



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA



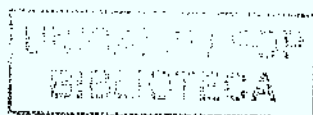
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA

Monografia de Final de Curso

Aluno(a): Rodrigo Takamura Otaga

Orientador(a): Prof.^a Dr.^a Giselle Maria Marchi Baron

Ano de Conclusão do Curso: 2009



760-41
12-2-09



Rodrigo Takamura Otaga

Efeito da atenuação da luz na resistência de união e grau de conversão de sistemas adesivos

Monografia apresentada ao
Curso de Odontologia da Faculdade de
Odontologia de Piracicaba – UNICAMP,
para obtenção do diploma de Cirurgião-
Dentista.

Orientador(a) .: Prof. Giselle Maria Marchi.

Piracicaba
2009

Unidade - FOP/UNICAMP

TCC / UNICAMP

Ot1e Ed.

Vol. Ex.

Tombo 4968

C ☐ D ☒

Proc. 16P-134/10

Preço R\$ 11,00

Data 13/08/10

Registro 772085

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA**
Bibliotecária: Marilene Girello – CRB-8ª. / 6159

Ot1e Otaga, Rodrigo Takamura.
Efeito da atenuação da luz na resistência de união e grau
de conversão de sistemas adesivos. / Rodrigo Takamura
Otaga. -- Piracicaba, SP: [s.n.], 2009.
45f. : il.

Orientador: Giselle Maria Marchi Baron.
Monografia (Graduação) – Universidade Estadual de
Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba.

1. Cisalhamento. 2. Cinética. I. Baron, Giselle Maria
Marchi. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade
de Odontologia de Piracicaba. III. Título.

(mg/fop)



1290004968

TCC/UNICAMP
Ot1e
FOP

Rodrigo Takamura Otaga

Monografia apresentada ao Curso de Odontologia da Faculdade de
Odontologia de Piracicaba – UNICAMP, para obtenção do diploma de
Cirurgião-Dentista.

Orientador(a) .: Prof. Giselle Maria Marchi.

Piracicaba
2009

AGRADECIMENTOS

Aos professores que me mostraram a beleza deste curso e incentivaram a me dedicar a este trabalho.

A todos os funcionários da faculdade que contribuem para seu bom funcionamento

Aos amigos que conheci nesta faculdade pelos momentos de distração e amparo.

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

À professora Giselle Maria Marchi pelo cuidado e atenção com que se dispôs a me orientar neste trabalho e em minha formação.

Aos meus pais Carlos e Regina cujo amor me manteve abalizado em todos os momentos de dificuldade, pelo esforço imensurável para me ajudar em mais uma etapa da minha vida.

Ao meu irmão Renato, companheiro de todas as horas.

À Luciana Amoroso Campoy, pois este curso não seria completo sem sua companhia, seu carinho e imprescindível apoio.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS E ILUSTRAÇÕES.....	2
RESUMO.....	4
ABSTRACT.....	6
INTRODUÇÃO.....	8
PROPOSIÇÃO.....	11
REVISÃO DE LITERATURA.....	13
MATERIAL E MÉTODO.....	21
RESULTADOS.....	29
DISCUSSÃO.....	33
CONCLUSÕES.....	
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	38

-LISTA DE TABELAS E **ILUSTRAÇÕES**

Lista de tabelas e ilustrações

pág.

Tabela 1: Média (desvio padrão) de resistência à microtração (MPa).....	29
Figura 1: Figura 1.Dente hígido.....	24
Figura 2.regularização de superfície da face mesial.....	25
Figura 3.regularização da superfície da face distal.....	25
Figura 4. realização do preparo classe II na face distal.....	25
Figura 5. realização do preparo classe II na face mesial.....	26
Figura 6.preparo classe II com 6 mm de profundidade.....	26
Figura 7.colocação do primeiro incremento de resina composta.....	27
Figura 8.broca utilizada para realizar os preparos(# 1093FF KG Sorensen).27	
Figura 9. Cinética de conversão do Clearfil SE Bond após30	
60 segundos de luz de ativação.	
Figura 10 - Cinética de conversão de Single Bond 2 Plus em 60 segundos...31	

-RESUMO

Resumo

Objetivo: Este estudo avaliou o efeito da atenuação da luz na resistência de união à parede gengival de preparos Classe II e grau de conversão (GC) de dois sistemas adesivos.

Métodos: Para a avaliação da resistência de adesão, 36 molares humanos foram distribuídos em 6 grupos ($n = 6$), de acordo com o sistema adesivo (Single Bond Plus / SB e Clearfil SE Bond / SE) e profundidade da cavidade (2 mm, 4 mm e 6 mm). Nos dentes foram preparados cavidades do tipo slot vertical em ambas as superfícies proximais, com margens localizadas em dentina. Após a aplicação do sistema adesivo, as cavidades foram preenchidas pela técnica incremental com resina composta. Após 24h, os dentes foram seccionados, resultando em duas fatias por preparo proximal. A interface adesiva na parede gengival foi cortada em forma de ampulheta ($1,0 \text{ mm}^2$); As fatias foram testadas sob tensão e valores em MPa foram analisados (2-way ANOVA / Tukey, $\alpha = 5\%$). O GC foi monitorado durante 60 segundos de exposição à luz (ativação em 2mm, 4mm e 6 distâncias mm) com um espectrômetro transformado infravermelho de Fourier equipado com um dispositivo de refletância total atenuada.

Resultado: As resistências de adesão foram significativamente diferentes entre profundidades ($p = 0,01$). Independentemente do sistema adesivo, a força de adesão referente aos preparos com 2 mm e 4 mm de profundidade, obtiveram resultados semelhantes, que foram significativamente menor que a apresentada pela adesão referente aos preparos com 6mm de profundidade. Clearfil SE Bond apresentou uma conversão mais rápida durante os primeiros 10 segundos de luz de ativação. Para ambos os sistemas adesivos, a 6 mm de distância para a ponta do dispositivo fotopolimerizador resultou em maior GC.

