



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA



CONCORDÂNCIA DO ORIENTADOR

Declaro que a aluna Caroline Vales Nieto de Almeida (RA 104745) esteve sob minha orientação para a realização do Trabalho de Conclusão de Curso intitulado "Efeito da distância de fotoativação em compósitos com diferentes tipos de matriz resinosa na Dureza Knoop e Rugosidade Superficial" – Trabalho experimental" no ano de 2013.

Concordo com a submissão do trabalho apresentado à Comissão de Graduação pelo aluno, como requisito para aprovação na disciplina DS833 - Trabalho de Conclusão de Curso.

Piracicaba, 01 de Outubro de 2013.

A handwritten signature in blue ink, consisting of stylized, overlapping loops and strokes, positioned above a horizontal line.

Prof. Dr. Luís Roberto Marcondes Martins



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA



Caroline Vales Nieto de Almeida

“Efeito da distância de fotoativação em compósitos com diferentes tipos de matriz resinosa na Dureza Knoop e Rugosidade Superficial”.

Piracicaba

2013



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA



Caroline Vales Nieto de Almeida

“Efeito da distância de fotoativação em compósitos com diferentes tipos de matriz resinosa na Dureza Knoop e Rugosidade Superficial”.

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Faculdade de
Odontologia de Piracicaba da
Universidade Estadual de Campinas
como parte dos requisitos para
conclusão do Curso de Graduação
Odontologia.

Orientador: Prof. Dr. Luís Roberto Marcondes Martins

Coorientadora: Dr. Priscila Camondy Bertaglia

Piracicaba

2013

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA POR
MARILENE GIRELLO – CRB8/6159 - BIBLIOTECA DA
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA DA UNICAMP

AL64e Almeida, Caroline Vales Nieto de, 1992-
Efeito da distância de fotoativação em compósitos
com diferentes tipos de matriz resinosa na dureza
Knoop e rugosidade superficial / Caroline Vales Nieto
de Almeida. -- Piracicaba, SP: [s.n.], 2013.

Orientador: Luís Roberto Marcondes Martins.
Coorientador: Priscila Camondy Bertaglia.
Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) –
Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de
Odontologia de Piracicaba.

1. Dentística. 2. Resinas compostas. 3.
Fotoiniciadores dentários. I. Martins, Luís Roberto
Marcondes, 1960- II. Bertaglia, Priscila Camondy,
1981- III. Universidade Estadual de Campinas.
Faculdade de Odontologia de Piracicaba. IV. Título.

AGRADECIMENTOS

A **Deus**, pela dádiva da vida, sabedoria e entendimento não só para este projeto, como para minha vida;

Aos meus pais, **Robson e Doris**, pelo amor incondicional, carinho, suporte, incentivo e dedicação ao longo desses anos;

Ao meu pai biológico, **Rogério**, por não só me trazer ao mundo, mas cuidar de mim onde estiver;

Aos meus irmãos, **Gabriel e Alvaro**, por me ensinar a compartilhar e amadurecer;

Aos meus **familiares**, que sempre estiveram comigo e fizeram parte da minha educação e crescimento pessoal;

Ao meu namorado, **Maurício**, pelo seu amor, compreensão, ajuda e paciência;

Às minha amigas, **Amanda, Daniela, Eloá, Eloísa, Fernanda, Marina e Rafaela**, por me trazer alegria nos dias mais difíceis da faculdade;

Aos meus **professores**, por oferecer conhecimento, crescimento intelectual;

À **Unicamp**, por me oferecer um curso superior de qualidade e gratuito, ser internacionalmente reconhecida pelo seu ensino e pesquisa;

À **Faculdade de Odontologia de Piracicaba** pelo acolhimento durante esses quatro anos de formação;

Ao meu orientador, **Prof, Dr, Luís R. M. Martins**, pela orientação deste trabalho;

À minha coorientadora, **Dr. Priscila Camondy Bertaglia**, não só pelo seu apoio e empenho neste projeto, mas pelo meu crescimento na área de pesquisa.

Ao **PIBIC/CNPQ**, pelo apoio no desenvolvimento deste projeto;

A todos que permanecem no anonimato, mas que de certa forma deram sua colaboração para a realização desse trabalho e minha formação profissional e pessoal.

EPÍGRAFE

“O sucesso nasce do querer, da determinação e persistência em se chegar a um objetivo. Mesmo não atingindo o alvo, quem busca e vence obstáculos, no mínimo fará coisas admiráveis.”

José de Alencar

RESUMO

Restaurações em resina composta compreendem mais de 50% das restaurações diretas em dentes posteriores (Stein *et al.*, 2005). Os estudos clínicos revelaram que 30-60% de todas as restaurações foram substituídas em 3-8 anos. As causas estavam relacionadas à cárie secundária, descoloração marginal, infiltração e desgaste (Jadhav *et al.*, 2011).

A fim de diminuir os efeitos não desejados da resina composta e a tensão gerada na interface dente/restauração (Fruits *et al.*, 2006), algumas alterações na composição da resina composta têm sido propostas, como alteração na composição química ou estrutural do monômero da matriz resinosa, e a quantidade, forma e/ou tratamento superficial da partícula de carga (Ilie & Hickel, 2006).

Tendo em vista a ausência de estudos presentes na literatura relacionados a associação compósitos com diferentes composições de matriz resinosa e o efeito da distância de fotoativação nas propriedades de dureza Knoop e rugosidade superficial, este trabalho tem como objetivo avaliar e comparar o efeito da fotoativação em três distâncias (2, 4 e 6mm), sobre três resinas compostas com diferentes tipos de matriz resinosa (BisGMA- Filtek Z350, a base de UDMA- Charisma Diamond eOrmocer- Admira), associados a agentes de união (Scotchbond Multi-Usa), em períodos pré-estabelecidos (24 horas, 7 e 30 dias). Os sistemas adesivos foram aplicados sobre a tira de poliéster e fotoativados pelo tempo recomendado pelo fabricante. Após isso, a resina composta foi introduzida em uma matriz de teflon com 1 mm de espessura e 6 mm de diâmetro, em incremento único. A tira foi posicionada sobre a resina composta com a superfície do adesivo em contato com o compósito e fotoativado pelo tempo recomendado pelo fabricante. As amostras foram submetidas aos ensaios e avaliadas nos períodos de 24 horas, 7 dias e 30 dias. Os valores obtidos foram submetidos à Análise de Variância e as médias analisadas pelo Teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Dentro dos limites desse estudo, podemos concluir que: 1. A distância de fotoativação, o tempo de armazenamento e o tipo de matriz resinosa não influenciou a rugosidade superficial; 2. A dureza Knoop foi influenciada pelo tipo de matriz resinosa, distância de fotoativação e tempo de armazenamento do material testado.

Palavras-chave: Dentística; dureza; Resinas Compostas; Fotoiniciadores dentários.

ABSTRACT

Composite resin restorations comprise over 50% of direct restorations in posterior teeth (Stein *et al.*, 2005). Clinical studies have shown that 30-60% of all restorations were replaced in 3-8 years. The causes were related to secondary caries, marginal discoloration, wear and infiltration (Jadhav *et al.*, 2011).

In order to reduce the unwanted effects of composite resin and the tension generated in the tooth / restoration interface (Fruits *et al.*, 2006), some changes in the composition of the composite have been proposed, such as a change in the chemical composition or structure of the monomer of the resin matrix, and the quantity, shape and / or surface treatment of the particle filler (Ilie & Hickel, 2006).

Given the lack of studies in the literature related to association composites with different compositions of the resin matrix and the effect of distance photoactivation properties Knoop hardness and surface roughness, this work aims to evaluate and compare the effect of photoactivation on three distances (2, 4 and 6 mm), on three composites with different resin matrix (BisGMA-Filtek Z350, UDMA-Venus Diamond,Ormocer- Admira), associated with bonding agents (Scotchbond Multi-Purpose) in predetermined periods (24 hours, 7 and 30 days).

The adhesive systems were applied on polyester strip and photoactivated for the time recommended by the manufacturer. After that, the composite resin was introduced into a Teflon mold with 1 mm thick and 6 mm of diameter, in single increment. The strip was placed on the composite with the adhesive surface in contact with the composite and light-cured for the time recommended by the manufacturer. The samples were subjected to the tests and evaluated for periods of 24 hours, 7 days and 30 days. The values obtained were subjected to analysis of variance and means analyzed by Tukey test ($p \leq .05$). Within the limits of this study, we can conclude: 1.The distance of phototouring, the storage time and type of resin matrix did not influence the surface roughness; 2. Knoop hardness was influenced by the type of resin matrix, distance photocuring and storage time of the material tested.

Keywords: Dentistry, Operative; Hardness; Composite Resins; Photoinitiators, Dental

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	01
2. REVISAO DE LITERATURA	04
3. PROPOSIÇÃO	12
4. MATERIAIS E MÉTODOS	13
4.1 MATERIAIS	14
4.2 MÉTODOS	15
5. RESULTADOS	19
6. DISCUSSÃO	25
7. CONCLUSÃO	28
8. REFERÊNCIAS	29

1- INTRODUÇÃO

Restaurações em resina composta compreendem mais de 50% das restaurações diretas em dentes posteriores (Stein *et al.*, 2005). Os estudos clínicos revelaram que 30-60% de todas as restaurações foram substituídas em 3-8 anos. As causas estavam relacionadas à cárie secundária, descoloração marginal, infiltração e desgaste (Jadhav *et al.*, 2011).

