



ANEXO 2

CONCORDÂNCIA DO ORIENTADOR

Declaro que o (a) aluno (a) MARINA SATIE KANEKO RA 95877
esteve sob minha orientação para a realização do Trabalho de Conclusão de Curso
intitulado RESISTÊNCIA DE UNIÃO DE REPAROS EM COMPOSITOS no ano de 2012.

À BASE DE DIMETACRILATO E CILORANO SUBMETIDOS A DIFERENTES TRATAMENTOS DE SUPERFÍCIE

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, 17 de SETEMBRO de 2012.

Rafael L.X. Consani

(nome e assinatura do orientador)

Prof. Dr. Rafael Leonardo Xediek Consani
Área Prótese Total - FOP-UNICAMP
Matr. 28862-7



Universidade Estadual de Campinas
Faculdade de Odontologia de Piracicaba
Departamento de Prótese e Periodontia



Resistência de união de reparos em compósitos à base de dimetacrilato e silorano submetidos a diferentes tratamentos de superfície

Marina Satie Kaneko

Piracicaba, 2012

Marina Satie Kaneko

Resistência de união de reparos em compósitos à base
de dimetacrilato e silorano submetidos a diferentes
tratamentos de superfície

Orientador: Prof. Dr. Rafael Leonardo Xediek Consani

Co-orientador: Ataís Bacchi

Piracicaba, 2012

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas
Biblioteca da Faculdade de Odontologia de Piracicaba
Marilene Girello - CRB 8/6159

K131r Kaneko, Marina Satie, 1990-
Resistência de união de reparos em compósitos à
base de dimetacrilato e silorano submetidos a
diferentes tratamentos de superfície / Marina Satie
Kaneko. -- Piracicaba, SP: [s.n.], 2012.

Orientador: Rafael Leonardo Xediek Consani.

Coorientador: Ataís Bacchi.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) –
Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de
Odontologia de Piracicaba.

1. Odontologia. I. Consani, Rafael Leonardo Xediek,
1974- II. Bacchi, Ataís, 1986- III. Universidade Estadual
de Campinas. Faculdade de Odontologia de
Piracicaba. IV. Título.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus amados pais, Vicente e Hilda que sempre me incentivaram e me apoiaram na conclusão de meus estudos.

AGRADECIMENTOS

Ao Dr. Rafael Leonardo Xediek Consani Professor Adjunto da área Prótese Total do Departamento de Prótese e Periodontia, da Faculdade de Odontologia de Piracicaba, UNICAMP, pela oportunidade de aprendizado como sua orientada e por toda ajuda na conclusão deste trabalho.

Ao pós-graduando Atais Bacchi, pela paciência, amizade e tempo prestado me acompanhando, auxiliando, ensinando durante a realização desta pesquisa.

Aos amigos que fiz aqui e que me ajudaram a construir lembranças únicas dos momentos que vivi como aluna da FOP-UNICAMP.

A todos os funcionários da FOP-UNICAMP pela paciência, prestatividade e educação sempre.

Aos demais professores e pós-graduandos da FOP-UNICAMP por todo o conhecimento transmitido durante estes anos de graduação.

À minha família pela dedicação e amor incondicionais.

A Deus pela oportunidade, saúde e proteção constante em todas as minhas conquistas e pela graça de ter a família abençoada que tenho.

E, finalmente, à Faculdade de Odontologia de Piracicaba-UNICAMP pela oportunidade e orgulho de estudar e me desenvolver aqui.

