



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA

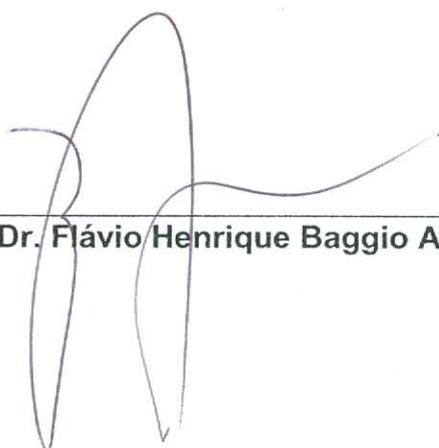


CONCORDÂNCIA DO ORIENTADOR

Declaro que o (a) aluno (a) **Vanessa Van De Velde RA 093159** esteve sob minha orientação para a realização do Trabalho de Conclusão de Curso intitulado **“EFEITO DO CONTEÚDO DE MONÔMERO HIDROFÓBICO NO GRAU DE CONVERSÃO DE SELANTES DE SUPERFÍCIE EXPERIMENTAIS”**, no ano de 2012.

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, 08 de outubro de 2012.



Prof. Dr. Flávio Henrique Baggio Aguiar



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA



Vanessa Van De Velde

**EFEITO DO CONTEÚDO DE MONÔMERO HIDROFÓBICO NO GRAU DE
CONVERSÃO DE SELANTES DE SUPERFÍCIE EXPERIMENTAIS**

**Monografia apresentada ao curso de Odontologia da
Faculdade de Odontologia de Piracicaba - UNICAMP,
Para obtenção de título de Cirurgiã – Dentista**

PIRACICABA

2012

Vanessa Van De Velde

**EFEITO DO CONTEÚDO DE MONÔMERO HIDROFÓBICO NO GRAU
DE CONVERSÃO DE SELANTES DE SUPERFÍCIE EXPERIMENTAIS**

**Monografia apresentada ao curso de Odontologia da
Faculdade de Odontologia de Piracicaba - UNICAMP,
Para obtenção de título de Cirurgiã – Dentista**

**Orientador: Prof. Dr. Flávio Henrique Baggio Aguiar
Coorientadora: Prof^a. Dr^a. Maria Cecília Caldas Giorgi**

PIRACICABA

2012

ii

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA POR
JOSIDELMA F COSTA DE SOUZA – CRB8/5894 - BIBLIOTECA DA
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA DA UNICAMP

V542e Velde, Vanessa Van De, 1985-
Efeito do conteúdo de monômero hidrofóbico no grau de conversão de selantes de superfície experimentais / Vanessa Van De Velde. -- Piracicaba, SP: [s.n.], 2012.

Orientador: Flávio Henrique Baggio Aguiar.
Coorientador: Maria Cecília Caldas Giorgi.
Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) –
Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba.

1. Fourier, Espectroscopia de infravermelho por transformada de. 2. Propriedades mecânicas. 3. Fotopolimerização. I. Aguiar, Flávio Henrique Baggio, 1977- II. Giorgi, Maria Cecília Caldas. III. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Odontologia de Piracicaba. IV. Título.

Dedico esta monografia a minha família que sempre me deu força, me ensinou a ter fé e foco para alcançar todos os meus objetivos.

À FOP-UNICAMP, pelo carinho que sempre recebi da Instituição, desde os meus primeiros dias de aulas. Torço para que muitos mais universitários possam se privilegiar do convívio humano/científico de excelência oferecido por esta renomada Universidade.

AGRADECIMENTOS

A **DEUS**, por ter me concedido a vida e estar sempre me iluminando e protegendo.

Aos meus amados pais, **FRANCISCO E SORAIA**, que me deram a vida e me ensinaram a viver com dignidade e respeito. O amor e a gratidão por vocês não podem ser traduzidos em palavras; tal amor sinto pelas minhas queridas irmãs, **VICKYE E MONIQUE**, que sempre estiveram ao meu lado me apoiando, incentivando, dando coragem e mostrando que tudo é possível!

Ao **MURILO ZEPPINI**, que ajudou a realizar o meu sonho e me deu coragem durante a minha graduação. Ele é uma pessoa muito especial na minha vida, que embora hoje esteja longe, não deixa de ser lembrado um dia sequer.

A todos os professores da **FOP-UNICAMP**, em especial ao **professor FLÁVIO AGUIAR** e à **Professora DÉBORA LIMA**, professores que me ensinaram a crescer, a ser uma pessoa mais madura, não apenas para o mercado de trabalho, mas para a minha vida! À **CECÍLIA GIORGI** e à **MARIA JORDÃO** que me receberam de braços abertos para me auxiliarem no meu TCC.

Dona **SANDRA REGINA**, um anjo que Deus colocou na minha vida e permitiu que eu fizesse a faculdade que sempre sonhei: UNICAMP!

Aos meus amigos: **CAROL BRANDÃO, RODRIGO SATO, CAMILA RIZZOLI, RAFAEL FRANCO, RENAN BORALLI, VALÉRIA LEÓN**, sou eternamente grata a cada um de vocês, que me incentivaram e me ensinaram a ter garra, não deixaram desistir do meu sonho, em todas as vezes que queria jogar tudo para o ar, vocês estavam ali, ao meu lado, me levantando nos momentos nos quais caía e me mostrava que sou capaz! Como diz no poema do ilustre Albert Einstein: “Pode ser que um dia deixemos de nos falar, mas, enquanto houver amizade, faremos as pazes de novo. Pode ser que um dia o tempo passe... Mas, se a amizade permanecer, Um de outro se há-de lembrar. Pode ser que um dia nos afastemos. Mas, se formos amigos de verdade, a amizade nos reaproximará”. Sei que cada um de vocês vai seguir um caminho diferente do outro, mas vocês estão e estarão guardados para sempre no meu coração!

