

Avaliação de diferentes métodos de tratamento superficial para reparo de resina composta

Evaluation of different surface treatment methods for composite resin repair

Vanessa Rodrigues Lima¹

Roberto Zimmer²

Resumo

O reparo das restaurações de resina composta diminui o desgaste de estrutura dentária e aumenta consideravelmente a longevidade destas restaurações. O objetivo do presente estudo *in vitro* é avaliar a morfologia da superfície de resina composta a ser reparada após diferentes técnicas de preparo. Foram confeccionadas 14 amostras de resina composta divididas em 7 grupos (n=2) e envelhecidas através do processo de termociclagem (220 ciclos). Então, no grupo controle negativo os espécimes não receberam nenhum tratamento enquanto nos grupos experimentais os corpos de prova receberam os seguintes tratamentos de superfície: jateamento com óxido de alumínio + ácido fosfórico 37%; ácido fluorídrico 5%; ácido fosfórico 37%; ponta diamantada (granulação normal) + ácido fosfórico 37%; ponta diamantada (granulação fina) + ácido fosfórico 37%; ponta diamantada (granulação extrafina) + ácido fosfórico 37%. Para análise das superfícies tratadas, as amostras foram preparadas e avaliadas em microscopia eletrônica de varredura (MEV). Foi realizada uma análise descritiva das superfícies observadas. No grupo controle negativo não foi observada nenhuma rugosidade superficial, assim como nos grupos que receberam tratamento químico com ácido fosfórico e ácido fluorídrico, enquanto nos grupos que receberam tratamentos mecânicos foi possível observar rugosidades superficiais compatíveis com a granulação da ponta diamantada, enquanto o jateamento de óxido de alumínio promoveu irregularidades uniformes por toda a superfície da amostra. Pode-se concluir que os tratamentos mecânicos promoveram irregularidades da superfície da resina composta, sendo que as pontas diamantadas finas e extrafinas, assim como o jateamento com óxido de alumínio promoveram retenções mais uniformes.

Palavras-chave: Restaurações; Resina composta; Reparos; Adesão.

DOI: <http://dx.doi.org/10.5335/rfo.v30i1.16571>

¹ Vanessa Rodrigues Lima - Discente do curso de Odontologia, Universidade Feevale, Novo Hamburgo/RS, Brasil

² Roberto Zimmer – Doutor, Professor Adjunto do curso de Odontologia, Universidade Feevale, Novo Hamburgo/RS, Brasil

Introdução

A resina composta geralmente é o material de escolha para restaurações anteriores e posteriores devido às suas excelentes propriedades. Desde o seu lançamento no mercado odontológico, o material apresentou grande evolução, como menor contração de polimerização, melhor resistência e estética, fornecendo a confecção de uma restauração que funciona de forma semelhante aos tecidos da estrutura dentária¹. Quando bem executadas, as restaurações de resina composta podem apresentar uma longevidade clínica superior a 3 décadas².

Há evidências demonstrando que restaurações diretas e indiretas de resina composta apresentam uma longevidade clínica semelhante³. Além disso, uma das principais vantagens desse material é a possibilidade de reparo de restaurações, que é considerado preferível em relação a substituição total dessas restaurações defeituosa^{4,5}. Os reparos realizados podem aumentar consideravelmente a longevidade, apresentando um bom prognóstico em reparos de restaurações que falharam devido a cárie secundária comparado aos elementos que falham devido a fraturas⁶.

O reparo consiste na remoção apenas da parte defeituosa da restauração e/ou tecido dentário adjacente, seguida da realização de uma nova restauração parcial⁷. Existem diversas estratégias para realizar o reparo de restaurações de resina composta, utilizando condicionamentos ácidos, jateamentos e pontas diamantadas, com o objetivo de aumentar a resistência de união entre os materiais^{8,9}.

