



**UNIVERSIDADE  
FERNANDO  
PESSOA**

# TRATAMENTO ORTODONTICO CONVENCIONAL VERSUS ALINHADORES NO MOVIMENTO DE ROTAÇÃO: REVISÃO SISTEMATICA

[Conventional Orthodontic Treatment versus Aligners in Rotational Tooth Movement: A Systematic Review]

Dissertação de Mestrado

[Mestrado Integrado em Medicina Dentária]

Elisa Freire

Orientadora:

Doutora Susana Paula Fernandes Machado da Silva

Junho 2025







**TRATAMENTO ORTODONTICO CONVENCIONAL VERSUS  
ALINHADORES NO MOVIMENTO DE ROTAÇÃO: REVISÃO  
SISTEMATICA**

[Conventional Orthodontic Treatment versus Aligners in Rotational Tooth Movement: A Systematic Review]

Dissertação de Mestrado

[Mestrado Integrado em Medicina Dentária]

Elisa Freire

Orientadora:

Doutora Susana Paula Fernandes Machado da Silva

Junho 2025



Dedico esta tese aos meus pais e à minha irmã, pelo amor e apoio constantes que sempre me deram.

E à cidade do Porto, que me viu crescer, aprender e construir memórias para toda a vida.

Je dédie cette thèse à mes parents et à ma sœur, pour l'amour et le soutien constants qu'ils m'ont toujours donné.

Et à la ville de Porto, qui m'a vue grandir, apprendre et construire des souvenirs pour toute la vie.



## **AGRADECIMENTOS**

Gostaria de deixar o meu sincero agradecimento a todas as pessoas que me apoiaram ao longo desta caminhada.

À minha orientadora, Professora Susana Paula Fernandes Machado da Silva, pelo acompanhamento dedicado, pela paciência e pelo incentivo constante, que foram essenciais para a concretização deste trabalho.

A todos os docentes da Faculdade Fernando Pessoa, pelo conhecimento partilhado e pelo exemplo de dedicação à profissão.

À minha família, pelo amor incondicional, pela força e pelo apoio diário que tornaram possível chegar até aqui.

À turma 1, aos amigos e colegas que conheci no Porto, pela amizade, pelo companheirismo e pelos momentos que tornaram estes anos mais especiais.

À meu binómio de box, a Inês, pela ajuda e pelo apoio na clínica, e por todas as noites de estudo juntos.

À minha família italiana: Olga, Laura e Giulia, pelo carinho, pelo apoio e pelas memórias inesquecíveis que construímos em conjunto.

Ao meu primo Yann, que conheci no Porto, cuja amizade foi um porto seguro nos momentos bons e nos mais difíceis. Obrigada por seres mais do que um amigo, por seres família.

Às minhas melhores amigas de França, Jade e Elodie, pela amizade à distância, pelas palavras de incentivo e pelo apoio, mesmo estando longe.

E, por último, mas não menos importante, agradeço a mim própria. Pela confiança em acreditar no meu potencial, pelo esforço constante e pela perseverança.

A todos, o meu muito obrigada.



## RESUMO

**Objetivo:** O objetivo da presente revisão sistemática foi avaliar comparativamente a eficácia dos tratamentos ortodônticos convencionais com aparelhos fixos e dos alinhadores transparentes no movimento de rotação dentária. **Metodologia:** Para responder aos objetivos propostos, foi realizada uma pesquisa nas bases de dados *PubMed*, *Science Direct* e Biblioteca Cochrane. A estratégia de pesquisa foi cuidadosamente delineada, utilizando operadores booleanos “AND” para combinar os termos de forma eficaz. Foram considerados artigos redigidos em inglês, português, francês e espanhol. O período temporal estabelecido foi de 25 anos, entre 2000 e 2025, intervalo em que os alinhadores transparentes registaram um maior desenvolvimento e utilização. **Resultados:** Foram incluídos onze estudos. Os aparelhos fixos demonstraram maior precisão e previsibilidade nos movimentos de rotação, especialmente em rotações superiores a 15°. Os alinhadores apresentaram uma eficácia variável, com uma precisão média entre 40% e 86%, sendo menos eficazes em caninos e pré-molares. A utilização de *attachments* otimizados pode melhorar a eficácia, embora a sua superioridade nem sempre seja estatisticamente significativa. **Conclusão:** Embora os alinhadores transparentes apresentem vantagens estéticas e de conforto, a sua eficácia na correção de rotações dentárias — sobretudo em casos mais severos — continua inferior à dos aparelhos fixos. No entanto, constituem uma alternativa viável em casos leves a moderados, desde que haja uma adequada seleção dos casos e boa adesão por parte do paciente. A escolha do método terapêutico deve ser personalizada, tendo em conta os objetivos clínicos e biomecânicos, bem como as preferências individuais do paciente.

**Palavras-chave:** “Invisalign”, “rotação”, “aparelhos fixos”, “ortodontia”.



## ABSTRACT

**Objective:** The aim of this systematic review was to comparatively assess the effectiveness of conventional orthodontic treatments using fixed appliances versus clear aligners in performing rotational tooth movements. **Methodology:** To address the proposed objectives, a comprehensive search was conducted in the PubMed, Science Direct, and Cochrane Library databases. The search strategy was carefully designed using the Boolean operator "AND" to efficiently combine search terms. Articles written in English, Portuguese, French, and Spanish were considered. The time frame was set at 25 years, from 2000 to 2025 — a period during which clear aligners have seen significant development and increased use. **Results:** Eleven studies were included. Fixed appliances demonstrated greater accuracy and predictability in rotational movements, particularly in rotations exceeding 15°. Clear aligners showed variable effectiveness, with average precision ranging from 40% to 86%, being less effective in canines and premolars. The use of optimized attachments may enhance effectiveness, although their superiority is not always statistically significant. **Conclusion:** Although clear aligners offer aesthetic and comfort advantages, their effectiveness in correcting dental rotations — especially more severe cases — remains inferior to that of fixed appliances. Nevertheless, they represent a viable alternative for mild to moderate cases, provided that case selection is appropriate and patient compliance is adequate. The choice of orthodontic method should be personalized, taking into account the clinical and biomechanical objectives, as well as the individual preferences of the patient.

**Keywords:** "Invisalign", "rotation", "fixed appliance", "orthodontic"



# ÍNDICE GERAL

1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. Evolução histórica dos aparelhos ortodônticos fixos.....	3
1.2. O surgimento dos alinhadores transparentes e a digitalização da ortodontia.....	3
1.3. Considerações biomecânicas: comparação entre aparelhos ortodônticos fixos e alinhadores.....	4
1.4. A rotação dentária: um desafio específico para os alinhadores.....	4
1.5. Avanços e limitações: o papel dos attachments otimizados.....	6
1.6. Popularização e desafios clínicos.....	6
2.METODOLOGIA.....	9
2.1. Topologia da revisão da literatura.....	9
2.2. Estratégia de revisão da literatura.....	9
2.3. Critérios de elegibilidade.....	10
2.4. Seleção dos artigos.....	11
2.5. Avaliação do risco de viés.....	13
3.RESULTADOS.....	15
3.1. Precisão dos movimentos de rotação com <i>Invisalign</i> ®.....	15
3.2. Eficiência da rotação dentária com alinhadores transparentes versus aparelhos fixos.....	16
3.3. Fatores influentes na eficácia dos alinhadores.....	17
4. DISCUSSÃO.....	19
5. CONCLUSÃO.....	23
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	25
ANEXOS.....	29



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Diagrama de fluxo PRISMA.....	12
--	----



## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 Estratégia PICO.....	9
Tabela 2 Resultados da estratégia de pesquisa de artigos.....	10
Tabela 3 Avaliação metodológica riscos de viés.....	14



## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A. Resumo dos artigos selecionados.....	29
---	----



## ÍNDICE DE ABREVIATURAS

<b>®</b>	Marca Registrada
<b>ABO</b>	Conselho Americano de Ortodontia (do inglês American Board of Orthodontics)
<b>DP</b>	Desvio Padrão
<b>ECR</b>	Estudo Clínico Randomizado
<b>IC</b>	Índice de Confiança
<b>IPR</b>	Redução Interproximal
<b>mm</b>	Milímetro (Unidade de Medida)
<b>n</b>	Número
<b>NOS</b>	Escala de Newcastle-Ottawa (do inglês Newcastle-Ottawa Scale)
<b>OGS</b>	Sistema de classificação objetiva (do inglês Objective Grading System)
<b>PAR</b>	Classificação de avaliação por pares (do inglês Peer Assessment Rating)
<b>PICO</b>	Paciente, Intervenção, Comparação, Desfecho (do inglês Patient, Intervention, Comparison, Outcome)
<b>PRISMA</b>	Principais Itens para Relatar Revisões Sistemáticas e Meta-análises (do inglês Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta Analyses)
<b>RoB 2.0</b>	Ferramenta de Risco de Viés da Cochrane (do inglês Cochrane Risk of Bias Tool)
<b>ΔLANT</b>	Alinhamento do Segmento Anterior Mandibular (do inglês Mandibular Anterior Segment Alignment)
<b>ΔUANT</b>	Alinhamento do Segmento Anterior Maxilar (do inglês Maxillary Anterior Segment Alignment)



## 1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, assistimos a um aumento no número de pacientes, tanto adultos quanto jovens, que procuram um tratamento ortodôntico (Melsen, 2011), e que expressam simultaneamente a necessidade de alternativas mais estéticas e funcionais relativamente aos aparelhos fixos tradicionais (Rosvall et al., 2009). Esse cenário reflete uma mudança nas expectativas dos pacientes, que buscam tratamentos menos invasivos e mais discretos, sem abrir mão da eficácia ortodôntica (Janson et al., 2016).