*“Qualquer homem pode alcançar o êxito,
se dirigir seus pensamentos numa direção
e insistir neles até que aconteça alguma
coisa”.*

Thomas Edison

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da adição do monômero hidrofóbico 1,2 dodecanediol dimetacrilato (DDDMA) no grau de conversão (DC) de selantes experimentais. Para tanto, foram utilizados cinco selantes experimentais e um selante disponível comercialmente (Biscover-Bisco). Os selantes de superfície experimentais foram manipulados através da mistura, em porcentagens distintas, dos monômeros DDDMA e UDMA. O sistema fotoiniciador foi composto por canforoquinona (CQ) e amina terciária etil 4-dimetilamônio benzoato (EDBA) e como solvente utilizou-se etanol. Os grupos experimentais foram nomeados sequencialmente de acordo com o conteúdo monomérico (DDDMA/UDMA): G1 (40/40), G2 (50/30), G3 (60/20), G4 (70/10), G5 (80/0) e G6 selante comercial Biscover. As amostras (n=10) foram confeccionadas em forma de cilindro (2mm X 5mm) e fotoativadas com o aparelho LED de terceira geração Valo (Ultradent) com intensidade de 1000 mW/ cm² durante 120 segundos. Imediatamente após a confecção, foi avaliado o DC na superfície de topo. Os resultados mostraram que o maior valor de grau de conversão foi obtido por G1, que não diferiu estatisticamente de G2, G3 e G4. O grupo G5 apresentou valores intermediários e diferiu estatisticamente dos grupos G1, G2 e G6. O menor valor foi obtido pelo G6, que diferiu estatisticamente dos demais. Conclusão: A adição de DDDMA teve efeito positivo no grau de conversão dos selantes experimentais que contém UDMA.

PALAVRAS-CHAVE: Espectroscopia de Infravermelho por transformada de Fourier (FTIR), propriedades físicas, fotopolimerização.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effect of adding hydrophobic monomer 1.2 dodecanediol dimethacrylate (DDDMA) in the degree of conversion (DC) of experimental sealants. Therefore, we used five experimental sealants and a commercially available sealant (Biscover-Bisco). The experimental surface sealants were manipulated by mixing, in various percentages, of monomers DDDMA and UDMA. The photoinitiator system was composed by camphorquinone (CQ) and tertiary amine 4-ethyl benzoate dimetilamiono (EDBA) and as a solvent was used ethanol. The experimental groups were named sequentially according to the monomeric content (DDDMA/UDMA): G1 (40/40), G2 (50/30), G3 (60/20), G4 (70/10), G5 (80/0) and G6 commercial sealant Biscover. Samples (n=10) were fabricated in the shape of cylinder (2mm X 5mm) and photoactivated with a third generation LED device Valo (Ultradent) with intensity of 1000 mW / cm² for 120 seconds. Immediately after preparation, the DC was evaluated in the top surface. The results showed that the highest degree of conversion was obtained by G1, which was not statistically different from G2, G3 and G4. The G5 group had intermediate values, and differed significantly from the groups G1, G2 and G6. The lowest value was obtained by the G6, which differed significantly from the others. Conclusion: The addition of DDDMA had a positive effect on the degree of conversion of experimental sealants containing UDMA.

KEYWORDS: Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR), physical properties, photopolymerization.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	4
3 PROPOSIÇÃO.....	11
4 MATERIAIS E MÉTODOS.....	12
4.1 Delineamento Experimental.....	12
4.2 Materiais.....	12
4.3 Avaliação do Grau de Conversão.....	13
5 RESULTADOS.....	14
6 DISCUSSÃO.....	15
7 CONCLUSÃO.....	17
REFERÊNCIAS.....	18

1 INTRODUÇÃO

O desejo cada vez maior pela estética tem levado a crescentes demandas sobre a resina composta. Tanto as resinas compostas quanto as suas técnicas de aplicação têm sofrido um progresso significativo desde a sua primeira introdução por Bowen (Alnazzawi & Watts, 2012). As resinas compostas fotoativadas são polimerizadas por meio de uma reação de adição. A principal vantagem deste modo de ativação é o controle do tempo de trabalho pelo operador. Inevitavelmente, a polimerização é acompanhada com a contração, que pode criar tensão na interface dente/ restauração e conduzir à falha da restauração (Alnazzawi & Watts, 2012). Materiais fotopolimerizáveis de baixa viscosidade como selantes de fósulas e fissuras tradicionais ou compósitos fluidos são rotineiramente utilizados em procedimentos de intervenção mínima, evitando a início de cárie e paralisando a sua progressão, fornecendo uma barreira física que inibe o acúmulo de microorganismos e partículas de alimentos em sulcos e fissuras após a polimerização (Borges *et al.*, 2011). No entanto, as resinas compostas ainda têm propriedades indesejáveis, tais como contração de polimerização, que pode gerar falha na interface dente/restauração, levando a microinfiltração marginal, descoloração, sensibilidade pós-operatória e cárie secundária (Borges *et al.*, 2011).