A polimerização inadequada ou insuficiente pode contribuir para uma variedade de condições clínicas, tais como descoloração marginal, irritação da polpa devido ao aumento da citotoxicidade, sensibilidade pós-operatória, eventual falha na restauração e redução de dureza do compósito (Sadowsky, 2006; Jadhav *et al.*, 2011). Alguns fatores podem afetar a polimerização das resinas compostas de maneira direta, relacionada tanto com o material empregado, como composição do material (monômeros utilizados na sua formulação), cor, propriedades das partículas de carga e espessura do incremento (Renez *et al.*, 2012), como pelo equipamento empregado para a fotoativação do material. A intensidade de luz, comprimento de onda, tempo de exposição, tamanho e orientação da ponteira da fonte de luz, além da distância da fonte de luz ao material são fatores relacionados com as unidades fotoativadoras e influenciam na dureza do material (Kwon *et al.*, 2002; Jadhav *et al.*, 2011; Zhu & Platt, 2011).

A qualidade da polimerização dos compósitos depende da densidade de luz que alcança todas as áreas do incremento da resina composta. A intensidade mínima de luz a alcançar o incremento, a fim de se obter uma adequada polimerização, é de 400mW/cm², com comprimento de onda entre 450-500nm (Zhu & Platt, 2011). A distância ideal da fonte de luz é de 1mm, não exceder 4-5mm, com um tempo de exposição de 40s e incrementos de 2mm (Malhotra & Mala, 2010; Zhu & Platt, 2011). A distância entre a fonte de luz e a parede gengival de uma restauração Classe II típica é de 7mm, em média, sendo que a intensidade de luz que alcança a superfície do material é inversamente proporcional a distância da fonte de luz à superfície do compósito (Malhotra & Mala, 2010).

Nos últimos anos, têm-se avaliado a composição e estrutura química da matriz resinosa, visando melhorar propriedades mecânicas como resistência à compressão, resistência flexural, módulo de elasticidade e dureza (Cekic-Nagas *et al.*, 2010). Além disso, o polímero resinoso formado deve se permanecer estável

para a manutenção das propriedades do material resinoso (Witzel *et al.*, 2005; Ito *et al.*, 2005). No entanto, devido à natureza hidrofílica, tornam-se instáveis ao longo dos anos. Muitos polímeros apresentam grupos funcionais iônicos com afinidade à água. Assim, a rede de polímeros é susceptível a hidrólise. A presença de água na camada adesiva e no polímero resinoso exerce um efeito plastificante no polímero, levando a uma degradação e comprometimento das ligações, diminuindo suas propriedades mecânicas (Carrilho *et al.*, 2004; Carrilho *et al.*, 2005).

Associado a fotoativação adequada, a escolha do material a ser utilizado é um fator essencial, pois as resinas compostas apresentam adequado comportamento físico e químico associados a efeitos adversos inerentes ao material, incluindo a contração decorrente de sua polimerização e baixa resistência ao desgaste de alguns tipos de compósitos (Puy *et al.*, 1993). Essa contração ocorre ao longo de todo o processo de conversão dos monômeros em polímeros e sua tensão ocorre na transição da fase gel para um estado amorfo isotrópico quando fotoativado, contribuindo para a formação de tensões ao longo da interface adesiva das restaurações (Navarra *et al.*, 2009). Essa tensão gerada na interface dente/restauração pode resultar em desadaptação e pigmentação marginal, microinfiltração, cárie, trincas no esmalte, sensibilidade pós-operatória (Duarte Jr., 2009) e eventual falha da restauração (Aggarwal, *et al.*, 2008).

A fim de diminuir os efeitos não desejados da resina composta e a tensão gerada na interface dente/restauração (Fruits *et al.*, 2006), algumas alterações na composição da resina composta têm sido propostas como alteração na composição química ou estrutural do monômero da matriz resinosa, e a quantidade, forma e/ou tratamento superficial da partícula de carga (Ilie & Hickel, 2006). Para esse fim, foram desenvolvidas resinas compostas com baixa contração de polimerização a base de ormocers, silorano e nanoparticuladas.

As resinas nanoparticuladas ganharam destaque no mercado odontológico, devido à sua alta resistência mecânica e baixa contração de polimerização (Endo T *et al.*, 2010). Tanto os compósitos microhíbridos quanto os nanohíbridos oferecem melhor resistência à fratura, manipulação e polimento para restaurações em dentes posteriores. Compósitos nanoparticulados, com partículas de carga menores de 100µm, mantém a resistência à fratura e o polimento é mantido por um período maior (Yap *et al.*, 2004).

A resina composta a base de Ormocer apresenta modificação na matriz resinosa (Baseren M, 2004). A característica principal deste material é a ligação de grupos orgânicos a grupos inorgânicos, formado por hidrólise e condensação de alcóxidos. O componente orgânico é responsável pela formação da rede polimérica, flexibilidade e propriedades óticas. O grupo inorgânico, composto por vidro cerâmico reduz a expansão térmica e fornece estabilidade química e térmica (Cavalcante *et al.*, 2011).

Tendo em vista a ausência de estudos presentes na literatura relacionados a associação compósitos com diferentes composições de matriz resinosa e o efeito da distância de fotoativação nas propriedades de dureza Knoop e rugosidade superficial, este trabalho tem como objetivo avaliar e comparar o efeito da fotoativação na Dureza Knoop e Rugosidade Superficial de diferentes compósitos.

2- REVISÃO DE LITERATURA

As resinas compostas foram introduzidas no mercado odontológico em meados dos anos 1960 com o objetivo de restaurar dentes anteriores (Peutzfeldt, 1997). A denominação resina composta possui o seguinte significado: composto (Componere = a combinar) é usado para combinar a cor do dente com o material restaurador direto (Zimmerli *et al.*, 2010). Este material tem sido definido como uma “combinação tridimensional de, pelo menos, dois materiais quimicamente diferentes com uma interface distinta para separar os componentes”, e são uma mistura de material inorgânico, com partículas ligadas entre si por uma matriz resinosa e, geralmente, incluem três componentes principais: (1) a matriz de resina, compreendendo (i) um monômero, (ii) um sistema iniciador de radical livre para polimerização, e (iii) estabilizadores para maximizar a estabilidade de armazenamento da resina não polimerizada e a estabilidade química do produto após a fotopolimerização; (2) a carga inorgânica consistindo de partículas como o vidro, o quartzo e/ou sílica fundida, e (3) o agente de ligação, que é, geralmente, um silano (Peutzfeldt, 1997).

Aos poucos, a resina composta vai assumindo o lugar do amálgama como material de preferência para restaurações dentárias devido as suas propriedades (estética, e as vantagens da tecnologia adesiva) (Zimmerli *et al.*, 2010).

As propriedades e o desempenho dos compósitos resinosos dependem dos três componentes básicos do material. Algumas propriedades são relacionadas diretamente com a carga e o agente de ligação, enquanto outras derivam da matriz resinosa. O primeiro grupo inclui as propriedades de resistência, rigidez, resistência à abrasão e coeficiente de expansão térmica, já a estabilidade de cor e tendência de amolecimento se encontram no segundo grupo. Existe também um terceiro grupo de propriedades que dependem tanto da carga quanto da matriz. A contração de polimerização e sorção de água fazem parte do terceiro grupo. No entanto, como a maioria das propriedades são derivadas dos três constituintes básicos do material, esta classificação não é muito utilizada. Por exemplo, as propriedades mecânicas são altamente influenciadas pela carga e pelo agente de união, mas também, na matriz biológica, desempenha um papel significativo para resistência, rigidez e resistência à abrasão (Peutzfeldt, 1997).

A fim de melhorar as propriedades dos materiais composição, que têm se refletido nas resinas compostas comerciais ao longo dos anos, concentraram-se, principalmente, nos mecanismos de polimerização e incorporação de carga, enquanto que o monômero da matriz permaneceu essencialmente inalterado (Peutzfeldt, 1997).

Os diferentes tipos de compósitos podem ser classificados por sua consistência. Compósitos de baixa viscosidade são normalmente produzidos através da redução no teor de carga da mistura, ou por adição de outros agentes modificadores, tais como surfactantes, que melhoram a fluidez, evitando uma grande redução no teor de carga, que resultaria em redução significativamente das propriedades mecânicas e aumento na contração que ocorre durante a polimerização. Compósitos condensáveis alcançam a sua consistência, menos fluida, devido à modificação na distribuição do tamanho de carga ou através da adição de outros tipos de partículas, tais como fibras (Ferracane, 2010).

Monômeros resinosos:

A história dos monômeros resinosos se inicia em 1843, quando J. Redtenbacher, um químico alemão, descobriu um novo ácido, o qual deu o nome de ácido acrílico. Isto foi realizado através de uma oxidação de acroleína e ar. Cem anos mais tarde a primeira produção comercial do ácido acrílico foi desenvolvida usando o acetileno como matéria prima. Existem vários caminhos para a produção de ácido acrílico, mas o mais comum é via a oxidação parcial do propileno. O processo para produção de ácido acrílico ocorre em duas etapas, onde primeiramente o propileno é oxidado a acroleína e em seguida, a acroleína é oxidada a ácido acrílico. Posteriormente, o ácido acrílico é purificado, atingindo 99% de pureza. Cada etapa da reação, geralmente, usa diferentes catalisadores e diferentes condições de operação (Lunelli, 2007). Em 1900, o ácido metacrílico, assim como vários dos seus derivados ésteres, incluindo metil metacrilato, foram sintetizados. O metacrilato de metila polimerizava através de um mecanismo de ligações duplas carbono-carbono para formar o polimetacrilato de metila (Peutzfeldt, 1997). No final de 1930, o polimetacrilato de metila foi introduzido na composição da resina usadas na confecção de próteses, e alguns anos mais tarde para a resina utilizada em restaurações indiretas (Peutzfeldt, 1997).

