



UNIVERSIDADE
FERNANDO
PESSOA

EFICÁCIA DOS ALINHADORES NO TRATAMENTO DA MÁ OCCLUSÃO DE CLASSE II COM DISTALIZAÇÃO DOS MOLARES SUPERIORES - UMA REVISÃO SISTEMÁTICA

[Effectiveness of Aligners in the Treatment of Class II Malocclusion with Distalization
of the Upper Molars – A Systematic Review]

Dissertação de Mestrado

Mestrado Integrado em Medicina Dentária

Marie Decocq

Orientadora:

Doutora Mónica Morado Pinho

Setembro 2025

Eficácia dos Alinhadores no Tratamento da Má Oclusão de Classe II com Distalização dos Molares Superiores - Uma Revisão Sistemática

[Effectiveness of Aligners in the Treatment of Class II Malocclusion with Distalization of the Upper Molars - A Systematic Review]

Dissertação de Mestrado

[Mestrado Integrado em Medicina Dentária]

Marie Decocq

Orientadora:

Doutora Mónica Morado Pinho

Setembro 2025

AGRADECIMENTOS

À minha orientadora, Monica Morado Pinho, pela orientação e apoio constantes durante a elaboração desta tese, mas sobretudo gostaria de lhe agradecer a sua simpatia e cordialidade.

Aos professores e assistentes das clínicas, por me terem dado a oportunidade de aprofundar os meus conhecimentos.

Aos meus pais,

Obrigado pelo amor incondicional que sempre me demonstraram, foram vocês que me transmitiram uma educação valiosa. Agradeço por terem sido meus primeiros apoios nos momentos de dúvida, meus maiores incentivadores e meus pilares quando enfrentei dificuldades. Tudo o que hoje acontece, devo-vos, sobretudo, a vocês.

Mãe, agradeço por estares sempre presente ao meu lado, a cada instante, para me amparar e apoiar. Estou profundamente agradecida pela relação única e preciosa que construímos juntas.

Pai, tu és para mim um modelo inspirador. Obrigada por me teres apoiado sempre nas minhas escolhas e por teres acreditado em mim em cada etapa. Demonstraste, mais uma vez, uma força incondicional no teu combate contra a doença. Tu enfrentaste isto com muita resiliência e conseguiste combater esta doença com tenacidade.

Obrigada a ambos pelos sacrifícios e energia que me dedicaram e pela a vossa atenção, presença e, acima de tudo, o vosso amor sem limites. Amo-vos mais do que as palavras poderiam expressar.

À minha irmã, quero agradecer-te, do fundo do coração, pela cumplicidade excepcional que nos une desde sempre. Por todas as memórias inesquecíveis que partilhámos juntas, cada momento ao teu lado. Obrigada por todos os instantes de felicidade mas foi, sobretudo, nos momentos mais difíceis que estiveste lá para mim, a tua presença firme deu-me forças para atravessar as provações.

A tua generosidade, a tua escuta atenta e o teu apoio ininterrupto fazem de ti a minha confidente, a minha cúmplice e o meu pilar. Sinto-me infinitamente grata e espero retribuir-te o mesmo amor e a mesma força sempre que deles precisares. Muito obrigada amo-te.

Aos meus amigos, obrigada a todos vocês, com quem partilhei tantos momentos maravilhosos, obrigada por estarem presentes, por fazerem desta experiência um capítulo verdadeiramente mágico da minha vida. Estou profundamente agradecida.

Desde a minha chegada aqui, logo na primeira semana e na primeira aula, tive a incrível sorte de conhecer a Elisa fizemos juntos um belo caminho. Elisa e Gingi vocês são as minhas duas melhores amigas sem as quais eu nunca teria avançado, a vossa companhia transformou cada dia numa aventura inesquecível. Ao meu binómio da clinica JR, obrigada por teres demonstrado paciência ao meu lado e seres um parceiro de trabalho excepcional. Louis, Adrien e Hugo, obrigada pelo vosso apoio fraternal e pelos vossos conselhos preciosos. Vocês sempre souberam estar ao meu lado. Sou infinitamente grata por vos ter comigo.

Obrigada.

RESUMO

A má oclusão de Classe II é uma das discrepâncias esqueléticas e dentárias mais comuns na população ortodôntica. O tratamento desta condição pode envolver várias abordagens, incluindo a distalização dos molares superiores, que tem como objetivo corrigir e melhorar a oclusão do paciente.

Tradicionalmente, a distalização era realizada com aparelhos fixos, como arco extraoral ou dispositivos intraorais ancorados em mini-implantes e frequentemente associados a sistemas *multibrackets*.

Com o avanço da tecnologia digital na ortodontia, os alinhadores transparentes emergiram como uma alternativa promissora para a correção da Classe II, promovendo movimentações dentárias controladas de forma estética e minimamente invasiva.

Pretendeu-se com a realização deste trabalho determinar a eficácia na distalização molar com alinhadores dentários, duração do tratamento e ocorrência de efeitos colaterais, no tratamento das más oclusões de Classe II. Para conseguir obter uma resposta para esta questão, realizamos uma revisão sistemática recorrendo aos motores de busca Pubmed, Scopus e LiLACs, selecionados de acordo com os critérios de inclusão e exclusão.

Incluíram-se na amostra 8 artigos, cujos resultados indicaram a capacidade e eficácia na distalização dos primeiros molares superiores, com alinhadores transparentes. No entanto, mais estudos clínicos são necessários para confirmar os resultados, aprimorar as técnicas de tratamento e validar sua eficácia na prática clínica, ajustando os parâmetros.

Palavras-chave: molar distalization, Class II malocclusion, fixed appliances, clear aligners, maxilar molar distalization, Invisalign®.

ABSTRACT

Class II malocclusion is one of the most common skeletal and dental discrepancies in the orthodontic population. Treatment of this condition may involve several approaches, including distalization of the upper molars, which aims to correct and improve the patient's occlusion. Traditionally, distalization was performed with fixed appliances, such as extraoral arches or intraoral devices anchored to mini-implants.

With the advancement of digital technology in orthodontics, clear aligners have emerged as a promising alternative for Class II correction, promoting controlled tooth movement in an aesthetic and minimally invasive manner.

The aim of this study was to determine the effectiveness of molar distalization with dental aligners, treatment duration, and the occurrence of side effects. To answer this question, we conducted a systematic review using the search engines PubMed, Scopus, and LiLACs, selected according to the inclusion and exclusion criteria. We included eight articles in the sample, whose results indicate the ability and effectiveness of distalizing the upper first molars with clear aligners. However, further clinical studies are needed to confirm the results, improve treatment techniques, and validate its effectiveness in clinical practice by adjusting the parameters

Keywords: molar distalization, Class II, malocclusion, fixed appliances, clear aligners, maxillary molar; distalization, Invisalign®.

ÍNDICE GERAL

I. INTRODUÇÃO	1
II. DESENVOLVIMENTO	4
1. Materiais e métodos	4
1.1. Fontes de pesquisa.....	4
1.2. Critérios de inclusão e exclusão	4
2. Resultados	6
2.1. Seleção dos estudos	6
2.2. Características dos estudos selecionados.....	8
2.3. Resultados dos estudos selecionados	15
3. Discussão	24
III. CONCLUSÃO	28
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	29

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama PRISMA	8
--	---

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Ferramenta ROBINS-I	10
Tabela 2. Ferramenta RoB 2.....	10
Tabela 3. Características dos estudos selecionados para a análise	11
Tabela 4. Resultados dos estudos selecionados para a análise.....	14

Listas de Abreviaturas, Siglas, Símbolos ou Acrónimos

CBCT	<i>Cone Beam Computed Tomography</i>
h	Hora
mm	Milímetros
Nº	Número
n	Número da amostra
NiTi	Níquel Titânio
PIO	População, Intervenção, <i>Outcome</i>
PRISMA	<i>Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses</i>
RoB 2	<i>Risk Of Bias 2</i>
ROBINS-I	<i>Risk Of Bias In Non-randomized Studies of Interventions</i>
s	Segundos
%	Porcentagem
±	Mais ou Menos

I. INTRODUÇÃO

Na última década, o número crescente de pacientes que procuram uma técnica de tratamento ortodôntico mais estética e confortável gerou um notável aumento do interesse por alinhadores transparentes. Ao contrário do que muitos pensam, os alinhadores transparentes não são novidades: o primeiro dispositivo foi proposto por Kesling em 1945 como um recurso complementar ao tratamento ortodôntico convencional. Naquela época, contudo, não obteve grande aceitação devido ao ceticismo e à falta de divulgação (Mariana Paes Muro et al., 2023).

Segundo a Classificação de Angle, proposta por Edward H. Angle em 1899, existem três relações principais de oclusão molar que ainda servem de referência na ortodontia clínica, a Classe I, neutroclusão, Classe II, distocclusão, com divisão 1 e 2 (relativas à posição incisiva) e Classe III mesiocclusão.

Embora desenvolvida no final do século XIX, a Classificação de Angle continua amplamente utilizada pela sua simplicidade e aplicabilidade clínica, servindo como alicerce para diversas avaliações ortodônticas.

