

RESINAS DENTÁRIAS CONTEMPORÂNEAS: CARACTERIZAÇÃO E AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO *IN VITRO*

CARLA LUCÍA DAVID PEÑA¹; JULIA FAZENDA², GABRIELA CARDOSO DE CARDOSO³, JOSIANE KUHN RUTZ⁴, EVANDRO PIVA⁵, RAFAEL GUERRA LUND⁶

¹ Universidade Federal de Pelotas – cldp58@gmail.com

² Universidade Federal de Pelotas – juliafacenda@yahoo.com.br

³ Universidade Federal de Pelotas – gabih_dcardoso@hotmail.com.br

⁴ Universidade Federal de Pelotas – josianekr@gmail.com

⁵ Universidade Federal de Pelotas – evpiva@gmail.com

⁶ Universidade Federal de Pelotas – rafael.lund@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

A odontologia adesiva passou por transformações significativas nas últimas duas décadas. Novos adesivos dentários e resinas compostas foram desenvolvidos com foco na facilidade de uso, simplificando os procedimentos clínicos e reduzindo o número de componentes ou etapas necessárias (PERDIGÃO et al., 2021). Embora esses materiais compartilhem composição química semelhante, eles podem variar em viscosidade, abrangendo desde altamente viscosos até de baixa viscosidade (DAVID et al., 2022). As resinas compostas fluidas se destacam devido às suas propriedades de manipulação e ao sistema de aplicação injetável, o que melhora o posicionamento do material nas cavidades e amplia as possibilidades clínicas (VAN MEERBEEK et al., 2023). Isso se deve ao aumento de monômeros diluentes na formulação para reduzir a viscosidade e a quantidade de carga nas resinas (DURMUŞLAR et al., 2017). Como resultado, as resinas compostas fluidas têm sido amplamente utilizadas em procedimentos odontológicos clínicos, incluindo forramento em cavidades profundas, restaurações em dentes decíduos, restaurações de Classe I/Classe V em dentes permanentes, selante de sulcos e fissuras, bem como reparo de restaurações defeituosas (DURMUŞLAR et al., 2017).

Paralelamente, ao longo da última década, surgiram novas resinas para superar limitações das resinas convencionais, como a profundidade de polimerização (DAVID et al., 2022). As resinas bulk fill e as resinas fluidas bulk fill têm se destacado na odontologia moderna ao abordar desafios relacionados à técnica incremental em dentes posteriores (CHESTERMA et al., 2017). Inicialmente, o termo "bulk fill" referia-se a resinas compostas que podiam ser aplicadas em camadas de 4 a 5 mm de espessura (PARRA et al. 2023). No entanto, a comercialização pelos fabricantes odontológicos gradualmente transformou o conceito de bulk fill em uma nova categoria de materiais, em vez de uma técnica específica à qual originalmente se referia (PARRA et al. 2023). Embora amplamente utilizadas, ainda são necessárias avaliações de propriedades físicas e comparações com resinas convencionais para compreender seu desempenho clínico. Este estudo tem como objetivo avaliar as propriedades físico-químicas e a resistência flexural de 3 pontos de resinas convencionais, bulk fill e fluida e testar a hipótese nula de que não há diferenças significativas entre as resinas, independentemente de sua categoria e viscosidade.

2. METODOLOGIA

Esta pesquisa seguiu as Diretrizes CRIS para estudos in vitro (KRITHIKADATTA et al., 2014). Foram utilizados os materiais Filtek Z350 XT (3M ESPE, St. Paul, MN, USA), Filtek Bulk Fill (3M ESPE, St.Paul, MN, USA), Filtek Flow (3M ESPE, St.Paul, MN, USA), Tetric N-Ceram (Ivoclar, Vivadent; SonicFill, Kerr), Tetric Bulk Fill (Ivoclar, Vivadent), Tetric Flow (Ivoclar, Vivadent). As variáveis utilizadas foram resistência à flexão de 3 pontos ($n=15$), grau de conversão ($n=3$), sorção ($n=12$) e solubilidade ($n=12$).

Resistência à flexão (σ_f) de 3 pontos

O cálculo prévio do tamanho da amostra foi baseado em um desenho de estudo comparativo com 6 grupos independentes, uma diferença média 2,5 MPa, um desvio padrão médio de 6,5, $\alpha = 0,05$ e poder de teste de 0,8. Resultando em um total de 90 amostras para resistência à flexão de 3 pontos. Para as demais variáveis foram utilizados estudos prévios. A resistência à flexão (σ_f) foi medida no modo de flexão de 3 pontos ($n=15$). Corpos de prova em forma de barra (25 mm x 2 mm x 2 mm) foram preparados de acordo com a norma ISO 4049 (ISO 4049: 2009), e testados a uma velocidade de 0,5 mm/min até a falha em uma máquina de ensaios mecânicos (DL500; EMIC).

