



FACULDADE  
ILAPEO

Bruna Straubel Soares

**Desafios, avanços e perspectivas dos alinhadores transparentes na correção  
da mordida aberta anterior: revisão de literatura**

CURITIBA  
2024

Bruna Straubel Soares

Desafios, avanços e perspectivas dos alinhadores transparentes na correção da mordida aberta anterior: revisão de literatura

Monografia apresentada a Faculdade ILAPEO como parte dos requisitos para obtenção de título de Especialista em Odontologia com área de concentração em Ortodontia.

Orientador: Prof. Dr. Marcos André Duarte da Silva

CURITIBA  
2024

Bruna Straubel Soares

Desafios, avanços e perspectivas dos alinhadores transparentes na correção da mordida aberta anterior: revisão de literatura

Presidente da Banca Orientador(a): Prof. Dr. Marcos André Duarte da Silva

**BANCA EXAMINADORA**

Prof(a). Dr(a). Nome do Professor

Prof(a). Dr(a). Nome do Professor

Aprovada em: 14 maio de 2024

*“O sucesso nasce do querer, da determinação e persistência em se chegar a um objetivo. Mesmo não atingindo o alvo, quem busca e vence obstáculos, no mínimo fará coisas admiráveis.”*

*(José de Alencar)*

## **Agradecimentos**

Agradeço imensamente a Deus, por ter concedido saúde, força e disposição para cursar a especialização. Sem ele, nada disso seria possível.

À minha família, pela capacidade de acreditar e de confiar em mim, pois me deram a oportunidade de concretizar e encerrar mais uma caminhada da minha vida. Sei que não mediram esforços para que esta etapa se realizasse. Sem a compreensão, a ajuda e a confiança deles, nada disso seria possível hoje.

Agradeço a todos os professores que acompanharam durante a especialização, por seus ensinamentos, paciência e confiança ao longo das supervisões de nossas atividades durante todo o curso.

Ao Curso de Ortodontia do Ilapeo, às pessoas com quem convivi nesse espaço ao longo desses anos. A experiência de uma produção compartilhada na comunhão com amigos nesses espaços foram a melhor experiência da minha formação.

Agradeço a todos os colegas, que encerram comigo mais esta jornada, obrigada pela amizade, companheirismo, festas, reuniões e tudo que foi necessário para que a nossa formatura se concretizasse.

A todos aqueles que de alguma forma estiveram e estão próximos de mim, fazendo esta vida valer cada vez mais a pena.

## Sumário

1. Artigo científico.....	7
---------------------------	---

## 1. Artigo Científico

Submissão do artigo para o Periódico: exemplo: **Orthoscience**

# Desafios, avanços e perspectivas dos alinhadores transparentes na correção da mordida aberta anterior: revisão de literatura

Bruna Straubel Soares<sup>1</sup>

Marcos André Duarte da Silva<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Estudante do Curso de Especialização Ortodontia ILAPEO

<sup>2</sup> Professor do Curso de Especialização em Ortodontia ILAPEO, Mestre em Ortodontia, Doutor em Odontologia Legal.

## RESUMO

Esta revisão de literatura investiga os avanços e os desafios no uso de alinhadores transparentes (AT) para tratamento ortodôntico, focando particularmente em maloclusões complexas, como as mordidas abertas anteriores. Destaca e enfatiza a ampliação do escopo dos AT no tratamento de casos cada vez mais complexos. Apesar de avanços significativos, esta revisão aponta questões persistentes com a precisão de certos movimentos dentais—especialmente rotações, extrusões e intrusões—ressaltando a necessidade de um planejamento e execução de tratamento meticulosos. A discussão se estende ao uso estratégico de *attachments* para melhorar o controle sobre o movimento dos dentes, a importância de considerar o padrão facial do paciente no planejamento do tratamento e o papel crucial das simulações digitais na previsão dos resultados do tratamento. Considerações finais: na busca de alcançar a correção de movimentos dentários complexos o AT vem sofrendo modificações, e com crescentes pesquisas novas alternativas devem surgir para que tais dificuldades de movimento sejam sanadas. A intrusão dos dentes molares posteriores com o uso do AT favorece no tratamento da mordida aberta anterior. A extrusão dos incisivos, fundamentais na correção e manutenção da dimensão vertical, demonstraram ser movimentos de alta complexidade com AT. As inovações, como *attachments* otimizados, uso de elásticos e botões sugerem avanços dos AT para enfrentar esses desafios.