O tratamento ortodôntico com aparelho fixo é o método mais comum e tradicional utilizado na prática clínica (Sandić et al., 2014). No entanto, este tipo de tratamento convencional está associado a algumas desvantagens em relação à aparência estética do aparelho, ao conforto do paciente e à manutenção de uma higiene oral adequada (Fujiyama et al., 2014). Esses fatores têm levado os pacientes a procurar soluções alternativas, que atendam às suas necessidades estéticas e funcionais de forma mais confortável e eficaz (Roth, 2015). A inovação na tecnologia ortodôntica tem permitido o desenvolvimento de opções que reduzem esses inconvenientes, como os alinhadores transparentes.

Os alinhadores transparentes surgiram como uma alternativa estética para pacientes que desejam corrigir má oclusões de forma mais discreta. A ideia dos alinhadores transparentes foi inicialmente introduzida por Kesling em 1945, que sugeriu o uso de um posicionador único após o tratamento ortodôntico com aparelhos fixos para realizar os ajustes finais/correções (Kesling, 1945). Com o tempo, o avanço nos materiais utilizados e o desenvolvimento de novas tecnologias permitiram a evolução desse conceito.

Com a crescente disponibilidade de materiais termoplásticos na ortodontia, Sheridan et al. (1993) utilizaram um aparelho removível de plástico (Essix®; Dentsply, York, PA, EUA) em combinação com a redução interproximal (IPR) para aplicar forças aos dentes e realizar pequenos movimentos dentários (Sheridan et al., 1993).

Em 1997, foi introduzida a produção comercial de séries de alinhadores pela *Invisalign*® (Align Technology, Santa Clara, Califórnia), que desenvolveu alinhadores removíveis, transparentes e semi-elásticos de poliuretano. Desde então, diversas variantes têm sido produzidas por outros fabricantes (Meier et al., 2003a).

*Invisalign*® é uma alternativa ortodôntica altamente popular e estética aos aparelhos fixos. Na última década, o número de profissionais treinados em *Invisalign*® aumentou significativamente, passando de 60.800 em 2010 para mais de 125.800 em 2023. (Align Technology, 2024a). Devido à sua natureza digital, o aparelho *Invisalign*® evolui rapidamente. Isso representa um desafio científico para produzir pesquisas em um ritmo suficientemente rápido para verificar as alegações existentes sobre o produto.

A rotação dentária é um movimento ortodôntico que consiste em girar um dente ao redor do seu eixo longitudinal. Esse tipo de deslocamento é comum nos tratamentos ortodônticos, especialmente quando um dente apresenta uma erupção anormal ou em casos de apinhamento dentário (Proffit et al., 2018). A rotação dentária representa um desafio na ortodontia, exigindo uma abordagem adaptada a cada paciente. Com aparelhos fixos, a rotação pode ser alcançada pela aplicação de um par de forças, utilizando mecânicas linguais auxiliares (Proffit et al., 2018). No tratamento com alinhadores, dois pontos de contato ocorrem durante a rotação, nas superfícies vestibular e lingual opostas entre o dente e a superfície interna do alinhador (Hahn et al., 2010).

O fabricante do *Invisalign*® afirma que o produto pode realizar com sucesso movimentos dentários significativos, incluindo a desrotação de pré-molares em até 50 graus e movimentos radiculares de até 4 mm nos incisivos centrais superiores (Align Technology Institute, 2023). Esses resultados têm sido relatados como um grande avanço para os tratamentos ortodônticos, embora a literatura científica discuta a eficácia desse sistema em situações mais complexas.

As aplicações clínicas desse sistema continuam sendo um tema de debate na literatura (Lagravère et al., 2005). Embora os alinhadores transparentes sejam reconhecidos pelas suas múltiplas vantagens, diversas limitações também foram identificadas, especialmente no que se refere à movimentação de dentes em condições mais desafiadoras, como rotações mais acentuadas.

A questão sobre se os alinhadores transparentes podem servir como uma alternativa eficaz ao tratamento ortodôntico convencional ainda gera controvérsias. Muitos estudos sugerem que os alinhadores são mais eficazes em movimentos dentários simples e em casos de apinhamento leve a moderado (Huang et al., 2016), enquanto outros indicam que os aparelhos fixos ainda se mostram superiores em casos mais complexos (Sweeney & Kim, 2017).

Portanto, colocada a presente questão de pesquisa: Como o tratamento ortodôntico convencional se compara ao *Invisalign*® em termos de eficácia no movimento de rotação dos dentes?

### **1.1. Evolução histórica dos aparelhos ortodônticos fixos**

A ortodontia moderna começou a tomar forma no final do século XIX, com Edward H. Angle, considerado o pai da ortodontia, que sistematizou a classificação das más oclusões e introduziu os primeiros aparelhos fixos com bandas metálicas e fios ortodônticos (Proffit et al., 2018). Esse marco estabeleceu uma base científica para o tratamento ortodôntico, que desde então evoluiu significativamente.

Nas décadas seguintes, houve um avanço considerável nos materiais e técnicas, incluindo o desenvolvimento da colagem direta dos *brackets* ao esmalte na década de 1970, o que resultou em maior conforto e estética para os pacientes (Nanda & Kapila, 2022). Com o tempo, surgiu também a miniaturização dos acessórios e a introdução de ligas metálicas mais eficientes (Graber et al., 2016).

Em resposta à crescente demanda estética, foram desenvolvidos *brackets* feitos de materiais como cerâmica, policarbonato e safira, que embora apresentem maior fragilidade e fricção, tornaram-se populares entre pacientes adultos preocupados com a aparência durante o tratamento (Rosvall et al., 2009; Jerrold & Nanda, 2008). Assim, os aparelhos fixos consolidaram-se como uma solução robusta para casos complexos, devido ao seu controle biomecânico preciso e tridimensional.

### **1.2. O surgimento dos alinhadores transparentes e a digitalização da ortodontia**

O conceito de dispositivos removíveis para movimentação dentária surgiu ainda na década de 1940, com Kesling propondo os primeiros "*tooth positioners*" como refinamento pós-tratamento (Kesling, 1945). Esse conceito evoluiu nas décadas seguintes com o uso de placas termoplásticas, como os Essix retainers (Sheridan et al., 1993), que possibilitavam pequenos movimentos quando combinados a desgastes interproximais.

A virada tecnológica ocorreu em 1997 com a fundação da *Align Technology* e a criação do sistema *Invisalign*®, o primeiro a unir planeamento digital tridimensional, scan intraoral e fabrico sequencial de alinhadores personalizados (Meier et al., 2003b; Kravitz

et al., 2008). A introdução de materiais como o *SmartTrack*® em 2013 e a aplicação de inteligência artificial para planejar os movimentos dentários aumentaram a eficiência e previsibilidade dos tratamentos (Kau, 2017).

Essas inovações colocaram os alinhadores como uma alternativa estética e confortável aos aparelhos fixos, especialmente em casos de baixa a moderada complexidade.

### **1.3. Considerações biomecânicas: comparação entre aparelhos ortodônticos fixos e alinhadores**

A biomecânica dos *brackets* metálicos é direta e contínua, permitindo a aplicação de forças complexas com alta previsibilidade, por meio da interação entre *brackets*, fios e elásticos (Proffit et al., 2013). Essa abordagem não depende da colaboração ativa do paciente, o que garante maior consistência nos resultados, especialmente em movimentações tridimensionais complexas.

Em contraste, os alinhadores atuam por meio da pressão do material termoplástico sobre os dentes, associada a *attachments* e ao planeamento digital dos movimentos (Huang et al., 2016). A eficácia do tratamento depende de diversos fatores, como o tipo e posicionamento dos *attachments*, o estágio da movimentação (*staging*), a anatomia dos dentes e a disciplina do paciente em utilizar os alinhadores por, no mínimo, 20 horas diárias (Papadimitriou et al., 2018).