Grau de conversão ($C = C$)

As resinas foram colocadas em um molde de silicone (2 mm x 5 mm) com o centro da superfície inferior da resina composta em contato com a célula diamantada ($n = 6$). Foi avaliado com espectroscopia FTIR (Prestige-21; Shimadzu, Tóquio, Japão) com um dispositivo de diamante de refletância total atenuado. O espectro do material não polimerizado foi adquirido no modo de absorbância usando 24 varreduras com resolução de 4 cm⁻¹. A fotoativação foi realizada a partir da superfície superior por 40 s com VALO (Cordless Grand light curing device at a power of 3,200 mW/cm²). Após a fotoativação, outro espectro foi imediatamente adquirido (polímero) e foi calculada a conversão $C = C$ (%) na parte inferior da amostra. Uma técnica de linha de base foi utilizada para calcular a diferença na intensidade da vibração de alongamento alifático $C = C$ (altura do pico) em 1638 cm⁻¹ entre os estados polimerizado e não polimerizado. A vibração de alongamento do anel simétrico em 1608 cm⁻¹ era um padrão interno.

Sorção e solubilidade

Doze discos (6 x 1mm) por grupo, foram preparados e fotoativados com VALO. Os espécimes foram armazenados em um dessecador contendo gel de sílica e cloreto de cálcio e foram mensurados em uma balança de precisão de 0.01mg (AUW 220D, Shimadzu; Kyoto, Japão). Este ciclo foi repetido até atingir uma massa constante (m_1). Os espécimes foram imersos em água destilada por sete dias a 37°C. Após esse período, foram removidos e mensurados imediatamente (m_2). Os espécimes foram colocados no dessecador e foram mensurados diariamente até atingir uma massa constante (m_3). Sorção e solubilidade foram calculadas com base na porcentagem de ganho e perda de massa durante os ciclos de sorção e desorção (ISO 4049:2009). Sorção: $(m_2-m_3) \times 100$ e Solubilidade: $(m_1-m_3) \times 100$

O método estatístico baseou-se na adesão ao modelo de distribuição normal e igualdade de variâncias, utilizou-se o teste ANOVA de um fator para analisar diferenças entre materiais, considerando $p<0,05$. A análise foi conduzida no software SigmaPlot 12 (Systat Inc., San Jose, CA, EUA).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os principais resultados são apresentados na Tabela 1. Os resultados deste estudo permitem aceitar parcialmente a hipótese testada. Todos os grupos demonstraram graus de conversão semelhantes ($p > 0,05$), com o maior grau de conversão observado em Filtek Z350 XT, seguido pelas resinas bulk fill. As diferentes estratégias têm sido seguidas pelos fabricantes para alcançar graus de conversão satisfatórios nos seus materiais, esta característica pode se observar nas resinas testadas, materiais que incorporam monômeros com menor viscosidade (Bis-EMA, UDMA) como Filtek Z350 XT, demonstraram aumentar seu grau de conversão quando comparados a outros que possuem apenas Bis-GMA e TEGDMA em sua composição (PARRA et al. 2023). Esta característica favorece a tensão de contração, o tipo de monômero da resina pode ser um fator mais relevante para a diminuição da tensão de contração (CHESTERMA et al., 2017).

A combinação desses monômeros (Bis-EMA, UDMA), juntamente com outros componentes das resinas dentárias, como a carga numa escala nanométrica, contribui para o equilíbrio entre a resistência mecânica, a manipulação adequada, favorecendo valores mais elevados observados nas resinas Filtek em todas as suas variações, mas sem apresentar diferenças estatísticas com as demais resinas testadas ($p > 0,005$). Por outra parte, diversos estudos (DIDEM; YALCIN, 2014), demonstraram que as resinas bulk fill apresentaram uma resistência flexural semelhante às resinas convencionais, sugerindo que elas podem ser usadas com segurança em restaurações dentárias. Quanto à sorção e solubilidade, todas as resinas apresentaram valores abaixo das diretrizes da norma ISO 4049/2000, que estabelece que a sorção e solubilidade de um material devem ser iguais ou inferiores a 40 µg/mm³ e 7,5 µg/mm³, respectivamente. No entanto, foram encontradas diferenças significativas na absorção e solubilidade das resinas Filtek Z350 XT em comparação com os outros grupos ($p < 0,001$). A composição química das resinas parece ser um fator influente que afeta o comportamento físico dos materiais testados (DAVID et al. 2022)

Tabela 1. Resultados das médias (DP) dos diferentes grupos de resinas testados para Grau de conversão (n=3), Resistência à flexão de 3 pontos (n=15), sorção (n=12) e solubilidade (n=12).