RESUMO

Objetivo: Avaliar a resistência de união de reparos em resinas à base de silorano e metacrilato submetidas a diferentes tratamentos de superfície. **Métodos:** Foram confeccionadas 50 amostras de Filtek P90 (3M Espe) e 50 amostras Filtek P60 (3M Espe) e armazenadas em água destilada (37°C) por 10 dias. A superfície de união foi asperizada com uma lixa de granulação 600, e as amostras de cada material divididas em 5 grupos (n=10) para receber os seguintes tratamentos: G1–nenhum tratamento (controle); G2–Adesivo; G3–Silano, Adesivo; G4–Jateamento Óxido de Alumínio 50µm, Adesivo; G5–Jateamento Óxido de Alumínio 50µm, Silano, Adesivo. As amostras foram reparadas, armazenadas em água destilada (37°C) por 24 horas e levadas à Máquina de Ensaio (Instron 4411) para o teste de resistência à tração (0,5mm/minuto). Os resultados (MPa) foram comparados pelos testes de ANOVA dois fatores e Tukey ($p < 0,05$). **Resultados:** Os grupos jateados com Óxido de Alumínio (50 µm) apresentaram valores de resistência de união estatisticamente superiores em metacrilatos. Em siloranos, os grupos experimentais não diferiram estatisticamente entre si. Em uma comparação entre mesmos grupos, metacrilatos demonstraram resultado superior aos siloranos ($p = 0.00012$), porém apenas G4 e G5 diferiram estatisticamente. **Conclusão:** Os grupos experimentais avaliados não diferem na resistência de união em siloranos. O jateamento com Óxido de Alumínio (50 µm) aumenta a resistência de união em metacrilatos. Reparos em metacrilatos tem maior resistência de união.

Palavras-chave: Compósitos odontológicos, odontologia adesiva, preservação dental.

INTRODUÇÃO

Os compósitos odontológicos tradicionais são compostos de uma matriz orgânica formulada a partir de monômeros de dimetacrilatos, contendo partículas inorgânicas, envolvidas em uma matriz resinosa orgânica quimicamente reativa. Estas partículas inorgânicas possibilitam a união química à matriz de resina, e tem como propósito reduzir a contração de polimerização e conferirem melhores propriedades mecânicas às resinas (Ribeiro *et al.*, 2008).

Grandes avanços ocorreram ao longo do tempo quanto ao desenvolvimento de técnicas empregadas e das propriedades das resinas compostas nos quesitos resistência ao desgaste e estabilidade de cor. Entretanto, reduzir a contração de polimerização continuou sendo um grande desafio. Em vista disto, foi criada a tecnologia Silorano (Guggenberger *et al.*, 2000; Eckert *et al.*, 2004). Os Siloranos possuem um processo de polimerização que ocorre através de uma reação catiônica de abertura de um anel que resulta em uma menor contração de polimerização e, conseqüentemente, menor tensão de polimerização se comparado à resinas de metacrilato, as quais polimerizam por meio de uma reação de adição de radicais por ligações duplas (Weinmann *et al.*, 2005; Ilie *et al.*, 2006).

Ainda sim, mesmo com um aprimoramento dos materiais e técnicas odontológicas em restaurações, estas possuem uma vida útil limitada, sem contar com a possibilidade da ocorrência de falhas prematuras, pigmentações e recorrência de lesões cáries que limitam ainda mais o tempo clínico destas restaurações, conseqüentemente expondo o elemento dental a um ciclo restaurador repetitivo. Este ciclo, inevitavelmente provoca um enfraquecimento dentário pela ampliação do preparo cavitário, desnecessária perda de tecido dental, podendo chegar aos níveis de lesões pulpares (Blum *et al.*, 2003; Papacchini *et al.*, 2007).

Frente aos problemas apresentados pela remoção total da resina, o reparo em restaurações de resinas compostas, frente a uma união adequada entre a resina já presente na cavidade bucal e a que será inserida, surge como uma alternativa menos

invasiva, quando corretamente indicado (Papacchini *et al.*, 2007; Fawzy *et al.*, 2008), principalmente em casos de pequenas lesões cariosas, pequenas fraturas e imperfeições (Christensen, 2007).