### **1.4. A rotação dentária: um desafio específico para os alinhadores**

A rotação dentária é um tipo de movimento ortodôntico que consiste no giro do dente ao redor de seu eixo longitudinal, ou seja, ao redor do próprio centro vertical do dente, como se ele girasse sobre si mesmo. Esse movimento é necessário quando o dente está girado fora da posição ideal na arcada dentária, o que pode comprometer tanto a estética quanto a oclusão funcional. Rotações são mais frequentes em dentes de morfologia arredondada - como os caninos e pré-molares - justamente por apresentarem menos superfícies planas para se relacionar com os dentes adjacentes, tornando-se mais propensos a mal posicionamentos.

Corrigir rotações dentárias é considerado biomecanicamente exigente, pois requer a aplicação de momentos rotacionais (torques) controlados ao redor do eixo do dente. Esse

tipo de movimento requer forças contínuas e específicas, que muitas vezes são difíceis de atingir apenas com pressão linear.

A rotação dentária é um dos movimentos ortodônticos mais desafiadores, independentemente do sistema utilizado. Trata-se da movimentação do dente ao redor de seu eixo longitudinal, sendo especialmente complexa em dentes com formato arredondado, como os caninos e pré-molares. Com o uso de alinhadores transparentes, essa limitação biomecânica torna-se mais evidente, principalmente pela área de contato reduzida entre o material termoplástico e a superfície dentária, o que dificulta a geração de torque suficiente para promover rotações controladas (Barreda et al., 2020).

Estudos indicam que a previsibilidade da rotação com alinhadores é menor quando comparada a outros tipos de movimentos, como inclinação e translação. Rossini et al. (2015), em uma revisão sistemática, identificaram que a rotação apresenta a menor taxa de sucesso entre todos os movimentos ortodônticos realizados com alinhadores. Em média, apenas 50 a 60% do movimento planejado é efetivamente alcançado, sendo recomendadas sobrecorreções e estratégias auxiliares para compensar essa imprecisão.

Para contornar essas limitações, o uso de *attachments* (elementos adicionados à superfície dos dentes que aumentam a retenção do alinhador e direcionam a força aplicada) tem se mostrado essencial. *Attachments* otimizados, com formatos específicos para induzir rotações, aumentam a eficácia clínica, embora a sua eficiência ainda dependa de fatores como o posicionamento preciso, o número de alinhadores e a colaboração do paciente (Charalampakis et al., 2018; Castroflorio et al., 2019). Movimentos rotacionais superiores a 15° ainda representam um desafio técnico, mesmo com o uso de tecnologias avançadas e protocolos personalizados.

Em contrapartida, o controle da rotação dentária com *brackets* ortodônticos fixos tende a ser mais previsível e eficiente. Isso deve-se à mecânica direta promovida pela interação contínua entre o *bracket*, o fio ortodôntico e os elementos auxiliares, como ligaduras e elásticos. A ativação manual do fio permite aplicar torque controlado, com possibilidade de ajustes precisos em cada dente. Além disso, os aparelhos fixos possibilitam o uso de auxiliares biomecânicos, como fios de torque e molas rotacionais, para induzir rotações em dentes resistentes ao movimento.

A vantagem dos *brackets* evidencia-se especialmente em casos de rotação severa ou em dentes com raízes longas e formatos cilíndricos, nos quais a resistência ao movimento é

maior. Nessas situações, o fio ortodôntico atua como uma alavanca contínua, promovendo não apenas a movimentação coronária, mas também o controle radicular, o que é limitado nos alinhadores removíveis (Proffit et al., 2013).

### **1.5. Avanços e limitações: o papel dos attachments otimizados**

Os *attachments* representam um dos elementos mais estratégicos na ortodontia com alinhadores transparentes, atuando como pontos de ancoragem entre o dente e o alinhador, fundamentais para direcionar as forças necessárias aos movimentos planejados. Esses pequenos relevos de resina composta são aplicados sobre a superfície vestibular dos dentes e têm como objetivo melhorar a retenção do alinhador, além de auxiliar na transmissão de forças específicas, como torques, extrusões, intrusões e rotações (Charalampakis et al., 2018).

Os *attachments* convencionais tinham formas simples, como elipses, retângulos ou quadrados, e eram posicionados empiricamente pelo ortodontista, de modo a favorecer a retenção geral do alinhador. Com o avanço da digitalização no planejamento ortodôntico e o desenvolvimento de *softwares* como o *ClinCheck*®, surgiram os chamados *attachments* otimizados. Diferentemente dos convencionais, esses são projetados por algoritmos baseados em inteligência artificial, considerando a morfologia dentária individual e o tipo de movimento a ser executado (Align Technology, 2024a).

As formas dos *attachments* otimizados são altamente específicas: podem incluir superfícies inclinadas, recortes, alças e combinações de ângulos que maximizam a transmissão de força mecânica do alinhador para o dente. Em teoria, essa customização permite melhor eficiência biomecânica, especialmente em movimentos complexos como rotações severas, movimentações verticais (intrusão e extrusão) e torques radiculares.

Ainda assim, a literatura científica mostra resultados inconclusivos sobre a superioridade absoluta dos *attachments* otimizados. Estudos como o de Castroflorio et al. (2019) indicam que fatores como a posição, formato e tipo de movimento planejado são determinantes na eficácia.

### **1.6. Popularização e desafios clínicos**

A ortodontia contemporânea vive um momento de transformação, impulsionada pela

estética, personalização digital e conforto no tratamento (Janson et al., 2016). Os alinhadores transparentes conquistaram uma faixa expressiva do mercado, com mais de 30% dos tratamentos ortodônticos adultos em diversos países iniciando com essa abordagem (Weir, 2017). Em 2023, mais de 125.800 profissionais estavam habilitados para utilizar o sistema *Invisalign*® (Align Technology, 2024b).

Apesar da popularização, a escolha do sistema ortodôntico deve seguir critérios clínicos rigorosos. Casos leves a moderados, sem rotações acentuadas ou discrepâncias esqueléticas, são ideais para alinhadores. Já casos complexos, como grandes rotações ou movimentações radiculares, continuam a requerer aparelhos fixos, que oferecem biomecânica mais previsível e menos dependente da colaboração do paciente (Sweeney & Kim, 2017; Pavoni et al., 2021).



## 2.METODOLOGIA

### 2.1. Topologia da revisão da literatura

De forma a elaborar a questão clínica para à qual o presente trabalho de revisão sistemática tentará responder, utilizámos uma topologia de pesquisa baseada na estratégia PICO (População, Intervenção, Comparação, Resultado) (cf. Tabela 1).

**Tabela 1**

*Estratégia PICO*

<b>P</b>	Pacientes adultos ou adolescentes com necessidade de correção do movimento de rotação de dentes
<b>I</b>	Tratamento ortodôntico convencional (uso de aparelho fixo).
<b>C</b>	Tratamento com alinhadores transparentes (tipo <i>Invisalign</i> ®)
<b>O</b>	Eficiência no movimento de rotação dentária (tempo para correção, estabilidade do movimento, precisão da rotação).

### 2.2. Estratégia de revisão da literatura

Para a elaboração desta dissertação, a busca foi realizada nas bases de dados *PubMed*, *Science Direct* e Biblioteca Cochrane. A estratégia de busca foi cuidadosamente desenhada, utilizando operadores booleanos “AND” para combinar termos de pesquisa de forma eficiente. Os termos de pesquisa específicos incluídos foram: “*Invisalign*”, “*rotation*”, “*fixed appliance*”, “*orthodontic*”. Na pesquisa, foram procurados artigos em idioma inglês, português, francês e espanhol. O limite temporal foi de 25 anos, entre 2000 a 2025, período em que os alinhadores transparentes ganharam maior uso e desenvolvimento.

A escolha do termo de pesquisa “*Invisalign*” e a sua utilização ao longo deste trabalho justificam-se pela especificidade do conteúdo abordado. Embora o termo “alinhadores” conste no título original, todos os estudos incluídos na presente revisão sistemática referem-se exclusivamente ao sistema *Invisalign*®. Este facto reflete a realidade atual da literatura científica: o sistema *Invisalign* é o mais amplamente estudado, com metodologia mais robusta e dados clínicos publicados. Nenhum dos estudos analisados abordou outros

tipos de alinhadores de forma comparável ou com rigor metodológico suficiente para serem incluídos. Assim, de modo a assegurar a coerência científica entre os objetivos, a metodologia, os dados analisados e as conclusões apresentadas, entendeu-se ser mais apropriado focar o presente trabalho exclusivamente no sistema *Invisalign*®. Esta delimitação visa evitar generalizações indevidas que possam induzir o leitor em erro quanto ao verdadeiro alcance das evidências avaliadas (cf. Tabela 2).

