para os grupos escovados com dentífrico, as escovas dentais foram substituídas a cada 1755 ciclos (correspondem a 3 ciclos de escovação simulada), conforme metodologia empregada por Pachaly (2009). Ao final de cada ciclo de escovação, os cps foram lavados por 30s com jatos ar/água, secos com papel absorvente, e novamente colocados nos meios de imersão. Os cps

não escovados foram retirados dos meios de armazenamento e mantidos em umidade relativa até o final do período de escovação.

4.4.4 Sequência de leitura de rugosidade superficial e dos parâmetros de L* a* b*

Sucessivas leituras foram realizadas, no mesmo cp, após 24 horas de hidratação em água deionizada (leitura inicial), após o 5° e o 15° dia de imersão em água deionizada ou vinho tinto (leitura 1) e após o 1° e o 3° ciclo de escovação (leitura 2).

Para medir a diferença de cor, foi considerada a leitura inicial e as leituras 1 e 2 dos parâmetros CIE L* a* b*. A variação de cor (ΔE) foi calculada pela seguinte fórmula:

$$\Delta E = ((\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2)^{1/2}$$

4.4.5 Análises estatísticas:

Os dados foram analisados com o programa estatístico GMC versão 7.7. A variação de cor (ΔE) e a rugosidade foram submetidas à análise de variância para medidas repetidas, com o fator tempo vinculado, (tratamento x material x tempo) separadamente para os grupos armazenados em água deionizada ou vinho tinto suave. O teste de Tukey foi empregado para o contraste das médias. A correlação entre a variação de cor e variação de rugosidade superficial foi examinada usando teste de Correlação de Pearson. O nível de significância foi definido em 5%.

4.5 Resultados

4.5.1 Variação de cor e rugosidade superficial para os grupos armazenados em água deionizada

As análises dos resultados de variação de cor (Tabela 2) para os grupos armazenados em água deionizada revelaram que o fator tratamento ($F=0,49$; $p>0,05$) não foi significativo, enquanto o fator material ($F=17,89$, $p<0,05$); tempo ($F=8,39$, $p<0,05$) e a interação dos fatores ($F=2,86$; $p<0,05$) foram significantes. As análises dos resultados de rugosidade superficial revelaram que o fator material ($F=1,52$, $p>0,05$) não foi significativo, enquanto os fatores tratamento ($F=6,32$, $p<0,05$); tempo ($F=2,63$; $p<0,05$) e a interação dos fatores ($F=2,63$; $p<0,05$) foram significantes (Tabela 3). De forma geral, os diferentes tratamentos não apresentaram alterações significantes na variação de cor e rugosidade de superfície das resinas compostas. A escovação com dentifrício determinou aumento na rugosidade superficial da resina composta Filtek Z250 após o primeiro ciclo de escovação. Os cps dos demais grupos experimentais mantiveram a cor e rugosidade estáveis ao longo do tempo.

No que se refere à cor, no comparativo entre as duas resinas, observou-se que, houve diferenças significativas nas seguintes condições experimentais: grupo escovado com água em 5 dias de imersão e primeiro ciclo de escovação; grupo escovado com dentifrício no primeiro ciclo de escovação, em 15 dias de imersão e terceiro ciclo de escovação. Sempre com maior alteração de cor para a resina nanoparticulada. Não houve diferença significativa de rugosidade entre os materiais testados, independente do tratamento e dos tempos de avaliação. As topografias de superfície dos materiais testados são apresentadas na Figura 1 e Figura 2.

4.5.2 Variação de cor e rugosidade superficial para os grupos armazenados em vinho tinto suave

As análises dos resultados de variação de cor (Tabela 4) para os grupos armazenados em vinho tinto suave revelaram que os fatores tratamento ($F=14,53$;

$p < 0,05$); material ($F=192,38$, $p < 0,05$); tempo ($F=640,81$; $p < 0,05$) e a interação dos fatores ($F=12,08$; $p < 0,05$) foram significantes. As análises dos resultados de rugosidade superficial (Tabela 5) revelaram que o fator material ($F=0,01$, $p > 0,05$) não foi significativo, enquanto que o fator tratamento ($F=30,03$; $p < 0,05$); tempo ($F=11,19$; $p < 0,05$) e a interação dos fatores ($F=5,07$, $p < 0,05$) foram significantes.

Os diferentes tratamentos não determinaram diferenças significativas de variação de cor para a resina microhíbrida. Já no que se refere à resina nanoparticulada, os valores de ΔE foram menores nos grupos escovados. A escovação com dentífrício determinou aumento significativo na rugosidade da resina composta Filtek Z250, já para a resina composta Filtek Z350XT, de forma geral, o grupo não escovado apresentou menores valores de rugosidade nos períodos de 15 dias e 3º ciclo de escovação. O tempo de imersão influenciou significativamente a estabilidade de cor de ambas as resinas compostas, evidenciando que, quanto maior o tempo de armazenamento, maior alteração de cor. Com relação à rugosidade não houve elevação dos valores com o passar do tempo, exceto para a resina composta Filtek Z250, quando escovada com dentífrício.

No comparativo entre as duas resinas compostas observou-se que ambas apresentaram resultados de ΔE estatisticamente diferentes entre si, independente do tratamento utilizado e do tempo de avaliação. Houve maior variação de cor na resina composta nanoparticulada do que na resina microhíbrida. Já no que se refere à rugosidade, houve diferença apenas nos grupos escovados com dentífrício, nos períodos de 15 dias e 3º ciclo de escovação, sendo que a resina nanoparticulada apresentou menores valores de rugosidade superficial. As topografias de superfície dos materiais testados são apresentadas na Figura 3 e Figura 4.

4.5.3 Correlação entre variação de cor e variação de rugosidade

De forma geral, o Coeficiente de Correlação de Pearson revelou fraca e não significativa associação entre variação de cor e variação de rugosidade para os grupos imersos em água deionizada: não escovado (5dias: $r=0,214$, $p=0,365$; 15dias: $r=0,168$, $p=0,088$); escovado com água (5dias: $r=0,25$, $p=0,286$; primeiro ciclo de escovação: $r=0,533$, $p=0,015$; 15dias: $r=0,297$, $p=0,204$; terceiro ciclo de

escovação: $r= 0,367$, $p=0,111$); escovado com dentífrico (5dias: $r=0,213$, $p=0,366$; primeiro ciclo de escovação: $r= -0,258$, $p=0,272$; 15dias: $r= -0,093$, $p=0,697$; terceiro ciclo de escovação: $r= 0,131$, $p=0,581$).

Também nos grupos imersos em vinho tinto suave, o Coeficiente de Correlação de Pearson revelou associação fraca e não significativa entre variação de cor e variação de rugosidade: (5dias: $r=0,149$, $p=0,531$; 15dias: $r=0,210$, $p=0,375$); escovado com água (5dias: $r=0,026$, $p=0,913$; primeiro ciclo de escovação: $r=0,125$, $p=0,512$; 15dias: $r=0,156$, $p=0,512$; terceiro ciclo de escovação: $r= 0,184$, $p=0,950$); escovado com dentífrico (5dias: $r=0,175$, $p=0,461$; primeiro ciclo de escovação: $r=0,198$, $p=0,403$; 15dias: $r= 0,389$, $p=0,090$; terceiro ciclo de escovação: $r= 0,402$, $p=0,079$).

4.6 Discussão

Neste estudo considera-se que valores de $\Delta E \leq 3,3$ indicam que as diferenças de cor são clinicamente aceitáveis (Ruyter; Nilner; Möller, 1987). Os resultados do presente estudo revelaram que as resinas compostas, quando armazenadas em vinho tinto suave, apresentaram elevada variação de cor ($\Delta E \geq 3,3$) e a alta retenção de pigmentos. Como o teor alcoólico e o pH ácido afetam a integridade da matriz resinosa (Topcu et al., 2009; Ardu et al., 2009; Ertas et al. 2006; Yap et al., 2001), acredita-se que ocorra uma plastificação na matriz, conferindo ao polímero uma estrutura que facilita a sorção de corantes (Asmussen e Hansen, 1986). Em contrapartida, a água deionizada (controle positivo) promoveu alteração de cor imperceptível ($\Delta E < 1$) nas resinas compostas, tal resultado é também confirmado pelos estudos de Ertas (2006); Ergüçü, Türkun e Aladag (2008) e Nasim et al. (2010) que observaram uma maior estabilidade de cor em resinas compostas quando armazenadas em água. Quanto à influência das soluções (grupo não escovado) sobre a rugosidade de superfície, observou-se que as soluções isoladamente não aumentaram a rugosidade superficial das resinas compostas estudadas, corroborando com o estudo de Yap, Low e Ong (2000). Ainda, de acordo com Brada et al. (2005), o amolecimento da matriz resinosa promovido pelo etanol favorece o deslocamento de partículas de carga afetando a textura de superfície do material. Portanto, a hipótese 1 foi parcialmente confirmada.