Diversas metodologias podem ser utilizadas previamente para avaliar parâmetros relacionados com a adesão do sistema adesivo com a superfície a ser restaurada, para então, de fato, mensurar a resistência de união¹⁰. A avaliação da superfície preparada através de microscopia eletrônica de varredura (MEV) permite analisar minuciosamente, através de diferentes técnicas operatórias, a rugosidade da superfície a ser restaurada, que permitirá um maior escoamento do agente de união sobre a superfície a ser restaurada, resultando num aumento da resistência mecânica e da longevidade clínica do procedimento restaurador¹¹. Então, o objetivo do presente estudo *in vitro* é avaliar a morfologia da superfície de resina composta a ser reparada após a aplicação de diferentes técnicas de preparo.

Materiais e método

Com auxílio de uma matriz metálica composta de diferentes discos sobrepostos foram confeccionadas 14 amostras de resina composta de dentina A2B (Forma, Ultradent, Indaiatuba, SP, Brasil) com a forma de um cilindro cônico invertido com diâmetro superior de 4 mm, diâmetro de base de 3 mm e espessura de 2 mm (Figura 1). Cada amostra foi fotopolimerizada por 20 segundos (Optilight, 1200 mW/cm² - Saevo - Ribeirão Preto, SP, Brasil).

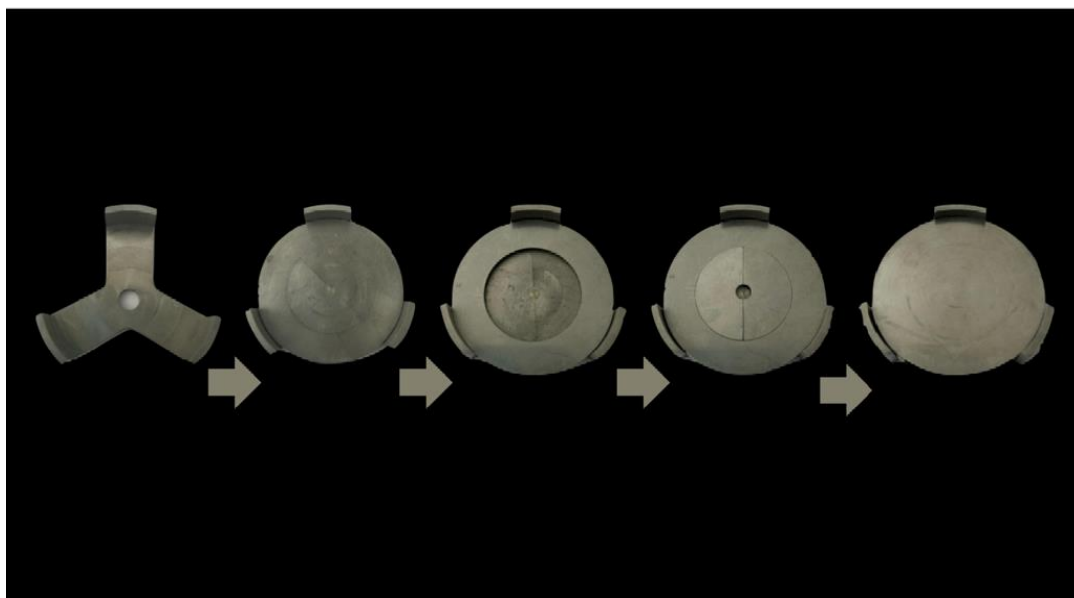


Figura 1. Sequência da montagem da matriz para confecção das amostras.

Então, as amostras foram envelhecidas através do processo de termociclagem, o qual foi realizado manualmente através de 220 ciclos de mudança de temperatura, onde as amostras foram imersas continuamente em água em temperatura de 5°C e 55°C.¹² Em seguida, os espécimes foram divididos aleatoriamente em 7 grupos contendo um total de 2 amostras por grupo, onde receberam diferentes tratamentos de superfície:

