

DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA DE UNIÃO DE BARREIRA INTRAORIFICO EM ENDODONTIA

JÚLIA MACLUF TORRES¹; MARIA EDUARDA LIMA DO NASCIMENTO MARINHO²; HELLEN MONIQUE DA MOTTA³; KAMILA PAGEL RAMSON⁴; GIANA DA SILVEIRA LIMA⁵

¹ Universidade Federal de Pelotas - ju.mtorres@hotmail.com

²Universidade Federal de Pelotas - melnmarinho@gmail.com

³Universidade Federal de Pelotas - hellenmotta2001@hotmail.com

⁴Universidade Federal de Pelotas - kamilaramson@gmail.com

⁵Universidade Federal de Pelotas - gianalima@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

A infecção microbiana é um dos principais fatores associados ao insucesso endodôntico, portanto todo o esforço deve ser feito para evitar a contaminação microbiana no espaço pulpar (JAFARI et al., 2017). Dessa maneira, foi sugerido por ROGHANIZAD e JONES (1996) a utilização de uma barreira intraorifício com o intuito de prevenir a reinfecção bacteriana, no caso de falhas restauradoras, aumentando as possibilidades de sucesso da terapia endodôntica. Essa técnica consiste na colocação de um material no orifício do canal, após a remoção de 3 a 4 mm de guta percha e cimento endodôntico do terço cervical da raiz, imediatamente após a obturação (MONGA, HARMA, KUMAR, 2009).

As características ideais de um material a ser utilizado como barreira intraorifício devem ser: fácil de manusear, com adesão à estrutura dentária, que evite a contaminação bacteriana, ser distinguível do dente natural e não interferir na adesão da restauração final (ARAÚJO et al., 2022; WOLCOTT, HICKS, HIMEL, 1999). O emprego de metacrilatos metálicos como agentes antimicrobianos em compósitos odontológicos apresenta-se como uma estratégia promissora, uma vez que esses monômeros conferem propriedades antibacterianas ao material, tornando o ambiente menos favorável à colonização microbiana. Além disso, tais compostos promovem uma coloração azulada distinta da estrutura dental, o que facilita a visualização clínica do material (LIMA et al., 2018). Sendo assim, este estudo tem como objetivo formular e caracterizar uma resina experimental com metacrilato de cobre e avaliar a resistência de união de materiais utilizados como barreira intraorifício.

2. METODOLOGIA

Este estudo experimental *in vitro* foi autorizado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Pelotas (CAAE: 61095622.7.0000.5318). Com o intuito de caracterizar a resina experimental foram realizados testes de escoamento, espessura de película e grau de conversão. Os materiais avaliados nestes ensaios foram: Resina Experimental, Resina com adição de Metacrilato de Cobre, Resina Bulk Fill Flow, Resina Flow e Resina Purple.

O teste de escoamento ($n=3$) foi realizado conforme metodologia descrita na norma ISO 6876 (2012), adaptado para resina composta. Um total de 0,5 mL do material foi dispensado em uma placa de vidro (40x40 mm). Em seguida, outra placa de vidro, juntamente com um peso de 100 g, foi colocada sobre o material. Após 10 min, o diâmetro do disco resultante foi medido com um paquímetro digital.

A análise de espessura de película ($n=5$) foi realizada de acordo com a norma ISO 4049 (2009). Foram utilizadas duas placas de vidro (14x14mm) e a espessura das placas pareadas foi medida. Foi dispensado 0,2 gramas de material

na placa inferior, sendo esta coberta com a segunda placa. Uma carga constante de 150 N foi aplicada por 180s. A espessura das placas foi medida novamente e a diferença entre a primeira e a segunda medição foi registrada como a espessura de película.

O grau de conversão ($n=3$) foi avaliado por um espectrômetro de infravermelho por transformada de Fourier (FTIR, Prestige 21, Shimadzu, Japão) equipado com um dispositivo de refletância total atenuada (ATR). Quantidades padronizadas de cada material foram dispensadas no cristal ATR. Os espectros de infravermelho foram obtidos antes e depois da fotoativação dos materiais. O grau de conversão foi determinado observando a razão entre a intensidade de absorbância do C=O alifático (altura do pico em 1638 cm^{-1}) e a intensidade de absorbância do C=C aromático (1608 cm^{-1}) usado como padrão interno (DAVID et al., 2022).