No que se refere à variável tempo, optou-se por manter as resinas compostas imersas por 24 horas em água para que o material completasse sua polimerização residual e se aproximasse do ponto de saturação de sorção de água, pois, conforme Satou et al. (1989), as resinas compostas apresentam menor alteração de cor quando previamente armazenadas em água. Os resultados revelaram que o grau de alteração de cor dos compósitos foi influenciado pelo tempo de imersão, confirmando que o maior tempo de armazenamento promove maiores alterações nas propriedades ópticas (Lu et al., 2005).

De acordo com Khokhar, Razzoog e Yaman (1991), o manchamento promovido por soluções corantes na maior parte das vezes é superficial, podendo ser removido com higiene oral regular. No entanto, os nossos resultados demonstraram que a escovação simulada não foi capaz de promover remoção total

dos pigmentos da superfície das resinas compostas ao longo do tempo. Esta possibilidade de remoção depende da profundidade de penetração do pigmento na resina composta (Anfe, Agra e Vieira, 2011) e da capacidade de limpeza promovida pela ação da escova e/ou dentífrico (Um & Ruyter, 1991). Chan, Fuller, Hormati (1980), também evidenciaram que a escovação com água ou dentífrico removeu parcialmente o manchamento superficial das resinas compostas. O autor estabelece valores em torno de 3 a 5 μm para a penetração de corantes na resina composta e afirma que a escovação não é capaz de realizar a remoção clínica total dos pigmentos, pois promove um desgaste insuficiente.

É interessante notar que a escovação com água e com dentífrico determinou menor alteração de cor na resina composta nanoparticulada. Já para a resina microhíbrida, esta diminuição foi mais acentuada após o primeiro ciclo de escovação simulada ($\Delta E \leq 3,3$). Em ambas as resinas, observou-se um efeito residual cumulativo dos agentes pigmentantes ao longo do tempo que a escovação simulada não é capaz de reduzir a um nível de aceitabilidade clínica ($\Delta E \leq 3,3$). Os cps escovados com água, em ambos os materiais e em todos os períodos avaliados, apresentaram menor alteração de cor que os não escovados. Este resultado está em concordância com o estudo de Omata et al (2006) que investigaram a ação da escovação sem dentífrico em resinas compostas após processo de manchamento e evidenciaram menor alteração de cor para os espécimes escovados. No presente estudo, ainda se evidenciou que os cps escovados com água apresentaram menor variação de cor que os cps escovados com dentífrico após o último ciclo de escovação. A maior variação de cor no grupo escovado com dentífrico provavelmente é explicada pela influência da textura superficial no grau de dispersão ou de reflexão de luz (Lee, Lim, Kin, 2002; Lee et al., 2010). Lu et al. (2005) relacionaram a aspereza de superfície à maior adsorção de pigmentos, no entanto, este estudo não pode afirmar que a rugosidade de superfície tenha promovido maior alteração de cor nos materiais testados, uma vez que encontrou uma fraca correlação entre variação de cor e variação rugosidade.

No que se refere à rugosidade superficial, a escovação com dentífrico utilizado neste estudo deixou a superfície dos materiais mais rugosa, enquanto a escovação com água não proporcionou alteração estatisticamente significativa na rugosidade de superfície dos materiais testados ao longo do tempo. Tal resultado

tem correlação com o estudo de Goldstein & Lerner (1991) que também observaram que a escovação com água ocasionou menor rugosidade de superfície na resina composta testada que a escovação com dentifrício. Segundo Tellefsen et al. (2011), a escova dental isoladamente não possui a capacidade de promover acentuado aumento de rugosidade, porém quando associada ao dentifrício suas características passam a ter importante influência sobre a textura superficial devido à retentividade do agente abrasivo. Sendo assim, a hipótese 2 foi parcialmente aceita.

No comparativo entre as duas resinas compostas, a resina nanoparticulada apresentou os maiores valores médios de variação de cor em ambos os meios de armazenamento e em todos os períodos tempos. É bem documentado que a composição química da matriz orgânica influencia a resistência ao manchamento devido às características hidrofílicas dos monômeros presentes (Ferracane, 2006). Apesar das duas resinas estudadas apresentarem composição e porcentagem de carga em volume semelhante, é necessário destacar que a presença do monômero TEGMA no compósito nanoparticulado possivelmente esclarece a maior susceptibilidade à alteração de cor neste material (Ertas et al., 2006). Os resultados encontrados têm concordância com o estudo de Ertas et al. (2006), que também verificaram maior estabilidade de cor para o compósito microhíbrido do que para o compósito nanoparticulado. Esta maior susceptibilidade à alteração de cor, segundo os autores, ocorre devido à existência de microespaços presentes nas partículas de carga nanoaglomeradas que elevariam a sorção de fluídos, tornando as resinas compostas nanoparticuladas menos resistentes à alteração de cor que as microhíbridas. No entanto, o papel das partículas de carga na resistência ao manchamento não está totalmente esclarecido. Alguns estudos afirmam que a maior porcentagem de carga em volume (Nansim et al. 2010) e a menor dimensão dessas partículas promoveriam menor sorção de água e maior resistência à descoloração (Vicchi, Ferrari, Davidson, 2004), fato não evidenciado neste estudo.

Com relação à rugosidade de superfície, as resinas compostas estudadas apresentaram comportamentos semelhantes após o polimento superficial e quando imersas em água e submetidas à escovação. Por outro lado, a interação do vinho tinto com a ação abrasiva da escovação com dentifrício causou um aumento da rugosidade superficial na resina microhíbrida. A presença de álcool e pH ácido exerceu um efeito plastificante sobre a matriz resinosa, tornando-a menos resistente

ao desgaste (Ferracane, 2006), facilitando a exposição ou deslocamento das partículas de carga pela escovação (Kon, Kakuta, Ogura, 2006; Atai, Pahlavan, Moin, 2012). A menor rugosidade de superfície na resina nanoparticulada é explicada pela presença de pequenas partículas de carga que geram menores defeitos quando deslocadas da superfície da resina composta (Mitra, Wu, Holmes, 2003). Apesar das resinas compostas estudadas apresentarem rugosidade de superfície iniciais semelhantes, a resina Filtek Z250, ao ser escovada com dentífrício, tornou-se mais rugosa que a resina Filtek Z350 XT, corroborando com Costa et al. (2010) que afirmaram que as resinas compostas contendo partículas de carga com dimensões pequenas, apresentam menor aumento de rugosidade de superfície do que aquelas com partículas de maiores dimensões. Portanto, a hipótese 3 foi confirmada.

Considerando os resultados encontrados neste estudo, torna-se imperativo conhecer a composição e as características dos materiais restauradores, bem como selecioná-los de acordo com os hábitos alimentares de cada paciente objetivando a maior estabilidade de cor, sucesso e durabilidade. É importante ressaltar que a higiene oral deficiente aumenta a susceptibilidade à coloração de resinas compostas, portanto, é essencial orientar os pacientes quanto a hábitos de higiene oral regular. Assim como, prescrever dentífrícios, com maior ou menor abrasividade, de acordo as necessidades percebidas para cada paciente. Ainda, ressalta-se a importância de revitalização periódica de restaurações estéticas de resinas compostas, tendo em vista, que a escovação com dentífrício interfere na textura superficial de materiais restauradores e conseqüentemente no caminho de reflexão de luz. Dentro das limitações dos testes laboratoriais devido à dificuldade de simular todos os fatores envolvidos no ambiente bucal, estima-se que evidências clínicas precisem ser desenvolvidas com o objetivo de complementar os resultados laboratórios encontrados neste estudo.

