

AVANÇOS EM RESINAS COMPOSTAS DENTÁRIAS: ESTRUTURA, POLIMERIZAÇÃO E DESEMPENHO CLÍNICO

Isabela dos Santos de Deus¹;

Universidade Estadual Paulista “Júlio Mesquita Filho” (UNESP), Araçatuba, SP.

<http://lattes.cnpq.br/5386516680241005>

Julia Maria Batista da Silva².

Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), Araçatuba, SP.

<http://lattes.cnpq.br/3651210692723593>

RESUMO: As resinas compostas são amplamente utilizadas na odontologia devido à estética compatível com os tecidos dentais, versatilidade clínica e preservação da estrutura dental. A evolução desses materiais envolve avanços em compósitos com diferentes partículas, fotoiniciadores modernos e adesivos universais, que aumentam a durabilidade das restaurações. Fatores como polimerização, preparo cavitário e polimento influenciam diretamente a longevidade clínica. Este estudo tem como objetivo analisar as propriedades mecânicas, ópticas e químicas das resinas compostas, avaliando o impacto de diferentes tipos de compósitos, protocolos de fotopolimerização e técnicas de polimento na durabilidade e desempenho clínico das restaurações dentárias. Foram feitas buscas em diferentes bases de dados como PubMed, Scopus, Scielo e Web of Science. Foram selecionados estudos sobre composição, fotopolimerização, polimento e propriedades mecânicas, ópticas e químicas das resinas compostas. Dessa forma observa-se que uma fotopolimerização adequada, o tipo de compósito e a técnica de polimento influenciam a conversão monomérica, dureza, resistência à flexão, estabilidade óptica e distribuição de tensões internas e que técnicas de reparo e adesão podem auxiliar na longevidade das restaurações. Portanto, as resinas compostas quando aplicadas corretamente, apresentam elevada durabilidade, estabilidade estética, consolidando-se como materiais confiáveis e eficientes para restaurações dentárias.

PALAVRAS-CHAVE: Resina composta. Fotopolimerização. Durabilidade clínica.

ADVANCES IN DENTAL COMPOSITE RESINS: STRUCTURE, POLYMERIZATION, AND CLINICAL PERFORMANCE

ABSTRACT: Composite resins are widely used in dentistry due to their esthetic compatibility with dental tissues, clinical versatility, and preservation of tooth structure. The evolution of these materials involves advances in composites with different types of fillers, modern photoinitiators, and universal adhesives, which enhance the longevity of restorations. Factors such as polymerization, cavity preparation, and finishing techniques directly influence clinical durability. This study aims to analyze the mechanical, optical,

and chemical properties of composite resins, evaluating the impact of different types of composites, photopolymerization protocols, and finishing techniques on the longevity and clinical performance of dental restorations. Searches were conducted in various databases, including PubMed, Scopus, SciELO, and Web of Science. Studies addressing composition, photopolymerization, finishing, and the mechanical, optical, and chemical properties of composite resins were selected. It was observed that proper photopolymerization, the type of composite, and finishing techniques influence monomer conversion, hardness, flexural strength, optical stability, and internal stress distribution, while repair and adhesion techniques can contribute to the longevity of restorations. Therefore, when applied correctly, composite resins demonstrate high durability and esthetic stability, establishing themselves as reliable and efficient materials for dental restorations.

KEYWORDS: Composite resin. Photopolymerization. Clinical durability.

INTRODUÇÃO

As resinas compostas são materiais restauradores amplamente utilizados na odontologia contemporânea, devido à sua estética compatível com os tecidos dentais, versatilidade clínica e capacidade de preservação da estrutura dental remanescente (BOMPOLAKI et al., 2022). A evolução destes materiais tem sido impulsionada pelo desenvolvimento de compósitos com diferentes tipos e tamanhos de partículas, sistemas fotoiniciadores avançados e adesivos universais que otimizam a adesão, aumentando a durabilidade das restaurações (ILIE, 2021; SAKAI et al., 2021).