A descoberta do sistema amina iniciador-acelerador de peróxido de benzoíla-terciário permitiu o metil metacrilato polimerizar à temperatura ambiente, estabelecendo as bases de resinas compostas diretas⁹ (Peutzfeldt, 1997).

Cimento de silicato, que na primeira metade do século XX era o material estético de escolha para restaurações cavitárias, libera flúor e é excelente na prevenção de lesões cariosas (Wu & Mather, 2009). Porém, sofria degradação ácida ao longo dos anos e, com isso, as restaurações duravam na cavidade bucal por apenas 4 a 5 anos em média. Hoje, o cimento de silicato é usado exclusivamente para restaurar dentes decíduos devido ao significativo desgaste que sofre com o passar do tempo. Infelizmente, as expectativas não foram satisfeitas e as resinas de metacrilato de metila foram associadas a defeitos significativos, incluindo alta porcentagem de contração que ocorre durante a polimerização, elevado coeficiente de expansão térmica, alterações de cor, danos severos a polpa e alta incidência de cáries secundárias (Peutzfeldt, 1997).

Movido pelas limitações inerentes ao material da época, o dentista americano R. L. Bowen, desenvolveu resinas sintéticas para uso como material restaurador. As resinas epóxicas surgiram, uma vez que polimerizam a temperatura ambiente, com menor contração durante a polimerização, para produzir um polímero insolúvel e com aderência à maioria das superfícies sólidas. O trabalho sobre o coeficiente de dilatação térmica, a adesão à estrutura do dente, e a estabilidade da cor mostrou resultados promissores com o primeiro compósito de resina dentária: uma resina epoxica, com agregados de partículas de quartzo fundido ou de porcelana. A adição de cargas minerais as resinas compostas diretas já havia sido proposta em 1951, como um método de reforço. No entanto, as resinas epóxicas foram substituídas, devido ao lento endurecimento, impedindo a sua utilização como material restaurador direto (Peutzfeldt, 1997).

A síntese do Bis-GMA (2,2-bis- [4 - (2- hidroxí -3-metacrilóxypropoxy) fenil] propano) em 1956 deu início à era de resinas compostas dentais (Bowen, 1962). Assim, até hoje, a maioria das resinas comerciais contém um sistema de monômeros a base de Bis-GMA ou suas variações (Zimmerli *et al.*, 2010).

Devido ao fato do Bis-GMA ser altamente viscoso sozinho, houve a necessidade da mistura de Bis-GMA com monômeros dimetacrilato de menor peso molecular para atingir uma viscosidade adequada para a incorporação de carga (Zimmerli *et al.*, 2010). Os monômeros mais frequentemente utilizados como

diluentes para Bis-GMA são etilenoglicol dimetacrilato (EGDMA) e trietilenoglicol dimetacrilato (TEGDMA).

Devido à estereoquímica favorável, cadeias longas e flexíveis de glicóis dimetacrilato, tais como EGDMA e TEGDMA, apresentaram um alto grau de conversão do metacrilato duplas ligações. Se comparado com EGDMA e o TEGDMA, o monômero aromático Bis-GMA é muito mais rígido. Em função disso, o grau de conversão de materiais resinosos contendo TEGDMA e BisGMA diminui com o aumento do conteúdo de Bis-GMA. Apesar da diminuição no grau de conversão, o aumento do conteúdo de Bis-GMA faz com que não resultem reduções na resistência e dureza (Asmussen & Peutzfeldt 1998).

A incorporação do TEGDMA em substituição ao BisGMA reduz a resistência à flexão, segundo Ferracane e Greener (1986). Assim, o grau de conversão não está diretamente correlacionado com todos os tipos de propriedades mecânicas (Asmussen & Peutzfeldt 1998).

Num estudo de 72 materiais restauradores, foi demonstrado que o volume de carga teve uma influência significativa sobre as propriedades mecânicas. Há uma conexão entre o conteúdo da carga, resistência à flexão e o módulo de elasticidade. A qualidade da ligação entre a carga e a matriz influencia ainda mais nas propriedades do material, pois afeta a resistência à abrasão do material restaurador. As moléculas de ligação têm um grupo silano em uma extremidade e um grupo metacrilato, na outra extremidade e pode ligar-se tanto com a carga, quanto a matriz de resina. Esse material de ligação e união da carga à matriz, processo chamado de silanização da carga, é importante para a resistência do material (Zimmerli *et al.*, 2010).

Algumas resinas compostas podem conter o monômero dimetacrilato de uretano, que possui um peso molecular muito próximo ao do BisGMA, mas é menos viscoso. O monômero mais utilizado deste tipo é 1,6- bis(methacryloyloxy-2-etoxicarbonilamino)-2,4,4-trimetil (UEDMA). Este monômero é usado sozinho ou em combinação com outros monômeros tais como TEGDMA e BisGMA para criar um sistema monomérico menos hidrofóbico (Asmussen & Peutzfeldt, 1997). Em uma resina composta subsequente, Occlusin (ICI), o grupo di(urethanophenyl)methane, sensível a alterações e rígido, foi substituído pelo hexamethylene diurethane, que é mais flexível em função da redução de barreiras para facilitar a rotação das ligações.

As vantagens do UEDMA relatadas no estudo de Asmussen & Peutzfeldt (1998) são a menor viscosidade e maior flexibilidade da ligação de uretano, o qual pode melhorar a dureza das resinas compostas baseado neste monômero. No entanto, uma diferença geral entre as resinas compostas a base de UEDMA ou outro dimetacrilatos de uretano e compósitos convencionais à base de BisGMA é muito difícil de ser apontada pelos estudos *in vitro* e *in vivo* existentes. O tipo e a quantidade de carga que é introduzido no material, tipo e quantidade de iniciadores e da silanização das partículas de carga. O efeito destes pode ser mais determinante para as propriedades do que para a natureza do o copolímero (Asmussen & Peutzfeldt, 1998). Porém isso não implica numa insignificância para a escolha do sistema monomérico. Resultados de estudos *in vitro*, em que todos os componentes exceto os sistemas monoméricos foram mantidos constantes, indicam que as resinas compostas baseadas em UEDMA têm propriedades mecânicas melhoradas em comparação com as baseadas em BisGMA (Asmussen & Peutzfeldt 1998).

Os ormocers, em contraste com materiais compósitos convencionais, a matriz é não só orgânica, mas também inorgânica. (Zimmerli *et al.*, 2010). Ormocers consistem basicamente em três componentes - porções orgânicas, inorgânicas e os polissiloxanos. As proporções destes componentes podem afetar as propriedades mecânicas, térmicas e óticas do material:

1. Os polímeros orgânicos influenciam a polaridade, a capacidade de ligação, a dureza e comportamento óptico.
2. Os componentes de vidro e de cerâmica (constituintes inorgânicos) reduzem a expansão térmica e fornecem estabilidade química e térmica e partículas de vidro cerâmico, que tendem a diminuir a contração de polimerização (Zimmerli *et al.*, 2010; Cavalcante *et al.*, 2011).
3. Os polisiloxanos são moléculas adesivas bipolares que se unem por ligações iônicas às partículas de carga e por ligações químicas à resina. Os silanos permitem que o stress aplicado à restauração durante a polimerização seja transferido da matriz (mais fraca) para a carga (mais forte), influenciando na elasticidade do compósito. Previne a separação ou mesmo a formação de poros nas interfaces das partículas inorgânicas, quando ocorre a contração de polimerização e por isso, mantém a resistência a fratura. A manipulação da

interface adesiva, entre duas fases que compõe o compósito pode potencializar as propriedades mecânicas da resina (Faria, 2009; Zimmerli *et al.*, 2010).

Os componentes inorgânicos são ligados aos polímeros orgânicos por moléculas de silano multifuncionais. Após a polimerização, a porção orgânica do grupo metacrilato forma uma rede tridimensional (Zimmerli *et al.*, 2010).

Apesar de todos os esforços para criar um material restaurador melhor usando ormocers, seu desempenho em relação a adaptação marginal cervical e oclusal foi significativamente menor quando comparado aos compósitos híbridos. No entanto, não foram encontradas diferenças significativas clinicamente durante cinco anos da Admira® (Ormocer) e Tetric Ceram® (composto híbrido). Com o mesmo teor de carga, ormocers têm uma reduzida contração de polimerização em comparação com as resinas híbridas e com teor de carga inferior do Ormocer, a contração de polimerização é igual à de uma resina convencional (Zimmerli *et al.*, 2010).

Dureza Knoop

A avaliação da efetividade de polimerização pode ser feita tanto por meios diretos, quanto indiretos. Como método indireto, podemos citar a análise da dureza superficial que é comumente relacionada com força mecânica, rigidez, resistência do compósito e a capacidade de manter a estabilidade de forma. (Ganine, 2007; Hernanes, 2008).

Sabe-se que a vantagem do teste de dureza knoop é a correlação entre a dureza e o grau de conversão do monômero, que constitui um importante aspecto na determinação do sucesso clínico das restaurações. O teste de dureza Knoop é um excelente método para avaliar a polimerização da resina composta, profundidade de polimerização e consequentemente, eficiência de diferentes fontes de luz na fotopolimerização de compósitos. (Ganine, 2007; Hernanes, 2008)

A definição de um tamanho amostral envolve um planejamento, que deve considerar as características particulares do estudo e de fatores que podem influenciar na variabilidade do mesmo para a obtenção de conclusões adequadas dos resultados obtidos (Hernanes, 2008).