A má oclusão de Classe II, segundo a classificação de Angle, caracteriza-se pelo posicionamento posterior, distalizado, do primeiro molar inferior em relação ao molar superior, de tal forma que a cúspide mesiovestibular do primeiro molar superior fica à frente da fóvea mesiovestibular do primeiro molar inferior (Ghosh et al., 2024).

Há duas subdivisões principais:

Divisão 1: incisivos superiores protruídos, gerando aumento do *overjet*;

Divisão 2: incisivos superiores retroinclinados, frequentemente acompanhados de sobremordida profunda (Ghosh et al., 2024).

Essas subdivisões refletem variações importantes no posicionamento dos incisivos superiores e no padrão de mordida, que influenciam diretamente o planejamento do tratamento. O objetivo principal do tratamento por distalização dos molares superiores é recriar espaço na arcada maxilar para: permitir o realinhamento dos dentes anteriores sem extrações dentárias; corrigir a relação molar para Classe I, auxiliando na diminuição do *overjet* aumentado; melhorar a oclusão canina e a estética facial, sem recorrer a aparelhos fixos convencionais (Ghosh et al., 2024).

Para uma compreensão abrangente da má oclusão de Classe II, é fundamental considerar não apenas os sinais clínicos da má oclusão, mas também os seus desdobramentos em termos de função, impacto social e implicações económicas. Os tratamentos têm consequências funcionais, psicossociais e custos nomeadamente:

- Do ponto de vista funcional, a desarmonia sagital causada pela Classe II pode acarretar diversas repercussões na dinâmica oclusal e nas articulações temporomandibulares.
- No aspeto psicossocial, as alterações estéticas decorrentes da Classe II frequentemente interferem na percepção pessoal e na qualidade de vida dos pacientes. Na vertente psicossocial, a insatisfação estética, especialmente em adultos, é frequente, gerando impacto negativo na autoestima, dificuldades em interações sociais e procura crescente por retratamentos.
- No custo, o uso de técnicas avançadas (alinhadores transparentes, TAD, distalizadores ósseos) tende a elevar os custos diretos ao paciente em comparação com os aparelhos fixos convencionais, ou devidos aos processos digitais, fabricação de múltiplos alinhadores e remoção/recolocação de mini-implantes. Por outro lado, há redução do tempo de cadeira e dos custos indiretos (instrumental, esterilização), mas o investimento permanece superior.

Para contornar as limitações inerentes aos alinhadores isolados, diversas estratégias têm sido empregues para aprimorar a previsibilidade dos movimentos. Temos diferentes fatores determinantes para o sucesso da distalização. A ancoragem é uma delas, a falta de controlo de ancoragem leva a migração mesial indesejada dos molares e perda de espaço posterior (Ghosh et al., 2024).

O *design* e posicionamento dos *attachments*: os *attachments* retangulares verticais estrategicamente colocados nos molares geram momentos de força suficientes para evitar *tipping*, promovendo distalização em corpo (“bodily movement”) sem angulações indesejadas (Boyd & Vlaskalic, 2001).

Os protocolos com incrementos de 0,25–0,47 mm por alinhador e troca a cada 10–14 dias foram associados a melhor acompanhamento e eficiência.

A extração dos terceiros molares: a remoção prévia dos terceiros molares maximiza o espaço disponível distal ao segundo molar, aumentando a probabilidade de alcançar 2–6 mm de distalização (Ghosh et al., 2024).

Adesão do paciente tem um impacto maior que nos tratamentos tradicionais; o uso de 18 – 22 h/dia e a troca conforme o protocolo planejado, garantem que os movimentos digitais previstos sejam efetivamente realizados clinicamente (Ghosh et al., 2024).

Replaneamento digital: o reescaneamento das arcadas durante a fase de tratamento permite ajustar o plano no *software* (ClinCheck®), corrigindo desvios clínicos não previstos inicialmente.

Dessa forma, o sucesso na distalização do primeiro molar superior em Classe II depende do controle de ancoragem, do planeamento digital preciso, do *design* adequado de *attachments*, da adesão do paciente e do uso de protocolos biomecânicos otimizados, possibilitando movimentos previsíveis e eficazes, rumo a uma oclusão de Classe I estável (Chen et al., 2023).

II. DESENVOLVIMENTO

1. Materiais e métodos

1.1. Fontes de pesquisa

Para realizar esta revisão sistemática foi conduzida uma pesquisa e análise bibliográfica nas bases de dados eletrônicas Pubmed, Scopus e LiLACs.

1.2. Critérios de inclusão e exclusão

A pesquisa foi efetuada com recurso às bases de dados eletrônicas utilizando as palavras-chaves que foram combinadas entre si de diversas formas através dos operadores booleanos “OR” e “AND”, chegando à configuração seguinte:

(((((((molar distalization) AND (clear aligners)) AND (Invisalign)) AND (fixed appliances)) OR (Class II malocclusion)) OR (maxilar molar distalization)) AND (Invisalign, fixed appliances, clear aligners).

Os critérios de seleção dos artigos incluídos seguiram duas fases: a fase de rastreio e a fase de inclusão, realizada por dois investigadores independentes. Na fase de rastreio a seleção dos artigos, resultantes da pesquisa efetuada, foi feita com base no título e no resumo dos artigos.

Na fase de inclusão a seleção foi realizada com base na leitura integral da publicação. Fundamentada nas palavras-chave mencionadas, foi desenvolvida a problemática deste estudo através da estratégia de metodologia PIO, sem grupo de comparação, e determinados os critérios de inclusão e de exclusão para selecionar os artigos.

Assim, foram determinados como critérios de inclusão: (1) estudos que avaliaram a distalização dos molares superiores com alinhadores transparentes, (2) em pacientes com má oclusão de Classe II, (3) cuja movimentação dentária apresentou-se documentada com métodos quantitativos. Por outro lado, os critérios de exclusão foram os seguintes: (1) revisão de literatura, (2) pacientes com má oclusão de Classe I e Classe III, (3) uso de mini-implantes para distalização além dos alinhadores, (4) uso de aparelhos fixos.

A pergunta a que se pretendeu responder com esta revisão sistemática foi: “qual é a eficácia dos alinhadores no tratamento da má oclusão de Classe II, com distalização dos molares superiores”.

Para avaliar a eficácia da distalização dos molares superiores no tratamento da má oclusão de Classe II com alinhadores, foram incluídos estudos de acordo com a estratégia PIO (População, Intervenção, *Outcome*):

- População (P): pacientes com má oclusão de Classe II
- Intervenção (I): distalização dos molares maxilares com recurso a alinhadores dentários
- *Outcome* (O): quantidade/eficácia da distalização.

2. Resultados

2.1. Seleção dos estudos

Como resultado da pesquisa foram encontrados 1009 artigos, dos quais 218 foram encontrados nas bases de dados *Pubmed*, 264 artigos na *LiLACs*, e 527 artigos na *Scoops*.

Após a exclusão dos estudos duplicados, restou um total de 806 artigos. Posteriormente, mediante a análise dos títulos e resumos, e em conformidade com os objetivos estabelecidos para este trabalho e os critérios de inclusão e exclusão previamente definidos, foram selecionados um total de 8 artigos para leitura integral.