A longevidade clínica das restaurações depende do controle de fatores técnicos, como o protocolo de polimerização, o preparo cavitário e a manutenção da superfície restauradora (BORGIA et al., 2019; ROSA RODOLPHO et al., 2022). Ademais, o polimento também é um fator influencia diretamente na durabilidade dessas restaurações é o polimento que se torna indispensável visando garantir superfícies mais lisas e a eliminação de resíduos advindos da polimerização incompleta, sendo o de duas etapas mais eficaz que o de uma (RESTREPO et al., 2025). Compreender a relação entre a microestrutura, as propriedades mecânicas e ópticas e os métodos de polimerização é fundamental para melhorar os resultados clínicos das restaurações diretas e indiretas.

As resinas compostas modernas são constituídas por uma matriz orgânica de monômeros acrílicos, como bis-GMA, UDMA e TEGDMA, reforçada por partículas inorgânicas de diversos tamanhos, formas e concentrações (ILIE, 2021). A forma das cargas influencia diretamente a resistência mecânica, a dureza superficial e a distribuição de tensões no material restaurador (SAKAI et al., 2021).

A composição dos compósitos exerce papel determinante em suas propriedades físico-mecânicas e ópticas. A inserção de partículas de carga promove incremento da resistência, rigidez e desempenho estrutural; entretanto, seu excesso compromete a translucidez, elevando a opacidade e prejudicando a estética. As nanocargas, em razão de sua dimensão reduzida e elevada área superficial, potencializam significativamente as

propriedades mecânicas do material. (ISLAM et al., 2023). A incorporação de nanopartículas e micropartículas de SiO₂ silanizadas visa reduzir contração de polimerização, sorção e solubilidade, além de elevar módulo de flexão, resistência à compressão e microdureza. (LIU et al., 2018).

O tipo de compósito (nanohíbrido, microhíbrido ou bulk-fill) impacta ainda a profundidade de cura, a conversão de monômeros e a absorção de água, sendo fatores críticos para a durabilidade clínica (ILIE, 2021; TAKAMIZAWA et al., 2021). A seleção adequada do material deve considerar não apenas a resistência mecânica, mas também a estabilidade óptica, fundamental para restaurações estéticas.

OBJETIVO

Este capítulo tem como objetivo abordar as propriedades mecânicas, ópticas e químicas das resinas compostas, destacando a influência de diferentes tipos de compósitos, protocolos de fotopolimerização e técnicas de polimento na durabilidade e desempenho clínico das restaurações dentárias, tendo como base trabalhos encontrados em diferentes bases de dados da literatura científica.

METODOLOGIA

O estudo caracteriza-se como uma pesquisa bibliográfica de abordagem quali-quantitativa, de natureza aplicada, com objetivo descritivo, uma vez que buscou reunir e analisar dados já publicados sobre as propriedades mecânicas, ópticas e químicas das resinas compostas, assim como os fatores que influenciam sua durabilidade clínica. Quanto aos procedimentos, trata-se de pesquisa documental e levantamento bibliográfico, realizada por meio da análise crítica de artigos científicos disponíveis em bases como PubMed, Scopus e Web of Science, publicados entre 2000 e 2025. A população do estudo compreendeu artigos originais e revisões de literatura que abordam aspectos relacionados à composição, fotopolimerização, técnicas de polimento e propriedades das resinas compostas. Foram incluídos estudos em português e inglês com metodologia clara e dados pertinentes. A coleta de dados foi realizada utilizando palavras-chave específicas, como resinas compostas, fotopolimerização, polimento dental, propriedades mecânicas e durabilidade clínica.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A fotopolimerização transforma monômeros em polímeros tridimensionais, definindo propriedades mecânicas como dureza, resistência à flexão e estabilidade dimensional (LEE et al., 2018; XU et al., 2020).. Diversos fatores influenciam a eficiência da polimerização:

1. Tipo de luz e intensidade

No processo de fotopolimerização, a intensidade e o tipo de luz são fundamentais, sendo que lâmpadas de LED oferecem vantagens como menor consumo de energia e maior durabilidade. A reação inicia-se rapidamente com a luz e pode continuar por até 24 horas,

envolvendo fases luminosa e escura. Durante a fase luminosa, a resina passa pelas etapas de pré-gel, gel e pós-gel, culminando em um estado sólido elástico-rígido com contração (AQUINO VALVERDE *et al.*, 2022). As lâmpadas LED, halógenas ou de alta intensidade apresentam diferentes espectros e densidades de energia. LEDs controlados por modulação de pulso podem aumentar a conversão monomérica, reduzindo tensões internas. (LEE *et al.*, 2018; AQUINO VALVERDE *et al.*, 2022). A irradiância da luz é diretamente proporcional à profundidade de cura e à dureza superficial do compósito (NASSAR *et al.*, 2020; BARRETO *et al.*, 2015).

2. Tempo de exposição

O tempo de fotopolimerização deve ser ajustado conforme a espessura do material e o tipo de compósito. Protocolos curtos podem resultar em baixa conversão de monômeros e menor resistência mecânica, enquanto tempos prolongados aumentam a dureza e a estabilidade dimensional (SHIMOKAWA *et al.*, 2020; MAYTA-TOVALINO *et al.*, 2021). Técnicas de pulso ou retardo de início da polimerização podem reduzir o estresse de contração sem comprometer a resistência (ASMUSSEN *et al.*, 2001; BESEGATO *et al.*, 2019).

3. Espessura do compósito e tipo de material

Os compósitos bulk-fill podem ser indicados para restaurações volumosas pois possuem maior profundidade de cura e menor taxa de encolhimento, enquanto nanohíbridos requerem cura incremental para garantir propriedades mecânicas ideais (JAIN *et al.*, 2018; KUKIATTRAKOON *et al.*, 2019). A conversão de monômeros varia com a espessura e a densidade de energia aplicada, sendo essencial o controle do protocolo de fotopolimerização (EMAMI *et al.*, 2003; XU *et al.*, 2020).

4. Efeitos da fotopolimerização sobre propriedades químicas e mecânicas

A densidade de cruzamento da matriz polimérica determina a resistência à água, à abrasão e à ações degradativas (FERRACANE *et al.*, 2006). O uso de fotoiniciadores de última geração permite maior conversão monomérica em tempos menores, mantendo propriedades mecânicas superiores (TOPA-SKWARCZYŃSKA *et al.*, 2023; GROHMANN *et al.*, 2022).

5. Propriedades mecânicas e ópticas

A resistência à flexão, dureza superficial, estabilidade da cor e brilho são essenciais para o sucesso clínico das restaurações (MIZUTANI *et al.*, 2021; COSTA *et al.*, 2024). A microestrutura das cargas influencia a distribuição de tensões internas e a prevenção de fraturas, enquanto a polimerização adequada minimiza microtrincas e encolhimento (ILIE *et al.*, 2021; SAKAI *et al.*, 2021; XU *et al.*, 2020). Resinas estruturadas e de cores especiais podem proporcionar vantagens estéticas sem comprometer a resistência mecânica, sendo uma tendência nos compósitos universais modernos (TAKAMIZAWA *et al.*, 2021; MIZUTANI

et al., 2021).