Os selantes de superfície ou agentes de recobrimento foram desenvolvidos especificamente para selar restaurações de resina (Santana *et al.*, 2009) e obter uma maior durabilidade e eficácia de tais restaurações. O componente principal do selante de fissura é o Bis-GMA. O sucesso da técnica de selante é altamente dependente da obtenção e manutenção de uma adaptação íntima do vedante à superfície do dente (Choudhary *et al.*, 2012). Sendo assim, a utilização de selantes de superfície pode ser um passo importante no processo de restauração usando materiais resinosos (Catelan *et al.*, 2011). No entanto, nem sempre os resultados são desejáveis, pois, dependendo do selante utilizado obtêm-se diferentes graus de eficácia no que diz respeito à redução do grau de infiltração marginal (Santana *et al.*, 2009).

Pelo fato das resinas compostas serem materiais poliméricos, é importante saber que o sucesso clínico desse tipo de restauração adesiva está intimamente relacionado ao grau de conversão (Gonçalves *et al.*, 2008; Lopes *et al.*, 2009), que consiste no processo de conversão de monômero em polímero. Um alto grau de polimerização é necessário para o sucesso da influenciando de maneira significativa as propriedades físicas e mecânicas dos materiais resinosos (Cekic-Nagas & Ergun, 2010). O grau de conversão é determinado pela proporção de carbonos remanescentes em cadeia alifática C=C em amostras de ligações-dupla polimerizadas em relação ao número total de ligações C=C. As resinas compostas polimerizadas com base nos monômeros com elevado peso molecular, como Bis-GMA, ou UEDMA, exibem número considerável de dupla-ligações remanescentes. Em geral, o compósito dental fotoativado alcança um grau de conversão variando entre 43 e 75%, basicamente, dependendo de sua composição, intensidade da radiação e tempo de exposição (Moraes *et al.*, 2008).

Existem diversas técnicas para determinar o grau de conversão, tais como a Eletroscopia de infravermelho Transformada de Fourier, Espectroscopia Raman, EPR (ressonância de elétron paramagnética), NMR (ressonância nuclear magnética), DSC (calorimetria diferencial exploratória) e DTA (análise térmica diferencial). A Espectroscopia Infravermelha com Transformada de Fourier utiliza um dispositivo de reflectância total atenuada de um composto horizontal de cristal de ZnSe, com um espelho fazendo um ângulo de 45°, e é a técnica mais escolhida (Brandt *et al.*, 2011). O estudo do grau de conversão nos compósitos dentais pela técnica FTIR fornece um melhor entendimento sobre esses materiais, o que resultará em melhor qualidade e durabilidade das restaurações dentais (Moraes *et al.*, 2008).

Uma limitação na utilização de selantes de superfície refere-se ao fato de que estes apresentam menores propriedades físicas, sendo mais sujeitos ao desgaste. Uma maneira de contornar essas dificuldades é através de alteração na composição dos selantes de superfície objetivando a melhora das propriedades do material.

O monômero 1,12- dimetacrilato dodecanodiol (DDDMA) tem uma cadeia hidrofóbica, que aumenta a sua mobilidade molecular. Ele é comumente utilizado em biomateriais e aplicações dentárias, bem como materiais de revestimento, compósitos e selantes. O DDDMA fornece uma polimerização rápida, flexibilidade e características de superfície melhorada para sua matriz de polímero -perfil técnico do Material –(Esstech Incorporation. 2012).

Tendo em vista a possibilidade da adição de monômero hidrofóbico DDDMA melhorar as propriedades do selante de superfície, o objetivo deste estudo foi avaliar o efeito do acréscimo em diferentes concentrações deste monômero no grau de conversão de selantes de experimentais.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Stansbury & Dickens (2001), fizeram um estudo que determinou a validade e a praticidade das técnicas espectroscópicas do infravermelho próximo (NIR) para a medição de conversão em resinas dentais. As medidas de conversão por NIR e mid-IR foram comparadas utilizando duas técnicas: (1) A conversão de amostras de 3 mm de espessura de resina fotopolimerizável Bis-GMA/TEGDMA foi determinada pela transmissão NIR. As amostras foram, então, novamente analisadas pela técnica de IR. (2) Como verificação adicional, películas finas de resina foram fotoativadas e analisadas pelo mid-IR. Várias películas finas foram, em seguida, comprimidas numa pastilha espessa para ser examinada por NIR. Os valores de conversão obtidos pelas técnicas NIR e mid-IR não diferiram significativamente. Uma correção para mudar a espessura do espécime devido a contração da polimerização foi aplicada às medições de conversão de NIR, um pico do padrão interno de referência não foi empregado. A sensibilidade da técnica NIR foi superior do que as baseadas na técnica de mid-IR.