O tamanho da amostra deve ser grande o suficiente para detectar diferenças importantes e obter uma conclusão confiável da pesquisa, por outro lado, amostras

muito grandes podem tornar variações irrelevantes em resultados significativos, além de elevar o custo da pesquisa (Hernanes, 2008).

Após cada indentação, a diagonal maior do losango formado é mensurada com auxílio das barras verticais no monitor acoplado ao microdurômetro. Para calcular o valor da dureza knoop, é utilizada a seguinte fórmula: $KHN = L/I^2 \cdot CP$

Onde L corresponde à carga aplicada, I a maior diagonal de penetração e CP a constante da área projetada (Elias & Lopes, 2007).

Obtidos os valores de microdureza knoop para cada profundidade de penetração, os dados são tabulados e submetidos à análise estatística (Ganine, 2007).

Rugosidade superficial

A estrutura da matriz orgânica e as características dos materiais de carga exercem influência direta sobre a rugosidade superficial das resinas e a susceptibilidade na alteração de cor. Além disso, o efeito da composição da resina, o grau de conversão dos materiais e os processos de acabamento e polimento podem influenciar na qualidade superficial das resinas compostas, incluindo a rugosidade superficial. (Schmitt *et al.*, 2011).

A rugosidade da superfície de compósito é dependente da microestrutura criada pela sequência de procedimentos físicos utilizados para modificar esta superfície. Em consequência pode afetar o sucesso clínico das restaurações. (Schmitt *et al.*, 2011)

Estudos realizados por Quirynen *et al.* (1990) demonstraram que um aumento na rugosidade da superfície das tiras de resina acima de um determinado valor resultou num aumento da colonização bacteriana destas superfícies, em comparação com as tiras lisas ($R = 0.12 \text{ ra}$) (Curd *et al.*, 1997).

Muitos estudos examinaram a rugosidade superficial de resinas compostas. Quando marcas diferentes foram estudadas *in vitro*, Willems *et al.* (1992) verificaram que quase 30% dos 60 compósitos testados tinham um valor de Ra abaixo do limiar de $0,2 \text{ }\mu\text{m}$ após o polimento mecânico (Curd *et al.*, 1997).

Possíveis explicações para essas diferenças de resultados poderiam ser explicados através da utilização de diferentes sistemas de acabamento e polimento dos compósitos e aos diferentes equipamentos que realizaram as medições da

rugosidade superficial.

Quando os procedimentos de acabamento e polimento são considerados, conclui-se que a compressão de um compósito contra uma matriz cria uma superfície muito lisa. No entanto, quando compósitos convencionais e microparticulados foram polidos com diferentes pastas profiláticas, um aumento da rugosidade da superfície foi detectado.

Em estudos onde, infelizmente, os valores iniciais da rugosidade não foram mencionadas, pode-se concluir que foi utilizado apenas o polimento com discos de alumina ou com rodas de borracha. O polimento com pasta de diamante ou discos Sof-lex (3M Dental Products), e o polimento com discos de Herculite Sof-lex, resultou na rugosidade da superfície inferior a 0,21 μm . Todas as outras manipulações conduziram a um valor acima deste limite da rugosidade da superfície (Curd *et al.*, 1997).

Apenas o estudo de Skjorland *et al.* (1982) mencionou alguns dados microbiológicos: demonstrou que as bactérias aderidas em quantidades semelhantes aos diferentes materiais não parece haver qualquer predileção para as bactérias (*Streptococcus sanguis* ATCC 10556) para se acumularem nos vazios, na carga ou na superfície da matriz do compósito. A ausência de uma relação entre a rugosidade da superfície e a formação e retenção de placa pode ser explicado pela altos valores de Ra das superfícies examinadas (variando de 0,8 a 1.41 μm). A citotoxicidade de monômeros pode ter também um efeito anti-bacteriano na flora deste material (Curd *et al.*, 1997).

3- PROPOSIÇÃO

A proposta deste trabalho foi avaliar e comparar o efeito da fotoativação em três distâncias (2, 4 e 6mm) sobre a Dureza Knoop e a Rugosidade Superficial de três resinas compostas com diferentes tipos de matriz resinosa (BisGMA, a base de UDMA eOrmocer), associados a agentes de união, em períodos pré-estabelecidos (24 horas, 7 e 30 dias).

4- MATERIAIS E MÉTODOS

DELINEAMENTO EXPERIMENTAL:

O presente estudo obteve duas variáveis de resposta:

1. Dureza Knoop (KHN – Knoop Hardness Number) de compósitos com diferentes tipos de matriz resinosa;
2. Rugosidade da superfície de topo (Ra - rugosidade média) de compósitos com diferentes tipos de matriz resinosa.

Os fatores de estudo foram: resina composta (Z-350 XT, Admira e Charisma Diamond) e a distância de fotoativação (2, 4 e 6mm).

G1 – Scotchbond Multi-Uso (SCBMP) e Filtek Z350 XT (XT) com distância de 2mm;

G2 – SCBMP e Charisma Diamond (CD) com distância de 2mm;

G3 – Admira Bond (ADB) e Admira (AD) com distância de 2mm;

G4 – SCBM e XT com distância de 4mm;

G5 – SCBMP e CD com distância de 4mm;

G6 – ADB e AD com distância de 4mm;

G7 – SCBMP e XT com distância de 6mm;

G8 – SCBMP e CD com distância de 6mm;

G9 – ADB e AD com distância de 6mm.

Os métodos de análise que foram: Ensaio de Dureza Knoop através do microdurômetro Shimadzu (modelo HMV-2, Japão) e ensaio de rugosidade superficial através do rugosímetro Mitutoyo Surftest 211 (São Paulo, Brasil).

MATERIAIS

Os materiais que foram utilizados neste projeto estão presentes na tabela abaixo.

Tabela 01 – Materiais utilizados no projeto.

Material	Composição	Partícula de Carga	Fabricante
Scotchbond Multi-Use Plus	Ativador: ethyl, alcohol, benzene sulfinic acid, sodium salt. Primer: water, HEMA, Vitrebond copolymer. Catalisador: Bis-GMA, HEMA, benzoyl peroxide. Bond: Bis-GMA and HEMA combined with initiation system.		3M ESPE
Filtek Z-350 XT	Diurethane dimethacrylate (UDMA), Bisphenol A Polyethylene Glycol Diether Dimethacrylate, Bisphenol A diglycidyl ether dimethacrylate (BISGMA), Polyethylene glycol dimethacrylate, Triethylene glycol dimethacrylate (TEGDMA), 2,6-Di-Tert-Butyl-P-Cresol	Silane treated ceramic 60-80 wt%, Silane treated silica 1-10 wt%, Silane treated zirconia 1-10wt%	3M ESPE, St Paul, EUA
Admira	ORMOCER - a matrix with substantial addition of conventional dimethacrylate monomers, BISGMA, UDMA, TEGDMA	78 wt% SiO ₂ and glass-ceramic	Voco, Cuxhaven, Germany
Charisma Diamond	TCD-DI-HEA, UDMA	64wt% Ba-A-F glass, 'highly discrete nanoparticles'	Heraeus Kulzer, Hanau, Germany
Admira Bond	Adhesive: acetone, ormocer-based matrix, DMA, polyfunctionalmethacrylates, CQ		Voco, Cuxhaven, Germany

MÉTODOS

CONFEÇÃO DAS AMOSTRAS

Para cada grupo experimental foram confeccionadas 90 amostras (n=10). Primeiramente, foi realizada a aplicação do sistema adesivo sobre uma tira de poliéster com o auxílio de um pincel descartável. Após a aplicação, o sistema adesivo foi fotoativado pelo tempo recomendado pelo fabricante (tabela 2).

Tabela 2 – Tempo de fotoativação para os sistemas adesivos.

SISTEMA ADESIVO	APLICAÇÃO	TEMPO DE FOTOATIVAÇÃO
Scotchbond Multi-Usó Plus	Aplicação do primer com pincel descartável, secar gentilmente por 5 segundos com leve jato de ar. Aplicar o adesivo também com o auxílio de pincel descartável.	10 segundos
	Aplicação do sistema adesivo com o auxílio de um pincel descartável, aguardar 30 segundos para a volatilização do solvente, secar gentilmente com leve jato de ar.	20 segundos

Sobre uma placa de vidro, foi colocada outra tira de poliéster (Dentsply, Petrópolis, Rio de Janeiro, Brasil). Sobre ela, foi posicionada uma matriz de teflon com 1mm de espessura e 6mm de diâmetro interno. O compósito foi inserido no interior da matriz com o auxílio de uma espátula de inserção de resina, em incremento único.

Após o preenchimento da matriz de teflon com o compósito, a tira de poliéster com o sistema adesivo foi vertida sobre o compósito, seguida de uma lamínula de

vidro sobre a qual foi aplicada uma carga de 500g por 20 segundos, com o intuito de comprimir levemente o material e extravasar o excesso, obtendo uma superfície nivelada, lisa e de espessura padronizada.

A lamínula de vidro foi removida e a fotoativação dos espécimes foi realizada com o aparelho Optilux (Kerr). Para a padronização da distância de fotoativação, o aparelho fotoativador foi acoplado a um suporte, o qual possui um paquímetro digital (Mitutoyo, Tokyo, Japão) que controlou as distâncias para cada grupo experimental em 2mm, 4mm e 6mm. Cada corpo de prova foi fotoativado segundo as recomendações do fabricante, com a ponta do aparelho posicionada perpendicularmente à superfície do material.

Tabela 3 - Tempo de fotoativação para as resinas compostas.

RESINA COMPOSTA	TEMPO DE FOTOATIVAÇÃO
Filtek Z 350 XT	20 segundos
Admira	40 segundos
Charisma Diamond	20 segundos

Realizada a fotoativação, os corpos de prova foram retirados da matriz e os excessos laterais foram removidos com discos de lixa SofLex (3M ESPE, St Paul, MN, USA), de granulação média, acoplados a um motor em baixa rotação.