Conclusão: Enquanto a irradiância suficiente é fornecida, a dispersão da luz não prejudica a ligação à parede gengival dos preparos Classe II.

Significância clínica: Apesar de atenuação da luz fotoativadora que ocorre em cavidades profundas, este efeito pode ser compensado por uma irradiação adequada e aumentando o tempo de exposição à luz fotoativadora.

-ABSTRACT

Abstract

Purpose: This study evaluated the effect of light attenuation on the bond strength to the gingival wall of Class II preparations and degree of conversion (DC) of two adhesive systems.

Methods: For the bond strength evaluation, 36 human molars were distributed into 6 groups (n=6), according to the adhesive system (Single Bond Plus/SB and Clearfil SE Bond/SE) and cavity depth (2 mm, 4 mm and 6 mm). Teeth received vertical slot preparations on both proximal surfaces, with margins located in dentin. Following adhesive system application, cavities were incrementally filled with composite resin. After 24h, teeth were sectioned, resulting in 2 slices per proximal preparation. The adhesive interface at the gingival wall was trimmed in an hour-glass shape (1.0 mm²); slices were tested under tension and MPa values were analyzed (2-way ANOVA / Tukey, $\alpha=5\%$). The DC was monitored during 60 seconds of light-activation (at 2-mm, 4-mm and 6-mm distances) with a Fourier transform infrared spectrometer equipped with an attenuated total reflectance device.

Results: Bond strengths were significantly different among cavity depths ($p=0.01$). Regardless of the adhesive system, 2-mm and 4-mm depths resulted in similar means, which were significantly lower than that presented by the 6-mm depth. Clearfil SE Bond presented a faster conversion during the first 10 seconds of light-activation. For both adhesive systems, the 6-mm distance to the tip of curing device resulted in greater DC.

Conclusion: As long as a sufficient irradiance is provided, light scattering do not impair bonding to the gingival wall of Class II preparations.

Clinical significance: Although light attenuation of the curing unit occurs on deep cavities, this effect might be compensated by an adequate irradiance and by increasing curing times.

-INTRODUÇÃO

Introdução

Apesar das grandes diferenças em sua composição e técnica de aplicação, os sistemas adesivos atuais são classificados de acordo com a sua interação com a smear layer (Breschi, 2008). No sistema adesivo convencional ou com condicionamento ácido, usa-se o ácido fosfórico (30-40%) para remover seletivamente o conteúdo mineral da superfície do esmalte e da dentina, além de remover totalmente a camada de smear layer. A camada sem smear layer e desmineralizada da superfície é mais infiltrada por monômeros adesivos. Por outro lado, o sistema autocondicionante age através da desmineralização de tecidos duros simultaneamente à infiltração do primer, assim, mantém-se a camada de smear layer como substrato para a ligação (Breschi, 2008; Tay, 2000).

O desempenho clínico de materiais restauradores adesivos melhorou significativamente desde a sua introdução. No entanto, as falhas no início da margem gengival dos preparos Classe II continuaram a ser um achado clínico freqüente (Van Meerbeek, 1998). A progressiva degradação da interface adesiva pode ser causada por estresses da contração de polimerização compósitos, ou por alterações dimensionais gerados por alterações térmicas (Van Meerbeek, 1998; Cavalcanti, 2008; Ye Q, 2007). Além disso, falhas marginais podem estar relacionadas à variabilidade do substrato dentinário na parede gengival, ou à polimerização abaixo da faixa ótima em cavidades profundas. (Breschi, 2008; Cadernaro, 2005; Ye Q, 2007; Xu X, 2006, Purk, 2004).

Em uma situação clínica, uma cavidade profunda vai constituir numa grande limitação para a penetração da luz na parede gengival. (Nomoto, 2006) A atenuação da luz provocada pela distância entre a ponta do fotopolimerizador e o assoalho da cavidade pode comprometer a conversão de monômero adequado, afetando tanto resinas compostas quanto sistemas adesivos (Tsai, 2004).

Camadas mal polimerizadas do adesivo podem apresentar propriedades físicas inferiores e podem ser mais propensos à descoloração e degradação. (Nomoto, 2006; Breschi, 2007) Como a parede gengival de restaurações de Classe II pode estar à distância de 8 mm da ponta do aparelho fotopolimerizador, a atenuação da luz é comumente associado a falhas precoces na interface adesiva nesta parede. Por este motivo, a finalidade do objetivo do presente estudo foi avaliar a influência da atenuação da luz resultante da profundidade da cavidade (2 mm, 4 mm e 6 mm) sobre a resistência de união à parede gengival e na cinética de polimerização de dois sistemas adesivos. A hipótese experimental foi que as cavidades mais profundas, apresentaram menor resistência à microtração e grau de conversão.

-PROPOSIÇÃO

UNICAMP / FOP
BIBLIOTECA

Proposição

O objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito da atenuação da luz na resistência de união e grau de conversão de sistemas adesivos de restaurações em cavidades com preparo classe II.

-REVISÃO DE LITERATURA

Em 1998, Sakaguchi RL et al., realizou um estudo que afirmava que uma reduzida densidade de energia da luz diminui a contração pós-gel, mantendo grau de conversão em compósitos.

O objetivo do estudo foi avaliar a relação entre a intensidade de luz do fotopolimerizador, contração linear de polimerização pós-gel, e grau de conversão de um compósito odontológico.

A aplicação de luz a inferior à intensidade máxima da luz do fotopolimerizador resultou em redução significativa da tensão da contração de polimerização sem afetar significativamente o grau de conversão.