Lima *et al.*, em 2008, realizaram um estudo *in vitro* que avaliou a efetividade do selante de superfície Biscover® no selamento marginal de restaurações classe V em resina composta. Para tal estudo, utilizou-se 36 incisivos hígidos de bovinos, após ter feito limpeza e armazenamento dos dentes por um período de 24 horas. Em seguida, foram preparadas cavidades Classe V em todos os dentes, com ângulo cavo-superficial localizado em dentina. As dimensões do preparo foram de aproximadamente de 4mm no sentido mesio-distal por 2mm no sentido cervico-incisal e 2mm de profundidade, padronizadas com o auxílio de um paquímetro. Em seguida, as cavidades foram condicionadas com ácido fosfórico a 37%, durante 15 segundos, lavadas por 30 segundos com jatos de água/ar e secadas com bolinha de algodão. O sistema adesivo Adper Single Bond 2 (3M ESPE) foi aplicado de acordo com as instruções do fabricante. Foi inserida resina composta, em dois incrementos de forma oblíqua, sendo cada um fotoativado por 20 segundos. As amostras foram armazenadas em água destilada a 37°C durante sete dias. Após esse intervalo, o acabamento e o polimento foram feitos. Os dentes foram distribuídos de forma aleatória em dois grupos, com 18 dentes em cada um. No

grupo A (controle), não foi aplicado selante de superfície. Já no grupo B (teste), realizou-se o condicionamento com ácido fosfórico a 37% durante 15 segundos, na superfície das restaurações atingindo 1mm além das suas margens, seguido de lavagem e secagem. Em seguida, o selante de superfície Biscover® foi aplicado nas restaurações e fotoativado durante 20 segundos. A superfície externa dos espécimes de ambos os grupos foi impermeabilizada com esmalte para unhas na cor vermelha (Risqué-Niasi S.A.), e os ápices radiculares foram vedados com adesivo epóxico (Araldite®). Logo depois, foram imersos em solução de azul de metileno a 2% durante 24 horas, lavados em água corrente por dez minutos. O esmalte para unhas foi removido e os espécimes seccionados no sentido vestibulo-lingual com disco diamantado dupla-face (KG Sorensen), formando duas superfícies que foram examinadas em microscópio de luz (M900 D.F. Vasconcelos) com 40 vezes de aumento, sendo considerados os espécimes que apresentaram maior grau de infiltração pelo corante. Os fragmentos foram analisados quanto ao grau de infiltração marginal por dois examinadores, em consenso, tendo definido previamente um padrão de escore de 0 a 4. Foi concluído que a utilização de um selante de superfície em cavidades Classe V com margens em dentina não proporciona uma diminuição no grau de infiltração marginal das restaurações de resina composta.

Santana *et al.*, em 2009, também fizeram um estudo com o objetivo de avaliar a microinfiltração em restaurações de resina composta Classe V, porém, neste estudo utilizou-se um sistema adesivo (Xeno III [Dentsply, Konstanz, Alemanha]), um vedante para dentina exposta (Seal & Protect [Dentsply]), e dois selantes de superfície (Fortify [Bisco, Lombard, IL, EUA], OptiGuard [Kerr, Orange, Califórnia, EUA]). Cinquenta cavidades com margens em esmalte foram preparadas em coroas de dentes bovinos e restauradas com um sistema adesivo (Prime e Bond NT / Dentsply) e resina composta (Esthet X / Dentsply). Eles foram separados em quatro grupos, para a aplicação do selante de superfície, e um grupo controle (sem impermeabilização da superfície). Foram realizados seiscentos ciclos térmicos com temperaturas pré-estabelecidas. Os dentes foram impermeabilizados, deixando uma janela de 3 mm em torno da restauração e imersos em solução de 50% de nitrato de prata durante 8 horas. A coroa foi seccionada longitudinalmente e os cortes foram

analisados por três avaliadores, utilizando uma lupa estereoscópica com ampliação de 10 vezes, que atribuíram escores representativos, chegando a um acordo através do teste Kappa. Por meio do teste de Kruskal-Wallis e Dunn, foi concluído que houve diferença significativa entre os grupos controle e Seal & Protect. O grupo Seal & Protect apresentou o menor grau de infiltração, seguido pelo OptiGuard e grupos Xenon III. O mais alto score foi obtido no grupo controle. Resultados demonstraram que os materiais selantes avaliados apresentaram diferentes taxas de eficácia e Seal & Protect foi o mais eficiente na diminuição do grau de microinfiltração marginal.

Cilli *et al.*, no mesmo ano (2009), avaliou a influência de dois selantes de superfície (BisCover Bond / Simplex) e três técnicas de aplicação (não selada / convencional / co-polimerização) sobre a rugosidade de dois compósitos (Filtek Z250/Z350) após o teste de escovação. Setenta e dois espécimes retangulares foram distribuídos em 12 grupos (n = 6). Cada amostra foi submetida a três leituras aleatórias de rugosidade, sendo: no início, depois de 100.000 (intermediário), e 200.000 (final) golpes de escovação. A rugosidade (R) em cada fase foi obtida pela média aritmética da leitura de cada espécime. Foi examinada qualitativamente a remoção selante através do microscópio óptico e classificada em escores de 0 a 3. Os dados foram analisados estatisticamente. Os resultados dos estudos demonstraram que em qualquer fase escovação, compósitos selados apresentaram desempenho superior quando comparados com os compósitos não selados.