**Tabela 2**

*Resultados da estratégia de pesquisa de artigos*

Bases de dados	Pesquisa efetuada	Nº total
PubMed	“Invisalign AND rotation”	156 Artigos
	“Invisalign AND fixed appliance”	
	“Invisalign AND rotation AND fixed appliance AND orthodontic”	
Science Direct	“Invisalign AND rotation”	588 Artigos
	“Invisalign AND fixed appliance”	
	“Invisalign AND rotation AND fixed appliance AND orthodontic”	
Biblioteca Cochrane	“Invisalign AND rotation”	30 artigos
	“Invisalign AND fixed appliance”	
	“Invisalign AND rotation AND fixed appliance AND orthodontic”	

### 2.3. Critérios de elegibilidade

Para a seleção dos artigos científicos, foram estabelecidos os critérios de inclusão e exclusão.

Os seguintes critérios de inclusão foram utilizados para selecionar os estudos:

- Ensaio clínico randomizado (ECR) ou não randomizado
- Estudos de coorte (prospetivos ou retrospectivos)
- Estudos caso-controlado

- Pacientes humanos de qualquer faixa etária (crianças, adolescentes ou adultos)
- Pacientes submetidos a tratamento ortodôntico com indicação de correção de rotação dentária de um ou mais dentes com rotação superior a 15°
- Pacientes com dentição permanente ou mista
- Pacientes com boa saúde sistêmica geral (ou comorbidades controladas)
- Estudos avaliando o movimento de rotação dentária durante tratamento ortodôntico convencional com *brackets* e/ou com alinhadores transparentes
- Comparação direta entre o tratamento convencional com *brackets* e o uso de alinhadores transparentes ou avaliação isolada de um dos métodos, desde que inclua dados quantitativos sobre o movimento de rotação dentária

A inclusão de estudos não comparativos foi justificada pelo número insuficiente de estudos comparativos diretos disponíveis na literatura. Essa abordagem permite ampliar o escopo da análise, mantendo o foco rigoroso na eficácia clínica dos alinhadores transparentes na correção da rotação, e oferecendo uma visão mais representativa do estado atual das evidências científicas.

Os seguintes critérios de exclusão foram utilizados para selecionar os estudos:

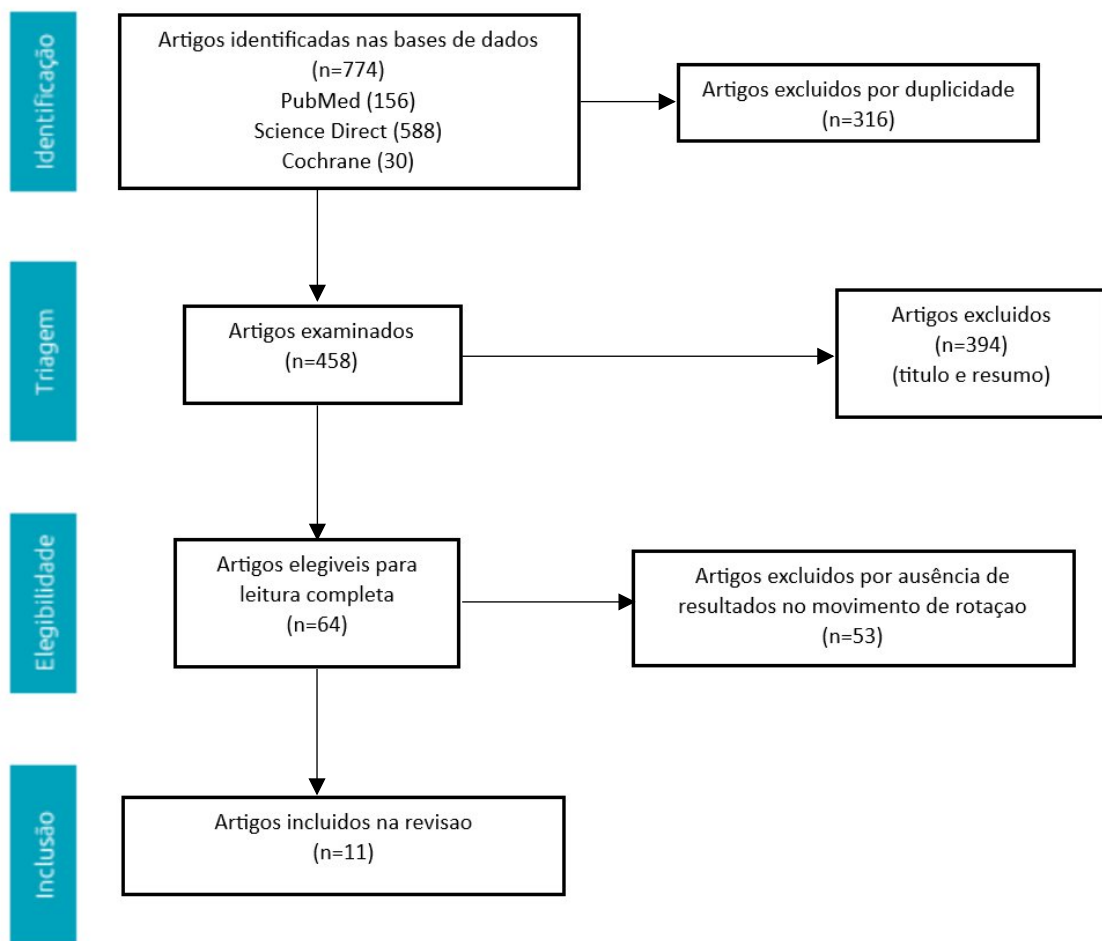
- Estudos em modelos animais ou laboratoriais
- Revisões narrativas ou sistemáticas
- Trabalhos sem dados disponíveis completos ou de baixa qualidade metodológica.
- Estudos que não apresentem dados sobre a eficácia no movimento de rotação
- Artigos que não estejam disponíveis em texto completo

#### **2.4. Seleção dos artigos**

A seleção dos estudos para esta revisão narrativa sistematizada foi realizada de acordo com as diretrizes do *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta Analyses* (PRISMA), que explica o processo da seleção dos artigos.

**Figura 1**

Diagrama de fluxo PRISMA



A busca inicial em bases de dados eletrônicas rendeu um total de 774 artigos potencialmente relevantes. (*PubMed*: 156 artigos; *Cochrane*: 30 artigos e *Science Direct*: 588 artigos). Depois de eliminar publicações duplicadas (n=316), foram avaliados títulos e resumos de 458 artigos. Depois eliminando as publicações por título e depois por resumo (n=394), foram analisados 64 artigos para uma leitura completa. Concluída a análise, 53 artigos foram eliminados por não corresponderem aos critérios de elegibilidade. Em resumo, esta revisão sistemática incluiu 11 artigos que relatam a eficácia do sistema *Invisalign* no movimento de rotação dentária em comparação com o tratamento ortodôntico convencional. Quanto ao tipo de estudos, foram selecionados 2 estudos clínicos randomizados (Murphy et al., 2023; Naraghi et al., 2021), 3 estudos clínicos prospectivos (Bilello et al., 2022; Haouili et al., 2020; Kravitz et al., 2008), 4 estudos clínicos retrospectivo (Djeu et al., 2005; Gu et al., 2017; Karras et al., 2021; Maree

et al., 2022), 1 estudo de caso (De-Shing Chen et al., 2025) e 1 estudo experimental (Simon et al., 2014)

## 2.5. Avaliação do risco de viés

Foi imprescindível avaliar a qualidade metodológica dos artigos selecionados de forma a diminuir ao máximo os riscos de viés. Desta maneira, a qualidade metodológica dos Ensaio Clínicos Randomizados (ECRs) foi avaliada segundo a ferramenta *Cochrane Risk of Bias Tool* (RoB 2.0), a qualidade metodológica dos Estudos Observacionais (Prospetivos e Retrospectivos) foi avaliada com base na *Newcastle-Ottawa Scale* (NOS) e a qualidade metodológica dos Estudo Experimental e Série de Casos foi Avaliada com base no ROBINS-I.

Cada critério recebeu uma Pontuação de 1 (baixo risco de viés), 2 (risco moderado de viés) ou 3 (alto risco de viés), conforme a qualidade metodológica do estudo.

A Pontuação Média de Viés para cada estudo foi calculada utilizando a seguinte fórmula:

$$\text{Pontuação Média de Viés} = \frac{\text{Soma das pontuações dos critérios}}{\text{Número total de critérios avaliados}}$$

Esse cálculo foi aplicado a todos os estudos incluídos na revisão sistemática, permitindo uma comparação objetiva do risco de viés entre eles. Através do cálculo da pontuação total, podemos concluir se o ensaio in vitro é de alto (Pontuação acima de 2,6), médio (Pontuação entre 1.6 e 2.5) ou baixo risco de viés (Pontuação entre 1.0 e 1.5) (cf. Tabela 3).

