

Impressão em três dimensões nos aparelhos ortodônticos - *Onde estamos neste momento?*

OCULTADO PARA NÃO IDENTIFICAÇÃO DO AUTOR

Nº5



Introdução

A impressão em três dimensões têm revolucionado a ortodontia ao permitir a fabricação precisa, rápida e personalizada de aparelhos. Essa tecnologia viabiliza a produção de alinhadores transparentes, contenções, goteiras, brackets e bandas, expansores palatinos e guias cirúrgicas, melhorando a adaptação, conforto e previsibilidade dos tratamentos, reduzindo a dependência de processos manuais convencionais.

Resultados e Discussão;

Aplicação de Tecnologias 3D em Ortodontia	Descrição
Análise 3D para avaliação do movimento dentário, prognóstico e visualização de modelos	Através de softwares que analisam o scanner intra-oral com CBCT combinado ou não, é possível visualizar coroas e raízes; e posicionar digitalmente os brackets/bandas e pode ser impressa em 3D uma guia de colagem. Diminuindo o tempo na consulta de colocação de aparelhos e os erros clínicos. No entanto acrescenta tempo de laboratório e custos.
Fabricação de Alinhadores Transparentes - Clear aligners	A produção pode ser feita de forma indireta por termo moldagem em modelos impressos em 3D (como a Invisalign) ou de forma direta via impressão 3D (como a Graphy).
Guia Cirúrgico para Colocação de Mini-implantes, Cirurgia Ortognática, Distração Osteogénica ou Corticotomia	Combina o CBCT e scanner intraoral e por vezes estereofotografia que podem ser sobrepostos para simulação e planeamento e para encontrar os pontos ideais de inserção e incisão através de férulas feitas com CAD/CAM e impressas em 3D como férulas cirúrgicas.
Contenções Removíveis e Fixas	Modelos digitais são usados para desenhar e fabricar dispositivos ortodônticos por métodos aditivos ou subtrativos; melhora a precisão.

A tecnologia em três dimensões aplicada à ortodontia envolve três etapas principais: a aquisição de registros digitais (scanner intraoral, fotografias, CBCT, radiografias ou fotogrametria), o diagnóstico digital (análises por software, cefalometria e inteligência artificial) e o tratamento (simulação virtual e impressão 3D de modelos ou dispositivos). (Khorsandi *et al.*, 2021, Abela, 2025). A produção CAD/CAM (produção por desenho assistido em computador e fabricação assistida por computador) poderá ser obtida de forma subtrativa ou de forma aditiva (processo de impressão 3D). O termo “impressão 3D” é utilizado de forma sinônima a: “confeção aditiva”, “impressão tridimensional”. Sendo definida como a sobreposição de camadas de material para produzir objetos a partir de um modelo prévio tridimensional, o que conhecemos como impressão 3D (Mora *et al.*, 2023). Sendo estes os principais;

- Stereolithography - SLA - Estereolitografia (sendo esta a mais comum em ortodontia).
- Digital light processing - DLP - Processamento de Luz digital (a segunda mais usada)
- Selective Laser Sintering - SLS - Sintetização Seletiva a Laser (a terceira mais usada)
- Fused Deposition Modeling - FDM - Modelagem por deposição de material fundido
- Polyjet Photopolymer - PPP - Fotopolímero Polyjet

(Pan *et al.*, 2021; Druker, 2023, Abela, 2025).

A qualidade dos dispositivos ortodônticos impressos depende da orientação da impressão, influenciando rugosidade, resistência mecânica, biocompatibilidade, sustentabilidade e estética, sendo estes desafios a ser melhorados sem necessidade de pós-tratamento (Goracci *et al.*, 2025; Ts. *et al.*, 2017).

A orientação da impressão 3D (Horizontal (0°), Vertical (90°) e conforme recomendação do fabricante (40° para LT, 60° para TC), afeta a rugosidade superficial e o brilho das resinas usadas na confecção de dispositivos ortodônticos. Assim como a qualidade mecânica destes dispositivos impressos em 3D depende significativamente da impressora utilizada (Guidetti *et al.*, 2023).