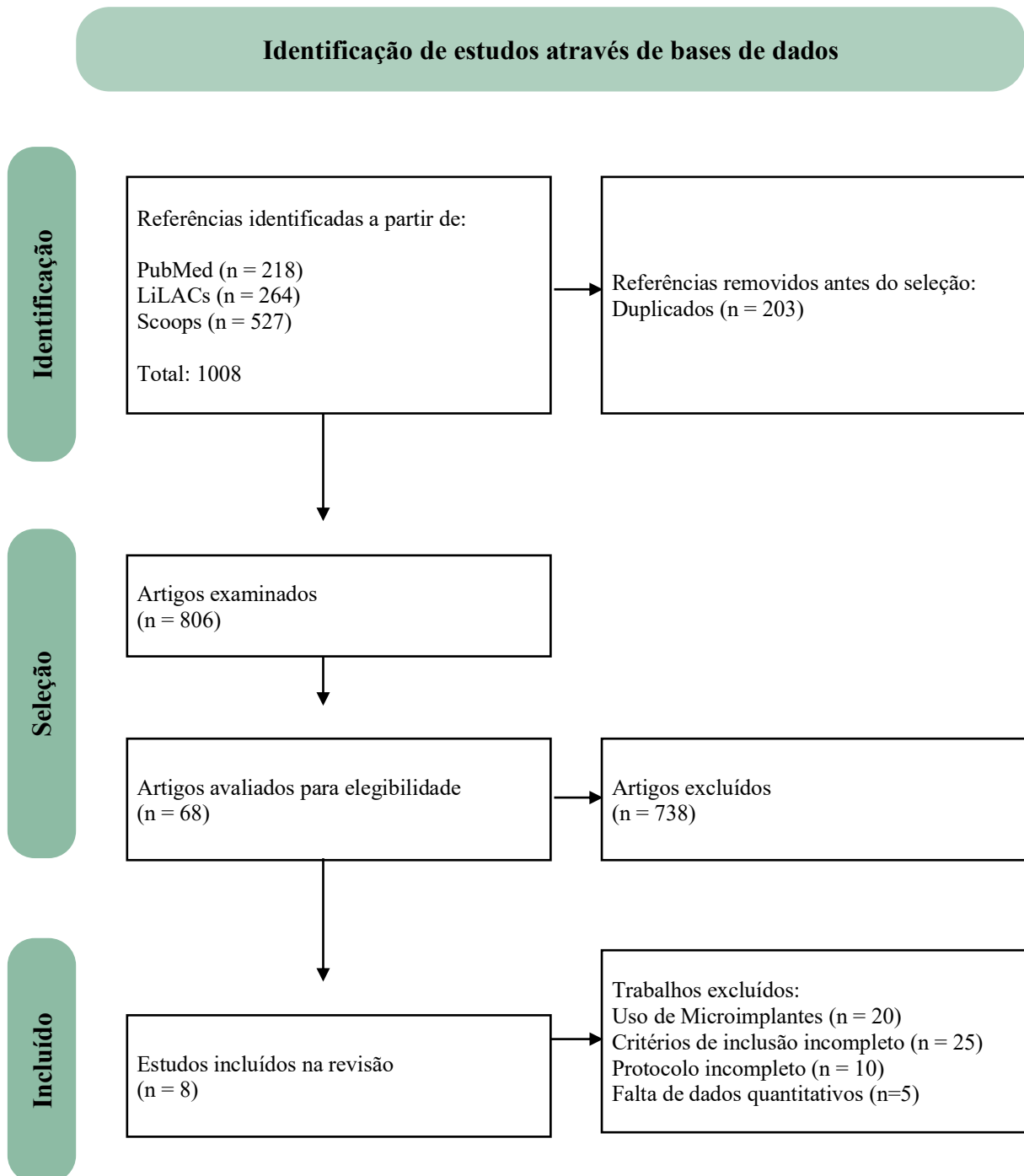
Esses artigos foram considerados pertinentes e foram utilizados na presente revisão sistemática, que se encontra registrada na plataforma PROSPERO sob o número 1111800. A inclusão e exclusão dos artigos é identificada na representação gráfica do diagrama PRISMA (Figura 1).

A avaliação da qualidade metodológica dos estudos, para que os resultados desta revisão fossem interpretados com maior segurança, foi realizada com recurso a duas ferramentas amplamente reconhecidas na literatura científica, cada uma adequada ao tipo de estudo incluído.

Nos estudos não randomizados, aplicou-se a ferramenta ROBINS-I (Risk Of Bias In Non-randomized Studies – of Interventions). Esse instrumento permite uma análise detalhada de sete aspectos, domínios, que podem comprometer a validade dos resultados, como variáveis de confusão, forma de seleção dos participantes, desvios nas intervenções aplicadas, perdas de dados e forma de medição dos desfechos.

Já nos estudos randomizados, foi utilizada a ferramenta RoB 2 (Risk of Bias 2), desenvolvida pela Cochrane. Essa ferramenta se concentra em cinco domínios-chave de viés, incluindo a geração da sequência de randomização, possíveis desvios no decorrer da intervenção, dados ausentes, e a forma como os desfechos foram medidos e relatados. Considerada o *gold standard* para ensaios clínicos, o RoB 2 permite uma avaliação precisa da qualidade metodológica dessas pesquisas.

Figura 1. Representação gráfica do diagrama PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*)



2.2. Características dos estudos selecionados

Com exceção dos estudos prospectivos conduzidos por Yurdakul Z., Karsli, (2024), e Saif et al., (2022), os estudos selecionados foram majoritariamente estudos retrospectivos. A maioria dos estudos utilizou alinhadores Invisalign®. O número de pacientes variou de 20 a 49 por amostras, no total foram avaliados 274 pacientes, uma média 34,25 pacientes por estudo. A idade média foi de 27,2 anos com o desvio-padrão médio de $\pm 7,08$ anos.

O período de tratamento com os alinhadores dentários variou muito de 6,7 meses, 8 a 12 meses, ou mais com estudos a 22 meses ou 24,3 $\pm 4,2$ dependendo do número de alinhadores necessários em cada caso clínico e da severidade dos casos incluídos.

O número de alinhadores utilizado variou entre 20 e 48 alinhadores no estudo de Taffarel et al.(2022).

O período de tempo de utilização diária é sempre recomendado de 22 horas por dia, e correspondeu à média apresentada nos estudos. Este parâmetro é importante para mostrar a eficácia do tratamento. A troca dos alinhadores faz-se, regra geral todas as semanas, a cada 10 dias ou a cada 2 semanas.

Os pesquisadores dividiram as amostras em grupos distintos que receberam diferentes tratamentos. O número de alinhadores utilizado e a número de horas de uso do aparelho afetam a precisão e a eficácia do tratamento. A utilização recomendada é de 22 horas por dia, ou seja utilização durante todo o dia, retirando apenas durante as refeições e durante a higiene oral. Dumani et al., (2019), Bago Jurič et al., (2014) e Merigo et al., (2021) usaram Invsalign®, enquanto outros estudos, como Aydin et al., (2020), não usaram.

Tabela 1. ROBINS-I

Autor, ano	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	Overall
Ravera et al. (2016)	-	X	+	-	X	-	+	X
Patterson et al. (2021)	X	X	+	-	X	-	+	X
Saif et al. (2022)	-	X	+	-	X	-	+	X
Taffarel et al. (2022)	-	X	+	-	X	-	+	X
Qiang et al. (2025)	-	-	+	-	X	-	+	X
Li et al. (2023)	-	X	+	-	X	-	+	X
Loberto et al. (2023)	-	X	+	-	X	-	+	X

Nota. Legenda da tabela: Os domínios são: D1.Confusão; D2.Seleção dos participantes; D3.Classificação das intervenções; D4.Desvios da intervenção; D5.Dados em falta; D6.Medição dos desfechos; D7.Seleção dos resultados reportados. Os domínios são classificados em 4 níveis: baixo (verde), moderado (amarelo), sério (cor-de-laranja) e crítico (vermelho) (ROBINS-I, 2024).

Tabela 2. RoB 2

Autor, ano	D1	D2	D3	D4	D5	Overall
Yurdakul Z, Karsli, (2024)	X	-	X	-	+	X

Nota. Legenda da tabela: D1: viés no processo de randomização; D2: viés devido a desvios da intervenção pretendida; D3: viés devido a dados ausentes; D4: viés na medição do desfecho; D5: viés na seleção dos resultados reportados. Esta ferramenta aloca os domínios em 3 níveis: baixo risco (verde), algumas preocupações (amarelo) e alto risco (vermelho)

Tabela 3. Características dos estudos selecionados

Estudo		Amostra			Parâmetros	
Autor, Ano	Tipo estudo	n	Angle Classe	Idade (anos)	Intervenções	Métodos
Patterson et al. 2021	Retrospectivo	80	II	35,3 ± 15,2	Invisalign® Uso médio : 8 - 12 meses Troca dos alinhadores : 1 - 2 semanas Uso : 20 - 22 h/dia 43,1 alinhadores	ClinCheck® Pro (versão 5.4) Medição : ABO-OGS
Saif et al. 2022	Prospectivo	38	II	28±11	Invisalign® Uso médio : 6.7 meses Troca dos alinhadores : 10 dias Uso : 22horas/dia 20 alinhadores	ClinCheck® GOM software 2020 Superimposição de modelos 3D via rugares palatinas.
Taffarel et al. 2022	Retrospectivo	32	II	35,4 ± 9,6	Invisalign® Uso médio : 22 meses Troca dos alinhadores : 7 - 14 dias Uso : 22horas/dia 48 alinhadores	superimposição pré/pós pelo ABO-OGS ClinCheck®

Legenda: h (horas), CA (clear aligners), ABO-OGS, ABO (American Board of Orthodontics)

Tabela 3. Características dos estudos selecionados

Estudo		Amostra			Parâmetros	
Autor, Ano	Tipo estudo	n	Angle Classe	Idade	Intervenções	Métodos
Qiang et al. 2025	Retrospectivo	28	II	24.3 ± 4.3	clear aligner Troca dos alinhadores : 1 - 2 semanas Uso : 20–22 h/dia	ClinCheck® CBCT Dolphin Imaging software (version 11.95).
Yurdakul Z., Karsli, 2024	Prospectivo	24	II	24,37±0,6	clear aligners Group 1: Uso médio: 8.12 ± 0.75 months Troca dos alinhadores : 1 - 2 semanas Uso : > 22 h/dia 16.27 alinhadores em média	sequence com CAs Análise cefalométrica, Dolphin Imaging (version 11.95) Medidas em modelo digital
Li et al. 2023	Retrospectivo	43	II	28,15 ± 6,94	Align Technology® (V-pattern) Troca dos alinhadores : 2 semanas Uso : > 20 h/dia	Modelos práticos pré e pós-tratamento digitalizados a laser e analisados Rapidform 2006 Programa ClinCheck® (Align Technology). Modelo virtual

Tabela 3. Características dos estudos selecionados

Estudo		Amostra			Parâmetros	
Autor, Ano	Tipo estudo	n	Angle Classe	Idade	Intervenções	Métodos
Loberto et al, 2023,	Retrospectivo	49	II	14.9 ± 6 years	Align Technology, Invisalign® Troca dos alinhadores : 7 dias Uso medio : 16 - 20h/dia Check up: todas 4 semanas	ClinCheck®, standardized distalization protocol. Measurement Protocol intraoral scanner iTero Rugares palatinas para avaliar com Viewbox 4.0 software (dHAL software, Kifissia, Greece)
Ravera et al. 2016	Retrospectivo	20	II	29.73 ± 6.89	Invisalign® Uso médio : 24.3 ± 4.2 months. Troca dos alinhadores : 14 dias Uso : ≥20h/dia 42.6 ± 4.4 arcada superior 21.4 ± 3.2 arcada inferior alinhadores	Superposição de modelos digitais pré- e pós-distalização, ClinCheck® vs modelo clínico sem refinements iniciais Avaliação segundo critérios ABO Model Grading System.