Catelan *et al.*, em 2011, fez um estudo sobre a estabilidade de cor de resina composta em materiais restauradores selados após envelhecimento artificial ultravioleta e imersão em soluções de coloração. Foi avaliada a influência do selante de superfície (BisCover) sobre a estabilidade de cor de resinas compostas nanoparticuladas (Supreme XT) e microhíbridas (Vit-I-escence e Opallis) após envelhecimento artificial. Cem espécimes em forma de disco foram preparados para cada resina composta, em um total de 300 amostras. Após um período de 24 horas, todas as amostras foram polidas e selante foi aplicado em 50 amostras de cada material. A cor de base foi medida de acordo com o CIE L * a * b * do sistema utilizando um espectrofotômetro de reflexão. Dez espécimes de cada grupo foram

envelhecidos durante 252 horas em radiação ultravioleta (UV) da câmara de envelhecimento acelerado ou imerso durante 4 semanas em coca-cola, suco de laranja, soluções de vinho tinto de coloração ou água destilada como controle. A diferença de cor (AE) após o envelhecimento foi calculada com base na cor da linha de base e após o envelhecimento. Os dados foram analisados com duas vias ANOVA e teste de Fisher ($\alpha = 0,05$). Os resultados mostraram alterações significativas na cor após envelhecimento artificial em todos os grupos ($P < 0,05$). Todas as resinas compostas apresentaram alguma alteração de cor após os métodos de envelhecimento. O selante de superfície não alterou a estabilidade da cor dos materiais testados.

Valentini *et al.*, em 2011, investigou o efeito da aplicação de selante de superfície sobre a estabilidade de cor de resina composta. Quarenta incisivos bovinos foram utilizados no estudo em questão. Foram preparadas cavidades Classe V na face vestibular, com margens incisais em esmalte, margens cervicais em dentina e restauradas com resina composta (Opallis, FGM). Os dentes foram divididos em 4 grupos ($n = 10$). O selante (Fill Glaze; Vigodent) foi aplicado sobre as restaurações de 2 grupos. Medições de cor da linha de base com base em CIEL * a * b * foram realizadas usando um espectrofotômetro. Metade do número de amostras foi imersa em água destilada, e a outra metade foi imersa em café 4 horas/dia. Medições de cor foram repetidas depois de 1 hora, 24 horas, 7 dias e 3 meses. Para as estatísticas, utilizou-se ANOVA e teste de Tukey ($\alpha = 0,05$). Como resultado, o grupo sem selante imerso em água, não teve diferenças significativas entre os períodos estudados ($p \geq 0,138$), embora a cor fosse diferente em comparação com os valores basais ($p < 0,001$). Para o grupo com aplicação de selante, os períodos de 1 hora e 3 meses apresentaram resultados semelhantes ($p \geq 0,924$). Nos grupos nos quais não foram aplicados selantes, porém foram imersos no café, houve diferenças significativas entre a linha de base e os períodos de 1 hora e 24 horas ($p \geq 0,499$), porém, a cor mudou significativamente depois ($p \leq 0,003$). Já no grupo com selante, foram detectadas diferenças significativas para todos os períodos comparados uns com os outros ($p < 0,001$). Comparando os grupos com e sem selante, imersos em água, encontrou-se uma diferença significativa pela cor de linha de base: o grupo com selante mostrou menor valor. Isto indica que o uso de um vedante pode mudar

a cor da restauração, sendo esse um possível efeito colateral da aplicação do selante. Além disso, concluiu-se também que aplicação de selante aumenta, de forma significativa, na coloração das restaurações expostas ao café.

Brandt *et al.* (2011), em seu estudo teve como objetivo avaliar o grau de conversão (DC), a taxa de polimerização (R(p) (max)), a dureza (KHN) e resistência de união entre dente/restauração de compósitos contendo foto-iniciadores diferentes ativados por fontes de luz distintas (LCUs). Para tal estudo, foi utilizada uma mistura de BisGMA, UDMA, TEGDMA e BisEMA juntamente com os seguintes foto-iniciadores: canforoquinona (CQ), fenil-propanodiona (PPD) ou a associação de (CQ / PPD) e 65% em peso de partículas de carga silanizadas. As LCUs incluíram uma lâmpada de halogéneo XL 2500 e dois LEDs: UltraBlueIS e UltraLume5. Os perfis de conversão durante a fotopolimerização foram investigadas utilizando espectroscopia no infravermelho médio (mid-IR). A resistência de união foi avaliada usando push-out teste em 90 dentes com cavidades preparadas. Previamente, a dureza Knoop (KH) foi verificada no topo e na base das restaurações. Como resultado, PPD obteve inferior R(p) (max) valores, independentemente da LCU utilizados. É também fornecida uma maior força de ligação que, quando a CQ LCUs LEDs foram utilizados. O grau de conversão depois de 40 segundos de irradiação foi o mesmo para todas as resinas compostas, exceto PPD foto-ativado para XL 2500, que apresentaram valores menores do que DC e CQ CQ / PPD. No topo e na base das restaurações, PPD apresentou os menores valores de KH quando foto-ativado com XL 2500. XL 2500 produziu maiores valores de KH que UltraBlueIS quando usado com foto-iniciadores CQ ou CQ / PPD. Por ter aumentado a resistência de ligação, sem comprometer as propriedades das resinas compostas, quando foto-ativados por um LED, PPD pode ser usado como uma alternativa foto-iniciador.