Num estudo de Van Meerbeek B et al.,1998; comenta-se sobre a efetividade dos sistemas adesivos odontológicos, os métodos tradicionais de restauração dental através de retenções mecânicas estavam sendo amplamente substituídas por sistemas adesivos, porém estes parecem não ser capazes de selar uma cavidade hermeticamente com margens livres de descoloração ao longo do tempo.

Estudou-se a influência da acidez dos primers autocondicionantes e a espessura da camada de smear layer em dentina intacta (Tay FR et AL., J Adhes Dent 2000). Utilizou-se dentina tratada com All Bond 2 com a técnica “no-etch” (sem condicionamento) como grupo controle, no final da pesquisa, observou-se que os primers auto-condicionantes criaram finas camadas híbridas que incorporam a smear layer. Porém não foi confirmado se uma espessa camada híbrida em dentina intacta interfere na difusão dos primers autocondicionantes.

A parede de dentina possui diferentes conformações superficiais que podem variar segundo a profundidade e localização da cavidade, isto deve-se à configuração dos túbulos dentinários divergentes em relação à polpa dental. Em 2004, Sattabanasuk V. et al., realizaram um estudo do adesivo de resina nas diferentes características de superfícies dentinárias. As amostras de dentes (pré-molares superiores humanos) foram divididos em grupos de acordo com 3 características: localização da dentina (cervical ou oclusal), Profundidade da dentina (superficial ou profunda) e orientação dos túbulos dentinários (perpendicular ou paralelo), estes estudos mostraram que as forças de cisalhamento podem ser afetadas pela profundidade da dentina, orientação dos túbulos e do adesivo utilizado, mas não significativamente pela localização da dentina.

Em 2004 Tsai PC et al., realizou um estudo que avaliou a profundidade de polimerização e microdureza superficial de resinas compostas polimerizadas com LED azul. Comparou a efetividade dos fotopolimerizadores com lâmpadas halógenas convencionais, de alta intensidade e LED. Constatou-se que a microdureza superficial da resina não foi significativamente diferente entre o LED e luzes fotopolimerizadores convencionais, porém, abaixo da superfície, a dureza diminui mais acentuadamente para as luzes LED, especialmente em profundidades superiores a 3 mm. Este fato pode ressaltar a importância da inserção da resina composta em pequenos incrementos nos preparos.

Ainda em 2004, Purk JH et al., realizou um estudo referente à resistência à microtração de paredes axiais e gengivais de preparos classe II para resina composta em condições in vivo e in vitro.

Provavelmente devido à profundidade da parede gengival em relação à axial, esta apresentou melhor resistência à microtração e os resultados comparativos entre os grupos in vivo e in vitro indicaram melhores resultados para o segundo, ou seja, estudos feitos in vitro superestimam a capacidade destes produtos na aplicação clínica.

Quanto à permeabilidade dos adesivos dentais Cadernaro M et al.,2005; realizou um estudo com um adesivo de cada classe (quanto ao número de passos),os adesivos foram submetidos à diferentes tempos de polimerização e submetidos a testes de permeabilidade. Concluiu-se que os adesivos mais simplificados obtiveram menor grau de polimerização ou até polimerização incompleta mesmo após 60 segundos de fotoativação. Observou-se também que o grau de polimerização é inversamente proporcional à permeabilidade. A partir destes resultados podemos presumir que a redução de infiltrações marginais pode ser atingida utilizando tempo de fotoativação maiores que os recomendados pelo fabricante.

Em 2006, Ogliari FA et al., realizou um estudo utilizando o 2,3-Etiopropil metacrilato como monômero funcional em adesivos dentais. Observou-se os adesivos com este monômero (2,3-Etiopropil metacrilato (ETMA)), obtiveram melhores resultados na resistência à microtração em relação ao adesivo não ETMA. Verificou-se ainda que o grau de conversão de resinas experimentais e controle não foi significativamente diferente, ou seja, conseguiu-se uma maior resistência de união sem prejudicar outras propriedades investigadas.

Uma pesquisa sobre a resistência do adesivo ao cisalhamento foi realizada em 2006 por Xu X et al. Em preparos classe II, a ponta do fotoativador geralmente fica entre 2 a 8 mm de distância da parede gengival não polimerizando adequadamente a região com adesivo com os típicos 10 segundos de exposição. O teste foi realizado com fotopolimerizador de luz halógena. Foram separados grupos de dentes de acordo com a distância do fotoativador e o tempo de exposição à radiação. O adesivo foi manipulado segundo as especificações dos fabricantes (20s de exposição para Single Bond (3M ESPE, St. Paul, MN, USA) e comparados com outros grupos com tempo de exposição maiores (40 e 60 segundos) do que a recomendada pelos fabricantes.

Foi concluído que o aumento do tempo de exposição à radiação pode compensar a diminuição da força de adesão causada com o aumento da distância da parede gengival em relação à ponta do fotoativador. Clinicamente poderíamos aumentar o tempo de exposição de 20 para 40 ou 60 segundos para assegurar uma polimerização adequada.

Ainda em 2006, outro estudo relacionado à exposição à radiação foi realizada, desta vez por Nomoto R. et al., 2006. O objetivo foi determinar o tempo de exposição para uma adequada conversão dos monômeros da resina composta, além de relacionar o grau de conversão dos monômeros com a intensidade da luz do fotoativador LED. O grau de conversão (GC) foi calculado a partir das mudanças na quantidade de ligações C = C (carbono-carbono duplas) no espectro infravermelho. Observou-se que a energia mínima de luz necessária para produzir um GC saturado foi de aproximadamente 1000 s mW/cm².

Em 2007, Breschi L. et al., realizou um estudo com intuito de analisar a cinética de polimerização de filmes adesivos diferentes em relação à sua permeabilidade após a exposição a diferentes dos fotopolimerizadores LED.