4.7 Conclusão

A escovação simulada não promoveu a remoção total de pigmentos e seu acúmulo foi dependente da composição do material, sendo a resina nanoparticulada mais susceptível ao manchamento. O tempo de armazenamento também foi um fator que influenciou a alteração de cor. O vinho teve maior impacto que a água deionizada sobre a alteração de cor. A pigmentação atingiu as camadas sub-superficiais das resinas compostas, não sendo passível de remoção apenas por abrasão superficial. Os materiais apresentaram comportamentos semelhantes quanto à rugosidade de superfície e a escovação com dentifrício promoveu maior abrasão que a escovação com água.

Agradecimentos

Os autores agradecem o suporte das empresas, FGM, Cor & Aparência, à Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Laboratório de Processamento Mineral da Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS

4.8 Referências

- ANFE, T. E.; AGRA, C. M.; VIEIRA, G. F. Evaluation of the Possibility of Removing Staining by Repolishing Composite Resins Submitted to Artificial Aging. **Journal of Esthetic Restorative Dental**. v. 23, n.4, p: 260-7, Aug.2011.
- ARDU, S. et al. A long-term laboratory test on staining susceptibility of esthetic composite resin materials. **Quintessence International**, v. 41, n. 8, p: 695-702, Sep. 2010.
- ASMUSSEN, E.; HANSEN, E. K. Surface discoloration of restorative resins in relation to surface softening and oral hygiene. **Scandinavian Journal de Dental Research**, v. 94, n. 2, p: 174 -77, 1986.
- ATAI, M., PAHLAVAN, A., MOIN, N. Nano-porous thermally sintered nano silica as novel fillers for dental composites. **Dental Materials**. v. 28, n.2, p: 133-45. Feb. 2012.
- BADRA, V. V. et al. Influence of different beverages on the microhardness and surface roughness of resin composites. **Operative Dentistry**. v.30, n. 2, p: 213-9. Mar-Apr. 2005.
- CHAN, K. C.; FULLER, J. L.; HORMATI, A. A. The ability of foods to stain two composite resins. **Journal of Prosthetic Dentistry**. v. 43, n. 5, p: 542-5. May. 1980.
- COSTA, J. et al. The effect of various dentifrices on surface roughness and gloss of resin composites. **Journal of Dentistry**, v. 38, n. 2 p. 1-6, Mar. 2010.
- DIETSCHI, D. et al. Comparison of the color stability of ten new-generation composites: an in vitro study. **Dental Materials**, v.10, n. 6, p: 353-62, Nov. 1994.
- ERGÜCÜ, Z.; TÜRKÜN, L.S.; ALADAG, A. Color Stability of Nanocomposites Polished with One-Step Systems. **Operative Dentistry**, v. 33, n. 4, p: 413-20, Jul-Aug. 2008.
- ERTAS, E. et al. Color Stability of Resin Composites after Immersion in Different Drinks. **Dental Materials Journal**, v. 25, n. 2, p: 371—376, 2006.
- FERRACANE, J. K. Hygroscopic and hydrolytic effects in dental polymer networks. **Dental Materials**, v. 22, p: 211-22, Mar. 2006.

GOLDSTEIN, G. R.; LERNER, T. The effect of toothbrushing on a hybrid composite resin. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. v. 66, n. 4, p: 498-500, Oct. 1991.

HEINTZEA, S. D. et al. Surface deterioration of dental materials after simulated toothbrushing in relation to brushing time and load. **Dental materials**, v. 26, p. 306-19, Apr. 2010.

IMAZATO, S. et al. Relationship Between the Degree of Discoloration of Light-activated Composite. **Dental Materials Journal** v.14, n.1, p. 23-30, Jun. 1995.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARD. Technical Specification 14569-1. Dental materials – guidance on testing of wear resistance. Part. 1 Switzerland. ISO, 1999.

JOINER, A. Tooth colour: a review of the literature. **Journal of Dentistry**, v. 32, sup.1, p: 3-12, 2004.

JOINER, U. Whitening toothpastes: A review of the literature, **Journal of Dentistry**,v.38, sup. 2, p:17-24, 2010.

KHOKHAR, Z. A.; RAZZOOG, M. E.; YAMAN, P. Color stability of restorative resins. **International Quintessence**. v. 22, n. 9, p: 733-7, Set. 1991.

KON, M.; KAKUTA, K.; OGURA, H. Effects of Occlusal and Brushing Forces on Wear of Composite Resins. **Dental Materials Journal**, v. 25, n. 1, p: 183-194, 2006.

LEE, Y. K.; LIM, B. S.; KIM, C. W. Effect of surface conditions on the color of dental resin composites. **Journal de Biomedical Materials Research**. v. 63, n. 5, p: 657-63, Apr. 2002.

LEE, Y. K. Influence of filler on the difference between the transmitted and reflected colors of experimental resin composites. **Dental Materials**, v. 24, p: 1234-47, Sep. 2008.

LEE, Y. K. et al. Variation in instrument-based color coordinates of esthetic restorative materials by measurement method - A review. **Dental Materials**, v. 26, p: 1198-05, Nov. 2010.

LIMA, D. A. N. L. et al. In vitro assessment of the effectiveness of whitening dentifrices for the removal of extrinsic tooth stains **Brazilian Oral Research**, v. 22, n. 2, p: 106-11, Jul. 2008.

LU, H. et al. Effect of Surface Roughness on Stain Resistance of Dental Resin Composites. **Journal of Esthetic and Restorative Dentistry**, v. 17, n. 2, p: 102-8, 2005.

MITRA, S. B.; WU, D.; HOLMES, B. N. An application of nanotechnology in advanced dental material. **Journal of the American Dental Association**. v. 134, n.10, p: 1382-90. Out. 2003.

MORAES, R. R. et al. Nanohybrid resin composites: nanofiller loaded materials or traditional microhybrid resins? **Operative Dentistry**, v. 34, n. 5, p: 551-7, Set-Out. 2009.

NANSIM, I. et al. Color stability of microfilled, microhybrid and nanocomposite resins--an in vitro study. **Journal of Dentistry**. v. 38, sup. 2, p: 137-42, 2010

OMATA, Y. et al. Staining of Hybrid Composites with Coffee, Oolong Tea, or Red Wine. **Dental Materials Journal**, v. 25, n. 1, p: 125-31, Mar. 2006.

PACHALY, R. Análise comparativa da rugosidade superficial do esmalte humano clareado e não clareado após escovação com diferentes dentífricos 2009. 87f. Dissertação (Mestrado em Odontologia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009.

RUYTER, I. E.; NILNER, K., MOILER, B. Color stability of dental composite resin materials for crown and bridge veneers. **Dental Materials**, v. 3, n. 5 p: 246-51, Oct. 1987

SAMRA, A. P. B. et al. Color stability evaluation of aesthetic restorative materials. **Brazilian Oral Research**, v. 22, n. 3, p: 205-10, 2008.

SATOU, N. et al. Surface discoloration of restorative resins in relation to surface softening and oral hygiene. **Dental Materials**. v. 5, n. 6, p: 384-7, Nov. 1989.

TEIXEIRA, E. C et al. In vitro toothbrush-dentifrice abrasion of two restorative composites. **Journal of Esthetic and Restorative Dentistry**, v. 17, p: 172-82, 2005.

TELLEFSEN, G et al. The role of the toothbrush in the abrasion process. **International Journal of Hygiene Dental**, v. 9, n.4, p: 284-90, Nov. 2011

TOPCU, F. T. et al. Influence of Different Drinks on the Colour Stability of Dental Resin Composites. **European Journal of Dentistry**, v. 3, p: 50-56, Jan. 2009.

UM, C. M.; RUYTER, I. E. Staining of resin-based veneering materials with coffee and tea. **Quintessence International**, v. 22, p.: 520-25, May. 1991.

VICHI, A.; FERRARI, M.; DAVIDSON, C. L. Color and opacity variations in three different resin-based composite products after water aging. **Dental Materials**, v. 20, p: 530-34, Jul. 2004.