**Palavras-chave:** Alinhadores transparentes; Extrusão; Biomecânica.

## ABSTRACT

This literature review investigates the advancements and challenges in the use of clear aligners (CAs) for orthodontic treatment, focusing particularly on complex malocclusions such as anterior open bites. It highlights and emphasizes the expanding scope of CAs in treating increasingly complex cases. Despite significant advancements, this review identifies persistent issues with the accuracy of certain dental movements—especially rotations, extrusions, and intrusions—highlighting the need for meticulous treatment planning and execution. The discussion extends to the strategic use of attachments to enhance control over tooth movement, the importance of considering the patient's facial pattern in treatment planning, and the crucial role of digital simulations in predicting treatment outcomes. Final considerations: In the pursuit of correcting complex dental movements, CAs are undergoing modifications, and with ongoing research, new alternatives should emerge to address such movement difficulties. The intrusion of posterior molar teeth with the use of CAs aids in the treatment of anterior

open bites. The extrusion of incisors, crucial for the correction and maintenance of vertical dimension, has proven to be highly complex movements with CAs. Innovations such as optimized attachments, the use of elastics, and buttons suggest advancements of CAs to meet these challenges.

**Keywords:** Clear aligners; extrusion; Biomechanics.

## INTRODUÇÃO

Um número crescente de pacientes adultos tem buscado tratamento ortodôntico e expressado o desejo por alternativas estéticas e confortáveis aos aparelhos fixos convencionais<sup>1,2</sup>. A possibilidade de utilizar aparelhos ortodônticos transparentes tipo *overlay* foi introduzida em 1946, quando Kesling concebeu o conceito de usar uma série de posicionadores dentários termoplásticos para movimentar progressivamente dentes desalinhados para posições aprimoradas. Em 1997, a Align Technology (Santa Clara, Califórnia) adaptou e incorporou tecnologias modernas para apresentar o tratamento com alinhadores transparentes (AT), conforme se conhece, tornando o conceito de Kesling uma opção viável de tratamento ortodôntico<sup>3</sup>.

Dentre os movimentos com AT, o menos preciso foi a extrusão, especialmente dos incisivos superiores e inferiores, assim como também identificou a baixa precisão na rotação dos caninos e nos incisivos laterais superiores<sup>4,5</sup>. Um estudo de acompanhamento em 2020 ao mencionado ensaio clínico constatou que, embora a precisão geral dos movimentos tenha melhorado, a rotação permaneceu o movimento menos preciso, especialmente nos incisivos laterais superiores caninos, pré-molares e molares. A precisão da extrusão dos incisivos superiores foi aprimorada para 55%, embora a extrusão dos molares superiores e inferiores fosse menos precisa, atingindo 40%. A intrusão dos incisivos, com uma precisão de 35% para os incisivos inferiores, permaneceu consistentemente baixa em ambos os ensaios<sup>6</sup>. A dificuldade no controle da sobremordida devido a problemas com movimentos intrusivos dos

dentos anteriores tem sido apontada como uma limitação duradoura da terapia com AT, uma vez em que não há fios e brackets para tal movimento<sup>7</sup>.