6. Técnicas de reparo e adesão

O reparo de resinas compostas é uma alternativa para prolongar a vida útil das restaurações, evitando a remoção completa do material (MACEDO NETO *et al.*, 2024; CUEVAS-SUÁREZ *et al.*, 2020). Para isso deve se realizar protocolos de adesão eficientes que combinam tratamentos de superfície mecânicos, como jateamento com partículas abrasivas, e químicos, como aplicação de silanos e adesivos universais (YIN *et al.*, 2022; MACEDO NETO *et al.*, 2024). A escolha do adesivo adequado e da técnica de reparo influencia diretamente a resistência à fratura do compósito reparado e consequentemente influenciará diretamente na longevidade da restauração.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As resinas compostas se apresentam como um ótimo material de escolha pela sua elevada durabilidade quando aplicadas corretamente, com altas taxas de sobrevivência a longo prazo (BORGIA, *et al.*, 2019; ROSA RODOLPHO *et al.*, 2022). Porém, o sucesso depende da seleção adequada do material, desempenho correto da técnica, fotopolimerização eficiente, manutenção do protocolo restaurador e acompanhamento periódico pelo profissional e paciente. Dessa forma, visase obter restaurações com maior estabilidade de cor, mais resistentes ao desgaste e com maior lisura superficial (FERREIRA *et al.*, 2025). Ademais, avanços recentes em formulações, fotoiniciadores e adesivos universais prometem maior durabilidade, estética e segurança, consolidando as resinas compostas como materiais confiáveis, duráveis e estéticos (BOMPOLAKI *et al.*, 2022; ILIE *et al.*, 2021).

REFERÊNCIAS

- BOMPOLAKI, D.; LUBISICH, E. B.; FUGOLIN, A. P. **Resin-based composites for direct and indirect restorations**. Dental Clinics of North America, v. 66, n. 4, p. 517-536, 2022.
- ILIE, N. **Microstructural dependence of mechanical properties and their relationship in modern resin-based composite materials**. Journal of Dentistry, v. 114, p. 103829, 2021.
- SAKAI, T. *et al.* **Multi-scale analysis of the influence of filler shapes on the mechanical performance of resin composites using high resolution nano-CT images**. Dental Materials, v. 37, n. 1, p. 168-174, 2021.
- BORGIA, E.; BARON, R.; BORGIA, J. L. **Quality and survival of direct light activated composite resin restorations in posterior teeth: a 5 to 20 year retrospective longitudinal study**. Journal of Prosthodontics, v. 28, n. 1, p. e195-e203, 2019.
- ROSA RODOLPHO, P. A. *et al.* **Clinical performance of posterior resin composite restorations after up to 33 years**. Dental Materials, v. 38, n. 4, p. 680–688, 2022.
- RESTREPO, Ana María *et al.* **Effect of two multi-step polishing systems on surface characteristics of nanohybrid composite resins: Influence of reuse**. Journal of Clinical

and Experimental Dentistry, v. 17, n. 8, p. e929–e935, 2025.

ISLAM, M. S. et al. **In vitro optical and physical stability of resin composite materials with different filler characteristics.** Polymers, v. 15, n. 9, p. 2121, 2023.

LIU, X. et al. **Preparation and characterization of silane-modified SiO₂ particles reinforced resin composites with fluorinated acrylate polymer.** Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials, v. 80, p. 11-19, 2018.

TAKAMIZAWA, T. et al. **Handling properties and surface characteristics of universal resin composites.** Dental Materials, v. 37, n. 9, p. 1390-1401, 2021.

LEE, C.; FERRACANE, J.; LEE, I. B. **Effect of pulse width modulation-controlled LED light on the polymerization of dental composites.** Dental Materials, v. 34, n. 12, p. 1836-1845, 2018.

XU, T. et al. **Polymerization shrinkage kinetics and degree of conversion of resin composites.** Journal of Oral Science, v. 62, n. 3, p. 275-280, 2020.

AQUINO VALVERDE, A. J. **Efectividad de fotopolimerización usando lámparas led: una revisión de la literatura.** Revista Científica Odontológica, v. 10, n. 3, p. e120, 2022.