Um adesivo de cada classe foi analisado: Um convencional de três passos, um de dois passos condicione-e-lave, um de dois passos autocondicionantes e o adesivo autocondicionante de passo único polimerizados por 20 40 e 60 segundos. A permeabilidade dos filmes adesivos foi avaliada em superfícies planas de dentina de dentes humanos extraídos ligados a um dispositivo de permeabilidade e analisados estatisticamente. Observou-se uma relação inversa entre tempo de fotoativação e grau de permeabilidade. Como outros estudos anteriormente citados firmam, recomenda-se aumentar o tempo de exposição que os fabricantes recomendam diminuindo a permeabilidade marginal da restauração.

Em 2007 Ye Q. et al., publicou em estudo sobre a caracterização da fotopolimerização de adesivos dentinários em função da fonte de luz e sua irradiância. Ressalva-se que o LED obteve uma melhor performance em termos de fotopolimerização e grau de conversão para a sexta geração do adesivo comercial Adper Prompt de passo único. Por outro lado a marca comercial de frasco único da quinta geração, Single Bond e One-Up Bond F, teve como principal fator atuante o tempo de exposição, independentemente da intensidade e do tipo de fotopolimerizador.

Outro estudo de grande relevância clínica foi o de Breschi L. et al., 2008; No qual avaliaram o envelhecimento e estabilidade da interface adesiva. Observou-se que os adesivos de passo único obtiveram uma menor eficácia em relação aos de dois passos, condicione-e-lave e autocondicionantes.

Conclui-se que quanto mais simplificada é a aplicação do adesivo, menor torna-se a eficácia deste. Entre os diferentes fenômenos de envelhecimento que ocorrem na dentina no que diz respeito à interface, algumas são consideradas fundamentais em relação à degradação da camada híbrida, particularmente se os adesivos simplificados são utilizados. Por exemplo, a impregnação de resina insuficiente no adesivo, alta permeabilidade da interface de união, polimerização sub-ótima, a separação de fases e ativação de enzimas endógenas collagenolíticas são alguns dos fatores que podem vir a reduzir a longevidade da interface de união. Em vista disso, poder-se-ia superar estes problemas com soluções como: Melhorar técnicas de impregnação de resina; utilizar adesivos convencionais de dois passos com revestimento hidrofóbico; prorrogar o tempo de polimerização do filme adesivo; bem como acrescentar inibidores de proteases como primer adicional para melhorar a estabilidade da camada híbrida inibindo a atividade intrínseca collagenolítica da dentina humana.

Em 2008, Cavalcanti AN, et al., propôs um estudo que avalia a adesão em dentina nas diferentes paredes de um preparo classe II. O estudo foi feito com diferentes sistemas adesivos utilizando o efeito da ciclagem termomecânica.

Single Bond Plus e Clearfil SE Bond apresentaram um comportamento semelhante na maioria das condições experimentais. O Single Bond Plus apresentou resistência de união semelhante nas três paredes da cavidade, independentemente da condição de envelhecimento por outro lado, Clearfil SE Bond apresentou diferenças significativas entre as paredes da cavidade: a parede oclusal apresentou médias superiores em ambas as condições de envelhecimento. Menores resistências nas paredes gengivais não envelhecidas e nas axiais envelhecidas. O efeito das paredes da cavidade foi dependente do sistema adesivo e ciclagem termomecânica. Adper Prompt demonstrou resistência adesiva inferior ao Single Bond Plus ou Clearfil SE Bond na maioria das condições experimentais.

Recentemente Feng L. et al., realizaram um estudo sobre a polimerização insuficiente em condições de alta irradiância em curto período de irradiância. Ele queria avaliar se e por que o fotopolimerizador de arco de plasma (PAC) tende a polimerizar inadequadamente as resinas à base de metacrilato e resinas compostas. A luz do PAC produziu um grau de conversão (GC) inferior ao da luz halógena para a resina modelo com a menor viscosidade e para três dos quatro adesivos. Com uma alta irradiância, a luz do PAC poderia polimerizar três dos quatro compostos amplamente como o seu homólogo de halógeno. Quando a irradiância foi reduzida, no entanto, três compósitos resultaram num GC menor. CONCLUSÕES: A polimerização insuficiente por luzes PAC ou fotoativadores com irradiância muito elevada, é provável que aconteça pelo tempo de exposição muito abreviado. É porque sob maior irradiância, a vida útil dos radicais livres é mais curta.

-MATERIAIS E MÉTODOS

UNICAMP 1504
11/11/04

Materiais e métodos

Resistência de união

O estudo foi realizado após a aprovação do Comitê de Ética da Faculdade de Odontologia de Piracicaba (092/2007). O método utilizado para testar a resistência de união é representado na Figura 1. 36 (trinta e seis) terceiros molares humanos livres de defeitos superficiais foram limpos e regularizados com pedra-pomes e distribuídos aleatoriamente em 6 grupos experimentais, de acordo com a profundidade da cavidade (2 mm, 4 mm e 6 mm) e do sistema adesivo [Single Bond Plus (3M ESPE, St. Paul, MN, E.U.A.) e Clearfil SE Bond (Kuraray Medical Inc, Okayama, Japão)]. Superfícies oclusais foram seccionadas transversalmente para expor a superfície dentinária 6 milímetros acima da junção cimento-esmalte (JCE), utilizando um disco diamantado de baixa velocidade sob refrigeração constante (Isomet 1000, Buehler, Lake Bluff, IL, E.U.A.). As superfícies proximais foram levemente desgastadas com 600-grit SiC (lixa de granulação 600) com refrigeração constante a fim de diminuir a convexidade e para remover o esmalte superficial. Os preparos Classe II slot vertical, com margens localizadas em dentina foram realizados nas faces mesial e distal de cada dente com brocas Carbide (# 245, KG Sorensen, Barueri, SP, Brasil) com uma caneta de alta rotação sob refrigeração constante com água. As brocas foram substituídas a cada cinco preparos para garantir a uniformidade dos preparos cavitários. Os limites de cada preparo foram determinados com um paquímetro digital (Mitutoyo Sul Americana, SP, São Paulo, Brasil), e as dimensões padronizadas da seguinte forma:

- Sentido Mésio-distal: 1,5 mm;
- Sentido Vestíbulo-lingual: 4,0 mm,
- Sentido gengivo-oclusal: 2,0 mm, 4,0 mm e 6,0 mm da junção cimento-esmalte.

