

## EFEITO DE DIFERENTES SISTEMAS FOTOINICIADORES NAS PROPRIEDADES DE MATERIAIS RESTAURADORES RESINOSOS EXPERIMENTAIS

PETERSON OLIVEIRA BOEIRA<sup>1</sup>; CARLOS ENRIQUE CUEVAS-SUAREZ<sup>2</sup>;  
EDUARDO TROTA CHAVES<sup>3</sup>; VICTOR PINHEIRO FEITOSA<sup>4</sup>; RAFAEL RATO  
MORAES<sup>5</sup>; GIANA DA SILVEIRA LIMA<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas – [peter.oli@hotmail.com](mailto:peter.oli@hotmail.com)

<sup>2</sup>Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo – [cecuevavs@uaeh.edu.mx](mailto:cecuevavs@uaeh.edu.mx)

<sup>3</sup>Universidade Federal de Pelotas – [eduardo.trota@yahoo.com](mailto:eduardo.trota@yahoo.com)

<sup>4</sup>Faculdade Paulo Picanço – [victorpfeitos@hotmail.com](mailto:victorpfeitos@hotmail.com)

<sup>5</sup>Universidade Federal de Pelotas – [moraesrr@gmail.com](mailto:moraesrr@gmail.com)

<sup>6</sup>Universidade Federal de Pelotas – [gianalima@gmail.com](mailto:gianalima@gmail.com)

### 1. INTRODUÇÃO

Os sistemas adesivos simplificados têm sido desenvolvidos com o objetivo de reduzir as etapas clínicas (NAGARKAR; THEIS-MAHON; PERDIGÃO, 2019) para promover um procedimento restaurador mais simples e rápido (BEDRAN-RUSSO et al., 2017). Estes adesivos simplificados consistem em formulações complexas de diferentes tipos de monômeros, combinações de solventes e sistemas de iniciação, porém, isso pode ser responsável por problemas, como a inibição da polimerização (LIMA et al., 2008, NAGARKAR; THEIS-MAHON; PERDIGÃO, 2019, OGLIARI et al., 2008) e desempenho mecânicos inferiores aos dos sistemas convencionais (CARDOSO et al., 2011, KIM et al., 2017). Portanto, sistemas simplificados têm sido amplamente estudados a fim de melhorar seu desempenho (NAGARKAR; THEIS-MAHON; PERDIGÃO, 2019).

O sistema fotoiniciador de um adesivo odontológico é responsável pela conversão dos monômeros em polímeros (NAGARKAR; THEIS-MAHON; PERDIGÃO, 2019). O sistema composto por canforquinona (CQ) e amina terciária é o modelo mais utilizado. Apesar disso, a aplicação desses produtos está comumente relacionada ao amarelamento dos compósitos (ALMEIDA et al., 2020). Diversos fotoiniciadores alternativos são estudados a fim de melhorar suas propriedades aumentando o sucesso dos procedimentos clínicos (DOS REIS LIMA et al., 2019, ZHANG et al., 2019).

A degradação hidrolítica é caracterizada pela sensibilidade molecular em contato com a água. Estudos recentes têm mostrado que a maioria dos adesivos é suscetível a esses eventos (DECHA et al., 2019, NAGARKAR; THEIS-MAHON; PERDIGÃO, 2019, SCOTTI et al., 2017). Consequentemente, as propriedades mecânicas podem ser impactadas negativamente pelo contato com a água (ALMEIDA, et al., 2020). Além disso, um grau de conversão ineficiente pode levar à falha adesiva da restauração (ALMEIDA, et al., 2020, DECHA, et al., 2019). A influência de sistemas alternativos de fotoiniciação ainda é um campo pouco explorado. Portanto, o objetivo deste estudo é avaliar a influência de diferentes sistemas de iniciação nas propriedades físico-químicas de materiais restauradores à base de resinas experimentais.

### 2. METODOLOGIA

Quatro sistemas adesivos experimentais e um cimento resinoso foram formulados com quatro diferentes sistemas de fotoiniciadores conforme Tabela 1.