No grupo 1 (controle negativo), as amostras de resina composta não receberam nenhum tipo de tratamento superficial, enquanto no grupo 2 (jateamento com óxido de alumínio + ácido fosfórico 37%), os espécimes foram abrasionados com ar utilizando partículas de óxido de alumínio 90 microns com o jateador (Bioart, São Carlos, SP, Brasil) e após abrasão foi realizado o condicionamento com ácido fosfórico por 30 segundos (Condac37; FGM, Joinville, SC, Brasil). No grupo 3 (ácido fluorídrico 5%) foi aplicado o gel de ácido fluorídrico 5% (Lysanda, São Paulo, SP, Brasil) na superfície das amostras por 60 segundos e então os espécimes foram lavados por 10 segundos com fluxo contínuo de ar comprimido/água com a seringa tríplice, e a secagem com seringa de ar por 5 segundos. Para o Grupo 4 (ácido fosfórico 37%), foi aplicado gel de ácido fosfórico 37% (Condac37; FGM, Joinville, SC, Brasil) na superfície das amostras por 30 segundos, seguida da lavagem por 10 segundos com o fluxo de ar comprimido/água com a seringa tríplice e então foi realizada a secagem utilizando a seringa de ar por 5 segundos para remover excesso de água. Já para os grupos 5 (ponta diamantada granulação normal + ácido fosfórico 37%), 6 (ponta diamantada granulação fina + ácido fosfórico 37%) e 7 (ponta diamantada granulação extrafina + ácido fosfórico 37%) a superfície de resina composta foi asperizada com uma ponta diamantada FG 3195, FG 3195F e FG 3195FF (American Burrs, Palhoça, SC, Brasil), respectivamente, em caneta de alta rotação (KaVo, Joinville, SC, Brasil) sob refrigeração, seguido do condicionamento com ácido fosfórico 37% (Condac37; FGM, Joinville, SC, Brasil) por 30 segundos, de lavagem por 10 segundos

com o fluxo de ar comprimido/água com a seringa tríplice e secagem com a seringa de ar por 5 segundos para remover excesso de água (Tabela 1).

Tabela 1. Tratamentos de superfície propostos nos diferentes grupos experimentais

GRUPO	TRATAMENTO
G1	Controle negativo (sem tratamento)
G2	Jateamento com óxido de alumínio + ácido fosfórico 37%
G3	Ácido fluorídrico 5%
G4	Ácido fosfórico 37%
G5	Ponta diamantada (granulação normal) + ácido fosfórico 37%
G6	Ponta diamantada (granulação fina) + ácido fosfórico 37%
G7	Ponta diamantada (granulação extrafina) + ácido fosfórico 37%

Para a análise das superfícies tratadas, as amostras foram encaminhadas para o Laboratório de Estudos Avançados em Materiais da Universidade Feevale. Essas amostras foram preparadas e armazenadas em recipientes hermeticamente fechados contendo sílica gel para então serem fixadas em suportes metálicos (stubs) com fita carbono dupla face e metalizadas com íons de ouro e prata (Desk V, Denton Vacuum, Moorestown, NJ, Estados Unidos). Então, as amostras seguiram armazenadas em dessecador à vácuo até o momento de serem avaliadas em microscopia eletrônica de varredura (MEV), (JSM-6510LV, Jeol Ltd, Tóquio, Japão). A imagem da superfície das resinas compostas que receberam os diferentes tratamentos foram capturadas com ampliação de 50x, 100x 250x e 500x.

Resultados

A partir das imagens obtidas pela MEV foi possível observar detalhadamente, em diferentes ampliações, a rugosidade superficial de cada amostra de resina composta após receberem diferentes tipos de tratamento de superfície (Figura 2).

Pode-se observar que o grupo sem tratamento (G1; Figura 2. 1a-1d) não apresentou nenhuma rugosidade superficial, assim como nos grupos em que foram realizados tratamentos químicos com ácido fluorídrico (G3; Figura 2. 3a-3d) e ácido fosfórico (G4; Figura 2. 4a-4d). Nesses grupos a superfície das amostras se manteve lisa e sem apresentar irregularidades quando comparada aos grupos que receberam tratamentos mecânicos.