GRUPOS EXPERIMENTAIS (n=10):

GRUPO 1 – Sistema Adesivo Scotchbond Multi-Usó (3M ESPE, St. Paul, EUA) e Resina Composta Filtek Z350 XT (3M ESPE, St Paul, EUA), com distância para fotopolimerização de 2mm.

GRUPO 2 – Sistema Adesivo Scotchbond Multi-Usó e Resina Composta Charisma Diamond (Heraeus-Kulzer, Hanau, Alemanha), com distância para fotopolimerização de 2mm.

GRUPO 3 – Sistema Adesivo Admira Bond (Voco, Cuxhaven, Alemanha) e Resina Composta Admira (Voco, Cuxhaven, Alemanha), com distância para fotopolimerização de 2mm.

GRUPO 4 – Sistema Adesivo Scotchbond Multi-Usó (3M ESPE, St. Paul, EUA) e Resina Composta Filtek Z350 XT (3M ESPE, St Paul, EUA), com distância para fotopolimerização de 4mm.

GRUPO 5 – Sistema Adesivo Scotchbond Multi-Usó e Resina Composta Charisma Diamond (Hearaus-Kulzer, Hanau, Alemanha), com distância para fotopolimerização de 4mm.

GRUPO 6 – Sistema Adesivo Admira Bond (Voco, Cuxhaven, Alemanha) e Resina Composta Admira (Voco, Cuxhaven, Alemanha), com distância para fotopolimerização de 4mm.

GRUPO 7 – Sistema Adesivo Scotchbond Multi-Usó (3M ESPE, St. Paul, EUA) e Resina Composta Filtek Z350 XT (3M ESPE, St Paul, EUA), com distância para fotopolimerização de 6mm.

GRUPO 8 – Sistema Adesivo Scotchbond Multi-Usó e Resina Composta Charisma Diamond (Hearaus-Kulzer, Hanau, Alemanha), com distância para fotopolimerização de 6mm.

GRUPO 9 – Sistema Adesivo Admira Bond (Voco, Cuxhaven, Alemanha) e Resina Composta Admira (Voco, Cuxhaven, Alemanha), com distância para fotopolimerização de 6mm.

ENSAIO DE MICRODUREZA KNOOP

Depois da confecção das amostras, as mesmas foram armazenadas individualmente em frascos contendo 1,5 ml de saliva artificial e mantidos em estufa a 37°C. A primeira sequência de identificações foi realizada após 24 horas contadas a partir da obtenção das amostras em microdurômetro Shimadzu (modelo HMV-2, Japão) que permitiu a avaliação da dureza Knoop. Foram realizadas 5 identificações equidistantes, uma no centro da amostra e as demais próximas a borda, utilizando carga de 50g por 10 segundos. Após cada identificação, foi mensurada a maior diagonal referente ao losango, com o auxílio de barras verticais presentes no visor do equipamento.

Após isso, as amostras foram levadas novamente à estufa sob as mesmas condições de armazenagem, até serem novamente submetidas ao teste de dureza nos períodos de 7 dias e 30 dias. A saliva artificial foi trocada diariamente até o período pré-estabelecido para leitura.

Para cada amostra, foi calculada a média das 5 identações em cada período de tempo (24 horas, 7 e 30 dias) e os valores obtidos foram transformados em número de dureza Knoop (KHN – Knoop Hardness Number), utilizando a seguinte fórmula:

$$\text{KHN} = L/I^2 \cdot \text{CP}$$

Onde L corresponde à carga aplicada (50g), I a maior diagonal de penetração e CP a constante da área projetada 14229 (Elias & Lopes, 2007).

A média dos valores de dureza Knoop para cada grupo foi calculada e os resultados tabulados e submetidos à análise estatística paramétrica. Os dados obtidos foram submetidos à Análise de Variância de dois fatores e as médias analisadas pelo Teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

ENSAIO DE RUGOSIDADE

A rugosidade da superfície de topo de cada amostra foi avaliada utilizando-se um rugosímetro Mitutoyo Surftest 211 (São Paulo, Brasil). Foram realizadas três leituras em cada corpo-de-prova, em direções diferentes, em cada tempo pré-estabelecido: 24 horas, 7 dias e 30 dias após a confecção das amostras. O rugosímetro foi regulado para a leitura no padrão Ra, que corresponde a média aritmética entre os picos e os vales do trajeto percorrido pela ponta do equipamento. As três leituras foram efetuadas sempre com a ponta do rugosímetro passando pelo centro geométrico do corpo de prova e em direção as bordas do corpo-de-prova.

Após a primeira leitura, as amostras foram novamente armazenadas em saliva artificial até a próxima leitura, com troca diária de saliva artificial. O mesmo foi feito após a segunda leitura até a terceira e última leitura, 30 dias após a confecção dos corpos-de-prova.

Assim, a média das três leituras foi considerada a rugosidade média (Ra) de cada superfície em cada tempo pré-estabelecido.

Os valores obtidos foram submetidos a análise de variância e teste de Tukey, com nível de significância de 5%.

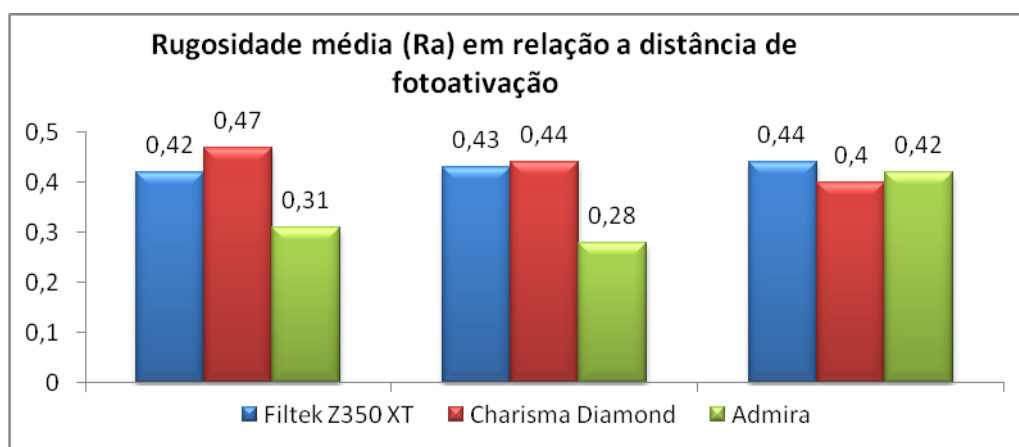
5- RESULTADOS

Como podemos observar na tabela 1 abaixo, a rugosidade dos compósitos testados não apresentou diferença estatística entre si. O mesmo ocorre nas diferentes distâncias de fotoativação testadas.

Tabela 1- Rugosidade média (Ra) do compósito em relação a distância de fotoativação.

Resina	2mm	4mm	6mm
Filtek Z350 XT	0.42 ^a	0.43 ^a	0.44 ^a
Charisma Diamond	0.47 ^a	0.44 ^a	0.4 ^a
Admira	0.31 ^a	0.28 ^a	0.42 ^a

Gráfico 1 - Rugosidade média (Ra) do compósito em relação a distância de fotoativação



As tabelas 2, 3 e 4 mostram os resultados obtidos na rugosidade média dos compósitos em relação ao tempo de armazenamento. Não houve diferença estatística entre os tempos de armazenamento em todas as distâncias de fotoativação em relação aos compósitos testados.

Tabela 2 – Rugosidade Média (Ra) dos compósitos, com distância de fotoativação de 2mm, nos tempos de armazenamento.

	Filtek Z350	Charisma	
2mm	XT	Diamond	Admira
24 horas	0.45 ^a	0.49 ^a	0.38 ^a
7 dias	0.47 ^a	0.4 ^a	0.28 ^a
30 dias	0.34 ^a	0.52 ^a	0.28 ^a

Gráfico 2 – Rugosidade Média (Ra) dos compósitos, com distância de fotoativação de 2mm, nos tempos de armazenamento.

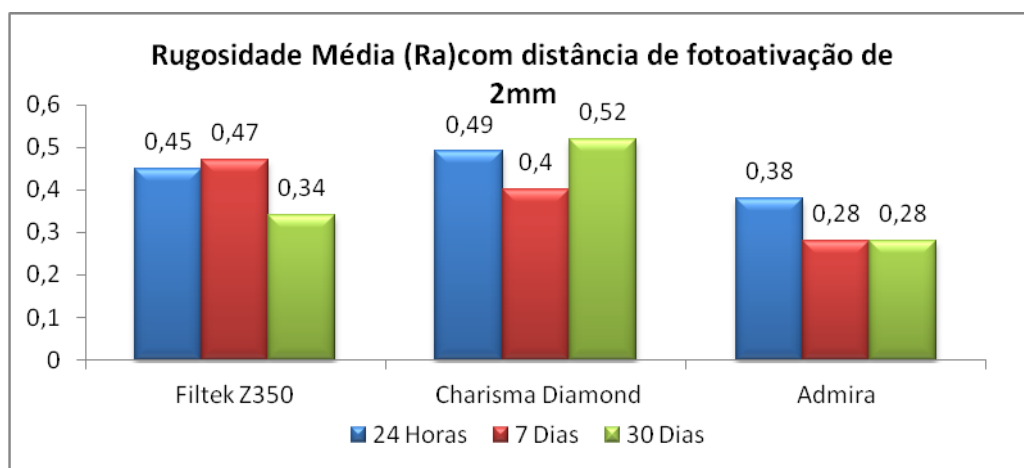


Tabela 3 – Rugosidade Média (Ra) dos compósitos, com distância de fotoativação de 4mm, nos tempos de armazenamento.