Legenda: h (horas), CA (clear aligners), ABO-OGS, ABO (American Board of Orthodontics)

Tabela 4. Resultados dos estudos selecionados para a análise

Autor, Ano	Estudo	Resultados	Conclusões
Patterson et al. 2021	Retrospectivo	<p>Correção da sobremordida 38,9% do previsto</p> <p>Necessidade média de correção: $3,48 \pm 1,26$ mm</p> <p>Valor previsto pelo ClinCheck: $3,29 \pm 2,46$ mm</p> <p>Valor realmente alcançado: $0,25 \pm 0,63$ mm</p>	<p>Nenhum paciente com má oclusão de Classe II atingiu os padrões da ABO após o tratamento com Invisalign.</p>
Saif et al. 2022	Prospectivo	<p>Prescrição média pelo ClinCheck® : $2,39 \pm 1,03$ mm</p> <p>Valor realmente alcançado: $1,81 \pm 0,84$ mm</p> <p>uso de <i>attachments</i> sem diferença significativa na eficácia ($P = 0,552$)</p>	<p>Não resolve toda a discrepância de Classe II</p> <p>Eficiência alta : 75,5 % (diferença estatisticamente significativa, $P < 0,0001$)</p> <p>A inclusão de <i>attachments</i> não melhora significativamente a eficácia da distalização dos molares superiores.</p>
Taffarel et al. 20	Retrospectivo	<p>predito pelo ClinCheck®: residual de $0,58 \pm 0,70$ mm</p> <p>real após tratamento: residual de $2,23 \pm 1,59$ mm</p>	<p>previsão de ~2,25 mm de distalização e apenas ~0,60 mm de correção</p> <p>Houve diferença estatisticamente significativa entre o planeado (T2) e o atingido (T3)</p> <p>Distalização insuficiente, o movimento distal efetivo dos molares com um único conjunto de alinhadores foi muito inferior ao planeado pelo ClinCheck®, levando à rejeição da hipótese nula de previsibilidade total.</p>

Tabela 4. Resultados dos estudos selecionados para a análise

Autor, Ano	Estudo	Resultados	Conclusões
Qiang et al. 2025	Retrospectivo	<p>predito pelo ClinCheck®: 2.29 ± 1.14 mm</p> <p>real após tratamento :0,44 ± 1,09 mm</p>	<p>A distalização corporal tridimensional de molares inferior ao planeado.</p> <p>Fases suplementares de alinhadores, ajustes de “overcorrection” e controle de retenção são essenciais para alcançar resultados de Classe I previsíveis</p>
Yurdakul Z, Karsli, 2024	Prospectivo	<p>Planeado : 2,5 mm.</p> <p>Obtido : 2.30 mm</p> <p>Medidas transversais obtidas: 1,72 ± 0,53 mm</p>	<p>menos movimento distal nos dentes posteriores do que o originalmente planeado.</p>
Li et al. 2023	Retrospectivo	<p>Planeado: 2.42 ±1.19 mm</p> <p>distalização média : 0,88 ± 0,83 mm</p>	<p>média de eficácia obtida foi de 36,48 %.</p> <p>menos eficaz e mais sujeita a efeitos colaterais do que sugere a simulação inicial.</p>
Roberto et al, 2023,	Retrospectivo	<p>ClinCheck®: faixa de 2–3 mm</p> <p>Distalização média : de 2,5 mm</p>	<p>Distalização com bom resultado. Esse valor está em linha com o que habitualmente se programa no ClinCheck®.</p>
Ravera et al. 2016	Retrospectivo	<p>ClinCheck®: faixa de 2–3 mm</p> <p>Distalização média: 2,25 mm</p>	<p>altamente eficaz e previsível, com excelente controlo do <i>tipping</i> e estabilidade esquelética.</p>

Legenda: CA (*clear aligners*), ABO-OGS, mm (milímetros), % (Porcentagem), ± (Mais ou Menos).

2.3. Resultados dos estudos selecionados

Patterson et al. (2021) realizaram um estudo retrospectivo. A amostra foi composta por 80 pacientes adultos tratados com Invisalign[®], foi dividida em dois grupos, o grupo 1 com má oclusão de Classe I composto por $n = 5,40$ e com $38,70 \pm 15,90$ anos e grupo 2 com má oclusão de Classe II $n = 5,40$ e com idade $35,25 \pm 15,21$ anos. As classificações foram determinadas a partir das relações molares, conforme os critérios de classificação da American Board of Orthodontics (ABO).

Os critérios de inclusão abrangeram pacientes: sem histórico de má colaboração, sem discrepância entre a oclusão cêntrica e a relação cêntrica, sem planejamento de sobre correção, sem redução interproximal imediatamente antes da digitalização para refinamento, e que concluíram todas as etapas ativas do tratamento no *software* ClinCheck[®], utilizando o material SmartTrack[™] (Align Technology) após 2014.

Foram excluídos pacientes com pontes fixas ou extrações planejadas. As avaliações foram realizadas em três momentos distintos:

T1 : pré-tratamento.

T2A : previsão final no ClinCheck[®].

T2B : resultado obtido após o uso da primeira série de alinhadores.

Utilizou-se o software ClinCheck Pro[®] (versão 5.4) para a medição digital, com base nos critérios do ABO Grading System for Dental Casts and Panoramic Radiographs. As variáveis analisadas incluíram alinhamento, cristas marginais, inclinações vestibulolinguais, contatos oclusais, relações oclusais, *overjet* e contatos interproximais. As medições foram realizadas por ABO, com a utilização de uma régua digital com precisão de 0,5 mm, considerada adequada para os parâmetros do estudo.

Os dados descritivos das medições pelo sistema de graduação da ABO (ABO MGS) nos tempos pré-tratamento (T1), predição ClinCheck[®] (T2A) e pós-tratamento (T2B) demonstraram alta confiabilidade intra-avaliador (coeficientes de 0,831 a 0,984) embora todas as oclusões do T2A, estivessem dentro do limite de aprovação da ABO, nenhum caso de Classe II cumpriu os critérios da ABO no pós-tratamento real (T2B).

Após o uso dos alinhadores, observou-se redução significativa nos valores totais da ABO, bem como nos componentes “alinhamento” e “contatos interproximais”, mas tais pontuações permaneceram piores do que as previstas pelo ClinCheck[®].

Não houve melhoria estatisticamente significativa nos valores das cristas marginais, *overjet* ou relações oclusais, e os “contatos oclusais” chegaram a piorar no T2B. O grupo de Classe II apresentou necessidade significativamente maior de alinhadores: média de 29,0 no conjunto inicial e 21,2 no refinamento (total 50,3), o tratamento é mais longo e precisa de mais ajustes para pacientes de Classe II. Em termos de mudanças percentuais, o avanço antero-posterior (AP) melhorou em média 1,25 % na Classe I e 6,8 % na Classe II, enquanto o overbite foi corrigido em 28,8 % dos casos de Classe I e 38,9 % dos de Classe II.

Ao avaliar a precisão dos movimentos dentários, em comparação com as previsões do ClinCheck® como com os padrões da ABO sem ajustes, ficou claro que boa parte dos movimentos planejados não ocorreu como esperado e, em alguns casos, até se agravou. Isso mostra que, embora o ClinCheck® seja uma ferramenta valiosa, ele não assegura, por si só, uma oclusão perfeita segundo os critérios rigorosos da ABO.