**Tabela 1:** Formulação dos adesivos experimentais e sistemas fotoiniciadores.

	Técnica Adesiva				
	Auto condicionantes		Convencionais		Cimento autoadesivo
	1-SE	2-SE	2-T&E	3-T&E	SARC
<b>Sistemas de fotoiniciadores</b>	CQ+EDAB CQ+EDAB+DPI BAPO TPO	CQ+EDAB CQ+EDAB+DPI BAPO TPO	CQ+EDAB CQ+EDAB+DPI BAPO TPO	CQ+EDAB CQ+EDAB+DPI BAPO TPO	CQ+EDAB CQ+EDAB+DPI BAPO TPO
<b>Formulação Resina Base</b>	50% Bis-GMA, 25% TEGDMA, 25% HEMA + monômero ácido + solvente + água		50% Bis-GMA, 25% TEGDMA, 25% HEMA + solvente + água		50% Bis-GMA, 25% TEGDMA, 25% HEMA + monômero ácido+solvente + água + borosilicato

**Legendas:** **1-SE:** autocondicionante de passo único; **2-SE:** autocondicionante de dois passos; **2-T & E:** convencional de dois passos; **3-T & E:** convencional de três passos; **SARC:** Cimento resinoso autoadesivo.

Para cada tipo de material à base de resina, um material comercial foi adicionado como referência. Foram confeccionadas amostras e avaliadas a sorção de água, solubilidade (n=6) de acordo com a ISSO 4049 e densidade de ligações cruzadas de carbono através de Microdureza (n=6). Os materiais foram aplicados segundo a técnica adesiva para simular uma restauração dentária em dente bovino (n = 3) e foi avaliado o grau de conversão “*in situ*” por espectroscopia Raman. Os testes estatísticos foram analisados por anova uma via.

Os materiais foram aplicados após o controle de umidade em dentina, conforme a técnica de cada grupo para o grau conversão “*in situ*”:

- (1-SE): o adesivo foi aplicado ativamente por 20 segundos conforme o grupo experimental. O solvente foi evaporado, fotoativado 20 segundos pelo fotopolimerizador Bluephase N, em seguida foi realizada restauração com 2 mm de espessura utilizando a resina Z350XT (3M ESPE, St.Paul, EUA), fotoativada em 20 segundos. O controle comercial utilizado foi Single Bond universal (3M ESPE, St.Paul, EUA).

- (2-SE):, o primer ácido foi aplicado ativamente por 20 segundos conforme o grupo experimental. O solvente foi evaporado. Aplicado adesivo armazenado em segundo frasco, fotoativado 20 segundos e realizada restauração com 2 mm de espessura utilizando a resina Z350XT, fotoativada por 20 segundos. O controle comercial foi utilizado CLEARFIL SE BOND (Kuraray Noritake Dental, Tóquio, Japão).

- (2-T & E): a dentina foi condicionada em 15 segundos com ácido fosfórico 37% (Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Suíça); Lavado em 15 segundos e controlada a umidade. O solvente foi evaporado, aplicado adesivo, fotoativado 20 segundos com Bluephase N e, em seguida, foi realizada restauração com 2 mm de espessura utilizando a resina Z350XT, fotoativada por 20 segundos. O controle comercial foi ADPER SINGLE BOND 2 (3M ESPE, St.Paul, EUA).

- (3-T & E): a dentina foi condicionada em 15 segundos com ácido fosfórico 37%; Lavado em 15 segundos e a umidade foi controlado. O primer foi aplicado ativamente por 20 segundos de acordo com o grupo experimental. O solvente foi evaporado, em seguida aplicado o adesivo armazenado em outro frasco, fotoativado 20 segundos e realizada restauração com 2 mm de espessura utilizando a resina Z350XT, fotoativada por 20 segundos. O controle comercial utilizado foi o adesivo Adper Scotchbond MultiPurpose (3M ESPE, St.Paul, EUA).

- Cimento resinoso autoadesivo (SARC): a espessura do cimento resinoso 0,5 mm foi aplicada na superfície do dente e aplicada uma camada de resina sobre o material, sendo então fotoativado em 20 segundos. O controle comercial foi utilizado Relyx U200 (3M ESPE, St.Paul, EUA).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Quanto aos resultados da sorção de água, para os materiais 1-SE e 2-SE, as diferenças entre os diferentes sistemas de fotoiniciação não foram estatisticamente significativas. Com relação ao 2-T&E, os grupos CQ + EDAB e CQ + EDAB + DPI apresentaram valores significativamente menores do que os outros grupos. Para o grupo 3-T&E, o material formulado com o sistema de fotoiniciação CQ+EDAB apresentou menor valor de sorção. Finalmente, para o material restaurador SARC, não houve diferenças estatisticamente significativas entre os materiais experimentais. Em relação à solubilidade o adesivo 1-SE mostrou menor solubilidade independente do fotoiniciador, SARC também apresentou baixa solubilidade.

Em relação à densidade de ligações cruzadas. O adesivo 1-SE apresentou os maiores valores quando utilizado o sistema CQ+EDAB+DPI.