		Charisma	
4mm	Filtek Z350 XT	Diamond	Admira
24 horas	0.41 ^a	0.45 ^a	0.28 ^b
7 dias	0.4 ^a	0.38 ^a	0.32 ^b
30 dias	0.38 ^a	0.5 ^a	0.25 ^b

Gráfico 3 – Rugosidade Média (Ra) dos compósitos, com distância de fotoativação de 4mm, nos tempos de armazenamento.

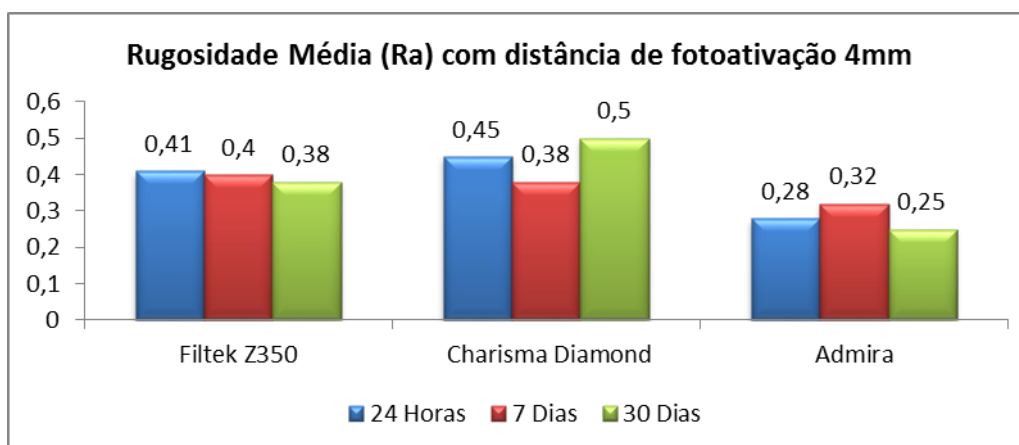
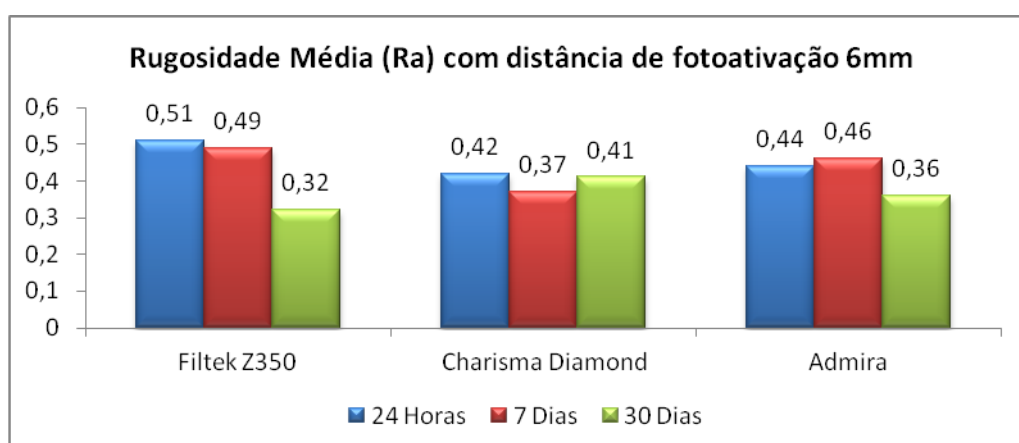


Tabela 4 – Rugosidade Média (Ra) dos compósitos, com distância de fotoativação de 6mm, nos tempos de armazenamento.

	Charisma		
6mm	Filtek Z350 XT	Diamond	Admira
24 horas	0.51 ^a	0.42 ^a	0.44 ^a
7 dias	0.49 ^a	0.37 ^a	0.46 ^a
30 dias	0.32 ^a	0.41 ^a	0.36 ^a

Gráfico 4 – Rugosidade Média (Ra) dos compósitos, com distância de fotoativação de 6mm, nos tempos de armazenamento.

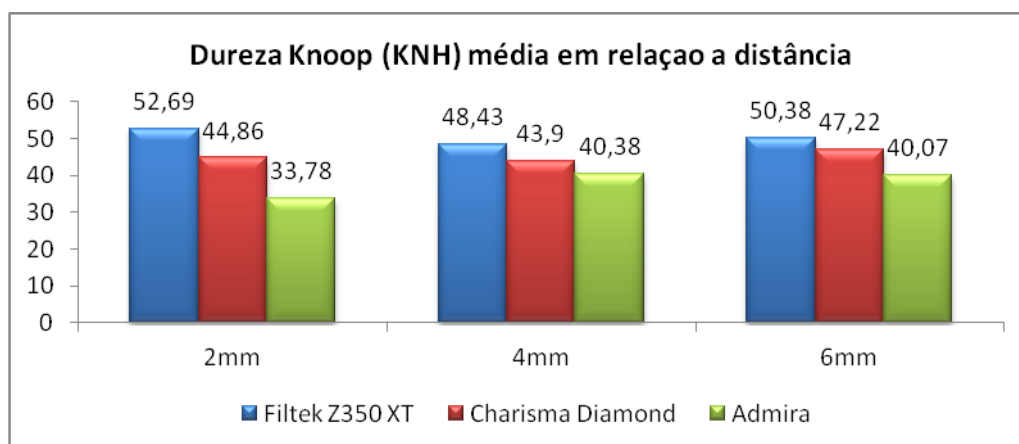


A tabela 5 mostra os resultados obtidos após o teste de dureza Knoop (KHN) dos compósitos testados em relação à distância de fotoativação. Para a resina Filtek Z350 XT, não houve diferença estatística entre as distâncias de fotoativação. O mesmo ocorreu com as resinas Charisma Diamond e Admira. Na distância de 2mm, houve diferença estatística entre os compósitos Filtek Z350 XT e Admira, porém não houve diferença estatística entre as resinas Filtek Z 350 XT e Charisma Diamond e entre a Charisma Diamond e Admira.

Tabela 5 – Dureza Knoop (KNH) média dos compósitos em relação à distância de fotoativação.

Resina	2mm	4mm	6mm
Filtek Z350 XT	52.69 ^{aA}	48.43 ^{aA}	50.38 ^{aA}
Charisma			
Diamond	44.86 ^{aAC}	43.9 ^{aAC}	47.22 ^{aAC}
Admira	33.78 ^{aBC}	40.38 ^{aBC}	40.07 ^{aBC}

Gráfico 5 - Dureza Knoop (KNH) média dos compósitos em relação à distância de fotoativação.



Na distância de fotoativação de 2mm e no tempo de 24 horas, não há diferença estatística entre as resinas Filtek Z350 XT e a Charisma Diamond, porém diferem estatisticamente da resina Admira. Não houve diferença estatística entre as resinas Charisma Diamond e Admira. O mesmo acontece nos diferentes tempos de armazenagem. Se comparados os tempos de armazenamento em cada compósito testados, há diferença estatística na dureza média entre os tempos de 7 dias e 30 dias, em todos os compósitos testados. Como podemos observar na tabela 6. O

mesmo ocorre nas distâncias de fotoativação de 4 e 6mm, observados nas tabelas 7 e 8, respectivamente.

Tabela 6 - Dureza Knoop (KNH) média dos compósitos em relação ao tempo de armazenamento.

	Charisma		
2mm	Filtek Z350 XT	Diamond	Admira
24 horas	62.82 ^{Aa}	55 ^{aA}	38.56 ^{bA}
7 dias	52.99 ^{aA}	43.33 ^{aA}	31.23 ^{bA}
30 dias	42.28 ^{aB}	36.26 ^{aB}	31.57 ^{bB}

Gráfico 6 – Dureza Knoop (KNH) média dos compósitos em relação ao tempo de armazenamento.

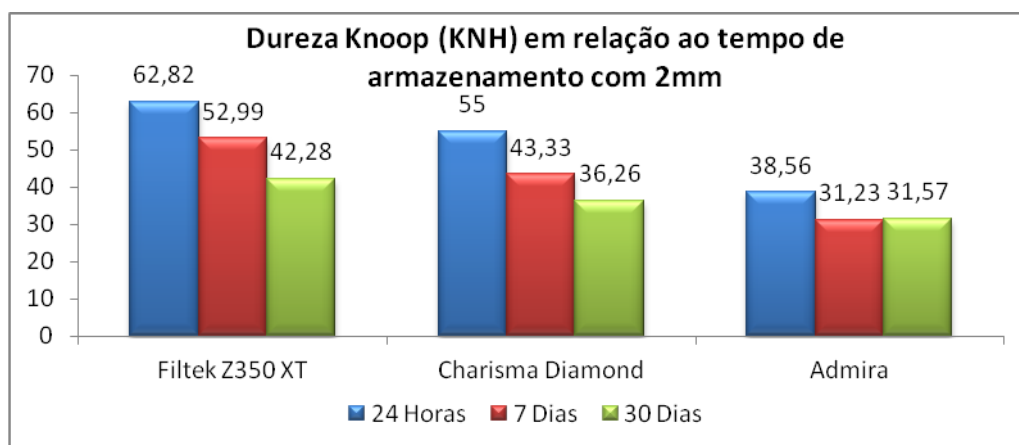


Tabela 7 - Dureza Knoop (KNH) média dos compósitos em relação ao tempo de armazenamento.