A amostra que recebeu o jateamento com óxido de alumínio seguido da aplicação de ácido fosfórico (G2; Figura 2. 2a-2d) apresentou uma superfície com irregularidades distribuídas uniformemente sobre toda a superfície de resina composta. Já nos grupos em que foram utilizadas diferentes espessuras de pontas diamantadas seguido da aplicação de ácido fosfórico é possível observar que a rugosidade criada na superfície é compatível com a granulação da ponta

diamantada, sendo que no G5 (Figura 2. 5a) observa-se irregularidades menos uniformes do que aquelas produzidas pelos grupos onde foram utilizadas pontas diamantadas finas (Figura 2. 6a) e extrafinas (Figura 2. 7a).

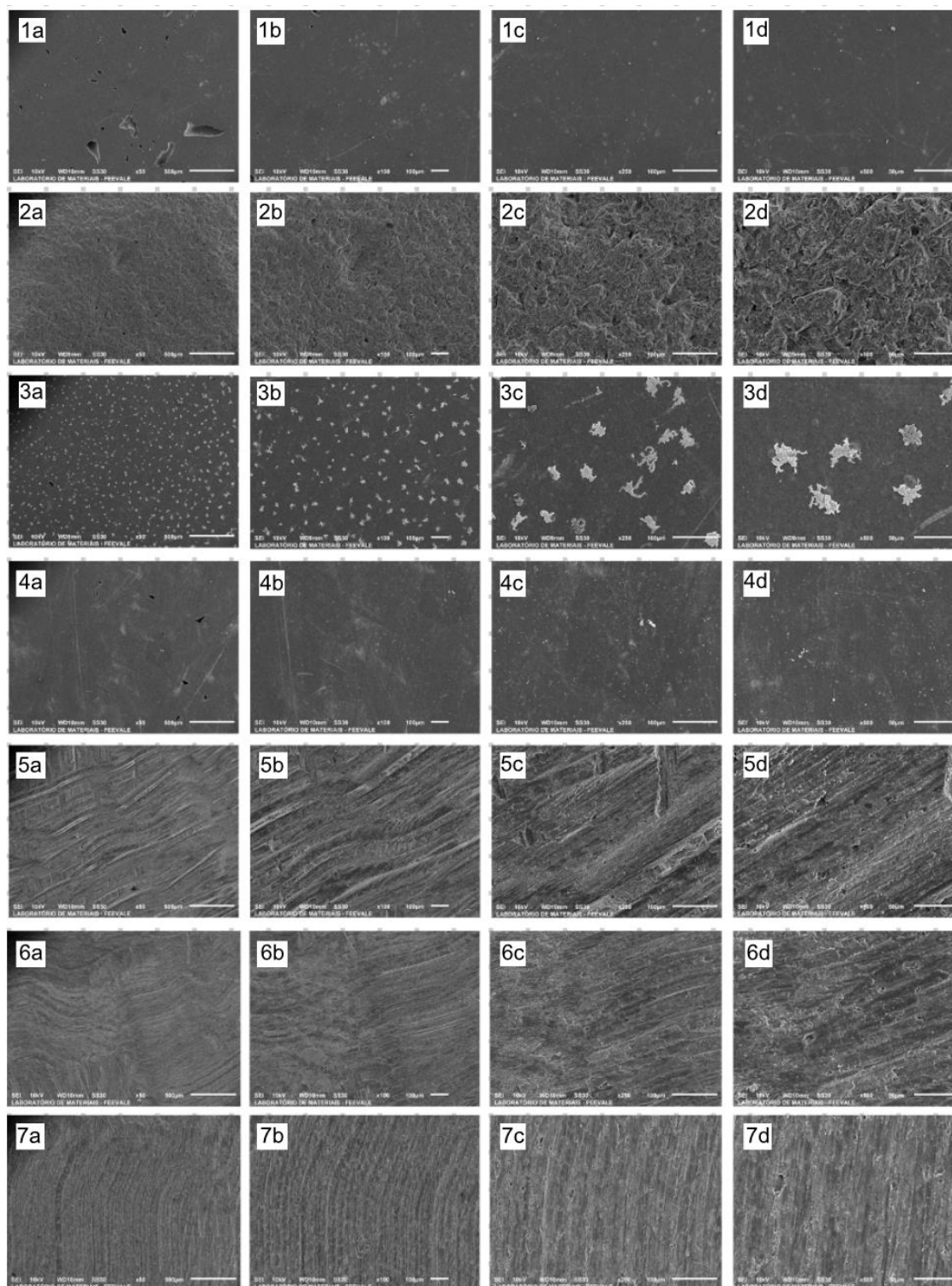


Figura 2. Análise em MEV, em diferentes ampliações, das amostras de resina composta que receberam os diferentes tratamentos de superfície. 1. Grupo controle negativo (a.50x, b.100x, c.250x e d.500x); 2. Grupo jateamento de óxido de alumínio (a.50x, b.100x, c.250x e d.500x); 3. Grupo ácido fluorídrico (a.50x, b.100x, c.250x e d.500x); 4. Grupo ácido fosfórico (a.50x, b.100x, c.250x e d.500x); 5. Grupo ponta diamantada de granulação normal (a.50x, b.100x, c.250x e d.500x); 6. Grupo ponta diamantada de granulação fina (a.50x, b.100x, c.250x e d.500x); 7. Grupo ponta diamantada granulação extrafina (a.50x, b.100x, c.250x e d.500x).

Discussão

A *World Dental Federation* (FDI) declarou que os avanços na odontologia adesiva tornaram o reparo de restaurações uma parte integrante da odontologia minimamente invasiva¹³. Então, o objetivo do presente estudo *in vitro* é avaliar a morfologia da superfície de resina composta a ser reparada após a aplicação de diferentes técnicas de preparo, visto que os tratamentos propostos podem influenciar diretamente a resistência de união