Sendo que a Impressão horizontal proporciona menor rugosidade e a Impressão vertical aumenta o brilho. No entanto, quando analisadas as resinas utilizadas, podemos constatar que a TC-85 DAC é esteticamente superior em todas as orientações.

Quando analisamos propriedades físicas, podemos verificar que a impressora SLS (LCD) teve o melhor desempenho em todas as propriedades. No entanto, Impressoras LCD superaram as DLP.

As diferenças são atribuídas ao tipo de impressão, já que a resina e pós-cura foram padronizadas (Zinelis *et al.*, 2022) (Gráfico 1). Em diversos estudos podemos verificar que ainda não existem diferenças significativas destes dispositivos impressos em 3D com os dispositivos termoformados convencionais (como contenções Essix ou Vivera).

Apenas é possível analisar a qualidade mecânica de dispositivos ortodônticos como alinhadores impressos em 3D depende significativamente da impressora utilizada (Abela, 2025).

A comparação entre aparelhos ortodônticos convencionais e em três dimensões continua a ser objeto de estudos para comprovação científica (Khorsandi *et al.*, 2021, Abela, 2025).

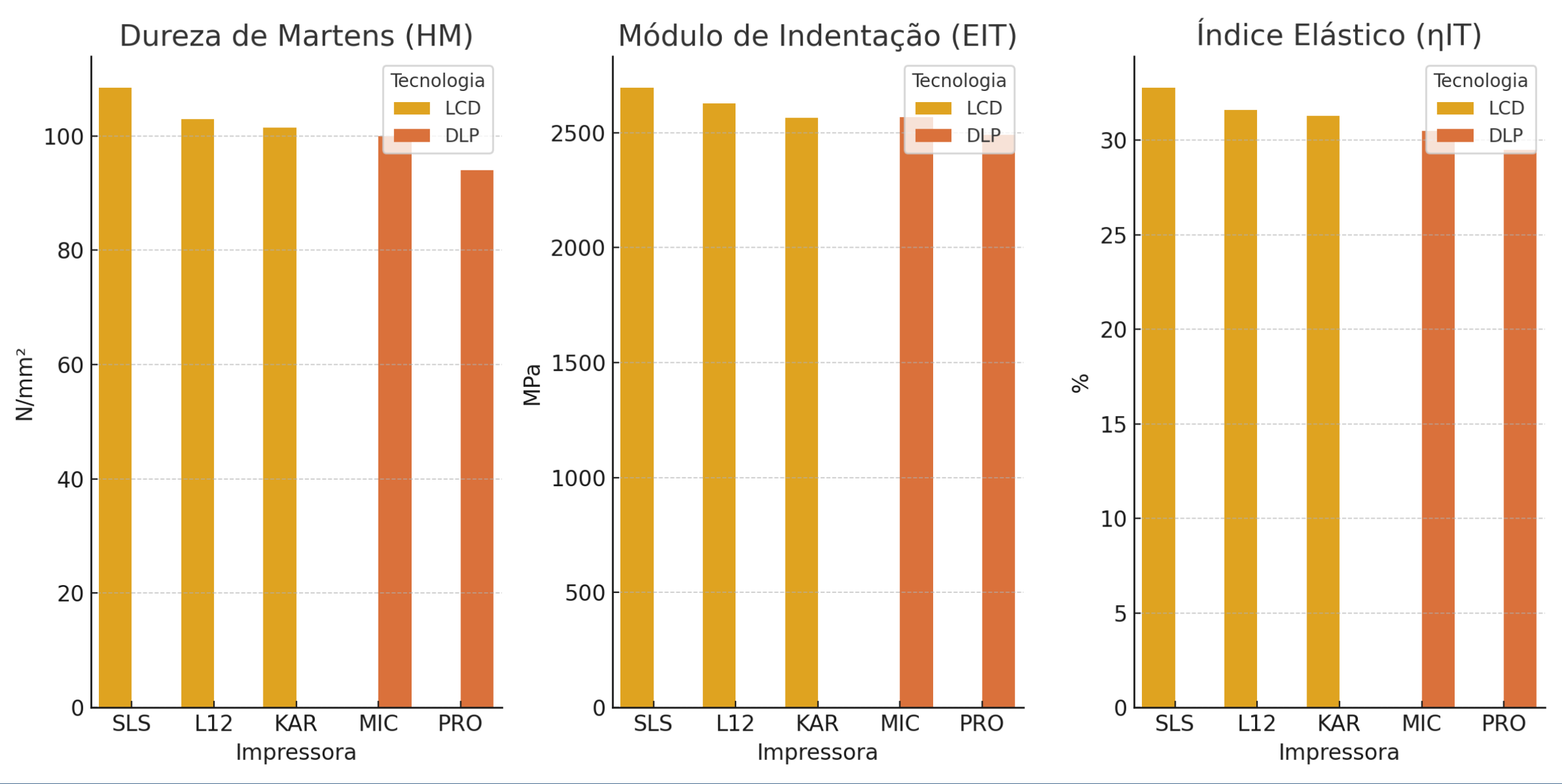


Gráfico 1 - Resultados das diferentes impressoras 3D em relação a propriedades físicas - (Zinelis *et al.*, 2022).

Conclusão

A impressão tridimensional, integrada à inteligência artificial e ao planeamento digital, representa um avanço significativo na ortodontia, permitindo tratamentos mais precisos, personalizados e acessíveis. Passando pela evolução de materiais biocompatíveis e técnicas de impressão aprimoradas, aumentando a durabilidade e a eficácia clínica destes dispositivos e melhorando a experiência do paciente.

Referências bibliográficas