YAP, A. U.; Low, J. S.; Ong, L. F. Effect of food-simulating liquids on surface characteristics of composite and polyacid-modified composite restoratives. **Operative Dentistry**, v. 25, n. 3, p: 170-6. May-Jun. 2000.

YAP, U. A et al. Chemical degradation of composite restoratives. **Journal of Oral Rehabilitation**. v. 28, n. 11, p: 1015-21, Nov. 2001.

YAZICI, A. R. The Effect of Curing Units and Staining Solutions on the Color Stability of Resin Composites. **Operative Dentistry**, v. 32, n. 6, p.616-22, 2007.

4.9 Lista de legenda de tabelas

Tabela 1- Composição das resinas compostas e do dentifrício empregado.

Tabela 2 – Média e desvios-padrão (DP) de variação de cor para os grupos experimentais quando imersos em água deionizada.

Tabela 3 – Média e desvios-padrão (DP) dos valores de rugosidade para os grupos experimentais quando imersos em água deionizada.

Tabela 4 – Média e desvios-padrão (DP) de variação de cor para os grupos experimentais quando imersos em vinho tinto.

Tabela 5 – Média e desvios-padrão (DP) dos valores de rugosidade para os grupos experimentais quando imersos em vinho tinto.

4.10 Lista de legenda de figuras

Figura 1 - Topografia em Microscópio de Força Atômica da resina composta Filtek Z250 armazenada em água deionizada: não escovado (a); escovado com água (b); escovado com dentifrício (c)

Figura 2 - Topografia em Microscópio de Força Atômica da resina composta Filtek Z350 XT armazenada em água deionizada: não escovado (a); escovado com água (b); escovado com dentifrício (c)

Figura 3 - Topografia em Microscópio de Força Atômica da resina composta Filtek Z250 armazenada em vinho tinto suave: não escovado (a); escovado com água (b); escovado com dentifrício (c)

Figura 4 - Topografia em Microscópio de Força Atômica da resina composta Filtek Z350 XT armazenada em vinho tinto suave: não escovado (a); escovado com água (b); escovado com dentifrício (c)

Tabela 1: Composição das resinas compostas testadas e do dentifrício empregado.

Material	Tipo	Composição (% volume)*/ Índice de refração(<i>n</i>)	Lot/Cor
Filtek Z250 (3M-ESPE)	Microhíbrido	Matriz com base em bis-GMA, bis-EMA, UDMA; 60% partículas sílica/zircônia (0,6µm). <i>n</i> =1,55.	10363006 A2
Filtek Z350XT (3M-ESPE)	Nanoparticulado	Matriz com base em bis-GMA, bis-EMA, UDMA, UDMA e PEGMA; 63,3% aglomerados sílica/zircônia; sílica não aglomerada/não agregada (20nm); zircônia não agregada/não aglomerada (4- 11nm) e aglomerados sílica/zircônia (0,6 -10 µm). <i>n</i> =1,55.	11180006 A2E
Oral – B Pró- Saúde (P & G)	-	Fluoreto estanoso (1100 ppm de flúor), fluoreto de sódio (350 ppm de flúor), glicerina, sílica hidratada, sódio hexametáfosfato, propilenoglicol, PEG-6, lactato de zinco, água, trissódico fosfato, dióxido de titânio, lauril sulfato de sódio, aroma, gluconato de sódio, carrageenan, goma xantana, sacarina sódica, CI 74260.	

* Informações do fabricante

Tabela 2: Médias e desvios-padrão (DP) de variação de cor para os grupos experimentais quando imersos em água deionizada.

Material		Tempo experimental			
		5 dias -Inicial	1º ciclo de escovação - Inicial	15 dias - Inicial	3º ciclo de escovação - Inicial
	Não escovado	0,39 (0,14) ^{A,a}	0,39 (0,14) ^{A,a}	0,54 (0,22) ^{A,a}	0,54 (0,22) ^{A,a}
<i>Filtek</i>	Escovado com água	0,33 (0,12) ^{A,a}	0,46(0,18) ^{A,a}	0,47(0,19) ^{A,a}	0,45 (0,27) ^{A,a}
<i>Z250</i>	Escovado com dentífrico	0,41 (0,29) ^{A,a}	0,37 (0,17) ^{A,a}	0,44 (0,24) ^{A,a}	0,51 (0,15) ^{A,a}
	Não escovado	0,58 (0,16) ^{A,1}	0,58 (0,16) ^{A,1}	0,57 (0,12) ^{A,2}	0,57 (0,12) ^{A,2}
<i>Filtek</i>	Escovado com água	0,68 (0,35) ^{A,1}	0,80 (0,43) ^{A,1}	0,71 (0,46) ^{A,1,2}	0,73 (0,47) ^{A,1,2}
<i>Z350XT</i>	Escovado com dentífrico	0,51 (0,08) ^{B,1}	0,74 (0,18) ^{A,1}	0,87 (0,32) ^{A,1}	0,83 (0,35) ^{A,1}

Letras maiúsculas distintas na mesma linha indicam diferenças estatisticamente significantes. Nas colunas: letras minúsculas distintas indicam diferenças significantes entre os tratamentos do grupo Z250; números indicam diferenças significantes entre os tratamentos do grupo Z350; Tukey: 0,24939.

Tabela 3: Médias e desvios-padrão (DP) dos valores de rugosidade para os grupos experimentais quando imersos em água deionizada.

Material		Tempo experimental				
		Inicial	5dias	Primeiro ciclo de escovação	15 dias	Terceiro ciclo de escovação
	Não escovado	0,093 (0,032) ^{A,a}	0,082 (0,019) ^{A,a}	0,082 (0,019) ^{A,b}	0,087 (0,021) ^{A,b}	0,087 (0,021) ^{A,b}
<i>Filtek</i>	Escovado com água	0,101 (0,051) ^{A,a}	0,089 (0,038) ^{A,a}	0,090 (0,040) ^{A,b}	0,088 (0,040) ^{A,b}	0,082 (0,026) ^{A,b}
Z250	Escovado com dentifrício	0,093 (0,022) ^{C,a}	0,079 (0,018) ^{C,a}	0,132 (0,016) ^{B,a}	0,165 (0,017) ^{A,B,a}	0,172 (0,011) ^{A,a}
	Não escovado	0,095 (0,028) ^{A,1}	0,110 (0,035) ^{A,1}	0,110 (0,035) ^{A,1}	0,094 (0,032) ^{A,2}	0,094 (0,032) ^{A,2}
<i>Filtek</i>	Escovado com água	0,108 (0,036) ^{A,1}	0,118 (0,042) ^{A,1}	0,111 (0,050) ^{A,1}	0,120 (0,054) ^{A,1,2}	0,100 (0,037) ^{A,2}
Z350XT	Escovado com dentifrício	0,101 (0,037) ^{B,1}	0,100 (0,027) ^{B,1}	0,113 (0,029) ^{A,B,1}	0,138 (0,041) ^{A,1}	0,141 (0,047) ^{A,1}

Letras maiúsculas distintas na mesma linha indicam diferenças estatisticamente significantes. Nas colunas: letras minúsculas distintas indicam diferenças significantes entre os tratamentos do grupo Filtek Z250; números indicam diferenças significantes entre os tratamentos do grupo Filtek Z350 XT; Tukey: 0,03399.

Tabela 4: Médias e desvios-padrão (DP) de variação de cor para os grupos experimentais quando imersos em vinho tinto suave.