**Tabela 3***Avaliação metodológica riscos de viés*

<b>Autor e Ano</b>	<b>Cegamento</b>	<b>Acurácia na Mensuração</b>	<b>Perdas de Seguimento</b>	<b>Viés de Seleção</b>	<b>Ajuste para fatores de confusão</b>	<b>Pontuação Média de Viés</b>
<b>Murphy et al., 2023</b>	2	3	3	3	3	2,8
<b>Naraghi et al., 2021</b>	1	3	1	1	1	1,4
<b>Bilello et al., 2022</b>	2	3	2	2	3	2,4
<b>Haouili et al., 2020</b>	2	3	1	1	2	1,8
<b>Kravitz et al., 2008</b>	1	3	1	3	3	2,2
<b>Djeu et al., 2005</b>	2	2	2	3	1	2
<b>Gu et al., 2017</b>	3	3	3	3	2	2,8
<b>Karras et al., 2021</b>	2	3	2	3	3	2,6
<b>Maree et al., 2022</b>	1	2	1	2	3	1,8
<b>De-Shing Chen et al., 2025</b>	3	1	-	3	1	2
<b>Simon et al., 2014</b>	1	3	-	1	3	2

Legenda: (1) = Baixo risco de viés; (2) = Risco moderado de viés; (3) = Alto risco de viés; "-" = Não aplicável ao tipo de estudo;

A tabela de avaliação mostrou que os ensaios clínicos randomizados geralmente apresentaram menor risco de viés, enquanto os estudos retrospectivos tiveram maior pontuação média, indicando uma maior suscetibilidade a fatores de confusão e limitações metodológicas.

### 3.RESULTADOS

Foram incluídos nesta revisão sistemática onze estudos, compostos por dois ensaios clínicos randomizados (Murphy et al., 2023; Naraghi et al., 2021), três estudos clínicos prospectivos (Bilello et al., 2022; Haouili et al., 2020; Kravitz et al., 2008), quatro estudos clínicos retrospectivos (Djeu et al., 2005; Gu et al., 2017; Karras et al., 2021; Maree et al., 2022), uma série de casos clínicos (De-Shing Chen et al., 2025) e um estudo experimental (Simon et al., 2014).

#### 3.1. Precisão dos movimentos de rotação com *Invisalign*®

A análise dos dados revelou que a eficiência dos alinhadores transparentes no movimento de rotação dentária apresenta ampla variabilidade, sendo influenciada por diversos fatores clínicos e biomecânicos.

No estudo observacional prospectivo de Bilello et al. (2022), foi reportada uma precisão geral de 86% para rotações com alinhadores do sistema *Invisalign*®. Quase metade dos dentes avaliados atingiu uma precisão igual ou superior a 90%, incluindo incisivos centrais maxilares, incisivos central e lateral mandibulares, caninos mandibulares e primeiros e segundos molares maxilares. Os demais dentes apresentaram precisão entre 80% e 90%, com exceção dos primeiros pré-molares inferiores, que alcançaram 70,4%. O movimento menos previsível foi a rotação dos pré-molares, enquanto os incisivos centrais demonstraram a maior previsibilidade. Comparando com outros tipos de movimento, como intrusão e inclinação vestibulo-lingual, a rotação revelou-se o movimento menos preciso para todos os dentes, exceto os incisivos centrais superiores.

De forma semelhante, o estudo prospectivo de Haouili et al. (2020) encontrou uma precisão geral de apenas 46% para movimentos rotacionais com *Invisalign*, destacando a rotação como o movimento menos previsível dentre todos. A maior precisão foi observada nos incisivos centrais maxilares, com 61% para rotação mesial e 55% para rotação distal. Em contrapartida, a rotação mesial do primeiro molar mandibular (28%) e a rotação distal do canino maxilar (37%) apresentaram os piores desempenhos. Destaca-se ainda que a direção da rotação influenciou significativamente a precisão, especialmente nos caninos superiores: 52% para rotação mesial versus 37% para rotação distal.

No estudo de Kravitz et al. (2008), a precisão média para movimentos de rotação com *Invisalign* foi de 43%. Os incisivos centrais superiores apresentaram a maior precisão (54%), enquanto os caninos demonstraram os piores resultados: 32% para os maxilares e 29% para os mandibulares. A precisão caiu drasticamente em rotações superiores a 15°, especialmente nos caninos (até 52,2%). Não foi observada diferença estatisticamente significativa entre dentes do mesmo tipo, independentemente de serem maxilares ou mandibulares.

Por sua vez, o estudo retrospectivo de Maree et al. (2022) revelou que os incisivos centrais maxilares não alcançaram completamente a rotação prevista, apresentando uma subcorreção média de 5,38° (DP 5,88; IC 95%, 3,58–6,76;  $P < 0,001$ ) em relação a uma rotação planeada de 18,75°. Esse achado sugere que o planeamento ortodôntico pode superestimar a rotação efetivamente obtida com alinhadores transparentes.

Apesar da limitação observada nas rotações severas, alguns relatos de sucesso terapêutico mesmo em casos extremos foram identificados. De acordo com o estudo de De-Shing Chen et al. (2025), foi possível corrigir com sucesso uma rotação de 87° de um incisivo central superior utilizando exclusivamente alinhadores, sem a necessidade de acessórios auxiliares.

### **3.2. Eficiência da rotação dentária com alinhadores transparentes versus aparelhos fixos**

Diversos estudos compararam diretamente a eficácia dos alinhadores transparentes com os aparelhos ortodônticos fixos tradicionais na correção de rotações dentárias.

Na análise retrospectiva de Djeu et al. (2005), foi utilizado o sistema de pontuação objetiva OGS (*Objective Grading System*) da ABO (*American Board of Orthodontics*) para avaliar os resultados dos tratamentos. Cada uma das 8 categorias do OGS foi medida para analisar os pontos fortes e fracos específicos do tratamento com *Invisalign* em comparação com os aparelhos fixos tradicionais. A média da pontuação do OGS foi inferior de 13 pontos no grupo *Invisalign* (-45,35) em comparação com o grupo de aparelhos fixos (-32,21). Especificamente na categoria de alinhamento, ambos os métodos obtiveram pontuações semelhantes: -7,56 para *Invisalign* e -6,75 para aparelhos fixos, indicando que ambos conseguiram realizar desrotações eficazes.

No estudo caso-controle retrospectivo de Gu et al. (2017), o índice PAR (*Peer Assessment*

*Rating*) foi utilizado para avaliar a eficiência dos tratamentos em casos de má oclusão leve a moderada. A redução da pontuação PAR nos segmentos anteriores ( $\Delta$ UANT e  $\Delta$ LANT), que está diretamente relacionada à correção de rotações dos dentes anteriores, foi eficaz com ambos os métodos. Os resultados foram: *Invisalign* –  $\Delta$ UANT  $4,81 \pm 2,09$ ;  $\Delta$ LANT  $4,6 \pm 2,44$ ; Aparelhos fixos –  $\Delta$ UANT  $5,81 \pm 2,21$ ;  $\Delta$ LANT  $5,04 \pm 2,42$ . Apesar da leve superioridade dos aparelhos fixos, não houve diferença significativa nas pontuações finais pós-tratamento entre os dois grupos.

No estudo de Murphy et al. (2023), também com base na pontuação PAR (*Peer Assessment Rating*), os movimentos rotacionais obtidos com *Invisalign* foram significativamente inferiores aos obtidos com aparelhos fixos. As diferenças médias foram: incisivo central ( $-2,36^\circ \pm 0,90^\circ$ ;  $P = 0,01$ ), incisivo lateral ( $-2,50^\circ \pm 1,2^\circ$ ;  $P < 0,05$ ) e canino ( $-2,80^\circ \pm 1,1^\circ$ ;  $P = 0,01$ ). A diferença entre os dois métodos na média de movimentação dentária em rotação foi de aproximadamente  $1^\circ$ ,  $3^\circ$  e  $5^\circ$  para os incisivos centrais, incisivos laterais e caninos, respectivamente. O *Invisalign* foi cerca de 25% a 50% tão eficaz quanto os aparelhos fixos nesses movimentos, com maior disparidade observada na rotação dos caninos maxilares.

Já no ensaio clínico randomizado de Naraghi et al. (2021), foi avaliada a estabilidade pós-tratamento em diferentes tipos de contenção. Após dois anos, a contenção fixa de canino a canino (13–23) mostrou a menor média de rotação ( $2,9^\circ$ ), sendo mais eficaz do que a contenção removível (vacuum-formed retainer), que apresentou a maior rotação média ( $6,6^\circ$ ). A contenção fixa de lateral a lateral (12–22), teve eficácia intermediária, com média de  $5,2^\circ$ . Isso faz sentido, pois essa contenção não inclui os caninos, o que pode permitir mais movimento anterior. Esses resultados indicam que o tipo de contenção influencia diretamente a estabilidade rotacional dos dentes.