do material e, consequentemente a longevidade clínica da restauração. De fato, há a necessidade de preparo da superfície a ser restaurada, pois a ausência de tratamento resulta em uma baixa resistência de união^{14,15}. Então, foram propostos tratamentos químicos com a utilização de ácido fluorídrico e ácido fosfórico e tratamentos mecânicos com pontas diamantadas de diferentes granulações, além do jateamento com óxido de alumínio.

Na análise em MEV foi possível observar que o tratamento químico da superfície com ácido fluorídrico 5% não resultou em alterações na superfície da resina composta a ser reparada. A literatura demonstra que a utilização de concentrações mais altas combinada com um maior tempo de ação do ácido fluorídrico promove um aumento da rugosidade superficial. Quando associado o ácido fluorídrico em alta concentração com o ácido fosfórico foi observada uma rugosidade superficial ainda maior¹⁶. No entanto, ao utilizar o ácido fluorídrico, tanto na sua aplicação quando na sua remoção da superfície, se faz necessário um adequado isolamento do campo operatório visto que há risco de queimadura em tecido mole¹⁷.

Assim como o controle negativo e o uso de ácido fluorídrico 5%, a aplicação de ácido fosfórico 37% apresentou uma superfície lisa, em que apenas a ação do ácido não foi suficiente para criar irregularidades na amostra. Alguns estudos demonstram que seu uso não promove um aumento na resistência de união quando comparado a outros métodos de preparo^{14,17,18}. Mesmo que o uso isolado do ácido fosfórico não promova rugosidades na superfície do material, esse material apresenta o esperado efeito de limpeza da superfície a ser reparada¹⁶, além de ser fundamental para que ocorra uma adequada adesão ao esmalte, independente da técnica adesiva^{19,20}.