A profundidade gengivo-oclusal foi determinado de acordo com o respectivo grupo experimental. Para estabelecer a altura, a superfície oclusal de cada dente foi seccionada com disco de diamante de dupla face.

Previamente aos procedimentos restauradores, cada dente foi seccionado no sentido vestibulo-lingual e as duas metades foram armazenadas em conjunto em água destilada a 37°C. Esta secção foi realizada a fim de individualizar as cavidades mesial e distal, evitando a ativação de luz extra durante os procedimentos restauradores. Os preparos cavitários foram restaurados seguindo uma sequência aleatória e os materiais foram utilizados de acordo com as instruções do fabricante.

Single Bond Plus: As cavidades foram condicionadas com ácido fosfórico a 35% por 15 segundos. Em seguida, foram lavadas por 15 segundos e secas com papel absorvente. Duas camadas consecutivas do sistema adesivo foram aplicadas de forma ativa, um leve jato de ar por 5 segundos e fotoativado por 10 segundos.

Clearfil SE Bond: O SE Primer foi aplicado de forma ativa, deixado em repouso durante 20 segundos, e aplicou-se um leve jato de ar por 5 segundos. Depois disso, SE Bond foi aplicado, outro leve jato de ar seco por 5 segundos e fotoativado por 10 segundos.

Após a aplicação do sistema adesivo, a resina composta (Filtek Z250, 3M ESPE, St. Paul, MN, E.U.A.) foi inserida em incrementos de 2 milímetros, que foram separadamente fotoativados por 20 segundos, mantendo-se a ponta do aparelho fotopolimerizador (Optilux 501, Sybron Kerr, Danbury, CT, E.U.A.) em contato com a superfície oclusal de preparos de cavidade. A saída de luz do fotopolimerizador foi constantemente monitorada com seu radiômetro e foi superior a 660 mW/cm². Os espécimes foram armazenados em água destilada a 37°C por 24 horas. Após este período, nas margens das restaurações foi realizado o acabamento e polimento com discos de óxido de alumínio em ordem decrescente de abrasividade (Sof-Lex Pop-On; 3M ESPE, St. Paul, MN, E.U.A.).

As restaurações foram seccionadas no sentido méso-distal, resultando em duas fatias por restauração, com aproximadamente 1,0 mm de espessura. A interface adesiva de cada fatia foi cortada em formato de ampulheta usando pontas diamantadas de granulação ultra-fina (# 1093FF KG Sorensen, Barueri, SP, Brasil), com uma caneta de alta rotação com refrigeração constante por água. As fatias foram individualmente submetidas a um dispositivo de ensaio de microtração com cola de cianoacrilato (Super Bonder, Henckel Loctite, Itapevi, SP, Brasil) e testado sob tensão em uma máquina universal de ensaios (EMIC DL-500, São José dos Pinhais, SP, Brasil) com uma velocidade de 0,5 mm / min até a falha. Médias e desvios-padrão foram calculados e expressos em MPa. A resistência de união de cada dente foi obtido a partir da média aritmética das suas duas partes. Os dados da resistência de união foram analisados através da ANOVA. (sistema adesivo x profundidade da cavidade) e as comparações múltiplas entre pares foram feitos com o teste de Tukey post-hoc. A análise estatística foi realizada no SAS 9.1 (SAS Institute, Cary, NC, E.U.A.) com um nível de significância de 5%.

Cinética de conversão

A cinética de conversão dos sistemas adesivos foi avaliada por espectroscopia infravermelha em tempo-real (Prestige21 Shimadzu, Columbia, MD, E.U.A), equipado com um dispositivo de refletância total atenuada. O dispositivo de reflexão é composto de um cristal de ZnSe horizontal, com espelho com um ângulo de 45 °(Pike Technologies, Madison, WI, E.U.A.). Aproximadamente 3µL a partir dos sistemas adesivos (Single Bond Plus e Clearfil SE Bond) foram aplicados sobre o cristal de ZnSe. Então, as camadas de adesivo foram cuidadosamente secas com jato de ar por 10 segundos para volatilizar o solvente.

Um apoio foi acoplado ao espectrômetro, a fim de fixar o fotopolimerizador (Optilux 501, Sybron Kerr, Danbury, CT, E.U.A.) em diferentes distâncias, e simular as diferentes profundidades testadas na avaliação de resistência de união (2 mm, 4 mm e 6 mm). Camadas de adesivos foram fotoativados por 60 segundos, período em que foi possível avaliar a cinética de conversão de monômero em diferentes profundidades.

O software IRSolution (Shimadzu, Columbia, MD, E.U.A.) foi utilizado no monitoramento por escaneamento, usando o Happ-appodization Genzel, a uma distância de 1.750 e 1550 cm⁻¹, a resolução de 8 cm⁻¹, e espelho de velocidade de 2,8 mm / s. Com esta configuração, uma varredura a cada segundo, durante 1 fotoativação foi adquirida. Estas leituras foram realizadas em sala com temperatura controlada de 23 ° C (± 2 ° C) e 60% ($\pm 5\%$) de umidade relativa.



Figura 1.Dente hígido.



Figura 2.regularização de superfície da face mesial.



Figura 3.regularização da superfície da face distal.



Figura 4. realização do preparo classe II na face distal.



Figura 5. realização do preparo classe II na face mesial.