### **3.3. Fatores influentes na eficácia dos alinhadores**

Entre os fatores que influenciam a eficácia dos alinhadores, destacam-se os tipos de *attachments* utilizados. Os *attachments* convencionais, de formato elipsoidal ou retangular, foram os primeiros introduzidos e ainda são amplamente utilizados, podendo ser personalizados no *software ClinCheck Pro*. O formato elipsoidal, por seu tamanho reduzido e ausência de superfície ativa definida, é considerado menos eficaz.

Em 2009, foram introduzidos os *attachments* otimizados, patenteados pela *Align*

*Technology* como parte do sistema *SmartForce*. Esses *attachments* são aplicados automaticamente pelo software quando detectado um movimento específico, como rotações superiores a 5°, especialmente em caninos e pré-molares, com uma velocidade padrão de 0,25 mm por estágio.

No estudo retrospectivo de Karras et al. (2021), ao comparar os dois tipos de *attachments*, as diferenças médias em valores brutos foram maiores para os *attachments* convencionais, enquanto as médias de precisão percentual foram maiores para os *attachments* otimizados. O movimento dentário mais preciso foi a rotação do pré-molar superior com *attachment* otimizado (72,8%). O movimento dentário menos preciso foi a rotação do pré-molar superior com *attachment* convencional (48,1%). No entanto, as diferenças não foram estatisticamente significativas ( $P > 0,05$ ), indicando que os *attachments* convencionais podem ser igualmente eficazes na realização de rotações, mesmo sem o *design* patenteado da *Invisalign*.

A influência de outros auxiliares também foi avaliada por Simon et al. (2014) em um estudo experimental. Pacientes com rotações superiores a 10° em pré-molares superiores foram divididos em dois grupos: com e sem *attachments* otimizados para rotação. Não houve diferença significativa na eficácia da desrotação entre os grupos. A precisão média foi de 37,5% com *attachment* e 42,4% sem *attachment*, sugerindo que a colaboração do paciente e a magnitude da rotação são fatores determinantes. Em rotações superiores a 15°, a precisão caiu passando de 43,3% para 23,6%. Além disso, o *staging* (quantidade de rotação por alinhador) também influenciou a eficácia: com *staging* inferior a 1,5° por alinhador, a precisão foi de 41,8%, enquanto com *staging* superior a 1,5°, caiu para 23,2%.

Esses achados corroboram com os de Kravitz et al. (2008), que também observaram uma queda significativa na precisão em rotações mais extensas, especialmente nos caninos. Dessa forma, ao planejar movimentos rotacionais com alinhadores, é essencial considerar não apenas o tipo de *attachment*, mas também o grau de rotação, o *staging* e a adesão do paciente ao uso dos alinhadores.

## 4. DISCUSSÃO

Antes de iniciar a análise crítica dos resultados obtidos, importa esclarecer que, embora o objetivo inicial desta revisão envolvesse o termo genérico “Alinhadores”, todos os estudos incluídos dizem respeito exclusivamente ao sistema *Invisalign*®. Esta delimitação metodológica foi adotada não apenas pela predominância deste sistema na literatura científica atual, mas também pela ausência de estudos com qualidade metodológica equivalente relativamente a outros tipos de alinhadores. Por este motivo, as evidências analisadas e as conclusões apresentadas referem-se unicamente ao sistema *Invisalign*®, sem que tal invalide a possibilidade de inclusão futura de outros sistemas, desde que sustentados por dados científicos de igual rigor. Esta abordagem visa, assim, salvaguardar a coerência científica do presente trabalho e evitar extrapolações indevidas que possam comprometer a correta interpretação dos resultados.

Nesta tese, o principal objetivo foi avaliar a eficácia dos tratamentos ortodônticos convencionais e dos alinhadores invisíveis, em particular com foco no movimento de rotação dentária. A análise dos onze estudos incluídos revela uma série de aspetos relevantes que merecem destaque, tanto do ponto de vista clínico quanto metodológico.

A principal constatação foi a variabilidade na eficácia dos alinhadores transparentes para realizar rotações dentárias, especialmente rotações superiores a 15° em dentes arredondado como caninos e pré-molares. Estudos como os de Haouili et al. (2020) e Kravitz et al. (2008) indicam que a rotação é o movimento ortodôntico menos previsível com alinhadores, com taxas de precisão frequentemente inferiores a 50%, contrastando com o desempenho dos aparelhos fixos, que mostraram maior previsibilidade e estabilidade rotacional em diversos estudos.

Mas Haouili et al. (2020) demonstrou uma melhoria acentuada na precisão geral; no entanto, os pontos fortes e fracos do movimento dentário com *Invisalign* permaneceram relativamente os mesmos. Embora os recursos do *SmartTrack* colocassem automaticamente *attachments* otimizados para rotações superiores a 5°, dentes com formato arredondado ainda apresentaram dificuldade em se fixar aos alinhadores. Apesar da baixa precisão relativa da rotação, a melhoria observada nos incisivos e caninos superiores é encorajadora.

Ainda temos muito a aprender sobre a biomecânica e a eficácia do sistema *Invisalign*.

Uma melhor compreensão da capacidade do *Invisalign* de mover os dentes pode ajudar o clínico a selecionar pacientes adequados para o tratamento, orientar o sequenciamento adequado do movimento e reduzir a necessidade de refinamento do caso

No entanto, é importante ressaltar que alguns estudos mais recentes reportaram resultados encorajadores com os alinhadores, como o de Bilello et al. (2022), que alcançou até 86% de precisão média. A rotação torna o movimento menos preciso para todos os dentes exceto para os incisivos centrais superior que atingem 96% de precisão. Também o estudo de caso de De-Shing Chen et al. (2025), que demonstrou a correção bem-sucedida de uma rotação de 87° de um incisivo superior com alinhadores, sem adjuvantes mecânicos. Esta descoberta demonstra que a gravidade da rotação não é o único determinante da correção bem-sucedida. Vários fatores adicionais influenciam a eficácia da correção da rotação, incluindo ligação, morfologia da raiz, densidade óssea e outras considerações biomecânicas.

No entanto, embora esses achados sejam melhores do que os dados obtidos no estudo anterior, eles não alteram o que já se sabe sobre os movimentos mais e menos eficazes. Apesar de os alinhadores transparentes serem utilizados há mais de duas décadas, a obtenção de movimentações dentárias significativas — especialmente rotações severas e extrusões — continua sendo um desafio. Em particular, a desrotação de dentes com formato cilíndrico é especialmente difícil, uma vez que os aparelhos termoplásticos tendem a perder ancoragem e a escorregar devido à presença reduzida de retentividades e ao formato arredondado do dente (Clark, 2007; Sheridan, 2004). As recomendações atuais sugerem que os ortodontistas utilizem aparelhos auxiliares para potencializar a correção de rotações dentárias (Cortona et al., 2020). Parece que, se o ajuste do alinhador for reduzido, mas não houver *attachment* na superfície do dente, a transferência da força rotacional simplesmente diminui; porém, com um *attachment*, podem ocorrer contra-momentos, levando ao movimento dentário na direção oposta.

Entre os fatores que afetam a eficácia dos alinhadores, destacam-se o tipo de *attachments*, o grau de rotação planeada, o *staging* por alinhador e a colaboração do paciente. O uso de *attachments* otimizados mostrou tendência a melhores resultados, embora nem sempre com diferença estatisticamente significativa, como relatado por Karras et al. (2021) e Simon et al. (2014). Os tipos de fixação convencionais podem ser tão eficazes quanto os acessórios otimizados patenteados da *Invisalign* para rotações de caninos e pré-molares

Outro aspecto importante observado foi a superestimação do movimento rotacional nas

previsões digitais do *ClinCheck*, como apontado por Maree et al. (2022), o que pode gerar falsas expectativas clínicas. Portanto, programar sobrecorreções na sequência geral do tratamento não melhoraria de forma previsível a precisão clínica. No entanto, o uso de sobrecorreções ao final da sequência normal de tratamento pode ser benéfico e estar mais sob o controle do clínico. Além disso, a monitorização atenta dos pacientes tratados com alinhadores transparentes parece ser importante devido à variabilidade na resposta individual ao tratamento.

Em relação aos estudos comparativos diretos entre os métodos, os aparelhos fixos ainda demonstram melhor desempenho geral na correção rotacional, como observado nos trabalhos de Murphy et al. (2023) e Gu et al. (2017). Os resultados deste estudo apoiam as conclusões de outras publicações, indicando que o *Invisalign* é menos eficaz na obtenção de determinados movimentos, especialmente a rotação de dentes com formato arredondado (caninos). Portanto, é importante identificar os pacientes que necessitam desse tipo de movimento e tratá-los de forma mais eficaz com aparelhos convencionais.