No estudo prospectivo de Saif et al. (2022) foram incluídos: 142 molares superiores (71 primeiros molares e 71 segundos molares) de 38 pacientes, com 4 homens e 34 mulheres. A idade média da amostra foi de 25,4 anos variando de 17 a 39 anos. Os pacientes foram tratados exclusivamente com Invisalign®. Cada paciente utilizou em média 20 alinhadores, trocados segundo o protocolo padrão da Align Technology. O intervalo médio foi de 6,7 meses, variando de 3,3 a 11 meses. Os modelos digitais foram importados para o software GOM Inspect Suite 2020, alinhados pela região dos rugas palatinas usando o método de “*local best fit*” e medidos: o centro de massa de cada molar foi determinado e comparado entre os modelos inicial e final para quantificar o movimento distal. Para avaliar a perda de ancoragem anterior, foram construídas superfícies simuladas dos dentes anteriores nos modelos inicial e final e sobrepostas, permitindo medir o desvio ocorrido durante a distalização molar. Um total de 142 molares superiores: 71 primeiros e 71 segundos molares foram avaliados quanto à precisão do movimento distal, e 228 dentes anteriores foram analisados para a perda de ancoragem anterior. A amostra de 71 primeiros molares superiores teve, no planejamento pelo ClinCheck®, uma movimentação distal média de 2,39 mm (DP = 1,03 mm; mediana = 2,3 mm), enquanto a distalização efetivamente alcançada sobre esses mesmos dentes foi de 1,81 mm (DP = 0,84 mm; mediana = 1,6 mm).

Os valores médio, mediano e desvio-padrão do movimento distal previsto pelo ClinCheck® e do movimento efetivamente alcançado apresentaram diferenças estatisticamente significativas entre o movimento distal previsto e o realizado para o primeiro molar superior ($P < 0,0001$) como para o segundo molar superior ($P < 0,0001$). Quando se comparou o movimento distal alcançado em molares com e sem o uso de *attachments*, não se observaram diferenças significativas nem para o primeiro molar ($P = 0,552$) nem para o segundo molar ($P = 0,941$).

Encontrou-se uma correlação moderada e estatisticamente significativa entre a magnitude do movimento distal dos molares e a perda de ancoragem nos incisivos centrais ($r = 0,3900$; $P < 0,008$) e nos incisivos laterais ($r = 0,3595$; $P < 0,013$). Já a correlação entre movimento distal molar e perda de ancoragem no canino foi fraca e não significativa ($r = 0,1307$; $P = 0,217$).

Taffarel et al. (2022), realizaram um estudo retrospectivo longitudinal, com 32 pacientes adultos, 7 homens e 25 mulheres, sendo a média de idade da amostra de $35,5 \pm 9,6$ anos. Os pacientes apresentavam má oclusão de Classe II unilateral ou bilateral, de divisão 1 ou 2, e foram tratados com alinhadores Invisalign® (SmartTrack®). Os critérios de inclusão exigiam pacientes ≥ 18 anos, sem doença periodontal, com uso de *attachments*, troca de alinhadores a cada 7–14 dias e uso de elásticos intermaxilares ou desgaste interproximal posterior, de acordo com indicação de cada situação clínica; foram excluídos pacientes menores de 18 anos, pacientes que não cumpriam corretamente o uso dos alinhadores, portadores de próteses fixas parciais ou com extrações (exceto terceiros molares).

Foram três momentos de avaliação : T1 : pré-tratamento. T2 : estágio intermediário T3 : final. Em média, cada arcada recebeu 48 alinhadores no maxilar e 33 na mandíbula, quatro ortodontistas conduziram os tratamentos independentemente. A relação molar foi classificada como *end-on* ou *full-step* conforme critérios da ABO.

Nos resultados, todas as medidas foram repetidas com intervalo mínimo de 30 dias (T1 e T2). As variáveis analisadas incluíram: AR (Alinhamento e Rotação), VL (Inclinação vestibulo-Lingual), OJ (*Overjet*), OC (*Occlusal Contacts*), OR (*Occlusal Relationship*), AP16/AP26 (deslocamento anteroposterior dos molares 16 e 26), OB (*Overbite*), TTS (*Total Treatment Score*), IM (*Marginal Ridges*, elevação de margens marginais), IC (Contatos Interproximais). Comparando os três momentos, houve mudanças

estatisticamente significativas em quase todas as variáveis: ângulo AR ($p < 0,001$), largura intercanina e intermolar (BI) entre T1–T2 ($p = 0,006$), T1–T3 ($p = 0,048$) e T2–T3 ($p = 0,008$); OJ em T1–T2 e T2–T3 ($p < 0,001$); OB em T1–T3 ($p = 0,001$) e T2–T3 ($p < 0,001$); relação molar direita (OR) em T1–T2 ($p < 0,001$), T1–T3 ($p = 0,006$) e T2–T3 ($p < 0,001$); e movimentação AP16/AP26 em todos os intervalos ($p < 0,002$).

A sobreposição vertical incisal também variou entre todos os momentos ($p < 0,001$), e a TTS apresentou diferença significativa em T1, T2 e T3 ($p < 0,001$). Não houve alterações significativas em IM e IC, nem diferença na pontuação final entre pacientes que usaram ou não elásticos. Entre T1 (pré-tratamento) e T2 (fim da distalização sequenciada), os pacientes mostraram, em média: retrusão do primeiro molar superior de 2,3 mm ($p = 0,002$) e da fase intermediária (T2) até o final do tratamento (T3), observou-se um aporte extra de: 0,9 mm de distalização do 1º primeiro molar ($p < 0,001$)

Os dados referentes à distalização dos primeiros molares superiores foram avaliados pelas variáveis AP16 e AP26, resultados principais foram: T1→T2 (pré-tratamento ao estágio intermediário): AP16: $p = 0,002$ / AP26: $p = 0,001$ T1→T3 (pré-tratamento ao final do tratamento): AP16: $p < 0,001$ / AP26: $p < 0,001$ T2→T3 (estágio intermediário ao final): AP16: $p < 0,001$ / AP26: $p < 0,001$ Isso demonstra que, em média, existe distalização estatisticamente significativa dos molares superiores em todas as fases do tratamento com Invisalign®.

No estudo retrospectivo de Qiang et al. (2025) foram 28 pacientes adultos com 7 homens e 21 mulheres e uma idade média de $24,3 \pm 4,3$ anos. Os pacientes foram submetidos à distalização bilateral dos molares superiores com alinhadores transparentes. Os critérios de inclusão foram os seguintes : idade ≥ 18 anos; má-oclusão esquelética Classe I ou II com uma Classe II de Angle; planeamento de distalização ≥ 2 mm sem uso simultâneo de aparelhos fixos ou auxiliares extras; disponibilidade de CBCT de alta qualidade pré-tratamento (T0) e pós-tratamento (T1) 4. Cada paciente realizou a troca de alinhadores a cada 1 ou 2 semanas, com média de 2,2 refinamentos.

Foram analisados 391 dentes superiores: 112 incisivos, 56 caninos, 112 pré-molares e 111 molares, medindo deslocamentos tridimensionais de coroas e raízes entre T0 e T1. As imagens de CBCT (FOV 23×17 cm, 120 kV, voxel 0,15 mm) foram superpostas usando regiões estáveis do osso maxilar, e as medidas realizadas por um único operador. As radiografias cefalométricas reconstruídas a partir do CBCT foram avaliadas no *software*

Dolphin Imaging[®], 4. Nos principais resultados, os molares apresentaram uma distalização média prescrita de 2,35 mm no segundo molar, mas apenas 0,73 mm foram efetivamente obtidos ($p < 0,0001$) Z: $+0,38 \pm 0,72$ mm prescrita versus $+0,21 \pm 1,67$ mm obtido ($p = 0,49$) Y: $+0,01 \pm 0,34$ mm prescrita versus $+0,41 \pm 0,99$ mm obtido ($p = 0,003$).

Nos resultados principais foram observados ainda deslocamento palatino prescrita não ocorrido nos incisivos superiores; houve leve protrusão labial das coroas e extrusão significativa ($p < 0,0001$). Nos pré-molares e molares, movimentação em corpo distal incompleta, com maior *tipping* distal e inclinação vestibular do que o previsto. No plano vestibulo-palatino, houve maior inclinação vestibular no 2.º pré-molar, diminuindo em direção aos molares.

No plano mesio-distal, a eficácia média de distalização das coroas foi de 5,6 % (1.º pré-molar), 10,1 % (2.º pré-molar), 19,2 % (1.º molar) e 31,1 % (2.º molar) ($p < 0,0001$ para todos). No plano vertical, todos os dentes posteriores apresentaram extrusão maior do que o previsto ($p < 0,05$), especialmente o 2.º molar. Não se observaram diferenças significativas entre a distalização sequencial de um molar versus dois em simultâneos. Como conclusão a distalização maxilar com alinhadores transparentes em adultos apresentou precisão tridimensional significativamente inferior ao planejado. Os dentes anteriores deslocaram-se menos do que o esperado, com tendência oposta à prescrita, e os posteriores não alcançaram a movimentação em bloco desejada, exibindo *tipping* e extrusão indesejados. Mesmo com ancoragem adicional, houve perda de ancoragem anterior e posterior.