Quando se trata de métodos mecânicos para preparo da superfície a ser restaurada, a utilização de pontas diamantadas é um dos métodos mais conhecidos. No presente estudo foi possível demonstrar que a sua utilização promoveu irregularidades compatíveis com a granulação da ponta diamantada. Pesquisas demonstram que, independentemente da técnica e do instrumental utilizado, a criação de irregularidades na superfície do material promove um aumento da energia de superfície e aumento da retenção mecânica do material^{14,15}. Por outro lado, a utilização de pontas diamantadas convencionais pode promover uma menor resistência de união, pois as irregularidades criadas podem não ser infiltradas adequadamente pelo sistema adesivo e pelo material restaurador²¹.

Valente et al.²¹ demonstraram que a granulação da ponta diamantada não afetou a molhabilidade da superfície de uma resina composta envelhecida, mas as pontas diamantadas finas performaram melhor do que a granulação normal ou extrafina. Assim como a granulação convencional pode promover irregularidades não preenchidas pelos materiais, a superfície produzida por pontas extrafinas pode ser insuficiente.

Outra possibilidade de tratamento mecânico avaliada foi o jateamento com óxido de alumínio, onde nas análises em MEV foi possível observar múltiplas irregularidades distribuídas uniformemente pelo corpo de prova. A literatura demonstra que o jateamento da superfície com óxido de alumínio apresenta resultados superiores de resistência de união por microcisalhamento e microtração quando comparado ao uso de pontas diamantadas ou lasers^{9,22}, pois promove uma superfície mais microrretentiva do que as que são produzidas por brocas, além de aumentar a área para molhamento da superfície a ser restaurada, independente da hidrofiliabilidade do sistema adesivo^{23,24}.

O jateamento da superfície é realizado com dispositivos projetados para abrasão a ar, que geram um fluxo de alta velocidade de partículas de óxido de alumínio que atingem tanto as estruturas dentárias e os materiais dentários²⁵. O impacto dessas partículas, além de criar microrretenções também apresenta um efeito benéfico na remoção da contaminação presente na superfície jateada²⁶.

Os valores de resistência de união de reparo foram ainda maiores quando associados ao uso de ácido fosfórico como pré tratamento de superfície¹⁴. O efeito benéfico do ácido fosfórico se dá pela sua capacidade de limpeza da superfície, pois sabe-se que a permanência de partículas sobre a superfície do material pode afetar negativamente a adesão entre diferentes materiais²⁷.

A realização da análise das superfícies através da MEV não permite a extrapolação dos resultados para a prática clínica, pois os tratamentos químicos podem não promover alterações na superfície do material, mas aumentarem a longevidade da restauração. Além disso, é necessário realizar outros testes para avaliar se os tratamentos propostos promovem uma melhor molhabilidade do sistema adesivo, bem como a realização de testes de microtração e microcisalhamento, que estão diretamente relacionados com a performance clínica da restauração.

Conclusão

Os resultados sugerem que os tratamentos mecânicos promoveram irregularidades da superfície da resina composta, sendo que as pontas diamantadas finas e extrafinas, assim como o jateamento com óxido de alumínio promoveram retenções mais uniformes, fundamentais para melhora da resistência mecânica do reparo. Por outro lado, os tratamentos químicos utilizando ácido fluorídrico e fosfórico não foram capazes de criar rugosidades na superfície do material.

Agradecimentos

Os autores agradecem o Laboratório de Estudos Avançados em Materiais da Universidade Feevale pela disponibilidade e auxílio para a realização das análises em MEV.

Abstract

Composite resin restorations repairs reduces wear on the tooth structure and considerably increases the longevity of these restorations. The objective of the present in vitro study is to evaluate the morphology of the composite resin surface to be repaired after different preparation techniques. 14 composite resin samples were made, divided into 7 groups (n=2) and aged through the thermocycling process (220 cycles). So, in the negative control group the specimens did not receive any treatment while in the experimental groups the specimens received the following surface treatments: blasting with aluminum oxide + 37% phosphoric acid; hydrofluoric acid 5%; phosphoric acid 37%; diamond tip (normal grain) + 37% phosphoric acid; diamond tip (fine grained) + 37% phosphoric acid; diamond tip (extra-fine granulation) + 37% phosphoric acid. To analyze the treated surfaces, samples were prepared and evaluated using scanning electron microscopy. A descriptive analysis of the observed surfaces was carried out. In the negative control group, no surface roughness was observed, as well as in the groups that received chemical treatment with phosphoric acid and hydrofluoric acid, while in the groups that received mechanical treatments it was possible to observe surface roughness compatible with the granulation of the diamond tip, while aluminum oxide blasting promoted uniform irregularities across the entire surface of the sample. It can be concluded that the mechanical treatments promoted irregularities on the surface of the composite resin, with the fine and extra-fine diamond burs, as well as blasting with aluminum oxide, promoting more uniform retention.