Material		Tempo experimental			
		5dias -Inicial	1º ciclo de escovação - Inicial	15 dias - Inicial	3º ciclo de escovação - Inicial
	Não escovado	2,35 (0,81) ^{B,a}	2,35 (0,81) ^{B,a}	4,49 (1,13) ^{A,a}	4,49 (1,13) ^{A,a}
<i>Filtek</i>	Escovado com água	2,42 (0,60) ^{B,a}	1,92 (0,61) ^{B,a}	4,20 (0,98) ^{A,a}	4,24 (1,00) ^{A,a}
<i>Z250</i>	Escovado com dentífrico	2,93 (0,68) ^{B,a}	1,89 (0,71) ^{B,a}	5,24 (0,99) ^{A,a}	4,79 (1,14) ^{A,a}
	Não escovado	5,79 (1,08) ^{B,1}	5,79 (1,08) ^{B,1}	13,85 (2,02) ^{A,1}	13,85(2,02) ^{A,1}
<i>Filtek</i>	Escovado com água	4,12 (0,96) ^{B,2}	3,67 (1,08) ^{B,2}	8,05 (2,09) ^{A,3}	7,82 (2,17) ^{A,3}
<i>Z350XT</i>	Escovado com dentífrico	4,88 (1,59) ^{B,1,2}	4,13 (1,59) ^{B,2}	10,74 (1,97) ^{A,2}	10,71 (2,11) ^{A,2}

Letras maiúsculas distintas na mesma linha indicam diferenças estatisticamente significantes. Nas colunas: letras minúsculas distintas indicam diferenças significantes entre os tratamentos do grupo Filtek Z250; números indicam diferenças significantes entre os tratamentos do grupo Filtek Z350 XT; Tukey= 1,22723.

Tabela 5: Médias e desvios-padrão (DP) dos valores de rugosidade para os grupos experimentais quando imersos em vinho tinto.

Material		Tempo experimental				
		Inicial	5dias	Primeiro ciclo de escovação	15 dias	Terceiro ciclo de escovação
	Não escovado	0,091 (0,026) ^{A,a}	0,083 (0,016) ^{A,a}	0,083 (0,016) ^{A,b}	0,082 (0,019) ^{A,b}	0,082 (0,019) ^{A,b}
<i>Filtek</i>	Escovado com água	0,090 (0,020) ^{A,a}	0,081 (0,024) ^{A,a}	0,083 (0,019) ^{A,b}	0,081 (0,028) ^{A,b}	0,081 (0,020) ^{A,b}
Z250	Escovado com dentífrício	0,104 (0,047) ^{B,C,a}	0,097 (0,023) ^{C,a}	0,143 (0,029) ^{B,a}	0,222 (0,019) ^{A,a}	0,195 (0,022) ^{A,a}
	Não escovado	0,092 (0,023) ^{A,1}	0,095 (0,029) ^{A,1}	0,095 (0,029) ^{A,1}	0,092 (0,028) ^{A,1}	0,092 (0,028) ^{A,2}
<i>Filtek</i>	Escovado com água	0,098 (0,024) ^{A,1}	0,099 (0,023) ^{A,1}	0,103 (0,034) ^{A,1}	0,108 (0,028) ^{A,1}	0,100 (0,028) ^{A,2}
Z350XT	Escovado com dentífrício	0,107 (0,022) ^{A,1}	0,109 (0,032) ^{A,1}	0,121 (0,021) ^{A,1}	0,129 (0,026) ^{A,1}	0,149 (0,026) ^{A,1}

Letras maiúsculas distintas na mesma linha indicam diferenças estatisticamente significantes. Nas colunas: letras minúsculas distintas indicam diferenças significantes entre os tratamentos do grupo Filtek Z250; números indicam diferenças significantes entre os tratamentos do grupo Filtek Z350 XT; Tukey= 0,04497.

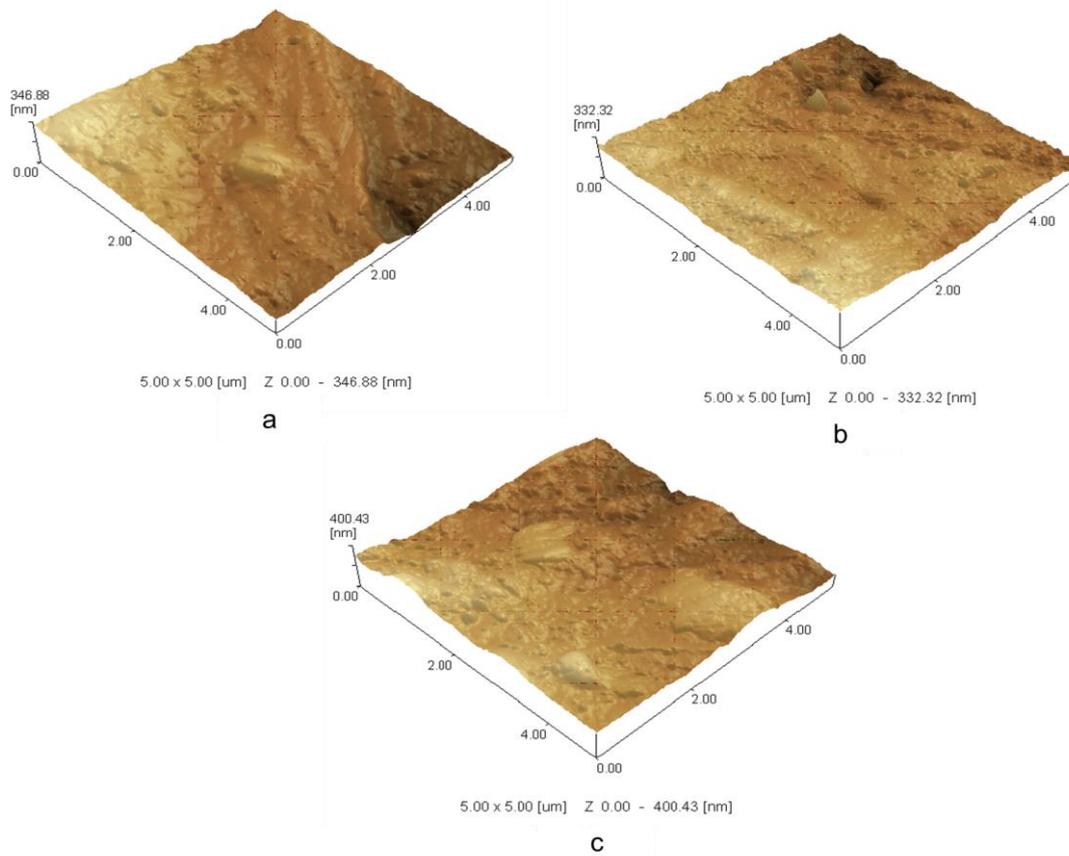
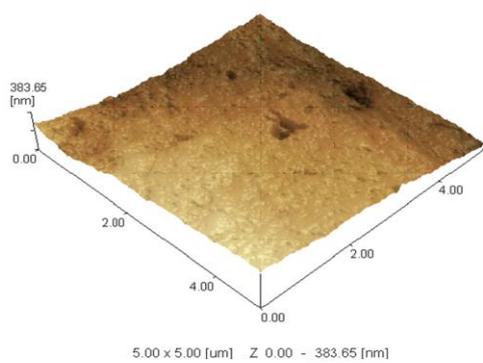
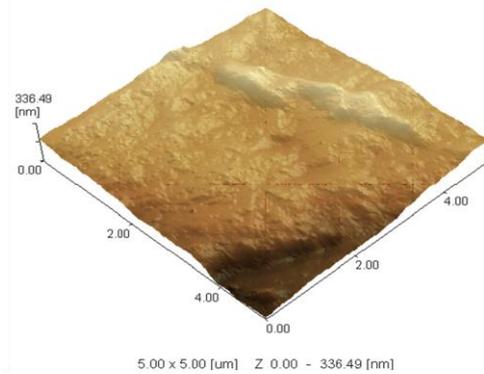


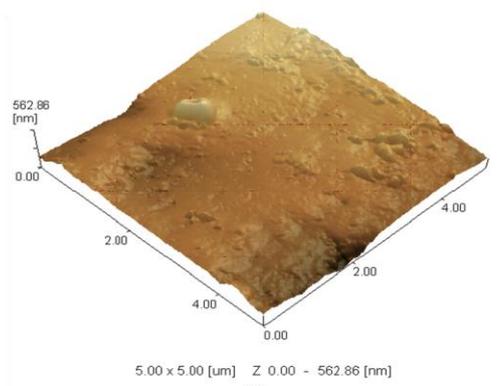
Figura 1 – Topografia em Microscópio de Força Atômica da resina composta Filtek Z250 armazenada em água deionizada: não escovado (a); escovado com água (b); escovado com dentifrício (c).



a



b



c

Figura 2 – Topografia em Microscópio de Força Atômica da resina composta Filtek Z350 XT armazenada em água deionizada: não escovado (a); escovado com água (b); escovado com dentifrício (c).