O estudo prospectivo de Yurdakul Z., Karsli, (2024), a amostra foi de 24 pacientes, composta por 16 mulheres e 8 homens, todos foram tratados com o sistema Orthero Clear Aligner[®] (Istambul, Turquia). Aleatorizaram-se em dois grupos, o grupo 1: 12 pacientes, com uma idade média $22,9 \pm 0,7$ anos. Grupo 2: 12 pacientes (9F/3M), com uma idade média $25,8 \pm 0,5$ anos. Os critérios de inclusão foram: Classe II molar, ausência de discrepância transversal maxilar, todos os dentes permanentes presentes (exceto terceiros molares), boa cooperação no uso dos alinhadores e os critérios de exclusão: má oclusão esquelética; necessidade de distalização unilateral; distúrbios da ATM ou doença periodontal e condições sistêmicas. Sobre o protocolo, em todos os pacientes planejou-se uma distalização sequencial do segundo pré-molar superior, primeiro e segundo molar superior num total de 2,5 mm, com o Grupo , o início da distalização do primeiro molar

superior quando o segundo molar superior já estivesse movido 33 % da distância total; Grupo 2: início do primeiro molar superior após 50 % de distalização do segundo molar superior.

Colocaram-se *attachments* verticais retangulares no segundo pré-molar superior, primeiro e segundo molar superior para controlo do movimento e horizontais em primeiros pré-molares para reforço de ancoragem. Não foram usados elásticos intermaxilares nem qualquer outra mecânica auxiliar, e o uso mínimo de alinhadores foi de 22 h/dia. A média de alinhadores e duração do tratamento foram: - Grupo 1: 16,3 alinhadores; $8,1 \pm 0,75$ meses. - Grupo 2: 22,8 alinhadores; $10,6 \pm 0,78$ meses 5.

Foram feitas radiografias cefalométricas laterais e modelos digitais obtidos antes (T0) e após (T1) a distalização. Os principais resultados das cefalométricas (T1–T0) foram :

- Grupo 1 :

- Aumento de U1/HR: $+7,15^\circ$ ($P < 0,001$)
- Redução de U5/HR: $-5,92^\circ$ ($P < 0,01$), U6/HR: $-8,19^\circ$ ($P < 0,001$), U7/HR: $-11,35^\circ$ ($P < 0,01$)
- Linear distal: U5-VR $-1,91$ mm; U6-VR $-2,30$ mm; U7-VR $-2,41$ mm (todos $P < 0,001$)
- Movimento de U1: U1-HR $-0,19$ mm ($P < 0,05$); U1-VR $+1,56$ mm ($P < 0,001$)
- *Overjet* $+1,30$ mm ($P < 0,001$); *Overbite* $-0,15$ mm ($P < 0,05$)
- Protrusão do lábio superior $+0,45$ mm ($P < 0,01$) 5.

- Grupo 2 :

- Aumento de U1/HR: $+5,33^\circ$ ($P < 0,001$)
- Padrão semelhante de distalização e movimentos dentários, mas com menor ancoragem perdida nos incisivos.

Ambos grupos exibiram distalização significativa do segundo pré-molar superior, primeiro e segundo molar superior com *tipping* distal e rotação distopalatina, e aumento da largura transversal entre esses dentes ($P < 0,001$). Em suma, a distalização sequencial com alinhadores é eficaz para mover molares de 2–3 mm, mas o protocolo de 33 % sequenciamento causa maior inclinação vestibular e protrusão dos incisivos superiores comparado ao de 50 %, preservando-se melhor a ancoragem anterior neste último.

Li et al. (2023), efectuaram um estudo retrospectivo, a amostra foi composta por 43 pacientes adultos de 5 homens e 38 mulheres a média de idade é de $28,15 \pm 6,94$ anos. A distalização dos molares superiores foi feita com alinhadores na Peking University School and Hospital of Stomatology.

Os critérios de inclusão foram: idade > 18 anos, tratamento sem extrações; (terceiros molares extraídos), Classe II molar, boa cooperação. Tinha um grupo com retração de incisivos ≥ 2 mm prevista no ClinCheck® e um grupo não-retração, sem movimento antero-posterior ou com protrusão incisiva prevista.

O protocolo foi realizado com distalização sequencial, a troca de alinhador fez-se a cada 2 semanas. As medições foram feitas com modelos virtuais, pré (T0) e pós-tratamento (T1), scaneados a laser; com superposição na região palatina; a análise tridimensional de movimentos molares (translação antero-posterior, vertical e lateral; angulações mesio-distal e vestibulo-lingual; rotação), retração incisiva e largura da arcada. Os resultados principais demonstraram eficácia global de distalização: 36,48% no primeiro molar ($0,88 \pm 0,83$ mm realizado de $2,42 \pm 1,19$ mm previsto) e 41,94% no segundo molar ($1,11 \pm 0,96$ mm de $2,64 \pm 1,23$ mm).

A influência da retração incisiva do primeiro molar: 31,50% no grupo retração vs. 48,14% no grupo não-retração ($P = 0,038$). Segundo molar: 35,63% vs. 52,51% ($P = 0,010$). Retração dos incisivos: $1,73 \pm 1,18$ mm alcançados de $3,08 \pm 1,44$ mm previstos (eficácia 56,10%). Expansão do arco dentário: Grupo retração: expansão no nível do primeiro molar de $2,54 \pm 1,66$ mm (eficácia $> 100\%$). Grupo não-retração: expansão significativa no segundo pré-molar e primeiro molar (até $3,10 \pm 1,74$ mm). Há discrepância entre os movimentos realizados e os previstos no ClinCheck® após todo o tratamento com alinhadores.

A eficácia da distalização do molar é significativamente reduzida quando há retração dos incisivos. A largura do arco aumenta mais do que o previsto nos níveis de pré-molares e molares, o que pode oferecer espaço adicional para retração anterior. Os resultados principais indicam uma eficácia global de distalização: 36,48% no primeiro molar ($0,88 \pm 0,83$ mm realizado de $2,42 \pm 1,19$ mm previsto) e 41,94% no segundo molar ($1,11 \pm 0,96$ mm de $2,64 \pm 1,23$ mm).

Há discrepância entre os movimentos realizados e os previstos no ClinCheck® após todo o tratamento com alinhadores. A eficácia da distalização molar é significativamente reduzida quando há retração dos incisivos e a largura do arco aumenta mais do que o

previsto nos níveis de pré-molares e molares, o que pode oferecer espaço adicional para retração anterior.

O estudo retrospectivo de Loberto et al, (2023), incluiu 49 pacientes composto por 27 mulheres, 22 homens com uma idade média de $14,9 \pm 6$ anos. Foram tratados com *Clear Aligners* (CA), Align Technology Inc..

Os critérios de inclusão foram os seguintes: ascendência caucasiana, dentição permanente com segundos molares totalmente erupcionados, relação oclusal Classe II leve por projeção maxilar, apinhamento anterior < 4 mm e boa cooperação; foram excluídos casos com discrepâncias esqueléticas, dentes supranumerários ou ausentes, lábio leporino/fenda palatina e doenças periodontais. Todos seguiram protocolos de não extrações, usando somente *attachments* e elásticos Classe II como auxiliares. O plano de tratamento, estabelecido no ClinCheck[®], contemplou troca semanal de alinhadores, uso contínuo por pelo menos 16 h/dia e aplicação de *attachments* retangulares nos molares e pré-molares, além de elásticos de Classe II desde o início do processo.

Os modelos digitais obtidos através do iTero[®] foram analisados nos momentos T1 (pré-tratamento) e T2 (após distalização molar, em média 5,5 meses) usando o *software* Viewbox 4.0. A superposição baseou-se na ruga palatina, e foram medidas, em vista sagital, as projeções das cúspides dos molares, dos pré-molares e dos caninos (1.3 CS e 2.3 CS) em relação ao eixo médio palatino.

A cooperação com os alinhadores foi excelente, em 89,8% dos casos os pacientes usaram pelo menos 16 h/dia os alinhadores. Os resultados mostraram distalização média dos primeiros molares superiores de 2,5 mm: 1.6 DBS: + 3,0 mm ($p < 0,001$) 1.6 MBS: + 2,4 mm ($p < 0,001$) 2.6 DBS: + 2,2 mm ($p < 0,001$) 2.6 MBS: + 2,4 mm ($p < 0,001$). O segundo molar também recuou distalmente em média 2,4 mm ($p < 0,001$ para todas as medições DBS/MBS). Em compensação, observou-se mesialização significativa dos caninos (1.3 CS: + 1,5 mm; 2.3 CS: + 1,15 mm; $p < 0,01$), enquanto os pré-molares mantiveram-se estáveis (variação não significativa).

Estes resultados confirmam que o protocolo de distalização monocamada com *clear aligners* gera ganho de espaço posterior de aproximadamente 2–3 mm em 5–6 meses, porém não preserva totalmente a ancoragem dos dentes antero-superiores: os caninos

avançaram cerca de 1,3 mm, sugerindo necessidade de reforço adicional de ancoragem (elásticos reforçados) em casos em que a mesialização seja indesejável.