Keywords: Restorations; Composite resin; Repairs; Accession.

Referências

1. Cadenaro M, Josic U, Maravić T, Mazzitelli C, Marchesi G, Mancuso E, Breschi L, Mazzoni A. Progress in Dental Adhesive Materials. J Dent Res. 2023 Mar;102(3):254-262.
2. Da Rosa Rodolpho PA, Rodolfo B, Collares K, Correa MB, Demarco FF, Opdam NJM, Cenci MS, Moraes RR. Clinical performance of posterior resin composite restorations after up to 33 years. Dent Mater. 2022 Apr;38(4):680-8.
3. Josic U, D'Alessandro C, Miletic V, Maravic T, Mazzitelli C, Jacimovic J, Sorrentino R, Zarone F, Mancuso E, Delgado AH, Breschi L, Mazzoni A. Clinical longevity of direct and indirect posterior resin composite restorations: An updated systematic review and meta-analysis. Dent Mater. 2023 Dec;39(12):1085-94.
4. Rauber GB, Taguchi C, Padilha A, de Re Silveira RC, Bernardon JK, Baratieri LN. Color Repair of a Composite Resin Restoration. Oper Dent. 2019;44(1):1-7.
5. Dennison JB, Yaman P, Fasbinder DJ, Herrero AA. Repair or Observation of Resin Margin Defects: Clinical Trial After Five Years. Oper Dent. 2019;44(4):355-64.
6. Opdam NJ, Bronkhorst EM, Loomans BA, Huysmans MC. Longevity of repaired restorations: a practice based study. J Dent. 2012 Oct;40(10):829-35.