Para que haja um efetivo custo-benefício na troca da técnica habitual de remoção total da resina presente para sua substituição para a técnica de reparo de restauração, faz-se necessário o conhecimento dos diferentes tratamentos de superfície que podem ser realizados nestes reparos, pois em casos nos quais se realiza uma restauração completamente nova, a união entre os incrementos de resina é realizada com a presença de uma camada de polimerização inibida de oxigênio, o que não funciona de maneira tão eficaz em reparos pois a quantidade de ligações duplas insaturadas disponíveis diminui com o processo de envelhecimento da resina, reduzindo o processo de união entre os diferentes incrementos. (Fawzy *et al.*, 2008)

Estes tratamentos de superfície podem ser mecânicos, através de brocas ou métodos de jateamento, tendo a finalidade de remover a camada superficial alterada pela exposição à saliva, aumentar a energia de superfície da resina e aumentar a área de superfície pela criação de irregularidades de superfície e expor partículas de carga para união com silano (Hannig *et al.*, 1996; Brosh *et al.*, 1997). Outro método de tratamento de superfície é o tratamento químico que refere-se aos silanos e resinas fluidas que são usadas com agente de união nos reparos (Rodrigues Jr *et al.*, 2009). Ainda não existe um protocolo definido de quais tratamentos de superfície são mais eficazes no reparo de restaurações. Ainda não possuímos uma comparação do potencial de reparo em resinas de diferentes matrizes.

O objetivo neste estudo foi avaliar a resistência de união de reparos em resinas à base de silorano e metacrilato submetidas a diferentes tratamentos químicos e mecânicos de superfície.

MÉTODOS

Confecção das amostras

Utilizando um molde de silicone laboratorial (Zetalabor, Zermack, Badia Polesine, Itália), obtido apartir de uma matriz metálica fundida no formato de ampulheta, com dimensões de 13mm de comprimento x 6mm de largura e 2mm de espessura, com a porção central de 3mm de largura por 2mm de espessura (Figura 1A), foi confeccionada uma matriz em resina composta (Figura 1B) e seccionada em sua porção central formando uma “meia-ampulheta” (Figura 1C).

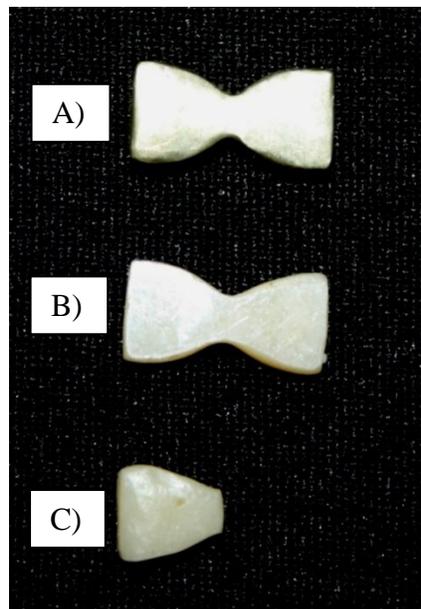


Figura 1: (A) matriz metálica no formato de ampulheta; (B) matriz em resina composta; e (C) matriz de resina composta no formato de “meia-ampulheta”.

A partir desta meia ampulheta foi confeccionado outro molde em silicone laboratorial com o qual foram obtidas 50 amostras de Filtek P60 (3M Espe, Sumaré, PR, Brasil) e 50 amostras de Filtek P90 (3M Espe, Sumaré, PR, Brasil), as quais receberam acabamento com brocas e polimento com pontas de borraha sem que as mesmas tocassem a superfície a ser reparada. Na sequencia, as amostras foram armazenadas em água destilada durante 10 dias a uma temperatura de 37°C.

Tratamento de superfície

Foi realizado o desgaste da superfície de união de todas as amostras com lixa de granulação 600 (Lixa d'água Waterproof, Carborundum Abrasivos, São Paulo, SP, Brasil), seguido de lavagem em ultrassom por 10 minutos e secagem. As 50 amostras de cada material restaurador foram divididas randomicamente em 5 grupos (n=10). Cada amostra foi reparada com seu respectivo substrato, seguindo os tratamentos de superfície apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Tratamento de superfície de acordo com cada grupo.

Grupo	Tratamento de superfície
G1	Sem tratamento (grupo controle)
G2	Adesivo
G3	Silano / Adesivo
G4	Óxido de Alumínio / Adesivo
G5	Óxido de Alumínio / Silano / Adesivo

Cada um desses materiais foi aplicado da seguinte maneira:

Óxido de Alumínio: jateamento com partículas de 50 μ à uma distancia de 10mm durante 20s à 2,8 bar de pressão, formando um ângulo de 90° com a superfície a ser reparada.

