



INFLUÊNCIA DE DIFERENTES TRATAMENTOS DE SUPERFÍCIE E ARMAZENAGEM NA RESISTÊNCIA DE UNIÃO DE RESINAS DE IMPRESSÃO 3D INDIRETAS NO XXXIII CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

Palavras-chave: Resina para impressão 3D, tratamento de superfície, resistência de união.

Autores:

**LAURA PEREIRA COLOBIALE, , FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA –
UNIVERSADE ESTADUAL DE CAMPINAS**

**Prof. Dr. AMÉRICO BORTOLAZZO CORRER, FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE
PIRACICABA – UNIVERSADE ESTADUAL DE CAMPINAS**

**Profa. Dra. ANA ROSA COSTA, FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA –
UNIVERSADE ESTADUAL DE CAMPINAS**

**Prof. Dr. DANIEL KENJI FUNABASHI (co-orientador); DEPARTMENT OF GENERAL DENTAL
SCIENCES, MARQUETTE UNIVERSITY SCHOOL OF DENTISTRY, MILWAUKEE, WISCONSIN,
ESTADOS UNIDOS.**

**Prof. Dr. LOURENÇO CORRER-SOBRINHO (orientador), FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE
PIRACICABA – UNIVERSADE ESTADUAL DE CAMPINAS**

1. INTRODUÇÃO

Na última década, o surgimento do sistema CAD/CAM modificou a maneira tradicional de confeccionar restaurações indiretas, criando assim, uma nova modalidade reabilitadora (Mainjot *et al.* 2016).

Desde a introdução da tecnologia digital na Odontologia, a demanda por restaurações estéticas e a agilidade nos procedimentos tem levado ao desenvolvimento de pesquisas com objetivos para processamento, técnicas e materiais para a fabricação de restaurações indiretas (van Noort 2012). Nos últimos anos as tecnologias de impressão tridimensional (3D), com base na manufatura aditiva, têm se destacado (Kessler *et al.* 2020; Della Bona *et al.* 2021) com a finalidade de confeccionar objetos tridimensionais por meio da construção progressiva de camadas, a partir de um modelo digital (Kessler *et al.* 2020; Quan *et al.* 2020). A possibilidade da individualização dos tratamentos odontológicos, com precisão, rapidez e um custo relativamente menor fez com que o uso dessas tecnologias nos consultórios odontológicos aumentasse substancialmente nos últimos anos (Kessler *et al.* 2020; Della Bona *et al.* 2021). Além disso, a impressão 3D oferece um processo de fabricação

padronizado, resultando em um fluxo de trabalho confiável, previsível e apresenta uma opção mais econômica e rápida em relação ao processo de fabricação de materiais cerâmicos e resinas CAD/CAM (Spitznagel *et al.* 2018). Por esses motivos, a resina para impressão 3D (RI) vem sendo alvo de inúmeros estudos (Schlichting *et al.* 2011; Magne *et al.* 2015; Unkovskiy *et al.* 2018). Novas RI 3D modificadas com a adição de partículas cerâmicas tem sido apresentado ao mercado como materiais para fins restauradores definitivos, trazendo todos os benefícios da impressão 3D (Kessler *et al.* 2020; Della Bona *et al.* 2021). Entretanto, pouco se tem discutido sobre os protocolos de adesão desses materiais.

Diferentes tratamentos de superfície têm sido introduzidos com o objetivo de aumentar a resistência de união entre o cimento resinoso e a o material restaurador. Estes tratamentos visam aumentar a rugosidade de superfície, melhorar a molhabilidade e aumentar a energia de superfície do material restaurador (Alagiriswamy *et al.*, 2020). Além do condicionamento da superfície da resina com o ácido fosfórico, o jateamento da superfície com partículas de óxido de alumínio também é utilizado com o objetivo de promover a abrasão mecânica da superfície de diferentes materiais restauradores. O impacto das partículas resulta numa superfície mais rugosa, favorecendo retenção mecânica dos agentes de cimentação (Fischer *et al.*, 2008; Aurélio *et al.*, 2016). Os agentes de cimentação são responsáveis por reter as restaurações, em uma posição estável e duradoura no ambiente bucal, sendo os à base de resina ideais para a adesão de restaurações estéticas indiretas atualmente (Pegoraro *et al.* 2007). As restaurações estão sujeitas a alterações no meio bucal, como solubilidade e sorção em água durante a armazenagem prolongada, ciclagem térmica e fadiga mecânica. Portanto, o envelhecimento e a armazenagem em água tem sido utilizada com o objetivo de acelerar a degradação dos agentes de cimentação na interface adesiva (Guarda *et al.* 2013; Aguiar *et al.* 2014).