7. Sharif MO, Catleugh M, Merry A, Tickle M, Dunne SM, Brunton P, Aggarwal VR. Replacement versus repair of defective restorations in adults: resin composite. *Cochrane Database Syst Rev*. 2010 Feb 17;(2):CD005971.
8. Estay J, Martín J, Viera V, Valdivieso J, Bersezio C, Vildosola P, Mjor IA, Andrade MF, Moraes RR, Moncada G, Gordan VV, Fernández E. 12 Years of Repair of Amalgam and Composite Resins: A Clinical Study. *Oper Dent*. 2018 Jan/Feb;43(1):12-21.
9. Zimmer R, Mantelli AR, Montagna K, Reston EG, Arossi GA. Does sandblasting improve bond strength in resin composite repair? *Dentistry Review*. 2024;4(1):100077.
10. Balkaya H, Demirbuğa S. Evaluation of six different one-step universal adhesive systems in terms of dentin bond strength, adhesive interface characterization, surface tension, contact angle, degree of conversion and solvent evaporation after immediate and delayed use. *J Esthet Restor Dent*. 2023 Apr;35(3):479-92.
11. Eick JD, Johnson LN, Fromer JR, Good RJ, Neumann AW. Surface topography: its influence on wetting and adhesion in a dental adhesive system. *J Dent Res*. 1972 May-Jun;51(3):780-8.
12. Liebermann A, Langwieder B, Brauneis M, Eichberger M, Stawarczyk B. Impact of thermocycling on mechanical properties and discoloration of veneering composite resins after storage in various staining media. *J Prosthet Dent*. 2021 Jun;125(6):940-5.
13. FDI World Dental Federation. Repair of restorations: adopted by the General Assembly: September 2019, San Francisco, United States of America. *Int Dent J*. 2020; 70:7–8.
14. Sismanoglu S. Efficiency of self-adhering flowable resin composite and different surface treatments in composite repair using a universal adhesive. *Niger J Clin Pract*. 2019 Dec;22(12):1675-79.
15. Karadaglioglu OI, Alagoz LG, Caliskan A, Vaizoglu GA. The Effect of Different Surface Roughening Systems on the Micro-Shear Bond Strength of Aged Resin Composites. *Niger J Clin Pract*. 2022 Jan;25(1):37-43.
16. Loomans BA, Cardoso MV, Opdam NJ, Roeters FJ, De Munck J, Huysmans MC, Van Meerbeek B. Surface roughness of etched composite resin in light of composite repair. *J Dent*. 2011 Jul;39(7):499-505.
17. Yesilyurt C, Kusgoz A, Bayram M, Ulker M. Initial repair bond strength of a nano-filled hybrid resin: effect of surface treatments and bonding agents. *J Esthet Restor Dent*. 2009;21(4):251-60.
18. CesarPF, MeyerFairPM, MiwaCaldart R, et al. Resistência à tração de reparos compostos em Artglass usando diferentes tratamentos de superfície. *Am J Dent* 2001; 14:373–7.
19. Rosa WL, Piva E, Silva AF. Bond strength of universal adhesives: A systematic review and meta-analysis. *J Dent*. 2015 Jul;43(7):765-76.
20. Ma KS, Wang LT, Blatz MB. Efficacy of adhesive strategies for restorative dentistry: A systematic review and network meta-analysis of double-blind randomized controlled trials over 12 months of follow-up. *J Prosthodont Res*. 2023 Jan 6;67(1):35-44.
21. Valente LL, Silva MF, Fonseca AS, Münchow EA, Isolan CP, Moraes RR. Effect of Diamond Bur Grit Size on Composite Repair. *J Adhes Dent*. 2015 Jun;17(3):257-63.
22. Neto HNM, Leite JVC, de Medeiros JM, E Silva Campos D, de Araújo Ferreira Muniz I, De Andrade AKM, Duarte RM, De Souza GM, Lima RBW. Scoping review: Effect of surface treatments on bond strength of resin composite repair. *J Dent*. 2024 Jan; 140:104737.
23. Otaibi AA, Taher NM. Effect of surface treatment on the repair bond strength of OMNICHROMA and Charisma Diamond ONE resin composites bonded to variable substrates. *Heliyon*. 2023 Jun 29;9(7): e17786.

24. Costa TR, Ferreira SQ, Klein-Júnior CA, Loguercio AD, Reis A. Durability of surface treatments and intermediate agents used for repair of a polished composite. Oper Dent. 2010 Mar-Apr;35(2):231-7.
25. Puleio F, Rizzo G, Nicita F, Lo Giudice F, Tam` a C, Marenzi G, Centofanti A, Raffaele M, Santonocito D, Risitano G. Chemical and mechanical roughening treatments of a supra-nano composite resin surface: SEM and topographic analysis. Appl Sci 2020; 10:4457.
26. Ozcan M, Barbosa SH, Melo RM, Galhano GA, Bottino MA. Effect of surface conditioning methods on the microtensile bond strength of resin composite to composite after aging conditions. Dent Mater. 2007 Oct;23(10):1276-82.
27. Nishigawa G, Maruo Y, Irie M, Maeda N, Yoshihara K, Nagaoka N, Matsumoto T, Minagi S. Various Effects of Sandblasting of Dental Restorative Materials. PLoS One. 2016 Jan 14;11(1): e0147077.

Endereço para correspondência:

Roberto Zimmer
RS-239, 2755 - Vila Nova
CEP 93525-075 – Novo Hamburgo, RS, Brasil
Telefone: (51) 3586-8800
E-mail: robertozimmer@feevale.br

Recebido em: 17/12/2024. Aceito: 09/03/2025.