A realização do teste de resistência de união (*push out*) foi baseada na metodologia de MAJEDD e ALSHWAIMI (2016) e foram utilizados dentes unirradiculares extraídos. Para garantir uma padronização, as coroas dos dentes foram removidas na junção amelocementária perpendicularmente ao longo eixo dos dentes, utilizando um disco diamantado sob resfriamento. A instrumentação do canal radicular foi realizada utilizando o sistema Reciproc (VDW™, Munique, Alemanha) com limas de diâmetro compatível com o canal radicular. Após cada lima, os canais radiculares foram irrigados com hipoclorito de sódio a 2,5%. O terço cervical da raiz foi seccionado em fatias de 1,5 mm de espessura utilizando um disco diamantado e resfriado a água (IsoMet, Buehler, Lake Bluff, NY, EUA). Em cada espécime, o espaço do canal foi ampliado para um tamanho de cavidade padronizado utilizando uma ponta diamantada 3131 (Microdont, São Paulo, SP, Brasil). Os espécimes foram divididos aleatoriamente em 9 grupos ($n = 15$) e as cavidades foram preenchidas da seguinte forma: Grupo 1: Cimento de óxido de zinco sem eugenol (Coltosol, Coltene Inc., Altstatten, Suíça): O material foi inserido na cavidade com o auxílio de uma espátula. Grupo 2: Ionômeo de vidro modificado por resina (Vitremer, 3M ESPE, St. Paul, EUA): Vitremer™ Primer (Solventum, St. Paul, MN, EUA) foi aplicado na cavidade, seco com jatos de ar (15s) e fotopolimerizado (20s). Foi inserido o material já misturado, com o auxílio da seringa tipo Centrix, e posterior fotopolimerização (40s). Grupo 3: Resina Composta Convencional: os canais dos espécimes foram condicionados por 15s com ácido fosfórico 37% (AllPrime, Allchem, São Paulo, Brasil), enxaguados e secos. Em seguida, foi aplicado o Primer (Scotchbond™ Universal Primer, 3M ESPE, St. Paul, EUA) com microbrush, seguido da aplicação do adesivo (Scotchbond™ Universal Adhesive, 3M ESPE, St. Paul, EUA) e fotopolimerizado. Em seguida, a resina foi inserida na cavidade e fotopolimerizada (40s). Grupo 4: Resina Composta Flow; Grupo 5: Resina Composta Bulk Fill Flow; Grupo 6: Resina Permaflo Purple; Grupo 7: Resina Experimental; Grupo 8: Resina Experimental com adição de Metacrilato de Cobre: O condicionamento da cavidade e inserção do material foi realizado da mesma forma para todos os grupos em que o material avaliado era resina. O Grupo 9 foi o grupo Controle, onde foi inserido cone de guta percha com cimento AHplus (Dentsply Sirona, Nova Iorque, EUA) na cavidade.

Para medir a resistência de união, um dispositivo de aço foi instalado na base de uma Máquina de Ensaios Universal (EMIC DL 2000; EMIC Equipamentos e Sistemas de Ensaio Ltda., São José dos Pinhais, PR, Brasil), com uma abertura no centro, na qual os espécimes foram colocados com a base menor voltada para cima. Um dispositivo cônico foi instalado na máquina e uma força compressiva (1000 Newtons) com velocidade de 0,5 mm/min foi aplicada contra a restauração

no centro da base menor. A força de ruptura foi registrada em Newtons (N) e transformada em MPa utilizando a seguinte equação, sendo ‘R’ o raio da base maior, ‘r’ o raio da base menor e ‘h’ é a espessura da amostra:

$$\text{MPa} = \frac{\text{N}}{\pi(R+r)\sqrt{h^2+(R-r)^2}}$$

Após o teste de *push out*, as amostras foram analisadas em um estereomicroscópio (Stereozoom, Bausch & Lomb, Rochester, NY, EUA) para determinar os modos de falha, e foram classificados como adesiva, coesiva ou mista (adesiva e coesiva).

Os dados foram analisados utilizando o software Jamovi (versão 2.3.28). Inicialmente, a normalidade foi avaliada. A resistência de união foi analisada pelo teste Kruskal-Wallis, seguido pelo teste post-hoc de Dwass-Steel-Critchlow-Fligner. A espessura de película e escoamento foram avaliados pelo teste de Kruskal-Wallis. O grau de conversão foi analisado por ANOVA one-way, seguido do teste post-hoc de Tukey. Foi considerado um nível de significância de 95%.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos testes de escoamento, espessura de película e grau de conversão, foram avaliados os seguintes materiais: Resina Experimental, Resina Experimental com Metacrilato de Cobre, Resina Bulk Fill Flow, Resina Flow e Resina Purple. O teste de escoamento não revelou diferenças significativas entre os grupos ($p = 0,192$), assim como o teste de espessura de película ($p = 0,099$). Em relação ao grau de conversão, a Resina Experimental com Metacrilato de Cobre apresentou os maiores valores, embora sem diferença estatística em comparação à Resina Purple (Tabela 1).