Silano: Aplicação por 1 minuto e secagem com jato de ar.

Adesivo para Filtek P60: Aplicação de uma fina camada por 10 segundos, jato de ar para remoção do excesso e fotopolimerização durante 20 segundos.

Adesivo para Filtek P90: Aplicação de uma fina camada por 10 segundos, jato de ar volatilizar o solvente e fotopolimerização durante 20 segundos.

Realização dos reparos

Foram realizados os reparos utilizando o molde obtido a partir da matriz metálica fundida em forma de ampulheta, apoiado sobre uma placa de vidro, no interior do qual era posicionada a amostra em forma de “meia ampulheta” e aplicados incrementos de material restaurador com dimensões máximas de 2,5mm de espessura. Cada incremento foi polimerizado por 20s e contra a última camada pressionada uma placa de vidro sendo ambas as faces do reparo polimerizadas durante 40s, utilizando um aparelho de intensidade de 800mW/cm² (Ultra-Lume LED 5, Ultradent, South Jordan, USA).

Ao final as dimensões da superfície reparada foram aferidas com o auxílio de um paquímetro digital para o cálculo da resistência à tração em MPa.

Avaliação da resistência de união

Após 24 horas de armazenagem em água destilada à 37°C as amostras foram submetidas ao teste de tração na máquina de ensaios universal (Instron 1144) a uma velocidade de 0.5mm/min.

Análise estatística

Os resultados foram submetidos ao teste análise de variância fatorial (Dois fatores: tipo de resina e tipo de tratamento) e ao teste de Tukey (5%).

Avaliação do padrão de fratura

O padrão de fratura das amostras foi avaliado por meio de um estéreo microscópio (Leica Microsystems, Wetzler GmbH, Alemanha) com aumento de 30x sendo classificadas as fraturas como adesivas, coesivas e mistas.

RESULTADOS

Resistência à fratura

Na análise do fator resina composta, considerando os valores de todos os grupos, o compósito a base de metacrilatos demonstrou resistência de união estatisticamente superior ao silorano. Em uma comparação direta entre cada grupo, metacrilatos demonstraram maior valor de resistência em todos os grupos, porém apenas G4 e G5 diferiram estatisticamente entre si.

Quanto aos tratamentos de superfície, os maiores valores de resistência de união em metacrilatos foram observados em G4 e G5, sendo que os mesmos foram estatisticamente superiores aos demais. Ainda em metacrilatos, G2 e G3 não diferiram entre si em relação a G4. Nos siloranos, apenas G1 foi estatisticamente inferior aos demais grupos, sendo que os grupos experimentais não diferiram entre si. Todos os resultados estão representados na Tabela 2.

Tabela 2. Média e desvio padrão da resistência à fratura (MPa).

Resina	Grupo				
	G1	G2	G3	G4	G5
P60	3.84(±0.87)aD	18.00(±6.81)aC	15.10(±5.27)aC	24.23(±7.93)aBC	28.36(±6.98)aB
P90	2.56(±1.01)aC	14.38(±5.04)aB	14.74(±4.54)aB	12.78 (±4.21)bB	14.27(±4.99)bB

Diferentes letras maiúsculas nas linhas e diferentes letras minúsculas nas colunas indicam diferença estatística significativa ($\alpha < 0.05$). A análise de variância dos dados revelou influência significativa quanto ao tipo de compósito ($p = 0.00012$) e do tratamento de superfície ($p = 0.00001$). Não houve interação entre os dois fatores ($p = 0.02669$).

Padrão de fratura

O grupo controle (G1) de ambos os compósitos apresentou 100% de fraturas na superfície de união. Em metacrílatos foi observado um predomínio de fraturas coesivas em G4 e G5, enquanto em G3 predominaram fraturas coesivas e adesivas e em G2 houve um predomínio de fraturas mistas e coesivas. Nos grupos experimentais dos siloranos um predomínio de ambas fraturas adesivas e mistas foi observado. Em uma comparação direta entre mesmos grupos de ambos os compósitos, metacrílatos apresentaram um predomínio de fraturas coesivas em relação aos grupos siloranos. Os padrões de fratura de cada resina podem ser observados nas Figuras 2 e 3.