Borges *et al.*, em 2011, tiveram como objetivo avaliar a profundidade de polimerização de 10 resinas flow fotoativadas por luz azul com diferentes opacidades, influenciadas por tempos de radiação diferentes, utilizando a espectroscopia FTIR. Cinquenta e cinco espécimes (n = 5), com um diâmetro de 5 mm e 1 mm de espessura translúcido (Opallis Flow T), amarelada (Master Flow A2; Opallis Flow A2; Natural Flow A2; Fluroshield Yellowed), e materiais opacos (Master

Flow OA2; Natural Flow O; Opallis Flow OA3.5; Opallis Flow OP; Fluroshield White) foram obtidos em seis tempos de polimerização (10s, 20s, 30s, 40s, 50s, e 60) usando um LED de alta intensidade (Coltolux, Coltène/Whaledent). O grau de conversão foi obtido utilizando o Nexus 470 FTIR Spectrometer (Nicolet Instruments, USA). Os espectros de amostras não polimerizadas e polimerizadas foram analisados usando um cristal ZnSe. As superfícies superior e inferior das amostras polimerizadas foram analisadas para obter a profundidade de polimerização. Com resultado, obteve-se que a maior profundidade de polimerização foi obtida por Natural Flow OA2, enquanto que a menor foi mostrada Master Flow OA2. Também chegou-se a conclusão de que a profundidade de polimerização, influenciada pelo tempo de irradiação, é dependente dos materiais. Utilizando selante opaco Natural Flow OA2 e polimerização de 10 s tempo para Opallis Flow A2 e Fluroshield Yellowed pode representar alternativa abordagens de vedação das fissuras dentárias.

Wegehaupt *et al.*, em 2012, realizou um estudo afim testar selantes para evitar o desgaste erosivo do dente causado por ácidos extrínsecos e intrínsecos sob exposição a longo prazo. 144 amostras de esmalte bovino foram distribuídas aleatoriamente em 12 grupos. As amostras dos grupos 1, 5 e 9 permaneceu não selada (controles positivos), 2, 6 e 10 foram seladas com Silicone Seal Nano Mix e 3, 7 e 11 com Seal & Protect. Grupos de 4, 8 e 12 foram selados com compósito fluido (controles negativos). Grupos 1-4 foram imersos em saliva artificial, 5-8 com ácido clorídrico e os grupos de 9-12 ácido cítrico, durante 28 dias, respectivamente. Após 1, 2, 4, 7, 11, 14, 21 e 28 dias, as soluções foram renovadas e o desgaste do esmalte foi quantificado por atribuição de 32P das soluções. Dentre todas as soluções de imersão, menor perda mineral foi observado para o controle negativo enquanto maior perda foi observado para os controles positivos não selados. Em saliva artificial e ácido cítrico, a perda de amostras vedadas com Seal & Protect não estava significativamente diferente em comparação com os controles negativos, enquanto a perda em grupos fechados com Silício Seal Nano Mix foi significativamente maior. Em ácido clorídrico, a perda de amostras vedadas com Seal & Protect não foi diferente comparada com a de controles negativos até 4 dias. Selante de superfície é capaz de reduzir significativamente a desmineralização do

esmalte provocada por ácido clorídrico e ácido cítrico, mesmo sob longo prazo de exposição.

Esstech Incorporation, em 2012, disponibilizou, o perfil técnico do produto, 1,12 Dodecanediol Dimetacrilato (DDDMA), monômero com peso molecular de 338.488 e cuja fórmula molecular é $C_{20}H_{34}O_4$. Este monômero apresenta uma estrutura hidrofóbica que aumenta a sua mobilidade molecular. Ele é comumente utilizado em biomateriais e aplicações dentárias, bem como materiais de revestimento, compósitos e selantes. DDDMA fornece uma polimerização rápida, maior flexibilidade e características de superfície melhoradas para a matriz de polímero (Esstech Incorporation, 2012) (Figura 1).

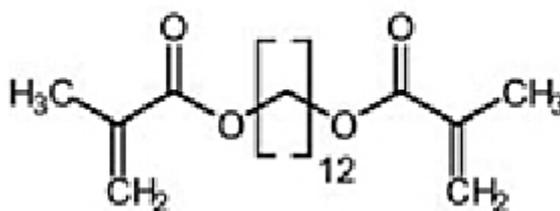


Figura 1: Estrutura molecular do DDDMA
Fonte: Esstech Incorporation, 2012

3 PROPOSIÇÃO

Este estudo teve como objetivo analisar o efeito do monômero hidrofóbico dodecanediol dimetacrilato (DDDMA), adicionado em diferentes porcentagens, no grau de conversão de selantes de superfície experimentais.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Delineamento Experimental

Unidades Experimentais: 60 corpos-de-prova

Fator estudado: - Selante de Superfície em seis níveis:

- Selante Experimental 1
- Selante Experimental 2
- Selante Experimental 3
- Selante Experimental 4
- Selante Experimental 5
- Biscover

Forma de designar o tratamento às unidades experimentais: por processo aleatório.

Variável resposta: Grau de Conversão

4.2 Materiais

Os selantes experimentais e o selante comercial utilizados neste estudo estão descritos na Tabela 1.

Tabela 1- Composição dos selantes experimentais e do selante comercial utilizado no experimento

Selante	Composição
Selante Experimental 1	Etanol, DDDMA (40%), UDMA (40%), CQ, EDAB
Selante Experimental 2	Etanol, DDDMA (50%), UDMA (30%), CQ, EDAB
Selante Experimental 3	Etanol, DDDMA (60%), UDMA (20%), CQ, EDAB
Selante Experimental 4	Etanol, DDDMA (70%), UDMA (10%), CQ, EDAB
Selante Experimental 5	Etanol, DDDMA (80%), CQ, EDAB
Biscover (Bisco Inc., Schaumburg USA)	Etoxi Bis fenol A, Diacrilato, Éster acrilato uretana, Polietilenoglicol Diacrilato

Foram constituídos os grupos experimentais apresentados na Tabela 2.