1. KHORSANDI, D. et al. Recent advances in 3D and 4D printing in dentistry and maxillofacial surgery. *arXiv preprint*, arXiv:2103.15455, 2021.

2. MORA, A. C. et al. Architected Lattice Structures 3D Printed by Material Jetting: Polyjet and MultiJet Technologies. *arXiv preprint*, arXiv:2301.12634, 2023.

3. GUIDETTI, M. et al. Effect of Print Path Orientation on the Mechanical Properties of Additively Manufactured Anisotropic Polymers. *arXiv preprint*, arXiv:2301.04999, 2023.

4. PAN, W. et al. Effects of Modeling Apparatus on Surface Quality and Mechanical Properties of 3D Printed Cementitious Materials. *arXiv preprint*, arXiv:2109.05156, 2021.

5. GORACCI, M. et al. Effects of 3D Printing Orientation and Resin Type on Surface Roughness and Gloss. *Journal of Additive Manufacturing*, vol. 12, n.º 3, pp. 215–230, 2025.

6. TS., X. et al. Layer Alignment in 3D Printing: Impact on Surface Quality. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, vol. 89, n.º 5–8, pp. 1327–1335, 2017.

7. DZIENIAK, D. Evaluating the Influence of Resin Composition on Surface Finish in 3D Printing. *Materials Science Forum*, vol. 1023, pp. 45–52, 2022.

8. DRUKER, R. Understanding the Effects of Printing Orientation on Surface Characteristics in 3D Printing. *Additive Manufacturing Letters*, vol. 15, n.º 1, 2023.

9. ZINELIS, S.; PANAYI, N.; POLYCHRONIS, G.; PAPAGEORGIOU, S. N.; ELIADES, T. Comparative analysis of mechanical properties of orthodontic aligners produced by different contemporary 3D printers. *Orthodontics & Craniofacial Research*, vol. 25, n.º 3, pp. 336–341, 2022.

10. ABELA, S. Digital Orthodontics: Providing a Contemporary Treatment Solution. Cham: Springer Nature, 2025. ISBN 978-3-031-79095-9.