O desenvolvimento e aprimoramento dos AT têm permitido sua aplicação em casos de má oclusão cada vez mais complexos, incluindo o tratamento de mordidas abertas anteriores. Segundo Harris et al. (2020), os AT apresentam uma vantagem notável no manejo dessas condições, ao minimizar os efeitos de extrusão dos dentes posteriores, que são comuns em tratamentos realizados com aparelhos fixos tradicionais. Essa característica dos AT evita a intensificação da mordida aberta anterior, um desafio frequente em pacientes adultos ou aqueles sem potencial de crescimento<sup>8</sup>. Em comparação, o tratamento com aparelhos fixos muitas vezes resulta na extrusão involuntária dos dentes posteriores, potencialmente exacerbando o quadro de mordida aberta anterior<sup>9</sup>. Esta necessidade de ajuste na extrusão dos dentes anteriores destaca a importância de selecionar a modalidade de tratamento ortodôntico mais apropriada para cada caso específico de mordida aberta<sup>10</sup>. Os tratamentos que incluem extrusão de dentes são geralmente complexos, seja qual for o tipo de aparelho, portanto, esta revisão de literatura tem como objetivo: verificar os avanços, os desafios e as perspectivas dos alinhadores transparentes na correção da mordida aberta anterior.

## **REVISÃO DE LITERATURA**

A busca na literatura especializada clássica e atual foi realizada filtrando artigos entre janeiro de 1960 e março de 2024, a fim de identificar todos os artigos *peer-reviewed* potencialmente relevantes para a revisão. Para isso, foram utilizadas as seguintes bases de dados: PubMed, PMC, NLM, DeCS, Scopus e Google *Scholar*.

Em um estudo publicado em 2021, relatou que a biomecânica contemporânea da extrusão dos incisivos superiores em ortodontia com AT é imprevisível. A extrusão dos quatro

incisivos superiores pode resultar em retro inclinação dos incisivos centrais e espaçamento dos incisivos laterais. Conseqüentemente, os AT podem não controlar eficientemente os movimentos puros de extrusão dos incisivos superiores<sup>11</sup>.

Foi relatado que os incisivos superiores e inferiores apresentaram retração e extrusão significativas onde para o tempo inicial, a mordida aberta era de  $-1.21 \pm 1.15$  mm e a média da alteração na sobremordida durante o tratamento foi de  $3,27 \pm 1,09$  mm. Em relação à posição dos molares, não foram observadas alterações significativas na posição anteroposterior dos molares superiores e inferiores. No entanto, houve uma intrusão estatisticamente significativa dos molares superiores e inferiores e foi acompanhado por uma rotação anti-horária da mandíbula. Ainda, o estudo indica que a intrusão dos molares acontece independentemente do plano de tratamento inicial<sup>8</sup>. Em pacientes com mordida profunda extremamente e padrões esqueléticos normodivergentes ou hipodivergentes subjacentes, a intrusão anterior pode ser complementada com a extrusão dos molares para abertura de mordida<sup>12</sup>.

Um estudo retrospectivo que avaliou a capacidade dos AT em controlar a dimensão vertical em pacientes com mordida profunda e aberta relatou que o mecanismo primário de correção da mordida aberta ocorreu por extrusão dos incisivos, com um valor médio de 1,5 mm. Neste estudo, o tamanho da amostra para o grupo com mordida aberta foi pequeno, portanto, nenhuma conclusão robusta pôde ser tirada em relação ao tratamento das mordidas abertas<sup>13</sup>. Outro estudo retrospectivo que avaliou 30 pacientes adultos com mordida aberta, usando análise cefalométrica, constatou que a correção da mordida aberta ocorria principalmente por rotação no sentido anti-horário da mandíbula, resultante da intrusão dos molares inferiores e não da extrusão dos incisivos superiores<sup>14</sup>.