Tabela 2- Grupos Experimentais

Grupo Experimental	Selante
G1	Selante Experimental 1
G2	Selante Experimental 2
G3	Selante Experimental 3
G4	Selante Experimental 4
G5	Selante Experimental 5
G6	Biscover (Bisco Inc., Schaumburg USA)

4.3 Avaliação do Grau de Conversão

As amostras foram avaliadas na superfície irradiada através de Espectroscopia Infravermelha com Transformada de Fourier (FTIR) para avaliação do grau de conversão. O espectro dos selantes polimerizados e não polimerizados foram obtidos através do Espectrômetro Spectrum100 ATR (PerkinElmer, São Paulo, SP, Brasil), utilizando 16 scans. A resolução do espectro foi de 4 cm^{-1} . As intensidades dos picos de absorvância localizados na banda 1638 cm^{-1} de cada espectro, correspondente à identificação das cadeias alifáticas de carbono (C=C), e da banda 1608 cm^{-1} , correspondente à presença das cadeias aromáticas de carbono. A análise desta última banda serviu como o padrão interno para o cálculo da porcentagem de ligações duplas remanescentes de carbono nos adesivos após sua polimerização (Ferracane & Greener, 1984). Deste modo, o cálculo desta porcentagem foi realizado através da seguinte fórmula (Ferracane & Grenner, 1984):

$$DC (\%) = 100 * [1 - R_{\text{polimerizada}} / R_{\text{não polimerizada}}]$$

onde R é a razão entre a altura do pico da dupla ligação alifática (C=C) a 1640 cm^{-1} e altura do pico da dupla ligação (C=C) do grupo benzeno aromático a 1610 cm^{-1} , cuja intensidade não se modifica durante a polimerização.

Os dados obtidos foram submetidos à análise estatística.

5 RESULTADOS

A Análise de Variância (ANOVA) demonstrou que houve diferenças estatisticamente significativas. Os resultados da ANOVA (Tabela 3) e teste de Tukey (Tabela 4) são apresentados abaixo:

Tabela 3- Análise de Variância

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	5	2939.89967	587.97993	17.5174 *
Resíduo	54	1812.53197	33.56541	
Total	59	4752.43164		

* significativo a nível de 1% de probabilidade ($p < 0.001$)

Tabela 4- Resultados de Grau de Conversão (%)

GRUPO	GRAU DE CONVERSÃO (%)
G1	89.38 a
G2	87.11 a
G3	84.39 ab
G4	85.02 ab
G5	79.10 b
G6	68.2 c

Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pela ANOVA e pelo teste de Tukey ($p < 0.001$)

O maior valor médio de grau de conversão foi obtido por G1, que não diferiu estatisticamente de G2, G3 e G4. O grupo G5 apresentou valores intermediários e diferiu estatisticamente dos grupos G1, G2 e G6. O menor valor foi obtido pelo G6, que diferiu estatisticamente dos demais.

6 DISCUSSÃO

A hipótese testada neste estudo foi de que a adição do monômero dodecanediol dimetacrilato (DDDMA) acarretaria no aumento do grau de conversão de selantes de superfície experimentais. Esta hipótese foi aceita, uma vez que houve aumento do DC dos selantes experimentais quando comparado aos resultados obtidos no selante comercial testado.

O monômero DDDMA apresenta uma estrutura hidrofóbica que aumenta a sua mobilidade molecular, quando comparado ao Bis-GMA, aumentando a velocidade de polimerização e a flexibilidade dos polímeros. Como consequência, a um aumento da reação de polimerização do selante experimental (Esstech Incorporation, 2012) Entretanto, de acordo com os resultados, o maior valor de grau de conversão foi obtido por G1, que não diferiu estatisticamente de G2, G3 e G4. A adição de DDDMA em distintas proporções (DDDMA/UDMA) não diferiu estatisticamente até a proporção de 70/10. No entanto, quando foi utilizada a proporção de 80/0, observou-se diferença estatística significativa para os grupos que utilizaram proporções de 40/40 e 50/30 (G1 e G2), sugerindo que a proporção ideal encontra-se dentro desta faixa. Este fato pode ser explicado pelas características do DDDMA, que apresentando uma polimerização mais rápida, diminuindo assim o tempo disponível para que as reações químicas se estabeleçam, resultando conseqüentemente em menor grau de conversão. Na proporção de 80/0, ou seja, quando apenas o DDDMA foi utilizado, a reação tornou-se bastante rápida, o que pode ter limitado a flexibilidade e mobilidade molecular do DDDMA, uma vez que a vitrificação do polímero ocorreu rapidamente.

O efeito da estrutura de monômero sobre a taxa de conversão de polimerização de ligação dupla tem sido descrito em estudos anteriores (Anseth, 1995; Davidson, 1999, citados por Andrzejewska, 2001). Foi estabelecido que o maior grau de funcionalidade (número maior de ligações duplas por molécula de monômero), levou a taxas de reação de polimerização mais elevadas (devido a maiores concentrações de grupos funcionais), início mais rápido da gelificação e vitrificação e maior densidade de ligações cruzadas. No entanto, as redes mais densas reduzem a extensão da conversão de ligações duplas, deixando uma grande parte delas não reagida (até 50%). O comprimento da cadeia que liga as duas

insaturações nos monômeros também afeta a cinética da reação. Andrzejewska, 2001).

Mediante os resultados deste estudo, o acréscimo de DDDMA melhorou o grau de conversão dos selantes experimentais testados quando comparados ao selante comercial (grupo 6). Torna-se importante, entretanto, testar outras propriedades físicas.