Ravera et al. (2016), fizeram um estudo retrospectivo composto por 20 pacientes, 9 homens e 11 mulheres com a idade média de $29,7 \pm 6,9$ anos, foram tratados com alinhadores Invisalign® para distalização maxilar, selecionados por dois ortodontistas certificados. Os critérios de inclusão eram: idade ≥ 18 anos, com relação molar bilateral de Classe II, normodivergência vertical, discrepância de apinhamento leve na arcada superior (≤ 4 mm), ausência de rotação mesial do primeiro molar superior, protocolo de tratamento padronizado, boa adesão com um uso ≥ 20 h/dia dos alinhadores, ausência ou extração prévia dos terceiros molares superiores e radiografias de boa qualidade.

Os critérios de exclusão foram discrepâncias transversais ou verticais esqueléticas/dentárias, tratamento com extrações (exceto terceiros molares), distalização unilateral, e transtornos temporomandibulares, doença periodontal, tratamentos endodônticos ou próteses nos molares superiores. Foram recolhidas 40 telerradiografias laterais em oclusão habitual: no início (T0) e no final do tratamento (T1), com intervalo médio de $24,3 \pm 4,2$ meses. O protocolo de distalização sequencial no arco superior via ClinCheck®, era com uma movimentação de 0,25 mm por alinhador. Os pacientes foram instruídos para usar os alinhadores e elásticos por um período ≥ 22 h/dia, com consultas de controle a cada 6 semanas e a fase de refinamento era com uma média de $9,1 \pm 2,2$ alinhadores superiores, de 10 dias cada.

A análise cefalométrica foi realizada usando como referências o plano palatal (eixo x) e linha perpendicular pelo ponto Pt (eixo y), medidas lineares para movimentos sagital e vertical e angulares de molares e incisivos. Sobre a distalização dos primeiros molares superiores, a magnitude da distalização, o primeiro molar superior apresentou movimento distal médio de 2,25 mm quando avaliado a partir do cúspide mesio-vestibular e de 2,03 mm a partir do centro da coroa.

No controle de inclinação e verticalização não houve alterações significativas na inclinação (*tipping*) da coroa do primeiro molar ($P = 0,27$) nem na sua posição vertical ($P = 0,43$), indicando que o movimento foi predominantemente em corpo. Em síntese, o protocolo sequencial de distalização com alinhadores Invisalign®, permitiu distalizar os primeiros molares superiores cerca de 2,25 mm sem *tipping* ou extrusão significativos.

3. Discussão

Nesta revisão, procuramos avaliar a eficácia dos alinhadores ortodônticos no tratamento da má oclusão de Classe II com distalização dos molares superiores. Os estudos incluídos mostraram que, sob protocolos bem delineados, os alinhadores podem alcançar distalizações médias entre 1,5 mm e 3 mm, com um controlo adequado da inclinação dos molares e com os níveis de adesão ao tratamento acima dos 85 % (Chen et al., 2023).

As considerações a ter em conta sobre o risco de viés, são diversas porque os resultados da avaliação metodológica dos estudos incluídos nesta revisão mostraram uma presença significativa de viés, tanto em estudos clínicos randomizados quanto nos não randomizados. Conforme apresentado nas Tabelas 1 e 2, a maioria dos estudos avaliados com a ferramenta RoB1 apresentou um risco de viés sério, enquanto o único estudo analisado com a ferramenta RoB2 foi classificado como tendo alto risco de viés.

Na ROBINS-I, os principais domínios com viés elevado foram: D1 (viés por confundimento), D2 (viés na seleção dos participantes), D5 (viés por dados ausentes) e D6 (viés na mensuração dos desfechos). Apesar de alguns estudos apresentarem baixo risco em domínios específicos (como D3 – viés na classificação das intervenções), os problemas metodológicos em outros domínios comprometem a confiança nos resultados apresentados. Já na segunda tabela vemos a avaliação do único estudo randomizado incluído, utilizando a ferramenta RoB 2. Este estudo (Yurdakul & Karsli, 2024) foi classificado com alto risco de viés global, principalmente devido a falhas no processo de randomização (D1), perdas de dados (D3) e possíveis desvios da intervenção planeada (D2).

Estes resultados indicam que muitos dos estudos disponíveis sobre o tema têm limitações metodológicas relevantes, especialmente nos domínios relacionados com a seleção dos participantes, dados ausentes, e medição dos resultados (Chen et al., 2023).

Essas limitações metodológicas observadas nos estudos incluídos podem impactar a confiança que depositamos nos resultados encontrados, já que comprometem, em parte, a validade interna das pesquisas. É importante destacar que nenhum dos trabalhos avaliados foi classificado como de baixo risco global de viés, o que reforça a necessidade de interpretar os dados desta revisão com cautela e senso crítico. Os resultados devem ser analisados tendo em conta essas fragilidades, evitando conclusões precipitadas ou

generalizações indevidas. Diante disso, torna-se evidente a importância de que futuros estudos sejam conduzidos com maior rigor metodológico, com protocolos bem estruturados, critérios claros de seleção e randomização, além de estratégias eficazes para minimizar perdas de dados e assegurar a qualidade na medição dos resultados .

Os modelos de estudo não foram iguais todos. A maioria dos estudos foram retrospectivos, prospectivos, à exceção do ensaio clínico randomizado de Yurdakul Z, Karsli, (2024) e do estudo retrospectivo multicêntrico de Ravera et al. (2016).

Observou-se uma diferença nos protocolos de distalização, porque as pesquisas variaram no uso de *attachments* e nas forças aplicadas (0,2–0,35 N). Nos estudos com *attachments* retangulares mostraram maior controle de inclinação, mas também maior necessidade de refinamentos.

Uso diário >22 h aumentou a eficiência do movimento em 15% em relação a 18 h/dia, reforçando que a adesão do paciente é determinante. O sequência de distalização de 33% e 50% do estudo de Yurdakul Z, Karsli, (2024), mostrou que a sequenciação dos movimentos a 33 %, ou seja, com um início da retração dos pré-molares a iniciar quando os molares maxilares tinham feitos já 33 % do trajeto, induziria uma perda de ancoragem anterior e mais acentuada, com uma pro-inclinação incisiva $\approx 1,82^\circ$, uma protrusão labial $\approx 0,62$ mm, e um aumento do *overjet* = 0,45 mm, ao contrário de uma sequenciação dos movimentos a 50 %.

O número de molares a ser distalizado *one-by-one* vs. *two-by-two*, a distalizar de segundo molar superior e depois primeiro molar superior sucessivamente, versus segundo molar superior + primeiro molar superior em conjunto não se verificou qualquer diferença significativa na eficácia da distalização ou perda de ancoragem Yurdakul Z, Karsli, (2024),

A gestão da ancoragem, com auxiliares como elásticos de Classe II são confortáveis e estéticos, e certamente fortalecem a ancoragem, mas não eliminam completamente a perda de ancoragem pois os incisivos ainda recuam 0,8–1,2 mm em média e podem até aumentar a variabilidade dos resultados, segundo o estudo de Saif et al. (2022). Os TAD, mesmo que não façam parte dos nossos estudos, foram utilizados por um grupo em comparação, tendo ficado demonstrado que proporcionam um suporte mais eficaz, reduzindo ligeiramente a protrusão dos incisivos, mas não garantem a distalização pura sem inclinação, no estudo de Li et al. (2023). A eficácia real e eficácia programada, na

distalização molar é regra geral planeada com o ClinCheck® de 2 a 3 mm. O ClinCheck® sobrestima frequentemente a distalização real (eficácia de 6,8% a ~75%). Estudos multicêntricos retrospectivos reportam uma taxa de eficácia de 70 a 75% para uma prescrição de aproximadamente 2,5 mm de distalização molar. Ao direcionar o movimento (deslocamento da coroa mais a raiz), em determinados protocolos sequenciais e com encaixes otimizados, é possível alcançar 100% de eficácia a curtas distâncias (2 a 3 mm), mas esta continua a ser a exceção e não a regra. Em resumo, em condições "reais", podemos esperar 70 a 75% da distalização com alinhadores e antecipar uma correção de aproximadamente 25 a 30% para atingir o objetivo clínico. Os *attachments* verticais/ vestibulares são indispensáveis: melhoram ligeiramente a eficácia da translação e limitam a inclinação, mas não a eliminam totalmente. O ClinCheck® tende a subestimar a retração incisiva e a perda de ancoragem e a superestimar a distalização molar. Na prática clínica, para otimizar a distalização por alinhadores parece relevante: privilegiar uma sequência de metade 50% de distalização para limitar a perda de ancoragem anterior; reforçar a ancoragem com TADs ou elásticos, de acordo com a tolerância do paciente; corrigir ligeiramente em excesso na prescrição ClinCheck® (+1 mm) para compensar a sub-realização; prever e controlar o *tipping* através de *attachments* otimizados e sequenciação precisa.

Em suma, a distalização por alinhadores é clinicamente viável, mas menos eficaz e mais dependente de efeitos secundários do que a prescrição virtual sugere.