Objetivo: O objetivo deste estudo foi avaliar a influência dos tratamentos de superfície da resina de impressão 3D (Varseo Smile Crown Plus) na resistência de união à microtração (RU μ C), após 24 horas ou seis meses de armazenagem em água deionizada.

2. METODOLOGIA

Tabela 1 - Materiais utilizados neste estudo: marca comercial, fabricante e composição.

Marca Comercial	Fabricante	Composição*
Varseo Smile Crown Plus	Bego GmbH & Co. KG, Bremen, Germany, cor B1	4,4'-isopropylidenediphenol, ethoxylated and 2-methylprop-2-enoic acid and diphenyl (2,4,6-trimethylbenzoyl) phosphine oxide. 4,4'-isopropylidenodifenol, ácido etoxilado e 2-metilprop-2-enóico e óxido de difenil (2,4,6-trimetilbenzoil) fosfina.
ScotchBond Adhesive	Multipurpose Solventum, St Paul, MN, USA	2-hidroxietil metacrilato.
RelyX Ultimate	Solventum, St Paul, MN, USA – Cor A2.	Pasta Base: monômeros de metacrilato, radiopacificadores, cargas silanizadas, iniciadores, estabilizadores e aditivos reológicos. Pasta Catalisadora: monômeros de metacrilato, cargas radiopacas, iniciador, estabilizadores, pigmentos, aditivos reológicos, corante fluorescente, ativador de polimerização para o adesivo Scotchbond Universal.

*Informações dos fabricantes.

Sessenta discos da resina para impressão 3D (Bego GmbH & Co.) com 17 mm de diâmetro x 2 mm de espessura foram impressos na impressora 3D (Photon Mono, Anycubic, Jinhua, Zhejiang, China). Após a impressão, os discos foram lavados em álcool isopropílico por 3 minutos e submetidos à pós-cura em câmara de fotopolimerização UV (W3D light and Clean; Wilcos do Brasil Comércio e Indústria, Petrópolis, RJ, Brasil) por 15 minutos. Os discos foram separados em 6 grupos (n=10): G 1 - sem tratamento de superfície (controle negativo); G 2 -

uma fina camada do adesivo Scotchbond Multipurpose Adhesive (Solventum) foi aplicada e fotopolimerizada por 20 segundos com o aparelho Valo Cordeless Grand (Ultradent Products Inc., South Jordan, UT, EUA) com intensidade de luz de 1.250 mW/cm^2 aferidas com o radiômetro (Modelo 100, Demetron Research Corporation, Danbury, CT); G 3 - Uma camada do adesivo Scotchbond Universal Adhesive (SBU) (Solventum) foi aplicada com pincel tipo *microbrush* e fotopolimerizada por 20 segundos; G 4 - ácido fosfórico (AF) 35% (Ultra-Etch; Ultradent) foi aplicado na superfície do disco por 60 segundos, lavado com jato de água por 30 segundos e secos com jato de ar por 30 segundos. Em seguida, foi aplicada uma camada do adesivo Scotchbond Universal Adhesive (SBU) (Solventum) com pincel tipo *microbrush* e fotopolimerizada por 20 segundos; G 5 - A superfície do disco foi jateada com partículas de (Al_2O_3) $50 \mu\text{m}$ (Bio-art, São Carlos, SP, Brasil), por 10 segundos, distante 10 mm do disco, em ângulo de 45° com pressão de 1 bar. Após, os discos foram limpos em ultrassom por 3 minutos e secos com jato de ar. Uma camada do adesivo SBU foi aplicada e fotopolimerizada por 20 segundos; e, G 6 – Os discos foram jateados com partículas de (Al_2O_3) $50 \mu\text{m}$ (Bio-art) por 10 segundos, lavados em ultrassom por 3 minutos e secos com jato de ar. Em seguida, foram submetidos ao condicionamento com ácido fosfórico (AF) por 60 segundos, lavados e secos por 30 segundos. Uma camada do adesivo SBU foi aplicada e fotopolimerizada por 20 segundos com o aparelho (Valo Cordeless, Ultradent);



Figura 1: A – Confecção das amostras em RI 3D. B – Amostras embutidas em tubos de PVC.