Um estudo comparou AT para correção de mordida aberta a um grupo com aparelhos fixos em pacientes com padrão de crescimento hiperdivergente. O grupo com aparelhos fixos

incluiu pacientes tratados com extrações e dispositivos de ancoragem temporária (TADs), enquanto o grupo com AT não incluiu esses elementos. Os resultados não mostraram diferenças significativas nos resultados do tratamento entre os grupos, sugerindo que AT podem ter a mesma eficácia no controle da dimensão vertical que aparelhos fixos com auxiliares adicionais, como TADs, em pacientes hiperdivergentes<sup>10</sup>.

Ainda, mesmo com a evolução dos softwares e plásticos os movimentos de extrusão continua sendo de baixa previsibilidade como comprovado<sup>6</sup>. Algumas técnicas são descritas na literatura, como por exemplo as técnicas de *bootstrap* em que se emprega a colagem de dois botões e aplica-se junto com elásticos intermaxilares. Os elásticos intermaxilares não só ajudam a corrigir o alinhamento vertical dos dentes, mas também podem ser combinadas com alinhadores ortodônticos. Independentemente de qual técnica seja utilizada, é recomendável o uso de elásticos com vetores que direcionem os dentes para a face vestibular quando se deseja uma inclinação nessa direção, especialmente em casos onde somente a extrusão é necessária. O vetor de força deve ser direcionado para lingual apenas se o objetivo for promover a linguoversão da coroa juntamente com a extrusão, e desde que haja espaço adequado para tal movimentação. A utilização do *bootstrap* com dois botões deve ser cuidadosamente planejada antes de sua implementação, considerando tanto a capacidade de ativação do elástico quanto a direção de seu vetor, que pode causar colisões<sup>15</sup>.

Em relação ao *attachemtns*, a configurações como *attachments* horizontais retangulares vestibulares nos incisivos demonstram resultados superiores em termos do sistema de forças, minimizando a deformação na porção gengival dos AT. Isso pode contribuir para um melhor controle do movimento dos incisivos laterais<sup>11</sup>. Groody et al., 2023 encontraram que *attachments* horizontais são mais eficazes do que *attachments* em forma de "O" para extrusão

do incisivo lateral superior entre 0,3 e 2,5 mm. Os designs de *attachments* horizontais apresentaram desempenho semelhante na obtenção da extrusão prevista<sup>16</sup>.

Ainda os softwares de estagiamento e os AT são fundamentais na ortodontia contemporânea, especialmente para procedimentos como a extrusão de incisivos. Cada fase é meticulosamente customizada para atender às necessidades individuais do paciente, otimizando a força e direção necessárias para cada movimento dentário e evitando movimentos conflitantes e permitindo melhor uso da ancoragem para tais movimentos, como da intrusão. Além disso, o estagiamento adequando aumenta a eficácia do movimento, apesar do movimento de extrusão ter uma previsibilidade e eficiência baixa<sup>17</sup>.

## **DISCUSSÃO**

A evolução do AT na ortodontia moderna reflete um notável progresso tecnológico, particularmente na abordagem de tratamentos complexos, como a correção da mordida aberta e profunda. O controle eficaz da dimensão vertical representa um desafio significativo, exigindo uma compreensão profunda dos mecanismos de ação desses dispositivos. Estudos retrospectivos, como o de Harris et al. (2020), destacam a extrusão dos incisivos como um mecanismo primário na correção da mordida aberta, ainda que a limitação do tamanho da amostra restrinja as conclusões que podem ser tiradas sobre a generalização desse tratamento<sup>8</sup>.

Os avanços na tecnologia de AT ampliaram o escopo desses dispositivos, passando do tratamento de más oclusões simples para abordagens mais complexas, como o tratamento de mordidas abertas anteriores<sup>6</sup>. Os AT podem ser vantajosos no tratamento desse tipo de má oclusão, uma vez que não produzem o mesmo efeito o extrusivo nos dentes posteriores<sup>6</sup>. Em um ensaio clínico sugere que, apesar dos avanços significativos na tecnologia de AT na última década, os movimentos dentários, incluindo rotação, extrusão (de molares) e intrusão de

incisivos são de maior grau de dificuldade<sup>12</sup>. Esses movimentos podem ser aprimorados com mecânicas adicionais, tais como uso de *attachments*, mini-implantes, ou mecânicas adicionais como a do *bootstrap*, com o uso de elástico e botões<sup>15</sup>.