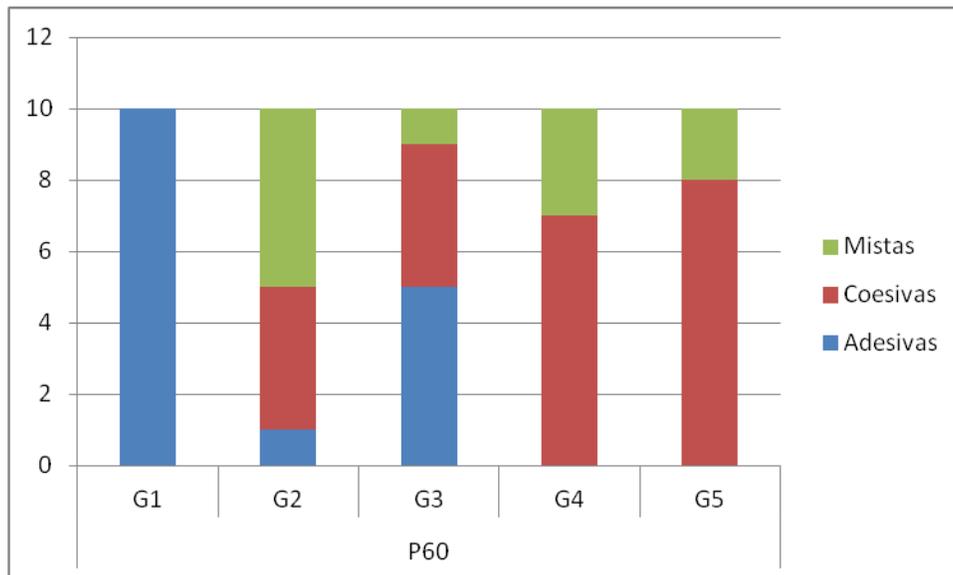


Figura 2. Padrão de fratura em resinas à base de metacrilato.

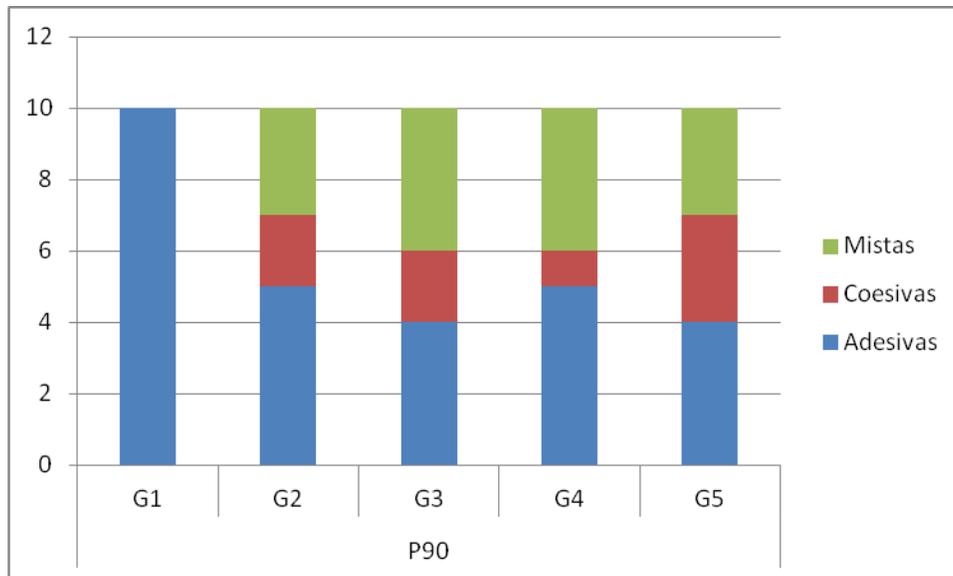


Figura 3. Padrão de fratura em resinas à base de siloranos.