Uma matriz de silicone de adição pesada (Express; 3M ESPE, St Paul, MN, USA) medindo 17 mm de diâmetro x 1 mm de espessura contendo 6 orifícios equidistantes medindo 1 mm de diâmetro x 1 mm de altura foi posicionada sobre o disco de RI 3D, delimitando a área de união. Os orifícios foram preenchidos com o cimento resinoso Rely X Ultimate (Solventum). Uma tira de poliéster e uma lâmina de vidro foi adaptada sobre os orifícios com o cimento resinoso e uma carga estática de 250 g por 1 minuto foi aplicada sobre a lâmina de vidro. Após a remoção do excesso de cimento resinoso foi realizada a fotoativação através do disco de RI 3D por 40 segundos com o aparelho (Valo Cordeless; Ultradent). Todas as amostras foram armazenadas em água deionizada a 37°C , por 24 horas. Três cilindros de cimento resinoso de cada disco foram submetidos ao ensaio de RU μ C após 24 horas e 3 cilindros após 6 meses de armazenagem a 37°C . Um fio de aço inoxidável medindo 0,2 mm de diâmetro foi adaptado ao redor de cada cilindro de cimento resinoso mantendo-se na interface do disco da RI 3D / cimento resinoso. O ensaio de RU μ C foi realizado na máquina de ensaio universal (4411, Instron Co., USA) a velocidade constante de 1,0 mm/minuto até ocorrer falha. Os valores médios de RU μ C foram calculados e os dados obtidos fornecidos em MPa. Para cada grupo, 10 amostras foram testadas e os valores médios dos três cilindros de cimento

resinoso foram registrados como a resistência de união de cada amostra, para cada período de armazenagem. Os valores de RU μ C foram testados quanto à normalidade (Shapiro-Wilk) e homocedasticidade (Levene), antes de serem analisados com ANOVA dois fatores e teste post-hoc de Tukey ($\alpha = 0,05$).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias de resistência de união ao microcissalhamento (RU μ C) dos 6 grupos após armazenagem por 24 horas e 6 meses, estão apresentadas na Tabela 2. Para os resultados obtidos após 24 h de armazenagem, os valores médios de RU μ C dos grupos JT +SBU e AF +SBU foram significativamente superior em relação aos grupos AF + JT+ SBU, SBU, SBM e CTRL ($p < 0,05$). O grupo AF + JT + SBU foi significativamente superior aos grupos SBM e CTRL ($p < 0,05$). O grupo SBU foi significativamente superior ao grupo CTRL ($p < 0,05$). Nenhuma diferença estatística foi observada entre os grupos AF + SBU, JT + SBU, entre AF + JT + SBU e SBU, entre SBU e SBM e SBM e CTRL ($p > 0,05$). Já para 6 meses de armazenagem, os grupos JT + SBU e AF + SBU foram significativamente superiores em relação aos grupos AF + JT+ SBU, SBU, SBM e CTRL ($p < 0,05$). O grupo AF + JT + SBU foi significativamente superior ao grupo CTRL ($p < 0,05$). Nenhuma diferença estatística foi observada entre os grupos AF + SBU, JT + SBU, entre AF + JT+ SBU, SBU e SBM, entre SBU, SBM e CRL ($p > 0,05$).

Quando foi comparado os períodos de armazenagem 24 horas e 6 meses, nenhuma diferença estatística foi observada ($p > 0,05$), exceto para o grupo JT +SBU, onde à RU μ C após 6 meses foi significativamente superior em relação a 24 horas ($p < 0,05$).

Tabela 2 – Médias de resistência de união ao microcissalhamento (RU μ C $\pm$ Desvio Padrão MPa) para os grupos (CTRL, SBM, SBU, AF + SBU, JT + SBU e AF + JT + SBU) após armazenagem por 24 horas e 6 meses.