Quando pensa-se em aparelhos ortodônticos fixos, esses têm a tendência de extruir os dentes posteriores durante o tratamento, o que pode causar a piora de uma mordida aberta anterior, especialmente em indivíduos que não estão em crescimento<sup>9</sup>. Como resultado, pode ser necessário realizar uma extrusão maior dos dentes anteriores para obter uma sobremordida positiva<sup>18</sup>. Para esses casos os AT podem ser vantajosos devido ao controle de extrusão dos dentes posteriores.

Os tratamentos que incluem extrusão de dentes são geralmente complexos, seja qual for o tipo de aparelho. Um estudo relatou que para fechamento da mordida aberta com AT ocorre devido a uma combinação de extrusão dos incisivos superiores e inferiores e intrusão dos molares superiores e inferiores, resultando em autorrotação mandibular e redução na altura facial anterior. Os incisivos superiores e inferiores também foram significativamente retraídos durante o tratamento<sup>8</sup>.

Contrastando com a abordagem focada na extrusão dos incisivos, a análise cefalométrica de Moshiri et al. (2017) sugere que a correção efetiva da mordida aberta em adultos pode ser mais adequadamente alcançada através da rotação no sentido anti-horário da mandíbula, promovida pela intrusão dos molares inferiores<sup>14</sup>. Esse enfoque destaca a complexidade dos movimentos dentários requeridos e a necessidade de uma estratégia multifacetada que contemple tanto a morfologia dentária quanto os movimentos antagônicos dos dentes. A utilização de *attachments* nos AT surge como um avanço crucial para melhorar o controle de movimentos ortodônticos específicos. Estudos indicam que *attachments* horizontais vestibulares nos incisivos superam outras configurações na execução de

movimentos de extrusão. Esses achados sugerem que a configuração e a localização dos attachments podem desempenhar um papel significativo na minimização da deformação dos AT e, por conseguinte, no controle do movimento dos incisivos laterais, enfatizando a relevância da biomecânica ortodôntica na otimização dos resultados do tratamento<sup>5,11,16</sup>.

Quanto a ancoragem posterior, há uma tendência de inclinação vestibular dos dentes posteriores durante a extrusão, mas não há evidências que indiquem uma perda significativa de ancoragem posterior. Além disso, as configurações mais eficazes destacam a necessidade de utilizar attachments nos dentes posteriores para obter um melhor desempenho de ancoragem. Do ponto de vista clínico, os AT podem ser indicados para o tratamento de pacientes com mordida aberta e incisivos superiores protruídos<sup>11</sup>.

Os Escores do Índice de Avaliação entre Pares (*Peer Assessment Rating*), e outros critérios oclusais objetivos para avaliar a qualidade do tratamento com AT. As conclusões mais notáveis foram que os AT não são tão eficazes quanto aparelhos fixos para expansão, parece causar mais recidiva, e não é muito eficaz no controle da inclinação buco lingual, contatos oclusais, relações oclusais, sobremordida e sobressaliência<sup>5,7,19,20</sup>.

A capacidade limitada da terapia com AT na abertura de mordida está provavelmente associada à sua baixa precisão na extrusão dos incisivos e na intrusão dos molares, em comparação com a maior precisão nos movimentos envolvidos no fechamento da mordida, como a extrusão dos incisivos e a intrusão dos molares<sup>6</sup>. O controle da dimensão vertical pode ser particularmente desafiador durante a terapia de extração, que tende a causar um aprofundamento da mordida. Atualmente alguns attachments otimizados fornecem áreas de pressão para nivelar a Curva de Spee por meio de uma maior previsibilidade da extrusão dos pré-molares e da intrusão anterior<sup>21</sup>. Além disso, a adição de rampas de mordida nas superfícies linguais dos incisivos superiores e caninos para complementar a intrusão dos incisivos

inferiores e desocclusão dos dentes posteriores durante a abertura de mordida pode ser útil em alguns casos<sup>22,23</sup>.