Grupos	Grau de conversão (%)	σ_f (Mpa)	Sorção (µg/mm³)	Solubilidade (µg/mm³)
Filtek Z350 XT	59,73 (27,98) ^A	103,42 (22,38) ^A	22,51 (2,89) ^A	-2,161 (1,44) ^A
Filtek Bulk Fill	55,36 (31,25) ^A	134,43 (15,12) ^A	15,26 (2,01) ^B	-1,479 (1,18) ^{AB}
Filtek Flow	54,76 (33,04) ^A	101,86 (14,36) ^A	16,802 (3,83) ^B	-1,349 (1,08) ^{AB}
Tetric N-Ceram	53,50 (34,79) ^A	87,01 (9,44) ^A	16,597 (4,97) ^B	-1,202 (1,48) ^{AB}
Tetric Bulk Fill	54,043 (34,72) ^A	95,651 (8,83) ^A	16,016 (3,77) ^B	-0,453 (1,16) ^B
Tetric Flow	54,74 (3,18) ^A	-	21,753 (5,65) ^A	-1,631 (1,03) ^{AB}

Letras maiúsculas diferentes apresentam diferenças estatisticamente significantes.

Limitações incluem a falta de envelhecimento das amostras e a ausência de dados de flexão para a resina Tetric Flow, o que poderia ser relevante para futuras avaliações de variáveis e protocolos.

4. CONCLUSÕES

Apesar de as várias propriedades avaliadas serem baseadas em dados sem envelhecimento, os resultados indicam que, mesmo que as resinas Filtek tenham demonstrado o maior grau de conversão e resistência mecânica superior, não houve diferenças estatisticamente significativas em comparação com outras resinas testadas. Isso sugere que as resinas bulk fill são igualmente adequadas para restaurações dentárias. Além disso, todas as resinas estudadas atenderam às normas ISO em relação à sorção e solubilidade.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CHESTERMAN, J., JOWETT, A., GALLACHER, A., & NIXON, P. J. B. D. J. Bulk-fill resin-based composite restorative materials: a review. **British Dental Journal**, v. 222, n. 5, p. 337-344, 2017.

DIDEM, A., & YALCIN, G. Comparative mechanical properties of bulk-fill resins. **Open Journal of Composite Materials**, v. 4, n. 2, p. 117-121, 2014.

DAVID, C., CUEVAS-SUÁREZ, C. E., DE CARDOSO, G. C., ISOLAN, C. P., DE MORAES, R. R., DA ROSA, W. L. O., ... & DA SILVA, A. F. Characterization of Contemporary Conventional, Bulk-fill, and Self-adhesive Resin Composite Materials. **Operative Dentistry**, v. 47, n. 4, p. 392-402, 2022.

DURMUŞLAR, S. et al. Microtensile bond strength and failure modes of flowable composites on primary dentin with application of different adhesive strategies. **Contemporary Clinical Dentistry**, v. 8, n. 3, p. 373, 2017.

KRITHIKADATTA, Jogikalmat; GOPIKRISHNA, Velayutham; DATTA, Manjula. CRIS Guidelines (Checklist for Reporting In-vitro Studies): A concept note on the need for standardized guidelines for improving quality and transparency in reporting in-vitro studies in experimental dental research. **Journal of Conservative Dentistry: JCD**, v. 17, n. 4, p. 301, 2014.

PARRA GATICA E, DURAN OJEDA G, WENDLER M. Contemporary flowable bulk-fill resin-based composites: a systematic review. **Biomaterials Investigation Dentistry**, v. 10, n. 1, p. 8-19, 2023.

PERDIGÃO J, ARAUJO E, RAMOS RQ, GOMES G, PIZZOLOTO L. Adhesive dentistry: Current concepts and clinical considerations. **Journal of Esthetic and Restorative Dentistry**, v. 33, n. 1, p. 51-68, 2021.

VAN MEERBEEK B, DE MUNCK J, YOSHIDA Y, INOUE S, VARGAS M, VIJAY P, et al. Adhesion to enamel and dentin: current status and future challenges. **Operative Dentistry**, v. 28, p. 215–35, 2023.