Grupos		Armazenagem	
		24 horas	6 meses
G1	Controle – CTRL	12,8 $\pm$ 0,4 Ad	13,9 $\pm$ 0,6 Ac
G2	SBM	14,9 $\pm$ 0,7 Acd	16,2 $\pm$ 1,0 Abc
G3	SBU	16,5 $\pm$ 0,6 Abc	16,0 $\pm$ 0,6 Abc
G4	AF + SBU	22,8 $\pm$ 0,9 Aa	23,9 $\pm$ 0,8 Aa
G5	JT + SBU	22,4 $\pm$ 0,8 Ba	25,0 $\pm$ 0,7 Aa
G6	AF + JT + SBU	18,0 $\pm$ 0,9 Ab	19,4 $\pm$ 1,4 Ab

Valores seguidos por letras distintas minúscula na mesma coluna e maiúscula na mesma linha diferem estatisticamente entre si, em nível de 5% pelo teste de Tukey.

4. CONCLUSÃO

O presente estudo demonstrou que os tratamentos de superfície das resinas para impressão 3D com ácido fosfórico + Scotchbond Universal (AF + SBU) e jateamento com partículas de Al_2O_3 (50 μm) + Scotchbond Universal (JT + SBU) apresentaram os maiores valores de resistência de união. O período de armazenagem não influenciou na resistência de união, exceto para o tratamento JT + SBU.

5. BIBLIOGRAFIA

- 1 - Mainjot AK, Dupont NM, Oudkerk JC, Dewael TY, Sadoun MJ. From artisanal to CAD-CAM blocks: state of the art of indirect composites. *J Dent Res* 2016;95:487-95.
- 2 – Van Noort R. The future of dental devices is digital. *Dent Mat* 2012;28:3-12.
- 3 - Kessler A, Hickel R, Reymus M. 3D Printing in Dentistry-State of the Art. *Oper Dent* 2020;45:30- 40.
- 4 - Della Bona A, Cantelli V, Britto VT, Collares KF, Stansbury JW. 3D printing restorative materials using a stereolithographic technique: a systematic review. *Dent Mater* 2021;37:336-50.
- 5 - Quan H, Zhang T, Xu H, Luo S, Nie J, Zhu X. Photo-curing 3D printing technique and its challenges. *Bioact Mater* 2020;2;5:110-15.
- 6 - - Spitznagel FA, Boldt J, Gierthmuehlen PC. CAD/CAM ceramic restorative materials for natural teeth. *J Dent Res* 2018;97:1082-91.
- 7 - Schlichting LH, Maia HP, Baratieri LN, Magne P. Novel-design ultra-thin CAD/CAM composite resin and ceramic occlusal veneers for the treatment of severe dental erosion. *J Prosthet Dent* 2011;105:217-26.
- 8 - Magne P, Malta DA, Enciso R, Monteiro-Junior S. Heat treatment influences monomer conversion and bond strength of indirect composite resin restorations. *J Adhes Dent* 2015;17:559-66.
- 9 - Alagiriswamy G, Krishnan CS, Ramakrishnan H, Jayakrishnakumar SK, Mahadevan V, Azhagarasan NS. Surface characteristics and bioactivity of zirconia (Y-TZP) with different surface treatments. *J Pharm Bioallied Sci* 2020;12(Suppl 1):S114-S123.
- 10 - Fischer J, Grohmann P, Stawarczyk B. Effect of zirconia surface treatments on the shear strength of zirconia/veneering ceramic composites. *Dent Mater J* 2008;27:448-54.
- 11 - Aurélio IL, Marchionatti AME, Montagner AF, May LG, Soares FZM. Does air particle abrasion affect the flexural strength and phase transformation of Y-TZP? A systematic review and meta-analysis. *Dent Mater* 2016;32:827-45.
- 12 – Pegoraro TA, da Silva NRFA, Carvalho RM. Cements for use in esthetic dentistry. *Dent Clin North Am* 2007;51:453-71.
- 13 - Guarda GB, Correr AB, Goncalves LS, Costa AR, Borges GA, Sinhoreti MA et al. Effects of surface treatments, thermocycling, and cyclic loading on the bond strength of a resin cement bonded to a lithium disilicate glass ceramic. *Oper Dent*, 2013;38:208-217.
- 14 - Aguiar TR, André CB, Correr-Sobrinho L, Arrais CA, Ambrosano GM, Giannini M. Effect of storage times and mechanical load cycling on dentin bond strength of conventional and self-adhesive resin-luting cements. *J Prosthet Dent* 2014;111:404-410.