Outro fator que deve ser levado em consideração para garantir um maior sucesso no tratamento, é o padrão facial do paciente é um determinante crítico na seleção e no sucesso do tratamento ortodôntico. Pacientes com padrões esqueléticos normodivergentes ou hipodivergentes podem requerer abordagens distintas para a intrusão anterior, possivelmente complementadas com a extrusão dos molares para promover uma abertura de mordida eficaz. A compreensão dessas nuances esqueléticas é essencial para formular planos de tratamento que não apenas enderecem as preocupações estéticas e funcionais, mas também harmonizem com a morfologia facial do paciente<sup>10,24-26</sup>. Em pacientes hiperdivergentes, devido ao aumento da altura facial inferior, esses pacientes frequentemente exibem um sorriso gengival, que pode ser esteticamente desfavorável<sup>27</sup>. A extrusão ortodôntica dos incisivos pode ajudar a melhorar o contorno do sorriso ao rebaixar a linha do sorriso, mas também pode intensificar o problema ao potencialmente aumentar a exposição gengival se não for cuidadosamente planejada e executada, por isso a grande importância dos softwares e estagiamento quando a modalidade de AT é escolhida para esses casos<sup>28</sup>. Esta técnica requer uma abordagem meticulosa, considerando o equilíbrio entre a correção da linha do sorriso e a estabilidade oclusal<sup>29</sup>. Além disso, a extrusão de incisivos pode ser tecnicamente desafiadora em pacientes hiperdivergentes devido à tendência de crescimento vertical do maxilar, exigindo monitoramento contínuo e ajustes frequentes no plano de tratamento para garantir o alinhamento adequado dos dentes e a harmonização estética do sorriso<sup>30</sup>. Portanto, a avaliação cuidadosa das proporções faciais e das características oclusais é essencial para otimizar os resultados estéticos e funcionais nesse grupo específico de pacientes.

Além disso, o papel do software na ortodontia com AT não pode ser subestimado. As simulações digitais permitem a visualização prévia dos movimentos planejados e a customização do plano de tratamento baseado nas necessidades individuais e no padrão facial do paciente. Esse aspecto tecnológico é crucial para prever a resposta ao tratamento e ajustar as estratégias conforme necessário, minimizando o risco de iatrogenia e assegurando uma abordagem baseada em evidências, uma vez que é de conhecimento que o preditivo é diferente da realidade, muitas vezes sobrecorreções, refinamento e lançar mão de mecânicas adicionais são necessárias<sup>21,31-33</sup>.

Outra opção viável é impressão 3D, esse método permite a fabricação de alinhadores transparentes e oferece várias vantagens em comparação com o processo convencional de termoformagem<sup>34</sup>. A literatura atual indica que o processo de impressão direta de alinhadores transparentes e alguns casos clínicos tenham sido reportados, ainda não se encontram ensaios clínicos robustos sobre tais alinhadores impressos. Ainda, o material sofre das mesmas dificuldades com o movimento de extrusão<sup>35</sup>.

Embora os AT representem um avanço promissor na ortodontia, oferecendo alternativas estéticas e menos invasivas para o tratamento de complexidades ortodônticas, eles não substituem a necessidade de uma avaliação cuidadosa e individualizada por parte do ortodontista.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A intrusão dos dentes molares posteriores com o uso do AT favorece no tratamento da mordida aberta anterior.

A extrusão dos incisivos, fundamentais na correção e manutenção da dimensão vertical, demonstraram ser movimentos de alta complexidade com AT. As inovações, como attachments otimizados, uso de elásticos e botões sugerem avanços dos AT para enfrentar esses desafios.