Figura 6. preparo classe II com 6 mm de profundidade.



Figura 7.colocação do primeiro incremento de resina composta.



Figura 8.broca utilizada para realizar os preparos (# 1093FF KG Sorensen).

-RESULTADOS

Resultados:

Resistência de união

A Tabela 1 apresenta a média de resistência adesiva e desvios-padrão. A interação estatística entre as principais variáveis (sistema adesivo cavidade x profundidade) não foi significativa ($p = 0,59$), portanto, ambas as variáveis foram analisadas separadamente. Independentemente da profundidade da cavidade, sistemas adesivos apresentaram médias semelhantes ($p = 0,27$). No entanto, a profundidade da cavidade resultou em importantes pontos aos diferentes ($p = 0,01$). A resistência de união obtidos nas cavidades de 2mm e 4mm de profundidades foram semelhantes e significativamente menor do que a cavidade com 6mm de profundidade.

Tabela 1. Média (desvio padrão) de resistência à microtração (MPa).

Adesivo	Profundidade da cavidade		
	2 mm	4 mm	6 mm
A	8.4 (3.1)	10.8 (3.9)	13.6 (6.0)
A	9.4 (3.1)	10.9 (4.0)	17.8 (8.7)
	B	b	a

As letras iguais não são estatisticamente diferentes (2-way ANOVA / teste de Tukey, $\alpha = 0,05$). Letras maiúsculas comparam sistemas adesivos. Letras minúsculas comparam profundidades cavidade.

Cinética de conversão

Figuras 9 e 10 apresentam a cinética de polimerização dos dois adesivos testados, em 60 segundos de luz de ativação. O grau de conversão do Clearfil SE Bond aumentou mais rapidamente do que o outro adesivo e, após os primeiros 10 segundos, atingiu valores em torno de 53%, 48% e 62%, em 2 mm, 4 mm e 6 distâncias mm, respectivamente. O maior grau de conversão obtido pelo Clearfil SE Bond foi de 74%, após 60 segundos de luz de ativação em uma distância de 6 milímetros. O Single Bond mostrou um ritmo mais lento de conversão do Clearfil SE Bond nos primeiros 10 segundos, variando na ordem de 14%, 21% e 31%, de 2 milímetros, 4mm e 6mm distâncias, respectivamente. No entanto, este sistema adesivo do tipo condicione e lave apresentou maior grau de conversão do Clearfil SE Bond, com 86%, após 50 segundos de ativação da luz.

Figura 9. Cinética de conversão do Clearfil SE Bond após 60 segundos de luz de ativação.

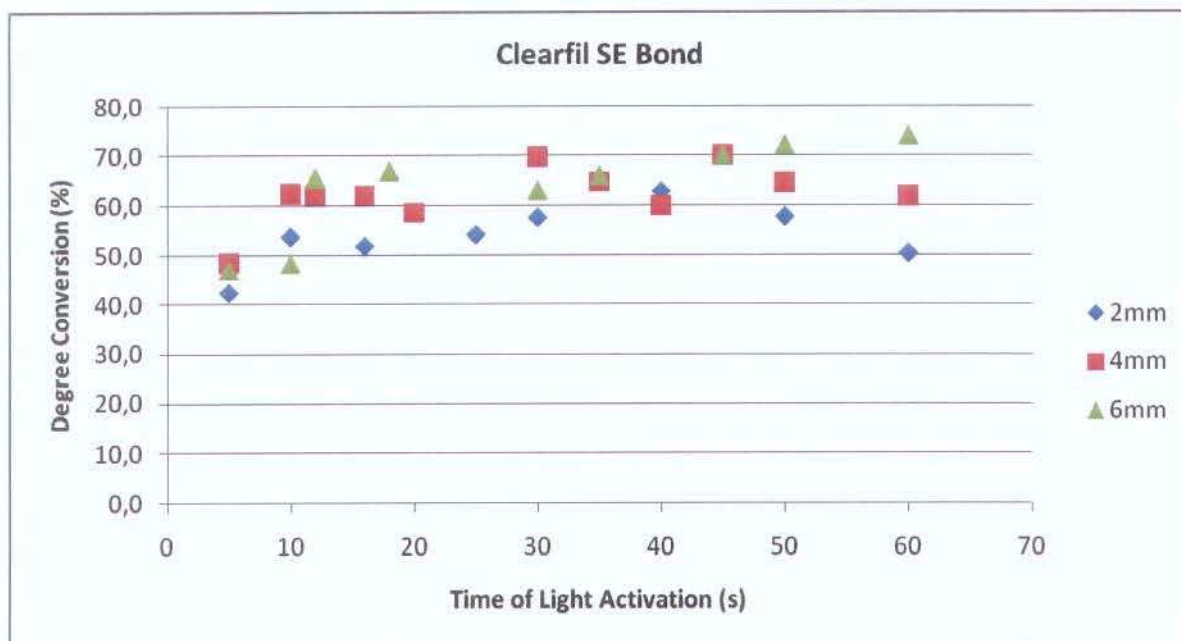
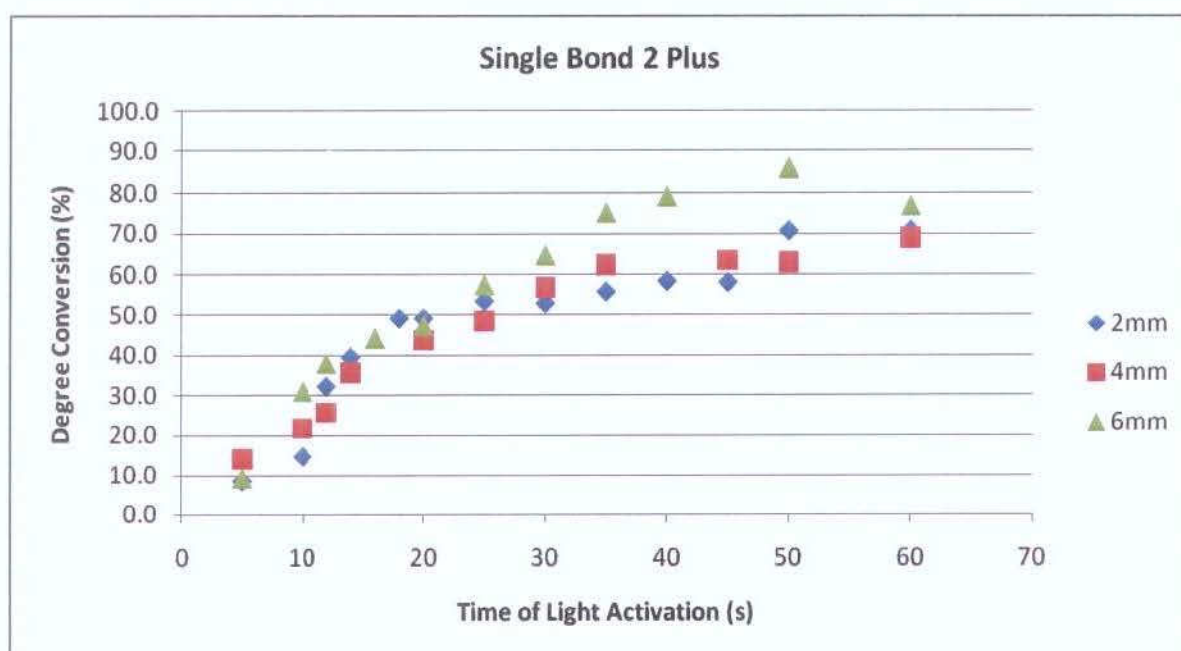