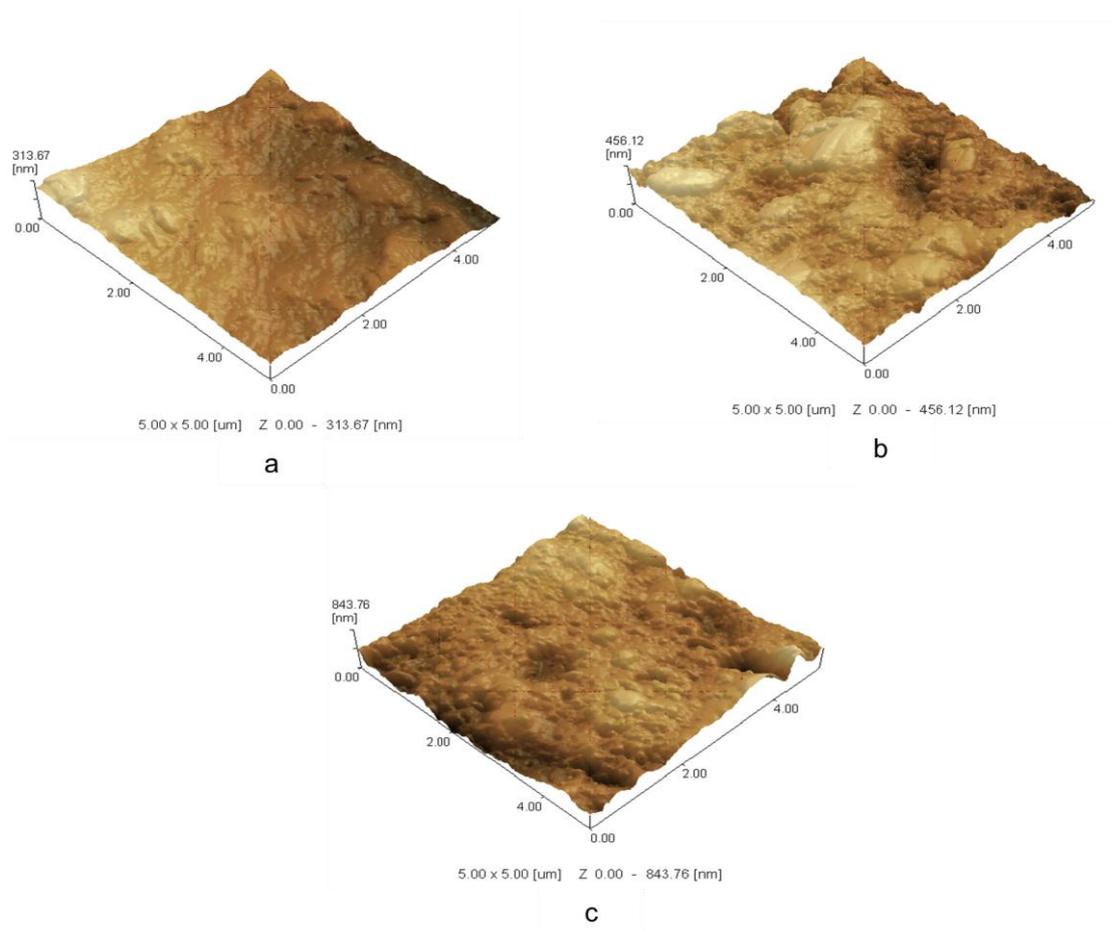


Figura 3 – Topografia em Microscópio de Força Atômica da resina composta Filtek Z250 armazenada em vinho tinto suave: não escovado (a); escovado com água (b); escovado com dentifrício (c).

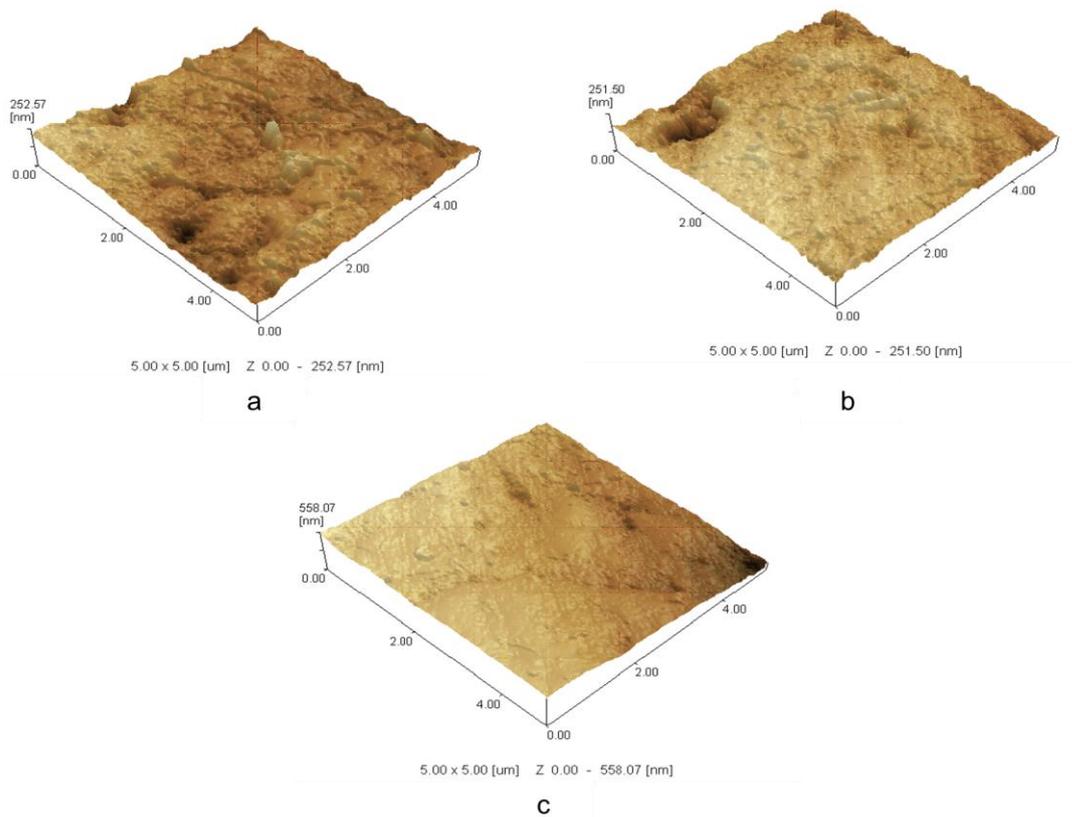


Figura 4 – Topografia em Microscópio de Força Atômica da resina composta Filtek Z350 XT armazenada em vinho tinto suave: não escovado (a); escovado com água (b); escovado com dentifrício (c).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo de propriedades ópticas é um campo promissor e essencial ao desenvolvimento dos materiais dentários, visto que a odontologia restauradora vem experimentando um acentuado avanço em tecnologia, sempre visando à biocompatibilidade, ao comportamento mecânico e à qualidade estética. As propriedades ópticas são importantes por estabelecer similaridade com a estrutura dentária, contudo o comportamento dessas características durante o período em que a restauração permanece em função no ambiente bucal deve ser previsível.

Tendo-se verificado que os hábitos alimentares e os procedimentos de higiene oral são determinantes no processo de manutenção da cor e textura superficial, pode-se considerar o controle dos mesmos um diferencial entre o sucesso ou fracasso da restauração estética. Faz-se necessário realizar novos estudos com compósitos experimentais de composição controlada, para estabelecer o papel de cada componente na alteração de cor e rugosidade superficial destes materiais. E dessa forma, buscar transformações que visem melhorias, como mínimo desgaste e manutenção da lisura superficial frente aos desafios mecânicos e químicos. Além de melhorias relacionadas à monômeros com menor taxa de sorção de fluídos, pois este fator parece estar relacionado diretamente com a estabilidade das propriedades ópticas.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, C. M. et al. Effect of Whitening Dentifrices on the Superficial Roughness of Esthetic Restorative Materials. **Journal of Esthetic Restorative Dental**. v. 18, p: 102–09, 2006.