	Charisma		
4mm	Filtek Z350 XT	Diamond	Admira
24 horas	53.49 ^{aA}	56.77 ^{aA}	48.27 ^{bA}
7 dias	49.91 ^{aA}	43.07 ^{aA}	43.56 ^{bA}
30 dias	41.9 ^{aB}	32.86 ^{aB}	29.31 ^{bB}

Gráfico 7 – Dureza Knoop (KNH) média dos compósitos em relação ao tempo de armazenamento.

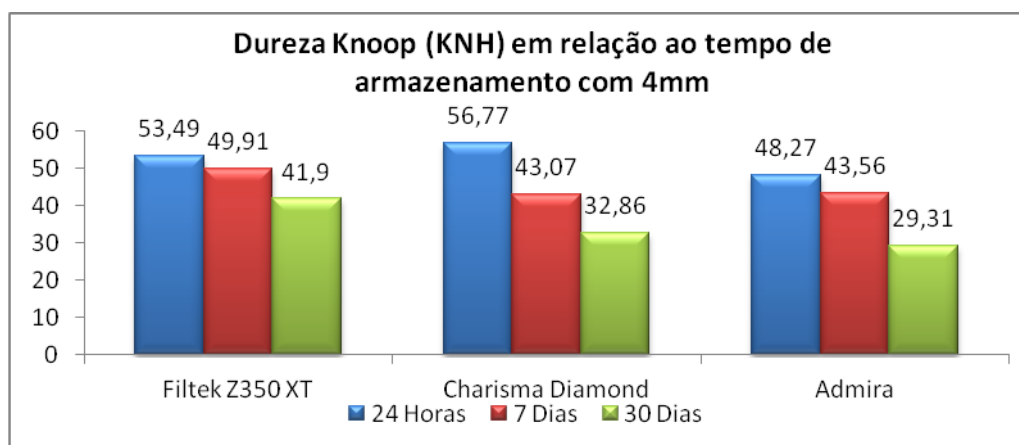
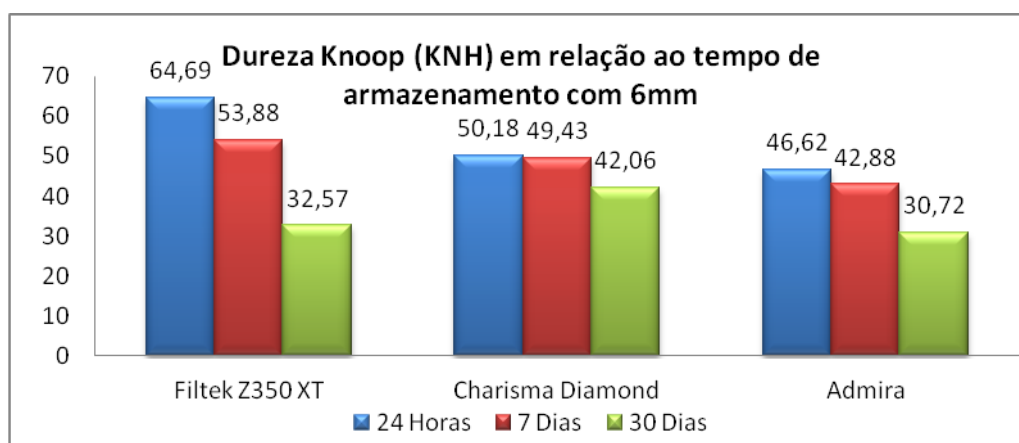


Tabela 8 - Dureza Knoop (KNH) média dos compósitos em relação ao tempo de armazenamento.

	Filtek Z350 XT	Charisma Diamond	Admira
6mm			
24 horas	64.69 ^{aA}	50.18 ^{aA}	46.62 ^{aA}
7 dias	53.88 ^{aA}	49.43 ^{aA}	42.88 ^{aA}
30 dias	32.57 ^{aB}	42.06 ^{aB}	30.72 ^{aB}

Gráfico 8 - Dureza Knoop (KNH) média dos compósitos em relação ao tempo de armazenamento.



6- DISCUSSÃO

A ausência de estudos na literatura relacionados à associação de compósitos com diferentes matrizes resinosas e o efeito da distância de fotoativação nas propriedades de dureza Knoop e rugosidade superficial, induziu este trabalho a avaliar e comparar o efeito da fotoativação nessas propriedades citadas.

A matriz resinosa influencia diretamente as propriedades dos materiais como a sua rigidez e sua resistência ao desgaste (Vasudeva G, 2009). Segundo Barszczewska-Rybarek IM (2009), o sistema de polimerização, composto por três monômeros estruturalmente diferentes, é interessante para a relação estrutura-propriedade. O Bis-GMA possui a capacidade de formar ponte de hidrogênio forte, com tamanho maior, e tem a menor concentração de ligações duplas. A molécula de UDMA, com a sua flexibilidade dos núcleos alifáticos e duas ligações de uretano, também é capaz de formar ligações de hidrogênio, porém de menor em tamanho e, portanto, tem maior concentração de ligações duplas. Neste estudo, as duas estruturas citadas comportaram-se de maneiras semelhantes, independente da distância de fotoativação realizada. Sugere-se que a quantidade de ligações duplas formadas foram compensadas pelas ligações de hidrogênio, além de incorporação de moléculas de UDMA na composição da resina Filtek Z350XT, segundo o fabricante.

Leprince J *et al.*, 2010, relataram que a resina composta a base deOrmocer, como a Admira utilizada nesse estudo, apresenta um menor grau de conversão, em comparação aos demais compósitos, e maior quantidade de partículas de cargas, resultando em menor dureza do material. Além disso, a composição da matriz resinosa diferencia-se das demais (Baseren M, 2004). A matriz resinosa da Admira (Vocco) é composta por um grupo inorgânico (vidro cerâmico), que reduz a expansão térmica e fornece estabilidade química e térmica e partículas de vidro cerâmico, que tendem a diminuir a contração de polimerização (Cavalcante *et al.*, 2011).

Os resultados de dureza apresentados por este estudo, após armazenagem por até 30 dias, são resultados da separação das cadeias poliméricas por uma molécula que não forma uma ligação química primária com a cadeia, mas simplesmente serve para ocupar espaço. Podemos citar as moléculas de água que agem sobre a superfície do material resultando em redução da dureza (Lucena *et al.*, 2010). Esse processo de separação das cadeias denomina-se hidrólise e pode

afetar significativamente as propriedades dos materiais, incluindo a dureza e a rugosidade superficial, devido à degradação da superfície (Cavalcante *et al.*, 2011).

A rugosidade irá influenciar diretamente na adesão bacteriana, reflexão de luz e brilho, resistência ao desgaste, sorção e solubilidade, coloração, além de influenciar sobre a longevidade clínica e estética das restaurações (Yap *et al.*, 1997).

O presente estudo observou que a distância de fotoativação das resinas compostas e o armazenamento das mesmas, não influenciou a rugosidade superficial. O mesmo resultado foi obtido pelo estudo de Han JM *et al.*, 2012. Os autores sugerem que as partículas de carga de tamanho nanométrico não influenciam significativamente na resistência ao desgaste da resina composta, pois quando ocorre degradação da superfície, a quantidade de material perdido é insignificante.

Em compósitos nanoparticulados, como as resinas Filtek Z350 XT e a Charisma Diamond, possuem partículas de carga de sílica coloidal em sua composição, com tamanhos que variam de 20 (sistema de partículas individuais) a 75nm (nanocomplexos de sílica-zircônia que se comportam como estrutura única). A associação dessas duas formas de nanopartículas proporciona a incorporação de um maior percentual de partículas e resistência do material, proporcionando alta resistência ao desgaste e à fratura (Reis, 2007).

Nas resinas nanoparticuladas, quando as partículas passam por um processo de desgaste, somente as nanopartículas se soltam do material e não os nanoaglomerados, garantindo a suavidade da superfície, ao contrário dos materiais tradicionais que perdem grandes porções de partículas de carga unidas, tornando a superfície mais rugosa. Ou seja, a resina de nanopartículas associa a vantagem da resina de micropartícula e também da resina híbrida (Beun *et al.*, 2007; Loguercio *et al.*, 2007).

As partículas de carga da resina Admira são de vidro cerâmico e, possuem como característica menor dureza e maior polimento. Como já foi citado anteriormente, Leprince J *et al.*, 2010, relataram que a resina composta a base deOrmocer, como a Admira utilizada nesse estudo, apresenta maior quantidade de partículas de cargas e com tamanho de partícula entre 1-1.5 μm . O maior tamanho das partículas confere a resina uma maior rugosidade superficial, porém estável e resistente ao desgaste (Cavalcante *et al.*, 2011), indo de encontro com os resultados desse estudo.

Segundo Lucena *et al.* (2010), a dureza e a rugosidade superficial podem estar relacionadas com outras propriedades. A dureza é inversamente proporcional a sorção e rugosidade superficial. Por isso, quanto maior a sorção do material, o mesmo sofrerá redução proporcional na dureza e aumento também proporcional na rugosidade superficial. Apesar de o material apresentar redução significativa na dureza, o mesmo não foi observado em relação à rugosidade, diferindo do que há na literatura. Sugere-se que o tamanho das partículas de carga, além da estabilidade química dos materiais testados, interferiram nos resultados apresentados nesse estudo. Porém são necessários mais estudos avaliando outras propriedades dos materiais.

7- CONCLUSÃO

Dentro dos limites desse estudo, podemos concluir que:

1. A distância de fotoativação, o tempo de armazenamento e o tipo de matriz resinosa não influenciou a rugosidade superficial;
2. A dureza Knoop foi influenciada pelo tipo de matriz resinosa, distância de fotoativação e tempo de armazenamento do material testado.

8- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- 1- Aggarwal V, Logani A, Jain V, Shah N. Effect of cyclic loading on marginal adaptation and bond strength in direct vs. indirect class II MO composite restorations. *Operative Dentistry*, 2008; 33(5):587-92.
- 2- Asmussen E, Peutzfeldt A: Influence of UEDMA, BisGMA and TEGDMA on selected mechanical properties experimental resin composites. *Dent Mater* 14: 51–56 (1998)
- 3- Barszewska-Rybarek IM. Structure relationships in dimethacrylate networks based on Bis-GMA, UDMA and TEGDMA. *Dental Materials*, 2009;25(9):1082-9.
- 4- Baseren M. Surface roughness of nanofill and nanohybrid composite resin and ormocer-based tooth-colored restorative materials after several finishing and polishing procedures. *Journal of Biomaterials Applications*, 2004; 19:121-134.
- 5- Beun S, Glorieux T, Devaux J, Vreven J, Leloup G. Characterization of nanofilled compared to universal and microfilled composites. *Dental Materials*, 2007; 23(1):51-9.
- 6- Bollen CML, Lambrechts P, Quirynen M. Comparison of surface roughness of oral hard materials to the threshold surface roughness for bacterial plaque retention: A review of the literature. *Dent Mater*, July, 1997; 13:258-269.
- 7- Bowen RL (1962). Dental filling material comprising vinyl-silane treated fused silica and a binder consisting of the reaction product of bisphenol and glycidyl methacrylate. US Patent 3 066 112.
- 8- Carrilho MR, Carvalho RM, Tay FR, Pashley DH. Effects of storage media on mechanical properties of adhesive systems. *American Journal of Dentistry*, 2004;17:104–8.
- 9- Carrilho MR, Carvalho RM, Tay FR, Yiu C, Pashley DH. Durability of resin-dentin bonds related to water and oil storage. *American Journal of Dentistry*, 2005;18:315–9.
- 10-Cavalcante LM, Schneider LFJ, Silikas N, Watts DC. Surface integrity of solvent-challenged ormocer-matrix composite. *Dental Materials*, 2011; 27:173-179.
- 11-Cekic-Nagas I, Egilmez F, Ergun G. The effect of irradiation distance on microhardness of resin composites cured with different light curing units. *European Journal of Dentistry*, 2010; 4(4):440-446.

- 12-Duarte Jr S, Botta AC, Phark JH, Sadan A. Selected mechanical and physical properties and clinical application of a new low-shrinkage composite restoration. *Quintessence International*, 2009; 40(9): 631-638.
- 13-Endo T, Finger, WJ, Kanehira M, Utterodt A, Komatsu M. Surface texture and roughness of polished nanofill and nanohybrid resin composites. *Dental Materials*, 2010; 29(2):213-23.
- 14-Faria PMMV. Restauração direta de classes II em pré-molares com compósitos: estudos comparativos, in vivo e in vitro, de duas técnicas restauradoras[tese]. Porto: Universidade Fernando Pessoa; 2009
- 15-Ferracane JL. Resin composite—State of the art. *DentMater*, 2010, doi:10.1016/j.dental.2010.10.020; 2-4
- 16-Fruits TJ, Knapp JA, Khajotia SS. Microleakage in the proximal walls of direct and indirect posterior resin slot restorations. *Operative Dentistry*, 2006; 31(6):719-727.
- 17-Ganine MM. Avaliação de dureza Knoop de resina composta ativada por diferentes fontes de luz [Monografia]. Piracicaba: Faculdade de Odontologia de Piracicaba; 2007
- 18-Han JM, Lin H, Zheng G, Shinya A, Gomi H, Shinya A, Lin J. Effect of nanofilled on wear resistance and surface roughness of resin composite. *Chin J Dent Res*, 2012; 15(1): 41-7.
- 19-Hernanes NMAP, Aguiar FHB. Determinação no número de amostras e influencia da localização da identificação na dureza superficial de um compósito fotoativado[Monografia]. Piracicaba: Faculdade de Odontologia de Piracicaba; 2008
- 20-Ilie N & Hickel R. Silorane-based dental composite: behavior and abilities. *Dental Materials Journal*, 2006; 25(3): 445-454.
- 21-Ito S, Hashimoto M, Wadgaonkar B, Svizero N, Carvalho RM, Yiu C, et al. Effects of resin hydrophilicity on water sorption and changes in modulus of elasticity. *Biomaterials*, 2005;26:6449–59.
- 22-Jadhav S, Hegde V, Aher G, Fajandar N. Influence of light curing units on failure of direct composite restorations. *J Conserv Dent*, 2011; 14(3): 225–227.

- 23-Kwon YH, Kwon TY, Ong JL, Kim KH. Light polymerized compomers: Coefficient of thermal expansion and microhardness. *J Prosthet Dent*, 2002;88:396–401.
- 24-Leprince J, Palin WM, Mullier T, Devaux J, Vreven J, Leloup G. Investigating filler morphology and mechanical properties of new low-shrinkage resin composite types. *J Oral Rehabilitation*, 2010; 37(5):364-76.
- 25-Loguercio AD, Lorini E, Weiss RV, Tori AP, Picinatto CC, Ribeiro NR, Reis A. A 12-month clinical evaluation of composite resins in class III restorations. *J Adhesive Dentistry*, 2007;9(1):57-64.
- 26-Lucena MCM, Gomes RVS, Santos MCMS. Assessmente surfasse roughness oh the flowable resin filtek Z350 exposed to mouthrinse with or without alcohol. *Odont Clin-Cient*, 2010; 9(1):5-64.
- 27-Lunelli BH. Produção e controle da síntese do éster de ácido acrílico através da fermentação do ácido láctico [Tese]. Campinas: Universidade Estadual de Campinas . Faculdade de Engenharia Química, 2007.
- 28-Malhotra N, Mala K. Light-curing considerations for resin-based composite materials: a review part I. *The Compendium of Continuing Education in Dentistry*, 2010; 31(8):584-588.
- 29-Navarra CO, Cadenaro M, Armstrong SR, Jessop J, Antonioli F, Sergo V, Di Leonarda R, Breschi L. Degree of conversion of Filtek Silorane Adhesive System and Clearfil SE Bond within the hybrid and adhesive layer: An *in situ* analysis. *Dental Materials*, 2009; 25:1178-1185.
- 30-Peutzfeldt A (1997). Resin composites in dentistry: the monomer systems. *Eur J Oral Sci* 105:97–116.
- 31-Renez A, Hickel R, Ilie N. Curing efficiency of modern LED units. *Clinical Oral Investigation* 2012; 16(1): 173- 179.
- 32-Sadowsky SJ. An overview of treatment considerations for esthetic restorations: A review of the literature. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 2006; 96(6):433-442.
- 33-Schmitt VL. Alterações nas características da superfície de compósitos restauradores submetidas a diferentes técnicas de acabamento e polimento[tese]. Piracicaba: Faculdade de Odontologia de Piracicaba; 2010.
- 34-Stein OS, Sullivan J, Haubenreich JE, Osborne PB. Composite resin in medicine and dentistry. *J Long Term Eff Med Implants*, 2005; 16:641-654.

- 35-Vasudeva G. Monomer systems for dental composites and their future: a review. J. California Dental Association, 2009; 37(6): 389-98.
- 36-Witzel MF, Calheiro FC, Gonçalves F, Kawano Y, Braga RR. Influence of photo-activation method on conversion, mechanical properties, degradation in ethanol and contraction stress of resin-based materials. Journal of Dentistry, 2005;33:773–9.
- 37-Wu J, Mather PT, “POSS Polymers: Physical Properties and Biomaterials Applications,” Polymer Reviews 49: 25-63 (2009).
- 38-Yap AU, Lye KW, Sau CW. Surface characteristics of tooth-colored restoratives polished utilizing diferente polishing systems. Operative Dentistry, 1997; 22(6):260-5.
- 39-Yap AU, Tan CH, Chung SM. Wear behavior of new composite restoratives. Operative Dentistry, 2004; 29(3):269-274.
- 40-Zhu S, Platt J. Curing efficiency of three different curing modes at different distances for four composites. Operative Dentistry, 2011; 36(4):362-371.
- 41-Zimmerli B, Strub M, Jeger F, Stadler O, Lussi A. Composite materials: Composition, properties and clinical applications. A Literature Review. Schweiz Monatsschr Zahnmed Vol. 120 11/2010: 972-974.

PROGRAMA DE BOLSAS DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA – QUOTA INSTITUCIONAL UNICAMP

(quota de agosto de 2012 a julho de 2013)

PARECER SOBRE RELATÓRIO FINAL DE ATIVIDADES

Bolsista: CAROLINE VALES NIETO DE ALMEIDA – RA 104745

Orientador(a): Prof.(a) Dr.(a) LUIS ROBERTO MARCONDES MARTINS

Projeto: “Efeito da distância de fotoativação de compósitos com diferentes tipos de matriz resinosa na Dureza Knoop e Rugosidade Superficial.”

PARECER

O projeto foi desenvolvido de acordo com a proposta inicial. Conclui-se que distância do fotoativador, tempo de armazenamento e tipo de matriz resinosa não influenciaram a rugosidade de superfície. Entretanto, a dureza Knoop foi influenciada pelo tipo de matriz resinosa, distância do fotoativador e tempo de armazenamento do material.

Conclusão do Parecer:

APROVAR (SIM)
REFORMULAR (NÃO)
REJEITAR (NÃO)

Pró-Reitoria de Pesquisa, 23 de setembro de 2013.


Mirian Cristina Marcançola
PRP / PIBIC - Unicamp
Matr. 299062