Na busca de alcançar a correção de movimentos dentários complexos o AT vem sofrendo modificações, e com crescentes pesquisas novas alternativas devem surgir para que tais dificuldades de movimento sejam sanadas.

## REFERÊNCIAS

1. Melsen, B., Northcroft lecture: how has the spectrum of orthodontics changed over the past decades? *Journal of orthodontics*. 2011;38(2): p. 134-143.
2. Rosvall MD, Fields HW, Ziuchkovski J, Rosenstiel SF, Johnston WM. Attractiveness, acceptability, and value of orthodontic appliances. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2009 Mar;135(3):276.e1-12; discussion 276-7.
3. Kesling, H.D., Coordinating the predetermined pattern and tooth positioner with conventional treatment. *American journal of orthodontics and oral surgery*. 1946;32(5): p. 285-293.
4. Kravitz ND, Kusnoto B, BeGole E, Obrez A, Agran B. How well does Invisalign work? A prospective clinical study evaluating the efficacy of tooth movement with Invisalign. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2009 Jan;135(1):27-35..
5. Taffarel IA, Gasparello GG, Mota-Júnior SL, Pithon MM, Taffarel IP, Meira TM, Tanaka OM. Distalization of maxillary molars with Invisalign aligners in nonextraction patients with Class II malocclusion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2022 Oct;162(4):e176-e182.
6. Haouili N, Kravitz ND, Vaid NR, Ferguson DJ, Makki L. Has Invisalign improved? A prospective follow-up study on the efficacy of tooth movement with Invisalign. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2020 Sep;158(3):420-425.
7. Papadimitriou A, Mousoulea S, Gkantidis N, Kloukos D. Clinical effectiveness of Invisalign® orthodontic treatment: a systematic review. *Prog Orthod*. 2018 Sep 28;19(1):37.
8. Harris K, Ojima K, Dan C, Upadhyay M, Alshehri A, Kuo CL, Mu J, Uribe F, Nanda R. Evaluation of open bite closure using clear aligners: a retrospective study. *Prog Orthod*. 2020;21(1):23

9. Arat M, Iseri H. Orthodontic and orthopaedic approach in the treatment of skeletal open bite. *Eur J Orthod.* 1992 Jun;14(3):207-15.
10. Garnett BS, Mahood K, Nguyen M, Al-Khateeb A, Liu S, Boyd R, Oh H. Cephalometric comparison of adult anterior open bite treatment using clear aligners and fixed appliances. *Angle Orthod.* 2019 Jan;89(1):3-9.
11. Rossini, G.; Modica, S.; Parrini, S.; Deregibus, A.; Castroflorio, T. Incisors Extrusion with Clear Aligners Technique: A Finite Element Analysis Study *Appl. Sci.* 2021;11:1167 1.
12. Dai FF, Xu TM, Shu G. Comparison of achieved and predicted tooth movement of maxillary first molars and central incisors: First premolar extraction treatment with Invisalign. *Angle Orthod.* 2019 Sep;89(5):679-687.
13. Khosravi R, Cohanim B, Hujoel P, Daher S, Neal M, Liu W, Huang G. Management of overbite with the Invisalign appliance. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2017 Apr;151(4):691-699.e2
14. Moshiri S, Araújo EA, McCray JF, Thiesen G, Kim KB. Cephalometric evaluation of adult anterior open bite non-extraction treatment with Invisalign. *Dental Press J Orthod.* 2017 Sep-Oct;22(5):30-38.
15. Parsekian RM, Mecânica bootstrap e elásticos verticais na perda de tracking vertical. *Clinical Orthodontics.* 2023;22(4).
16. Groody JT, Lindauer SJ, Kravitz ND, Carrico CK, Madurantakam P, Shroff B, Darkazanli M, Gardner WG. Effect of clear aligner attachment design on extrusion of maxillary lateral incisors: A multicenter, single-blind randomized clinical trial. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2023 Nov;164(5):618-627.
17. Karras T, Singh M, Karkazis E, Liu D, Nimeri G, Ahuja B. Efficacy of Invisalign attachments: A retrospective study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2021 Aug;160(2):250-258
18. Ryan MJ, Schneider BJ, BeGole EA, Muhl ZF. Opening rotations of the mandible during and after treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1998 Aug;114(2):142-9..
19. Galan-Lopez L, Barcia-Gonzalez J, Plasencia E. A systematic review of the accuracy and efficiency of dental movements with Invisalign®. *Korean J Orthod.* 2019 May;49(3):140-149
20. Patterson BD, Foley PF, Ueno H, Mason SA, Schneider PP, Kim KB. Class II malocclusion correction with Invisalign: Is it possible? *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2021 Jan;159(1):e41-e48.
21. Goh S, Dreyer C, Weir T. The predictability of the mandibular curve of Spee leveling with the Invisalign appliance. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2022 Aug;162(2):193-200.