O grau de conversão *in-situ* apresentou alto percentual para grupos de adesivos autocondicionantes com fotoiniciadores BAPO (78%) e TPO (74%) de conversão. Apenas no 1-SE foi observada diferença estatística significativa entre cada fotoiniciador. O cimento resinoso comercial apresentou melhor desempenho do que os grupos com sistemas fotoiniciadores experimentais. Os principais resultados encontrados foram que o grau de conversão não foi significativamente modificada pelo tipo de fotoiniciador. Apenas nos grupos CQ+EDAB no material 1-SE e TPO no material SARC, o grau de conversão foi menor.

### 4. CONCLUSÕES

O sistema de iniciação interfere nas propriedades físico-químicas dependendo do tipo de material. Os sistemas de fotoiniciadores com BAPO e TPO melhoraram o grau de conversão “*in situ*” em adesivos autocondicionantes comparados com sistema de iniciação CQ+EDAB.

### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, S. M.; MEEREIS, C. T.; LEAL, F. B.; CARVALHO, R. V.; BOEIRA, P. O.; CHISINI, L. A.; CUEVAS-SUÁREZ, C. E.; LIMA, G. S.; PIVA, E. Evaluation of alternative photoinitiator systems in two-step self-etch adhesive systems. **Dental materials**, v.36, n.2, p.e29-e37, 2020.

BEDRAN-RUSSO, A.; LEME-KRAUS, A. A.; VIDAL, C. M.; TEIXEIRA, E. C. An overview of dental adhesive systems and the dynamic tooth–adhesive interface. **Dental Clinics**, v.61, n.4, p.713-731, 2017.

CARDOSO, M.; DE ALMEIDA NEVES, A.; MINE, A.; COUTINHO, E.; VAN LANDUYT, K.; DE MUNCK, J.; VAN MEERBEEK, B. Current aspects on bonding

effectiveness and stability in adhesive dentistry. **Australian dental journal**, v.56, p.31-44, 2011.

DECHA, N.; TALUNGCHIT, S.; IAWSIPO, P.; PIKULNGAM, A.; SAIPRASERT, P.; TANSAKUL, C. Synthesis and characterization of new hydrolytic-resistant dental resin adhesive monomer HMTAF. **Designed monomers and polymers**, v.22, n.1, p.106-113, 2019.

DOS REIS LIMA, C.; DA SILVA, D. B.; VITTI, R. P.; MIRANDA, M. E.; BRANDT, W. C. Mechanical properties of experimental resin cements containing different photoinitiators and co-initiators. **Clinical, cosmetic and investigational dentistry**, v.11, p.285, 2019.

KIM, Y.; KIM, S.; JEONG, T.; SON, S. A.; KIM, J. Effects of Additional Acid Etching on the Dentin Bond Strengths of One-Step Self-Etch Adhesives Applied to Primary Teeth. **Journal of Esthetic and Restorative Dentistry**, v.29, n.2, p.110-117, 2017.

LIMA, G. D. S.; OGLIARI, F. A.; DA SILVA, E. O.; ELY, C.; DEMARCO, F. F.; CARREÑO, N. L. V.; PETZHOLD, C. L.; PIVA, E. Influence of water concentration in an experimental self-etching primer on the bond strength to dentin. **Journal of Adhesive Dentistry**, v.10, n.3, 2008.

NAGARKAR, S.; THEIS-MAHON, N.; PERDIGÃO, J. Universal dental adhesives: Current status, laboratory testing, and clinical performance. **Journal of Biomedical Materials Research Part B: Applied Biomaterials**, v.107, n.6, p.2121-2131, 2019.

OGLIARI, F. A.; ELY, C.; LIMA, G. S.; CONDE, M. C.; PETZHOLD, C. L.; DEMARCO, F. F.; PIVA, E. Onium salt reduces the inhibitory polymerization effect from an organic solvent in a model dental adhesive resin. **Journal of Biomedical Materials Research Part B: Applied Biomaterials: An Official Journal of The Society for Biomaterials, The Japanese Society for Biomaterials, and The Australian Society for Biomaterials and the Korean Society for Biomaterials**, v.86, n.1, p.113-118, 2008.

SCOTTI, N.; CAVALLI, G.; GAGLIANI, M.; BRESCHI, L. New adhesives and bonding techniques. Why and when? **The international journal of esthetic dentistry**, 2017.

ZHANG, J.; LALEVÉE, J.; HILL, N. S.; PENG, X.; ZHU, D.; KIEHL, J.; MORLET-SAVARY, F.; STENZEL, M. H.; COOTE, M. L.; XIAO, P. Photoinitiation mechanism and ability of monoamino-substituted anthraquinone derivatives as cationic photoinitiators of polymerization under LEDs. **Macromolecular rapid communications**, v.40, n.16, p.1900234, 2019.