7 CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos neste estudo é possível concluir que:

- A adição de DDDMA teve efeito positivo no grau de conversão dos selantes experimentais que contém UDMA.
- A proporção entre DDDMA/UDMA mostrou-se mais adequada na proporção 40/40.

REFERÊNCIAS¹

1. Alnazzawi A, Watts DC. Simultaneous determination of polymerization shrinkage, exotherm and thermal expansion coefficient for dental resin-composites. *Dental Materials*. 2012; pii: S0109-5641(12)00405-8.
2. Andrzejewska E. Photopolymerization kinetics of multifunctional monomers. *Progress in Polymer Science*. 2001; 26: 605-65.
3. Anseth KS, Newman SM, Bowman CN. Polymeric dental composites: properties and reaction behavior of multimethacrylate dental restorations. *Adv Polymer Science* 1995; 122: 177-217. *Apud* Andrzejewska E. Photopolymerization kinetics of multifunctional monomers. *Progress in Polymer Science*. 2001; 26: 605-65.
4. Borges BC, Bezerra GV, Mesquita JA, Pereira MR, Aguiar FH, Santos AJ. Effect of irradiation times on the polymerization depth of contemporary fissure sealants with different opacities. *Pediatric Dentistry*. 2011; 25(2): 135-42.
5. Brandt WC, Tomaselli LO, Correr-Sobrinho L, Sinhoreti MA. Can phenyl-propanedione influence Knoop hardness, rate of polymerization and bond strength of resin composite restorations? *Journal of Dentistry*. 2011; 39(6): 438-47.
6. Catelan A, Briso AL, Sundfeld RH, Goiato MC, dos Santos PH. Color stability of sealed composite resin restorative materials after ultraviolet artificial aging and immersion in staining solutions. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2011; 105(4): 236-41.
7. Cekik-Nagas I, Ergun G. Effect of different light methods on mechanical and physical properties of resin-cements polymerized through ceramic discs. *Journal of Applied Oral Science*. 2010; 19(4): 403-12.
8. Choudhary P, Tandon S, Ganesh M, Mehra A. Evaluation of the remineralization potential of amorphous calcium phosphate and fluoride containing pit and fissure sealants using scanning electron microscopy. *Indian Journal of Dental Research*. 2012; 23(2): 157-63.

¹ De acordo com a norma da UNICAMP/ FOP, baseadas na norma do International Committee of Medical Journal Editors- Grupo de Vancouver.

9. Cilli R, de Mattos MC, Honorio HM, Rios D, de Araujo PA, Prakki A. The role of surface sealants in the roughness of composites after a simulated toothbrushing test. *Journal of dentistry*. 2009; 37: 970-7.
10. Davidson S. Exploring the science, technology and applications of UV and EB curing. London: SITA Technology Limited, 1999. *Apud* Andrzejewska E. Photopolymerization kinetics of multifunctional monomers. *Progress in Polymer Science*. 2001; 26: 605-65.
11. Esstech Incorporation. Molécula do 1,12 Dodecanediol Dimethacrylate [acesso 2012 Set 10]. Disponível em: <http://catalog.esstechinc.com/viewitems/difunctional-monomers/1-12-dodecanediol-dimethacrylate>
12. Gonçalves L, Filho JD, Guimarães JG, Poskus LT, Silva EM. Solubility, salivary sorption and degree of conversion of dimethacrylate-based polymeric matrixes. *Journal of biomedical materials research. Part B, Applied biomaterials..* 2008; 85(2): 320-5.
13. Ionescu A, Wutscher E, Brambilla E, Schneider-Feyrer S, Giessibl FJ, Hahnel S. Influence of surface properties of resin-based composites on in vitro *Streptococcus mutans* biofilm development. *European Journal of Oral Sciences*. 2012; 120(5): 458-65.
14. Lima MECMA, Oliveira AB, Macêdo DR, Mendonça JS. Influence of surface sealant on the microleakage of class V resin restorations with dentinal margins. *UFES Revista de Odontologia*. 2008; 10(2): 22-6.
15. Lopes LG, Jardim Filho Ada V, de Souza JB, Rabelo D, Franco EB, de Freitas GC. Influence of pulse-delay curing on sorption and solubility of a composite resin. *Journal of Applied Oral Science*. 2009; 17(1): 27-31.
16. Moraes LG, Rocha RS, Menegazzo LM, de Araújo EB, Yukimito K, Moraes JC *et al.* Infrared Spectroscopy: A tool for determination of the degree of conversion in dental composites. *Journal of Applied Oral Science*. 2008;16(2): 145-9
17. Santana SVS, Bombana AC, Flório FM, Basting RT. Effect of surface sealants on marginal microleakage in class V resin composite restorations. *Journal of esthetic and restorative dentistry*. 2009; 21: 397-406. DOI 10.1111/j.1708-8240.2009.00297.x

18. Stansbury JW, Dickens SH. Determination of double bond conversion in dental resins by near infrared spectroscopy. *Dental Materials*. 2001; 17: 71-9.
19. Valentini F, Oliveira SG, Guimarães GZ, Barbosa RP, Moraes RR. Effect of surface sealant on the color stability of composite resin restorations. *Brazilian Dental Journal*. 2011; 22(5): 365-8.
20. Wegehaupt FJ, Taubock TT, Attin T. Influence of prophylaxis paste treatment on the abrasive wear of surface sealants. *Acta Odontologica Scandinavica*. 2012. doi:10.3109/00016357.2012.715201