22. Blundell HL, Weir T, Byrne G. Predictability of anterior open bite treatment with Invisalign. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2023 Nov;164(5):674-681.
23. Blundell HL, Weir T, Byrne G. Predictability of overbite control with the Invisalign appliance comparing SmartTrack with precision bite ramps to EX30. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2022 Aug;162(2):e71-e81.
24. Mizrahi E. A review of anterior open bite. *Br J Orthod.* 1978 Jan;5(1):21-7.
25. Rijpstra C, Lisson JA. Etiology of anterior open bite: a review. *J Orofac Orthop.* 2016 Jul;77(4):281-6.
26. Suh H, Garnett BS, Mahood K, Mahjoub N, Boyd RL, Oh H. Treatment of anterior open bites using non-extraction clear aligner therapy in adult patients. *Korean J Orthod.* 2022 May 25;52(3):210-219.
27. Nojima LI, Tomé Barreto BC, Amaral Vargas EO, Starling CR, da Cunha Gonçalves Nojima M. A clinical approach to managing open-bite malocclusion associated with severe crowding. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2022 Jul;162(1):122-134.
28. Gudhimella S, Gandhi V, Schiro NL, Janakiraman N. Management of Anterior Open Bite and Skeletal Class II Hyperdivergent Patient with Clear Aligner Therapy. *Turk J Orthod.* 2022 Jun;35(2):139-149.
29. Elshazly TM, Keilig L, Salvatori D, Chavanne P, Aldesoki M, Bourauel C. Effect of trimming line design and edge extension of orthodontic aligners on force transmission: An in vitro study. *J Dent.* 2022 Oct;125:104276.
30. Paik CH, Park HS, Ahn HW. Treatment of vertical maxillary excess without open bite in a skeletal Class II hyperdivergent patient. *Angle Orthod.* 2017 Jul;87(4):625-633.
31. Houle JP, Piedade L, Todescan R Jr, Pinheiro FH. The predictability of transverse changes with Invisalign. *Angle Orthod.* 2017 Jan;87(1):19-24.
32. Ghislanzoni LH, Kalemaj Z, Manuelli M, Magni C, Polimeni A, Lucchese A. How well does Invisalign ClinCheck predict actual results: A prospective study. *Orthod Craniofac Res.* 2024 Jan 11.
33. Fontaine-Sylvestre, C., Predictability of deep overbite correction using Invisalign. 2019.
34. Tartaglia GM, Mapelli A, Maspero C, Santaniello T, Serafin M, Farronato M, Caprioglio A. Direct 3D Printing of Clear Orthodontic Aligners: Current State and Future Possibilities. *Materials (Basel).* 2021 Apr 5;14(7):1799.
35. Slaymaker J, Hirani S, Woolley J. Direct 3D printing aligners - past, present and future possibilities. *Br Dent J.* 2024 Mar;236(5):401-405.