Ainda assim, em casos de má oclusão leve a moderada, os alinhadores apresentaram resultados comparáveis, sobretudo em termos de estética e conforto. Tanto o *Invisalign* quanto os aparelhos fixos foram capazes de melhorar a má oclusão. Os pacientes com *Invisalign* finalizem o tratamento mais rápido do que aqueles com aparelho fixo: o tratamento com *Invisalign*® foi, em média, 30% mais rápido do que o tratamento com aparelhos fixos, conforme relatado por Gu et al. (2017).

Assim como os aparelhos fixos, o *Invisalign* pode alcançar resultados excelentes em pacientes adequados. No entanto, o conhecimento ortodôntico e a experiência clínica do profissional, assim como a colaboração e a motivação do paciente, desempenham papéis fundamentais no processo.

Do ponto de vista metodológico, a análise de viés indicou que os estudos retrospectivos apresentam maior risco, o que limita a força das evidências disponíveis. Ensaios clínicos randomizados ainda são escassos, embora os existentes sejam mais robustos e com menor risco de viés.

Os resultados sugerem que a escolha do tratamento ortodôntico deve ser personalizada de acordo com as necessidades específicas do paciente.

A percepção de uma melhor qualidade de vida durante o tratamento é frequentemente referida pelos pacientes. A possibilidade de remover os alinhadores durante as refeições

ou para eventos especiais contribui para uma maior satisfação geral (Tsai et al., 2020).

Os alinhadores invisíveis são indicados para pacientes que preferem e valorizam a estética e o conforto, enquanto os *brackets* são preferíveis para casos mais complexos que requerem um controle mais preciso do movimento dentário. A duração do tratamento e o seu eventual custo podem variar consideravelmente entre os dois métodos.

A duração do tratamento e a adesão do doente desempenham um papel significativo na satisfação. Tratamentos mais curtos e a capacidade de monitorizar o progresso através de modelos digitais aumentam a motivação dos doentes, bem como o sucesso do tratamento *invisalign* depende muito da cooperação do paciente em usar os alinhadores durante o número de horas recomendado (Tsai et al., 2020).

O crescente interesse por tratamentos ortodônticos entre adultos reflete a maior consciencialização sobre a saúde oral e a crescente valorização da estética dentária na sociedade moderna. Muitos pacientes procuram não só melhorar a função dos seus dentes, mas também a sua estética, o que por sua vez contribui para uma melhoria na qualidade de vida (Nanda et al., 2022).

## 5. CONCLUSÃO

Esta revisão sistemática demonstrou que, embora os alinhadores transparentes ofereçam uma alternativa esteticamente atraente e confortável aos aparelhos ortodônticos convencionais, sua eficácia na rotação dentária é, em muitos casos, inferior – ou, no melhor dos cenários, comparável – à dos aparelhos fixos. A capacidade de rotacionar dentes de forma eficaz depende, em grande parte, do tipo de dente e do grau de rotação necessário.

As evidências analisadas indicam que a rotação dentária permanece sendo um dos movimentos mais desafiadores para os alinhadores, especialmente em caninos e pré-molares, sua previsibilidade está intimamente ligada a fatores clínicos, como o uso de *attachments*, o planejamento digital, o grau de rotação planejado e a colaboração do paciente

Por outro lado, os aparelhos fixos continuam a demonstrar maior eficácia e controle biomecânico, especialmente em movimentações complexas, graças à sua capacidade de aplicar forças mais contínuas e previsíveis.

Apesar dessas limitações, os alinhadores transparentes permanecem uma opção viável para muitos pacientes, particularmente quando o objetivo é corrigir rotações leves a moderadas, sem comprometer a estética. Além de oferecerem vantagens em termos de estética, conforto, higiene e tempo de tratamento - fatores valorizados pelos pacientes e que impactam positivamente na adesão e na qualidade de vida durante o tratamento. Assim, a escolha entre alinhadores e aparelhos fixos deve ser baseada nos objetivos clínicos específicos e nas preferências individuais do paciente. O melhor tratamento é aquele capaz de atender às necessidades ortodônticas, funcionais e psicossociais do paciente de forma personalizada. O sucesso a longo prazo e a satisfação do paciente dependem, em grande medida, da abordagem individualizada. Em contextos clínicos bem selecionados, os alinhadores transparentes podem ser tão eficientes quanto os *brackets*, desde que respeitados os critérios biomecânicos e a adesão ao uso.

Finalmente, esta revisão reforça a necessidade de mais estudos clínicos comparativos, randomizados e de longo prazo, com amostras representativas e metodologias padronizadas, que avaliem especificamente o desempenho dos alinhadores na correção de rotações dentárias. Somente assim será possível consolidar evidências mais robustas

Tratamento ortodôntico convencional versus alinhadores no movimento de rotação: revisão sistemática

e aprofundar o entendimento das suas limitações e potenciais para orientar de forma segura a prática ortodôntica contemporânea.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Align Technology Institute. (2023). *Tooth movement assessment*. Aligntech Institute. <http://www.aligntechinstitute.com/GetHelp/Documents/pdf/ToothAssessment.pdf>.
- Align Technology. (2024a). *Annual Report 2024*. Align Technology. <https://investor.aligntech.com/>
- Align Technology. (2024b). *Form 10-K: Annual report for the fiscal year ended December 31, 2023*. U.S. Securities and Exchange Commission. <https://www.sec.gov/Archives/edgar/data/0001097149/000109714924000020/a712289006webbmk-copyxonly.pdf>
- Barreda, G. J., Dzierewianko, E. A., Muñoz, K. A., & Piccoli, G. I. (2020). Orthodontic aligner therapy in the treatment of rotated teeth: Clinical challenges and biomechanics. *Progress in Orthodontics*, 21(1), 1–10. <https://doi.org/10.1186/s40510-020-00312-9>
- Bilello, G., Fazio, M., Amato, E., Crivello, L., Galvano, A., & Currò, G. (2022). Accuracy evaluation of orthodontic movements with aligners: a prospective observational study. *Progress in Orthodontics*, 23(1), 12. <https://doi.org/10.1186/s40510-022-00406-7>
- Castroflorio, T., Garino, F., Rossini, G., Parrini, S., & Cugliari, G. (2019). Efficacy of orthodontic treatment with clear aligners: A systematic review. *Angle Orthodontist*, 89(3), 419–429. <https://doi.org/10.2319/082018-604.1>
- Charalampakis, O., Iliadi, A., Ueno, H., Oliver, D. R., & Kim, K. B. (2018). Accuracy of clear aligners in controlling tooth movement: A systematic review and meta-analysis. *Orthodontics & Craniofacial Research*, 21(4), 202–211. <https://doi.org/10.1111/ocr.12235>
- Clark, J. R. (2007). *Biomechanics of orthodontic treatment*. In L. W. Graber, R. L. Vanarsdall & K. W. L. Vig (Eds.), *Orthodontics: Current principles and techniques* (4th ed., pp. 279–325). London: Elsevier.
- Cortona, A., Rossini, G., Parrini, S., Deregibus, A., & Castroflorio, T. (2020). Clear aligner orthodontic therapy of rotated mandibular round shaped teeth: A finite element study. *Angle Orthodontist*, 90(2), 247–254. <https://doi.org/10.2319/122819-878.1>
- De-Shing Chen, D., Hsin-Chung Cheng, J., & Win, P. P. (2025). Contemporary approaches to orthodontic treatment in complex mixed dentition cases: A comparison of clear aligners and traditional fixed appliances. *Journal of Dental Sciences*, 20(2), 1242–1246. <https://doi.org/10.1016/j.jds.2025.02.008>
- Djeu, G., Shelton, C., & Maganzini, A. (2005). Outcome assessment of Invisalign and traditional orthodontic treatment compared with the American Board of Orthodontics objective grading system. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 128(3), 292–298. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2005.06.002>