ANFE T. E.; AGRA C. M.; VIEIRA G. F. Evaluation of the Possibility of Removing Staining by Repolishing Composite Resins Submitted to Artificial Aging. **Journal of Esthetic Restorative Dental**. v. 23, n.4, p: 260-7, Aug.2011.

ANUSAVICE, R. J. **Phillips - Materiais Dentários**. 11ª Ed. Elsevier, Rio de Janeiro, 2005.

ARDU, S. et al. A long-term laboratory test on staining susceptibility of esthetic composite resin materials. **Quintessence International**, v. 41, n. 8, p. 695-702, Sep. 2010.

ASMUSSEN, E.; HANSEN, E. K. Surface discoloration of restorative resins in relation to surface softening and oral hygiene. **Scandinavian Journal de Dental Research**, v. 94, n. 2, p.174 -77, 1986.

ATAI, M., PAHLAVAN, A., MOIN, N. Nano-porous thermally sintered nano silica as novel fillers for dental composites. **Dental Materials**. v. 28, n. 2, p: 133-45. Feb. 2012.

BADRA V. V., et al. Influence of different beverages on the microhardness and surface roughness of resin composites. **Operative Dentistry**. v.30, n. 2, p: 213-9. Mar-Apr. 2005.

CHAN, K. C.; FULLER, J. L.; HORMATI, A. A. The ability of foods to stain two composite resins. **Journal of Prosthetic Dentistry**. v. 43, n. 5, p: 542-5. May. 1980.

COLLINS, L. Z.; NAEENI, M.; PLATTEN, S. M. Instant tooth whitening from a silica toothpaste containing blue covarine. **Journal of Dentistry** v. 36s, p: s21-s25, 2008.

CONDON, J. R; FERRACANE, J. L. Factors effecting dental composite wear in vitro. **Jornal de Biomedical Materials Research**. v. 38, n. 4, p: 303-13, 1997.

COSTA, J. et al. The effect of various dentifrices on surface roughness and gloss of resin composites. **Journal of Dentistry**, v. 38, n. 2, p: 1-6, Mar. 2010.

DIETSCHI, D. et al. Comparison of the color stability of ten new-generation composites: an in vitro study. **Dental Materials**, v. 10, n. 6, p:353-62, Nov. 1994

ERGÜCÜ, Z.; TÜRKÜN, L.S.; ALADAG, A. Color Stability of Nanocomposites Polished with One-Step Systems. **Operative Dentistry**, v. 33, n. 4, p: 413-20, Jul-Aug. 2008.

ERTAS, E. et. al. Color Stability of Resin Composites after Immersion in Different Drinks. **Dental Materials Journal**, v. 25, n. 2, p.371-76, 2006

FERRACANE, J. K. Hygroscopic and hydrolytic effects in dental polymer networks. **Dental Materials**, v. 22, p. 211–222, Mar. 2006.

GOLDSTEIN, G. R.; LERNER, T. The effect of toothbrushing on a hybrid composite resin. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. v. 66, n. 4, p: 498-500, Oct. 1991

HEINTZEA, S. D. et al. Surface deterioration of dental materials after simulated toothbrushing in relation to brushing time and load. **Dental materials**, v. 26, p. 306-19, Apr. 2010.

IMAZATO, S. et al. Relationship Between the Degree of Discoloration of Light-activated Composite. **Dental Materials Journal** v. 14, n. 1, p. 23-30, Jun. 1995.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARD. Technical Specification 14569-1. Dental materials – guidance on testing of wear resistance. Part. 1 Switzerland. ISO, 1999.

JOINER, A. Tooth colour: a review of the literature. **Journal of Dentistry**, v. 32, sup.1, p: 3-12, 2004.

JOINER, U. Whitening toothpastes: A review of the literature, **Journal of Dentistry**. 38, sup. 2, p: 17-24, 2010.

HU, X.; MARQUIS, P. M.; SHORTALL, A. C. Influence of filler loading on the two-body wear of a dental composite. *Journal of Oral Rehabilitation*, v. 30, n. 7, p: 729–737, Jul. 2003.

KHOKHAR, Z. A.; RAZZOOG, M. E.; YAMAN, P. Color stability of restorative resins. **International Quintessence**. v. 22, n. 9, p: 733-7, Set. 1991.

KON, KAKUTA, OGURA 2006, M.; KAKUTA, K.; OGURA, H. Effects of Occlusal and Brushing Forces on Wear of Composite Resins. **Dental Materials Journal**, v. 25, n. 1, p: 183-94, 2006.

LEE, Y. K.; LIM, B. S.; KIM, C. W. Effect of surface conditions on the color of dental resin composites. **Journal de Biomedical Materials Research**. v. 63, n. 5, p: 657-63, Apr. 2002.

LEE, Y. K. Influence of filler on the difference between the transmitted and reflected colors of experimental resin composites. **Dental Materials**, v. 24, p: 1234-47, Sep. 2008.

LEE, Y. K. *et al.* Variation in instrument-based color coordinates of esthetic restorative materials by measurement method - A review. **Dental Materials**, v. 26, p: 1198-05, Nov. 2010.

LIM, Y. K. *et al.* Influence of filler distribution on the color parameters of experimental resin composites. **Dental Materials**, v. 24, p: 67-73, Jan. 2008.

LIMA, D. A. N. L. *et al.* In vitro assessment of the effectiveness of whitening dentifrices for the removal of extrinsic tooth stains **Brazilian Oral Research**, v. 22, n. 2, p: 106-11, Jul. 2008.

LU, H. *et al.* Effect of Surface Roughness on Stain Resistance of Dental Resin Composites. **Journal of Esthetic and Restorative Dentistry**, v. 17, n. 2, p: 102-8, 2005.

MEIRELES, S.S. *et al.* Validation and reliability of visual assessment with a shade guide for tooth-color classification. **Operative Dentistry**. v. 33, n. 2, p: 121-6. Mar-Apr. 2008.

MEYERS, I.A. The surface effect of dentifrices. **Australian Dental Journal**. v. 45, n. 2, p: 118-24, Jun. 2000

MITRA, S.B.; WU, D.; HOLMES, B.N. An application of nanotechnology in advanced dental material. **Journal of the American Dental Association**. v. 134, n.10, p: 1382-90. Out. 2003.

MOHARAMZADEH, K. *et al.* HPLC analysis of components released from dental composites using different extraction media. **Journal materials Science. Materials in medicine**, v. 18, n. 1, p: 133-7, Jan. 2007.

MORAES, R. R. et al. In vitro toothbrushing abrasion of dental resin composites: packable, microhybrid, nanohybrid and microfilled materials. **Brazilian Oral Research**. v. 22, n. 2, p: 112-8, Apr-Jun. 2008.

MORAES, R. R. et al. Nanohybrid resin composites: nanofiller loaded materials or traditional microhybrid resins? **Operative Dentistry**, v. 34, n. 5, p: 551-7, Set-Out. 2009.

NANSIM, I et al. Color stability of microfilled, microhybrid and nanocomposite resins--an in vitro study. **Journal of Dentistry**. v. 38, sup. 2, p:137-42, 2010

NOVASKI, O. Introdução à engenharia de fabricação mecânica. São Paulo: Edgard Blücher; 1994.

O'BRIEN, W. J et al. Color distribution of three regions of extracted human teeth. **Dental Material**. v. 13, n. 3, p: 179-85, May 1997.

OMATA, Y et al. Staining of Hybrid Composites with Coffee, Oolong Tea, or Red Wine. **Dental Materials Journal**, v. 25, n. 1, p: 125-31, Mar. 2006.

PACHALY, R. Análise comparativa da rugosidade superficial do esmalte humano clareado e não clareado após escovação com diferentes dentifrícios 2009. 87f. Dissertação (Mestrado em Odontologia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009.

PATEL, S. B. et al. Composites solutions on the color stability of resin-based the effect of surface finishing and storage. **The Journal of the American Dental Association**, v.135, p: 587-94, May. 2004.

REIS, A. F. et al. Effects of various finishing systems on the surface roughness and staining susceptibility of packable composite resins. **Dental Materials**, v. 19, p: 12-18, Jan. 2003.