Figura 10 - Cinética de conversão de Single Bond 2 Plus em 60 segundos.



-DISCUSSÃO

Discussão

Falhas prematuras sobre a margem gengival dos preparos Classe II são um achado freqüente, a polimerização incompleta da camada adesiva e a baixa intensidade dos fotopolimerizadores convencionais são consideradas possíveis explicações para estas falhas. Por estas razões, presume-se no presente estudo, que em cavidades mais profundas (6 mm), a dispersão de luz afetaria negativamente o grau de conversão de sistemas adesivos e diminuiria a resistência de união à parede gengival dos preparos proximais. Outro aspecto apontado como uma razão para a fraca adesão dos sistemas adesivos convencionais e sistemas auto-condicionantes na parede gengival de preparos Classe II, é a variabilidade do substrato de dentina da região do preparo e características do dente. Como a parede gengival apresenta túbulos dentinários que correm obliquamente e em paralelo à parede do preparo, há uma maior quantidade de dentina peritubular e uma área menor de dentina intertubular para formar a camada híbrida. A fim de determinar o papel da difusão de luz durante a polimerização, sem a contribuição da variabilidade da dentina, preparos Classe II foram realizados com padronização da parede gengival ao nível da junção cimento-esmalte, e a profundidade da caixa proximal foi estabelecida mais tarde (2 mm, 4 mm ou 6 mm) . Portanto, o substrato da dentina para a adesão foi similar entre todos os grupos experimentais (Cavalcanti, 2008; Feng, 2009).

Os resultados do presente estudo indicaram que a resistência adesiva de ambos os sistemas adesivos têm variado de acordo com a profundidade da cavidade. No entanto, ao contrário do que era esperado, a interface referente à cavidade de 6 mm de profundidade obteve valores de resistência de união significativamente superiores aos demais preparos (de profundidades de 2 mm e 4 mm).

Estes resultados não estão de acordo com os de outro estudo (Xu ,2009), em que os autores descobriram que a resistência ao cisalhamento de uma versão anterior do sistema adesivo simplificado utilizado no presente inquérito (Single Bond) diminui à medida que a distância entre a ponta do fotopolimerizador aumenta. No entanto, a maior força de adesão alcançado em cavidades de 6 mm de profundidade pode estar relacionado à redução da tensão de contração de polimerização devido à aplicação de luz inferior à irradiância máxima (Sakaguchi,1998). Uma polimerização mais lenta resultante da exposição à baixa intensidade de luz permite um relaxamento do estresse da contração rendendo cadeias moleculares mais longas com características de maior assentamento (Sakaguchi, 1998).

Os resultados do grau de conversão têm corroborado com as força de adesão. A dispersão de luz nas cavidades com 6 mm de profundidade não afetaram negativamente o grau de conversão, resultando em valores maiores em comparação com as de 2 mm e 4 mm de distância. Em um estudo recente, os autores têm tentado descobrir as causas de conversão insuficiente em condições de irradiância extremamente alta (Feng, 2009). Afirmou-se que uma alta irradiação do fotopolimerizador é capaz de excitar mais moléculas fotoiniciadoras e produzir mais radicais livres. No entanto, o número de radicais livres gerados sob maior irradiância não dura tanto quanto aqueles com menor intensidade de luz, e devido a este tempo de vida mais curta, cada radical reage com menos duas ligações antes de ser aniquilado. Em uma menor distância da ponta do fotopolimerizador (2 mm ou 4 mm), uma maior intensidade de luz é esperada desde a reflexão atenuando a dispersão da luz incidente (Feng, 2009). Portanto, uma possível explicação para a menor resistência à tração e o grau de conversão observada quando a ponta do fotopolimerizador foi mantido em 2 mm e 4 mm de superfícies adesivas, pode ser devido a uma maior taxa de terminação de radicais livres com uma maior irradiação aplicada. De acordo com estes resultados, pode-se sugerir que, enquanto uma intensidade de luz suficiente é fornecida pelo fotopolimerizador, a profundidades superiores a cavidade não vai enfraquecer a camada adesiva. No entanto, esta questão deve ser profundamente investigada.