NASSAR, H.; ALMUTAIRI, M.; MAKHDOM, A. **Irradiance of different curing modes of common light cure devices: an in vitro study.** Journal of International Society of Preventive & Community Dentistry, v. 10, n. 2, p. 177, 2020.

BARRETO, R.; GAYOSSO, C. Á.; IBARRA, J. G. **Fotopolimerización de resinas compuestas através de diversos espesores de tejido dental.** Revista Odontológica Mexicana, v. 19, n. 4, p. 222-227, 2015.

SHIMOKAWA, C.A. K. et al. **Effect of curing light and exposure time on the polymerization of bulk-fill resin-based composites in molar teeth.** Operative Dentistry, v. 45, n. 3, p. E141-E155, 2020.

MAYTA-TOVALINO, F. et al. **Effects of different light-curing modes on the compressive strengths of nanohybrid resin-based composites: a comparative in vitro study.** Journal of International Society of Preventive & Community Dentistry, v. 11, n. 2, p. 184, 2021.

ASMUSSEN, E.; PEUTZFELD, A. **Influence of pulse-delay curing on softening of polymer structures.** Journal of Dental Research, v. 80, n. 6, p. 1570-1573, 2001.

BESEGATO, J. F. et al. **Effect of light-curing protocols on the mechanical behavior of bulk-fill resin composites.** Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials, v. 90, p. 381-387, 2019.

JAIN, L. et al. **Influence of light energy density, composite type, composite thickness, and postcuring phase on degree of conversion of bulk-fill composites.** Contemporary Clinical Dentistry, v. 9, n. 5, p. 147, 2018.

KUKIATTRAKOON, B.; TANTHANUCH, S. **The effect of curing time by conventional quartz tungsten halogens and new light-emitting diodes light curing units on degree of conversion and microhardness of a nanohybrid resin composite.** Journal of Conservative Dentistry, v. 22, n. 2, p. 196, 2019.

EMAMI, N.; SÖDERHOLM, K. J. M. **How light irradiance and curing time affect monomer**

conversion in light cured resin composites. European Journal of Oral Sciences, v. 111, n. 6, p. 536-542, 2003.

FERRACANE, J. L. **Hygroscopic and hydrolytic effects in dental polymer networks.** Dental Materials, v. 22, n. 3, p. 211-222, 2006.

TOPA-SKWARCZYŃSKA, M. et al. **High-performance photoinitiating systems for new generation dental fillings.** Dental Materials, v. 39, n. 8, p. 729-742, 2023.

GROHMANN, C. V. S. et al. **Effect of a polymerization inhibitor on the chemomechanical properties and consistency of experimental resin composites.** Brazilian Dental Journal, v. 33, n. 3, p. 92-98, 2022.

MIZUTANI, K. et al. **Flexural properties and polished surface characteristics of a structural colored resin composite.** Operative Dentistry, v. 46, n. 3, p. E117-E131, 2021.

COSTA, M. P. et al. **Analysis of color stability and degree of conversion of different types of resin composites.** Brazilian Oral Research, v. 38, p. e003, 2024.

ILIE, N. et al. **Microstructural dependence of mechanical properties and their relationship in modern resin-based composite materials.** Journal of Dentistry, v. 114, p. 103829, 2021.

CUEVAS-SUÁREZ, C. E. et al. **Repair bond strength of bulk-fill resin composite: Effect of different adhesive protocols.** Dental Materials Journal, v. 39, n. 2, p. 236-241, 2020.

MACEDO NETO, H. N. M. et al. **Effect of surface treatments on bond strength of resin composite repair.** Journal of Dentistry, v. 140, p. 104737, 2024.

YIN, H. et al. **Performance of universal adhesives in composite resin repair.** BioMed Research International, v. 2022, p. 1-8, 2022.

FERREIRA, Nicolle Madruga Ramos et al. **Surface roughness of composite resins subjected to brushing with whitening toothpastes: an in vitro study.** Brazilian Oral Research, v. 39, p. e006, 2025.