DISCUSSÃO

O objetivo neste estudo foi avaliar a resistência de união de reparos em resinas à base de silorano e metacrilatos submetidas a diferentes tratamentos químicos e mecânicos de superfície. O envolvimento com o ambiente bucal leva os compósitos a sofrerem desgaste e degradação química, sendo que a magnitude em que ocorrem depende de fatores como as características microestruturais e a composição do material (Rodrigues Junior *et al.*, 2009). Estas condições afetam o processo do reparo, sendo que em metacrilatos os fatores anteriormente citados podem diminuir o número de cadeias de carbono insaturadas disponíveis para reação com a nova resina (Fawzy *et al.*, 2008, Ivanovas *et al.*, 2010). Em razão do silorano ser uma molécula tetra-funcional, com um peso molecular mais elevados que os componentes utilizados na maioria dos materiais à base de metacrilatos, é provável que a lixiviação dos componentes foi menos pronunciada, mesmo com a menor conversão normalmente relatada por este material (Guiraldo *et al.*, 2010; Kusgos *et al.*, 2011). Entretanto, grupos epoxi, que polimerizam através de um mecanismo catiônico, podem estar menos disponíveis à reação na superfície, o que pode explicar a diferença na resistência de união quando comparados

os dois compósitos, tendo as resinas à base de metacrilatos maior resistência de união que os siloranos.

Neste estudo ainda, pode ser observado que a resistência de união frente aos diferentes tratamentos de superfície variaram nos dois compósitos avaliados. Estes achados podem ser comparados a estudos prévios que observaram que não há um protocolo de reparo padrão para todos os compósitos odontológicos, sendo que o conhecimento da composição do material é crucial para o sucesso do reparo (Loomans *et al.*, 2011), uma vez que sua microestrutura tem influência no seu comportamento mecânico (Rodrigues Jr *et al.*, 2009).

Numa observação individual desses tratamentos de superfície, quanto ao tratamento químico, silanos e resinas sem carga são tradicionalmente utilizados como agentes de união para o reparo, o primeiro devido à capacidade de ligação com as partículas de carga e o segundo por promover união com a matriz orgânica (Loomans *et al.*, 2011; Rodrigues Jr *et al.*, 2009). Na presente avaliação, em ambos os compósitos, o uso do silano não levou a uma maior efetividade da resistência de união dos reparos, o que está de acordo com alguns estudos prévios (Brosh *et al.*, 1997; Rodrigues Jr *et al.*, 2009). A essa condição tem sido atribuído o fato de que apesar da capacidade de união do agente silano, o seu uso em conjunto com a aplicação do adesivo resulta em uma camada interfacial mais espessa, a qual seria mais vulnerável à fratura (Papacchini *et al.*, 2007; Park *et al.*, 2001).

Em relação aos tratamentos mecânicos, estes tem sido sugeridos por aumentar a rugosidade da superfície, criar irregularidades e aumentar a energia de superfície, além de eliminar a camada superficial de resina possivelmente deteriorada pelo contato com o ambiente bucal, procedimentos que levariam a um aumento na resistência de união (Rodrigues Jr *et al.*, 2009, Hannig *et al.*, 2006). Dentre os materiais e técnicas utilizadas, o jateamento com partículas de óxido de alumínio (50 µm) tem se destacado (Ozcan *et al.*, 2007, Papacchini *et al.*, 2007; Hannig *et al.*, 2006). No presente estudo, porém, esta condição foi válida apenas para o compósito à base de metacrilato.

O grupo controle (G1) de ambos os compósitos apresentou 100% de fraturas adesivas, o que pode ser explicado pela ausência de um agente de união para o reparo. Em metacrilatos foi observado um predomínio de fraturas coesivas em G4 e G5, enquanto

em G3 predominaram fraturas coesivas e adesivas e em G2 houve um predomínio de fraturas mistas e coesivas, resultados que estão de acordo com o valores de resistência de união, uma vez que G4 e G5 foram estatisticamente superiores aos demais, demonstrando uma maior resistência interfacial. Um predomínio de ambas fraturas adesivas e mistas, com uma distribuição similar, foi observado nos grupos experimentais dos siloranos, sendo que nos referidos grupos a resistência de união também não diferiu estatisticamente. Em uma comparação direta entre mesmos grupos, metacrilatos apresentaram um predomínio de fraturas coesivas em relação a todos os grupos silorano, mesmo que a diferença estatística nos valores de união tenha sido observada apenas em G4 e G5 .