RUYTER, I. E.; NILNER, K., MOILER, B. Color stability of dental composite resin materials for crown and bridge veneers. **Dental Materials**, v. 3, n. 5 p: 246-51, Oct. 1987

SAMRA, A. P. B. et al. Color stability evaluation of aesthetic restorative materials. **Brazilian Oral Research**, v. 22, n. 3, p: 205-10, 2008.

SARRETT, D. C.; COLETTI, D.P; PELUSOA, A. R. The effects of alcoholic beverages on composite wear. **Dental Materials**, v. 16, p: 62–67, Jan. 2000.

SATOU, N. et al. Surface discoloration of restorative resins in relation to surface softening and oral hygiene. **Dental Materials**. v. 5, n. 6, p: 384-7, Nov. 1989.

SIDERIDOU, I.; TSERKI, V.; PAPANASTASIOU, G. Study of water sorption, solubility and modulus of elasticity of light-cured dimethacrylate-based dental resins. **Biomaterials**. v. 24, n. 4, p: 655-65. Feb. 2003.

SULIMAN, A. H.; BOYER, D. B.; LAGOS, R. S. Polymerization shrinkage of composite resins comparison with tooth deformation. **The Journal of Prosthetic**, v. 7, n.1, p: 7-12, Jan. 1994.

TEIXEIRA, E. C et al. In vitro toothbrush-dentifrice abrasion of two restorative composites. **Journal of Esthetic and Restorative Dentistry**, v. 17, p: 172-82, 2005.

TELLEFSEN, G et al. The role of the toothbrush in the abrasion process. **International Journal of Hygiene Dental**, v. 9, n.4, p: 284-90, Nov. 2011

TOPCU, F. T. et al. Influence of Different Drinks on the Colour Stability of Dental Resin Composites. **European Journal of Dentistry**, v. 3, p: 50-56, Jan. 2009.

UM, C. M.; RUYTER, I. E. Staining of resin-based veneering materials with coffee and tea. **Quintessence International**, v. 22, p: 520-25, May. 1991.

VICHI, A.; FERRARI, M.; DAVIDSON, C. L. Color and opacity variations in three different resin-based composite products after water aging. **Dental Materials**, v. 20, p: 530-34, Jul. 2004.

Yap, A. U.; Low, J. S.; Ong, L. F. Effect of food-simulating liquids on surface characteristics of composite and polyacid-modified composite restoratives. **Operative Dentistry**, v. 25, n. 3, p: 170-6. May-Jun. 2000

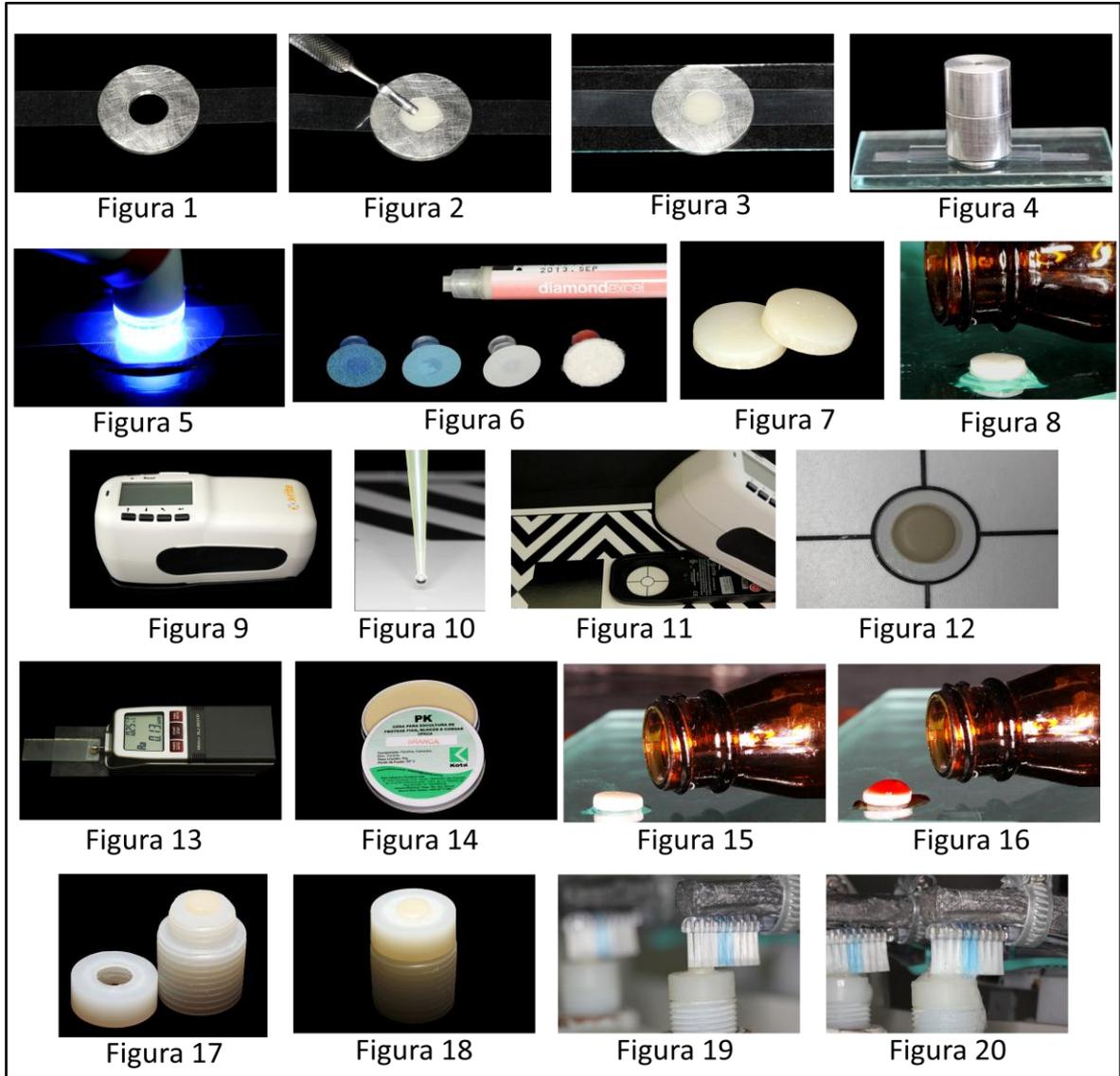
Yap, U. A et al. Chemical degradation of composite restoratives. **Journal of Oral Rehabilitation**. v. 28, n. 11, p: 1015-21, Nov. 2001

YAZICI, A. R. The Effect of Curing Units and Staining Solutions on the Color Stability of Resin Composites. **Operative Dentistry**, v. 32, n. 6, p: 616-22, 2007.

APÊNDICES

APÊNDICE 1

RESUMO DA METODOLOGIA EMPREGADA NO ESTUDO



Legenda do resumo da metodologia empregada no estudo:

Figura 1: Matriz metálica.

Figura 2: Adaptação da resina composta.

Figura 3: Tira de poliéster e placa de vidro, posicionadas sobre a matriz.

Figura 4: Carga axial (500g) posicionada sobre a matriz.

Figure 5: Fotopolimerização do cps.

Figure 6: Sistema de polimento utilizado.

Figura 7: Aspecto final dos cps.

Figura 8: Imersão em água deionizada por 24 horas.

Figura 9: Espectrofotômetro (SP60 – X-Rite / Grand Rapid - Michigan, USA).

Figura 10: Gota de Polietilenoglicol 400 (PEG 400) dispensada sobre o cartão padrão.

Figura 11: Espectrofotômetro posicionado sobre o cartão padrão.

Figura 12: Corpo-de-prova posicionado sobre a gota de Polietilenoglicol 400.

Figura 13: Leitura de rugosidade superficial.

Figura 14: Cera acrílica branca utilizada para isolar os cps.

Figura 15: Grupos imersos em água deionizada.

Figura 16: Grupos imersos em vinho tinto suave.

Figura 17: Dispositivo de teflon.

Figura 18: Cp posicionado no dispositivo de teflon.

Figura 19: Grupo escovado com água.

Figura 20: Grupo escovado com dentifrício.