Para os ensaios de resistência de união e análise do tipo de falha, também apresentados na Tabela 1, o grupo Bulk Fill Flow obteve a maior resistência, mas sem diferença estatística em relação às demais resinas ($p > 0,05$). Esse resultado está em concordância com o estudo de ÖZYUREK et al. (2018), que também identificou maior resistência em materiais resinosos. No entanto, CAIXETA et al. (2015) relataram desempenho superior para Resina Flow e Resina Convencional em comparação à Resina Bulk Fill. Já o grupo controle apresentou os menores valores de resistência, sendo estatisticamente semelhante ao grupo Coltosol ($p > 0,05$).

Tabela 1- Médias ± desvio padrão e tipos de falha da resistência de união de acordo com o grupo

Grupos	Grau de Conversão (%)	Resistência de união (Mpa)	Mista (%)	Coesiva (%)	Adesiva (%)
1-Coltosol	-	0,15 ± 0,05 ^C	0	100	0
2-Vitremer	-	10,18 ± 3,94 ^B	100	0	0
3-Convencional	59.9 ± 4.58 ^{CD}	11,83 ± 3,77 ^{AB}	80	0	20
4-Flow	54.7 ± 1.80 ^{DE}	12,56 ± 2,82 ^{AB}	100	0	0
5-Bulk Fill Flow	50.3 ± 2.07 ^E	15,61 ± 4,16 ^A	86,6	0	13,3
6-Purple	70.2 ± 2.75 ^{AB}	14,58 ± 3,18 ^{AB}	93,3	0	6,7
7-Experimental	66.7 ± 2.90 ^{BC}	11,14 ± 4,42 ^{AB}	80	0	2
8-Metacrilato de Cobre	75.3 ± 2.40 ^A	12,09 ± 3,74 ^{AB}	86,6	0	13,3
9- Controle	-	0,53 ± 0,34 ^C	0	0	100

Letras diferentes indicam diferenças estatisticamente significativas entre os grupos ($p<0,05$).

4. CONCLUSÕES

A resina experimental contendo metacrilato de cobre apresentou desempenho satisfatório, com grau de conversão elevado e resultados de resistência de união semelhantes aos observados para as resinas comerciais avaliadas. Além disso, de modo geral, os materiais resinosos demonstraram melhor desempenho em resistência de união quando comparados aos materiais temporários, como o Coltosol, reforçando sua indicação como barreira intraorifício.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CAIXETA, R.V. et al. Push-out bond strength of restorations with bulk-fill, flow, and conventional resin composites. **Scientific World Journal**. 2015
- DAVID C, CUEVAS-SUÁREZ CE, DE CARDOSO GC, ISOLAN CP, DE MORAES RR, DA ROSA W, MÜNCHOW EA, DA SILVA AF. Characterization of Contemporary Conventional, Bulk-fill, and Self-adhesive Resin Composite Materials. **Oper Dent**. 2022 Jul 1;47(4):392-402.
- DE ARAÚJO LP, et al. Effect of an Intraorifice Barrier on Endodontically Treated Teeth: A Systematic Review and Meta-Analysis of In Vitro Studies. **Biomed Res Int**. 2022 Jan 20;2022:2789073.
- ISO 4049 (2009) Dentistry - Polymer-based restorative materials. <https://www.iso.org/standard/42898.html>. Accessed 4 Feb 2018
- ISO 6876 (2012) Dentistry - Root canal sealing materials. In: ISO. http://www.iso.org/catalogue_detail.htm?csnumber=45117. Accessed 19 Jun 2016
- JAFARI F, et al. Endodontic microleakage studies: correlation among different methods, clinical relevance, and potential laboratory errors. **Minerva Stomatol**. 2017 Aug;66(4):169-177.
- LIMA, Giana et al., Composições odontológicas antibacterianas contendo metacrilatos metálicos polimerizaveis. Titular: Universidade Federal de Pelotas. BR 102016016883-0. Depósito: 21 jul. 2016. Consessão: 6 Fev. 2018
- MAJEEED A, ALSHWAIMI E. Push-Out Bond Strength and Surface Microhardness of Calcium Silicate-Based **Biomaterials**: An in vitro Study. **Med Princ Pract**. 2017;26(2):139-145.
- MONGA P, SHARMA V, KUMAR S. Comparison of fracture resistance of endodontically treated teeth using different coronal restorative materials: An in vitro study. **Journal of Conservative Dentistry**. 2009;12(4):154
- ÖZYUREK T, USLU G, YILMAZ K. Push-out bond strength of intra-orifice barrier materials: Bulk-fill composite versus calcium silicate cement. **J Dent Res Dent Clin Dent Prospects**. 2018 Winter;12(1):6-11. doi: 10.15171/joddd.2018.002.
- ROGHANIZAD N, JONES JJ. Evaluation of coronal microleakage after endodontic treatment. **J Endod**. 1996;22:471–3.
- WOLCOTT JF, HICKS ML, HIMEL VT. Evaluation of pigmented intraorifice barriers in endodontically treated teeth. **J Endod**. 1999;25:589–92.