Sobre a comparação com métodos convencionais, podemos perceber que ao longo dos anos, diversas abordagens têm sido utilizadas para a distalização dos molares superiores em pacientes com má oclusão de Classe II. As técnicas tradicionais incluem o uso de arcos reversos e molas de NiTi (níquel-titânio). No entanto, esses métodos costumam estar associados a uma maior inclinação radicular e aumento do risco de reabsorção radicular, fatores que podem comprometer o resultado final do tratamento.

Os alinhadores transparentes se consolidam como opção mais estética e confortável; contudo, os deslocamentos alcançados tendem a ser ligeiramente menores na ausência de alta adesão diária e de um controle biomecânico rigoroso. Ainda assim, destacam-se por proporcionar uma melhor aceitação por parte dos pacientes, menor desconforto e, em muitos casos, um controlo mais previsível da movimentação dentária. Além disso, ao contrário dos sistemas *multibracket* - aparelhos fixos, que muitas vezes exigem

intervenções mais invasivas, os alinhadores são dispositivos removíveis, o que facilita a higienização e confere mais liberdade ao paciente durante o tratamento.

Apesar do avanço nas pesquisas sobre alinhadores é importante reconhecer algumas limitações comuns nos estudos disponíveis atualmente. A primeira delas é a heterogeneidade: houve uma grande variação nos tipos de *attachments* utilizados, nos *softwares* de planejamento digital, bem como nos critérios adotados para medir os deslocamentos dentários. Essa diversidade torna difícil comparar os estudos entre si ou reunir os dados em análises quantitativas mais robustas. Outro ponto crítico é o curto tempo de acompanhamento. Na maioria dos trabalhos, os estudos acompanharam os pacientes por menos de 12 meses após o término do tratamento ativo, o que impede uma avaliação mais precisa sobre a estabilidade a longo prazo dos resultados obtidos.

Além disso, muitos dos trabalhos incluíram amostras pequenas, frequentemente com menos de 20 pacientes, o que naturalmente limita o poder estatístico e a capacidade de generalização dos resultados para a população em geral (Lin et al., 2023).

Sobre as implicações clínicas e recomendações, diante dessas observações, algumas recomendações práticas podem ser sugeridas. Em primeiro lugar, seria desejável a padronização dos protocolos clínicos, especialmente em relação à força aplicada, tipo de *attachment* e sequência de movimentos. Isso permitiria comparações mais adequadas entre diferentes estudos e contribuiria para a construção de evidências mais sólidas.

Outro aspecto fundamental é o monitoramento da adesão dos pacientes ao uso dos alinhadores. Por fim, fica clara a necessidade de estudos com acompanhamento mais longo, de pelo menos 24 meses após o uso da contenção, para que se possa avaliar com mais precisão a estabilidade das correções obtidas e o risco de recidiva.

III. CONCLUSÃO

Dentro das limitações impostas pelo tipo de estudos a análise dos mesmos permitiu concluir que existem diferentes abordagens metodológicas e diversidade de protocolos para avaliar a eficácia dos alinhadores no tratamento da má oclusão de Classe II com distalização dos molares superiores.

A severidade inicial da má oclusão, o grau de ancoragem necessário e a maturação óssea do paciente influenciam diretamente na resposta ao tratamento com alinhadores.

Discrepâncias intermaxilares mais acentuadas parecem necessitar de uma combinação de estratégias auxiliares, tais como mini-implantes esqueléticos para reforço da ancoragem, associados ao protocolo de alinhadores, aumentando a previsibilidade dos movimentos.

Observou-se que alinhadores transparentes como o Invisalign® promovem melhorias significativas no *score* total ABO, no alinhamento dentário e nos contatos interproximais em más oclusões Classe II. Efeitos colaterais, como *tipping* distal dos molares e movimento mesial dos caninos, ressaltam a necessidade de controle rigoroso da ancoragem. Apesar desses resultados promissores, a heterogeneidade dos protocolos e o curto seguimento evidenciam a urgência de ensaios randomizados de longa duração e critérios uniformes para validar definitivamente essas observações.

Os alinhadores ortodônticos apresentam eficácia moderada na distalização de molares superiores em Classe II, com menor desconforto e bom controle de inclinação dentária, desde que haja alta adesão e uso de *attachments* adequados. Contudo, faltam estudos de longo prazo e protocolos uniformes para validação definitiva destes resultados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Patterson, B. D., Foley, P. F., Ueno, H., Mason, S. A., Schneider, P. P., & Kim, K. B. (2021). Class II malocclusion correction with Invisalign: Is it possible? *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 159(1), e41–e48. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2020.08.016>
- Saif, B. S., Pan, F., Mou, Q., Han, M., Bu, W., Zhao, J., Guan, L., Wang, F., Zou, R., Zhou, H., & Guo, Y.-C. (2022). Efficiency evaluation of maxillary molar distalization using Invisalign based on palatal rugae registration. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 161(4), e372–e379. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2021.11.012>
- Taffarel, I. A., Gasparello, G. G., Mota-Júnior, S. L., Pithon, M. M., Taffarel, I. P., Meira, T. M., & Tanaka, O. M. (2022). Distalization of maxillary molars with Invisalign aligners in nonextraction patients with Class II malocclusion. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 162(4), e176–e182. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2022.07.007>
- Qiang, R., Zhang, H., Xu, Y., Zhang, X., Jin, F., Jin, Z., Qin, W., & Gao, J. (2025). Accuracy of maxillary molar distalization with clear aligners in three dimensions: A retrospective study based on CBCT superimposition. *Clinical Oral Investigations*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1007/s00784-025-06218-3>
- Yurdakul, Z., & Karsli, N. (2024). Evaluating anchorage loss in upper incisors during distalization of maxillary posterior teeth using clear aligners in adult patients: A prospective randomized study. *Korean Journal of Orthodontics*, 54(2), 117–127. <https://doi.org/10.4041/kjod23.150>
- Li, L., Guo, R., Zhang, L., Huang, Y., Jia, Y., & Li, W. (2023). Maxillary molar distalization with a 2-week clear aligner protocol in patients with Class II malocclusion: A retrospective study. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 164(1), 123–130. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2022.11.016> pubmed.ncbi.nlm.nih.gov
- Loberto, S., Paoloni, V., Pavoni, C., Cozza, P., & Lione, R. (2023). Anchorage loss evaluation during maxillary molars distalization performed by clear aligners: A retrospective study on 3D digital casts. *Applied Sciences*, 13(6), 3646. <https://doi.org/10.3390/app13063646>
- Ravera, S., Castrolforio, T., Garino, F., Daher, S., Cugliari, G., & Deregibus, A. (2016). Maxillary molar distalization with aligners in adult patients: A multicenter retrospective study. *Progress in Orthodontics*, 17, 12. <https://doi.org/10.1186/s40510-016-0126-0>
- Ghosh, A., Theodoridis, G., & Venugopal, A. (2024). Orthodontic re-treatment of Class II malocclusion: Strategies for correction of anchorage loss. *Seminars in Orthodontics*, 30, 755–778. <https://doi.org/10.1053/j.sodo.2024.09.005>

- Boyd, R. L., & Vlaskalic, V. (2001). Three-dimensional diagnosis and orthodontic treatment of complex malocclusions with the Invisalign appliance. *Seminars in Orthodontics*, 7(4), 274–293. <https://doi.org/10.1053/sodo.2001.25414>
- Bruni, A., Serra, F. G., Gallo, V., Deregibus, A., & Castroflorio, T. (2021). The 50 most-cited articles on clear aligner treatment: A bibliometric and visualized analysis. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 159(4), e343–e362. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2020.11.029>
- Kravitz, N. D., Kusnoto, B., BeGole, E., Obrez, A., & Agran, B. (2009). How well does Invisalign work? A prospective clinical study evaluating the efficacy of tooth movement with Invisalign. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 135(1), 27–35. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2007.05.018>
- Chen, X., Shi, Y., Yuan, J., Li, Y., & Chen, W. (2023). Factors influencing the efficacy of Invisalign in molar distalization and tooth movement. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 11*, 1215169. <https://doi.org/10.3389/fbioe.2023.1215169>
- Simon, M., Keilig, L., Schwarze, J., Jung, B. A., & Bourauel, C. (2014). *Forces and moments generated by removable thermoplastic aligners: incisor torque, premolar derotation, and molar distalization*. *Journal of Orofacial Orthopedics / Fortschritte der Kieferorthopädie*, 75(6), 393–403. <https://doi.org/10.1007/s00056-014-0246-1>
- Simon, M., Keilig, L., Schwarze, J., Jung, B. A., & Bourauel, C. (2014). *Treatment outcome and efficacy of an aligner technique—regarding incisor torque, premolar derotation and molar distalization*. *BMC Oral Health*, 14, 68. <https://doi.org/10.1186/1472-6831-14-68>
- Ravera, S., Castroflorio, T., Garino, F., Daher, S., Cugliari, G., & Deregibus, A. (2016). *Maxillary molar distalization with aligners in adult patients: a multicenter retrospective study*. *Progress in Orthodontics*, 17, 12. <https://doi.org/10.1186/s40510-016-0126-0>