Embora ambos os sistemas adesivos apresentem resistência adesiva similares em diferentes condições experimentais, a sua cinética de polimerização foi um pouco diferente. Pode-se observar que o Clearfil SE Bond apresenta uma conversão mais rápida em comparação com Single Bond Plus nos primeiros 10 segundos, período recomendado pela fábrica para a fotoativação. Dentro das várias diferenças entre os dois sistemas, ressalta-se o fato da camada de adesivo do Clearfil SE Bond só conter monômeros hidrófobos e não possuir solvente. Por outro lado, Single Bond Plus é um agente simplificado que apresenta uma mistura de monômeros hidrófobos e hidrófilos e solventes como água e etanol. Em um estudo anterior, Uma análise utilizando a calorimetria diferencial de varredura (CDV), demonstrou que a polimerização de camadas de adesivos é comprometida por adesivos simplificados os quais combinam o agente adesivo com primer. Esses autores constataram que o tempo de fotopolimerização recomendado pela fábrica (20 segundos para o adesivo testado) resultou em um menor grau de polimerização, a alta porcentagem de monômeros hidrófilos e a presença de água podem ser responsáveis por essa conversão comprometida. Também foi observado que uma polimerização incompleta correlaciona-se significativamente com uma maior permeabilidade ao movimento de fluidos, no entanto, a permeabilidade foi significativamente reduzida com tempos de irradiação prolongada (60 segundos) (Cadernaro, 2005).

-CONCLUSÕES

Conclusões

Associar os resultados do presente inquérito com os do estudo acima mencionado pode sugerir que o aumento do tempo de polimerização para além do recomendado pelos fabricantes pode ser um meio possível para melhorar o desempenho dos sistemas adesivos.

Deve-se ressaltar que não é o propósito desta investigação minimizar o fato de que a dispersão da luz pode desempenhar um papel importante no sucesso clínico de restaurações adesivas em caixas proximais profundas, uma vez que vários estudos têm demonstrado que a intensidade de luz diminui conforme aumenta a distância da ponta do fotopolimerizador em relação ao compósito (Xu, 2006). Entretanto, deve-se ressaltar que este efeito pode ser compensado por uma irradiação adequada do fotopolimerizador e aumentando o tempo de exposição para pelo menos 60 segundos.

Na realização de um preparo Classe II, existe um considerável número de etapas sensíveis que possam contribuir para um insucesso clínico. Portanto, considerando as evidências científicas disponíveis, não parece adequado apontar as falhas de um defeito prematuro na camada adesiva para cada fator de forma isolada. Deve-se levar em conta toda a gama de fatores que possam eventualmente causar uma falha durante o procedimento restaurador.

-REFERÊNCIAS
BIBLIOGRÁFICAS

Referências bibliográficas

1. Breschi L, Mazzoni A, Ruggeri A, Cadenaro M, Di Lenarda R, De Stefano Dorigo E. Dental adhesion review: aging and stability of the bonded interface. *Dent Mater* 2008;24:90-101.
2. Cadenaro M, Antonioli F, Sauro S, Tay FR, Di Lenarda R, Prati C, et al. Degree of conversion and permeability of dental adhesives. *Eur J Oral Sci* 2005;113:525-530.
3. Tay FR, Sano H, Carvalho R, Pashley EL, Pashley DH. An ultrastructural study of the influence of acidity of self-etching primers and smear layer thickness on bonding to intact dentin. *J Adhes Dent* 2000;2:83-98.
4. Van Meerbeek B, Perdigao J, Lambrechts P, Vanherle G. The clinical performance of adhesives. *J Dent* 1998;26:1-20.
5. Cavalcanti AN, Mitsui FH, Ambrosano GM, Mathias P, Marchi GM. Dentin bonding on different walls of a class II preparation. *J Adhes Dent* 2008;10:17-23.
6. Xu X, Sandras DA, Burgess JO. Shear bond strength with increasing light-guide distance from dentin. *J Esthet Restor Dent* 2006;18:19-27; discussion 28.
7. Ye Q, Wang Y, Williams K, Spencer P. Characterization of photopolymerization of dentin adhesives as a function of light source and irradiance. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater* 2007;80:440-446.
8. Purk JH, Dusevich V, Glaros A, Spencer P, Eick JD. In vivo versus in vitro microtensile bond strength of axial versus gingival cavity preparation walls in Class II resin-based composite restorations. *J Am Dent Assoc* 2004;135:185-193; quiz 228.
9. Nomoto R, Asada M, McCabe JF, Hirano S. Light exposure required for optimum conversion of light activated resin systems. *Dent Mater* 2006;22:1135-1142.

10. Tsai PC, Meyers IA, Walsh LJ. Depth of cure and surface microhardness of composite resin cured with blue LED curing lights. *Dent Mater* 2004;20:364-369.
11. Breschi L, Cadenaro M, Antoniolli F, Sauro S, Biasotto M, Prati C, et al. Polymerization kinetics of dental adhesives cured with LED: Correlation between extent of conversion and permeability. *Dent Mater* 2007;23:1066-1072.
12. Ogliari FA, de Sordi ML, Ceschi MA, Petzhold CL, Demarco FF, Piva E. 2,3-Epithiopropyl methacrylate as functionalized monomer in a dental adhesive. *J Dent* 2006;34:472-477.
13. Sattabanasuk V, Shimada Y, Tagami J. The bond of resin to different dentin surface characteristics. *Oper Dent* 2004;29:333-341.
14. Sakaguchi RL, Berge HX. Reduced light energy density decreases post-gel contraction while maintaining degree of conversion in composites. *J Dent* 1998;26:695-700.
15. Feng L, Carvalho R, Suh BI. Insufficient cure under the condition of high irradiance and short irradiation time. *Dent Mater* 2009;25:283-289.