CONCLUSÃO

Dentro das limitações deste estudo *in vitro*, considerando-se os materiais e condições avaliadas, pode ser concluído que os tratamentos de superfície dos grupos experimentais não diferem na resistência de união em siloranos. Porém, o jateamento com óxido de alumínio (50 μm) aumenta a resistência de união em resinas a base de metacrilatos. Pode ser concluído ainda que reparos em metacrilatos tem maior resistência de união.

REFERÊNCIAS

- Blum IR, Schriever A, Heidemann I, Mjör IA, Wilson NHF. The repair of direct composite restorations: an international survey of the teaching of operative techniques and materials. *Eur J Dent Educ* 2003; 7(1):41-8.
- Brosh T, Bichacho N, Blutstein R. Effect of combinations of surface treatments and bonding agents on the bond strength of repaired composites. *J Prosthet Dent* 1997; 77(2):122-6.
- Christensen GJ. When and how to repair a failing restoration. *J Am Dent Assoc* 2007; 138(12):1605-7
- Eckert AS, Dede K, Ehbrecht S, Klettke T, Spenkuch A, (ACS Div Polym Chem) 2004;45(2):343.
- Fawzy AS, El-Askary FS, Amer MA. Effect of surface treatments on the tensile bond strength of repaired water-aged anterior restorative micro-fine hybrid resin composite. *J Dent* 2008; 36(12):969-76.
- Guggenberger R, Weinmann W. Exploring beyond methacrylates. *Am J Dent* 2000; 13:82-4.
- Guiraldo RD, Consani S, Consani RLX, et al. Comparison of Silorane and Methacrylate-Based Composite Resins on the Curing Light Transmission. *Braz Dent J* 2010; 21(6):538-42.
- Hannig C, Sebastian L, Hahn P, Attin T. Shear bond strength of repaired adhesive filling materials using different repair procedures. *J Adhes Dent* 1996; 8(1):35-40.
- Ilie N, Hickel R. Silorane-based dental composite: behaviour and abilities. *Dent Mater J* 2006; 25:445-454.
- Ivanovas S, Hickel R, Ilie N. How to repair fillings made by silorane-based composites. *Clin Oral Investig* 2010; Oct 16.
- Loomans BAC, Vivian Cardoso M, Roeters FJM, et al. Is there one optimal repair technique for all composites? *Dent Mater* 2011; 27(7):701-9.
- Kusgoz A, Ulker M, Yesilyurt C, et al. Silorane-based Composite: Depth of cure, Surface Hardness, Degree of Conversion, and cervical Microleakage in Class II Cavities. *J Esthet Res Dent* 2011; 23(5):324-35.
- Ozcan M, Barbosa SH, Melo RM, et al. Effect of surface conditioning methods on the microtensile bond strength of resin composite to composite after aging conditions. *Dent Mater* 2007; 23(10):1276-82.
- Papacchini F, Toledano M, Monticelli F, Osorio R, Radovic I, Polimeni A, et al. Hydrolytic stability of composite repair bond. *Eur J Oral Sci* 2007; 115(5):417-24.
- Park SJ, Jin JS. Effect of silane coupling agent on interphase and performance of glass fibers/unsaturated polyester composites. *J Coll Inter Sci* 2001; 242(1):174-179.
- Ribeiro JCR, Gomes PN, Moysés MR, Dias SC, Pereira LJ, Ribeiro JGR. Shear strength evaluation of composite-composite resin associations. *J Dent* 2008; 36(5):326-30.
- Rodrigues Junior SA, Ferracane JL, Della Bona A. Influence of surface treatments on the bond strength of repaired resin composite restorative materials. *Dent Mater* 2009; 25(4):442-51.
- Weinmann W, Thalacker C, Guggenberger R. Siloranes in dental composites. *Dent Mater* 2005; 21:68-74.