- Fujiyama, K., Honjo, T., Suzuki, M., Matsuoka, S., & Deguchi, T. (2014). Analysis of pain level in cases treated with Invisalign aligner: comparison with fixed edgewise appliance therapy. *Progress in Orthodontics*, 15(1), 64. <https://doi.org/10.1186/s40510-014-0064-7>
- Graber, L. W., Vanarsdall, R. L., & Vig, K. W. L. (2016). *Orthodontics: Current principles and techniques* (6th ed.). London: Elsevier.
- Gu, J., Tang, J. S., Skulski, B., Fields, H. W., Jr, Beck, F. M., Firestone, A. R., Kim, D. G., & Deguchi, T. (2017). Evaluation of Invisalign treatment effectiveness and efficiency compared with conventional fixed appliances using the Peer Assessment Rating index. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 151(2), 259–266. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2016.06.041>
- Hahn, W., Engelke, B., Jung, K., Dathe, H., Fialka-Fricke, J., Kubein-Meesenburg, D., & Sadat-Khonsari, R. (2010). Initial forces and moments delivered by removable thermoplastic appliances during rotation of an upper central incisor. *The Angle Orthodontist*, 80(2), 239–246. <https://doi.org/10.2319/033009-181.1>
- Haouili, N., Kravitz, N. D., Vaid, N. R., Ferguson, D. J., & Makki, L. (2020). Has Invisalign improved? A prospective follow-up study on the efficacy of tooth movement with Invisalign. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 158(3), 420–425. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2019.12.015>
- Huang, G. J., Shen, S. G., & Liu, Y. (2016). Clear aligners: A comprehensive review of their biomechanics and clinical application. *Journal of Orthodontics*, 43(1), 7–12. <https://doi.org/10.1177/1465312515612645>
- Janson, G., Pinto, A. S., & Gouveia, M. S. (2016). Patient satisfaction with orthodontic treatment: Comparison of fixed appliances and clear aligners. *European Journal of Orthodontics*, 38(6), 604–610. <https://doi.org/10.1093/ejo/cjw048>
- Jerrold, L., & Nanda, R. (2008). Managing esthetic patient expectations with clear aligners. *Journal of Clinical Orthodontics*, 42(11), 641–643.
- Karras, T., Singh, M., Karkazis, E., Liu, D., Nimeri, G., & Ahuja, B. (2021). Efficacy of Invisalign attachments: A retrospective study. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 160(2), 250–258. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2020.04.028>
- Kau, C. H. (2017). Artificial intelligence in orthodontics and dentofacial orthopedics. *Seminars in Orthodontics*, 23(3), 223–228. <https://doi.org/10.1053/j.sodo.2017.03.001>
- Kesling, H. D. (1945). The philosophy of the tooth positioning appliance. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 31(6), 297–304. [https://doi.org/10.1016/0096-6347\(45\)90101-3](https://doi.org/10.1016/0096-6347(45)90101-3)
- Kravitz, N. D., Kusnoto, B., Agran, B., & Viana, G. (2008). How well do clear aligners work? A systematic review. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 133(3), 365–370. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2007.05.018>
- Lagravère, M. O., & Flores-Mir, C. (2005). The treatment effects of Invisalign orthodontic aligners: a systematic review. *Journal of the American Dental Association* (1939), 136(12), 1724–1729. <https://doi.org/10.14219/jada.archive.2005.0117>

- Maree, A., Kerr, B., Weir, T., & Freer, E. (2022). Clinical expression of programmed rotation and uprighting of bilateral winged maxillary central incisors with the Invisalign appliance: A retrospective study. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 161(1), 74–83. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2020.06.049>
- Meier, B., Waechter, R., & Brahimi, H. (2003a). Invisalign—A revolution in orthodontics. *Journal of Orofacial Orthopedics*, 64, 430–441. <https://doi.org/10.1007/s00056-003-0303-9>
- Meier, B., Wiemer, K. B., & Miethke, R. R. (2003b). Invisalign--patient profiling. Analysis of a prospective survey. *Journal of Orofacial Orthopedics*, 64(5), 352–358. <https://doi.org/10.1007/s00056-003-0301-z>
- Melsen, B. (2011). Northcroft lecture: how has the spectrum of orthodontics changed over the past decades?. *Journal of Orthodontics*, 38(2), 134–145. <https://doi.org/10.1179/14653121141362>
- Murphy, S. J., Lee, S., Scharm, J. C., Kim, S., Amin, A. A., Wu, T. H., Lu, W. E., Ni, A., Ko, C. C., Fields, H. W., & Deguchi, T. (2023). Comparison of maxillary anterior tooth movement between Invisalign and fixed appliances. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 164(1), 24–33. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2022.10.024>
- Nanda, R., & Kapila, S. (2022). *Current therapy in orthodontics* (2nd ed.). London: Elsevier.
- Nanda, R., Castroflorio, T., & Garino, F. (2022). *Principles and Biomechanics of Aligner Treatment*. London: Elsevier.
- Naraghi, S., Ganzer, N., Bondemark, L., & Sonesson, M. (2021). Stability of maxillary anterior teeth after 2 years of retention in adolescents: a randomized controlled trial comparing two bonded and a vacuum-formed retainer. *European Journal of Orthodontics*, 43(2), 152–158. <https://doi.org/10.1093/ejo/cjaa077>
- Papadimitriou, A., Mousoulea, S., Gkantidis, N., & Kloukos, D. (2018). Clinical effectiveness of Invisalign® orthodontic treatment: A systematic review. *Progress in Orthodontics*, 19(1), 37. <https://doi.org/10.1186/s40510-018-0229-2>
- Pavoni, C., Lione, R., Paoloni, V., Bartolommei, L., Gazzani, F., Meuli, S., & Cozza, P. (2021). Maxillary arch development with Invisalign system. *The Angle Orthodontist*, 91(4), 433–440. <https://doi.org/10.2319/080520-687.1>
- Proffit, W. R., Fields, H. W., & Sarver, D. M. (2013). *Contemporary orthodontics* (5th ed.). London: Elsevier.
- Proffit, W. R., Fields, H. W., Larson, B., Sarver, D. M. (2018). *Contemporary orthodontics*. Sixth edn. Philadelphia: Elsevier Health Sciences,
- Rossini, G., Parrini, S., Castroflorio, T., Deregibus, A., & Debernardi, C. L. (2015). Efficacy of clear aligners in controlling orthodontic tooth movement: a systematic review. *The Angle Orthodontist*, 85(5), 881–889. <https://doi.org/10.2319/061614-436.1>
- Rosvall, M. D., Fields, H. W., Ziuchkovski, J., Rosenstiel, S. F., & Johnston, W. M. (2009). Attractiveness, acceptability, and value of orthodontic appliances. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 135(3), 276.e1–277. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2008.09.020>

- Roth, R. H. (2015). *The Roth-Williams Technique: A comprehensive approach to orthodontic treatment*. London: Lippincott Williams & Wilkins.
- Sandić, M. Z., Popović, B., Carkić, J., Nikolić, N., & Glisić, B. (2014). Changes in subgingival microflora after placement and removal of fixed orthodontic appliances. *Srpski Arhiv za Celokupno Lekarstvo*, 142(5-6), 301–305.
- Sheridan, J. J., LeDoux, W., & McMinn, R. (1993). Essix retainers: fabrication and supervision for permanent retention. *Journal of Clinical Orthodontics*, 27(1), 37–45.
- Sheridan, J. J. (2004). The Readers' Corner 2: What percentage of your patients are being treated with Invisalign appliances? *Journal of Clinical Orthodontics*, 38(10), 544–545.
- 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>
- Sweeney, P. D., & Kim, K. H. (2017). The comparative effectiveness of Invisalign® versus traditional fixed appliances in the management of dental rotations. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 151(3), 496–503.
- Tsai, M. H., Chen, S. S. H., Chen, Y. J., & Yao, J. C. C. (2020). Treatment Efficacy of Invisalign: Literature Review Update. *Taiwanese Journal of Orthodontics*, 32(2), 1. <https://doi.org/10.38209/2708-2636.1006>
- Weir, T. (2017). Clear aligners in orthodontic treatment. *Australian Dental Journal*, 62(S1), 58–62. <https://doi.org/10.1111/adj.12480>

## ANEXOS

## Anexo A. Resumo dos artigos selecionados

Autor	Ano	Tipo de Estudo	Objetivo	Resultados	Conclusão
Bilello et al.	2022	Estudo observacional prospectivo	Avaliação da precisão dos movimentos ortodônticos com alinhadores.	A precisão geral para rotação resultou em 86%, variando de 96% para incisivos centrais superiores a 70,4% para primeiros pré-molares inferiores. Quase metade dos dentes examinados completou uma rotação com mais de 90% de precisão, enquanto os demais ficaram entre 80% e 90% (com exceção dos primeiros pré-molares inferiores, com 70,4%)	O presente estudo forneceu dados tranquilizadores em apoio à precisão do sistema <i>Invisalign</i> ®. As rotações atingiram uma precisão média de 86,0%. O movimento menos previsível foi a rotação dos pré-molares, caninos e incisivos laterais. Em comparação com os outros movimentos dos dentes (Intrusão e inclinação Vestibulo/lingual) a rotação é o movimento menos preciso para todos os dentes exceto os incisivos central superior.
De-Shing Chen et al.	2025	Estudo de série de casos clínicos	Este estudo examinou estratégias de tratamento ortodôntico para pacientes na fase de dentição mista, com foco nas vantagens e limitações dos alinhadores transparentes e aparelhos fixos tradicionais no tratamento de movimentos dentários complexos.	O caso 1 demonstrou que uma rotação de 87° de um incisivo maxilar foi corrigida com sucesso usando alinhadores transparentes isolados, sem aparelhos auxiliares.	As recomendações atuais sugerem que os ortodontistas utilizem aparelhos auxiliares para ajudar na correção de rotações superiores a 40,5°. No entanto, o Caso 1 demonstrou que uma rotação de 87° de um incisivo superior foi corrigida com sucesso utilizando apenas alinhadores transparentes, sem aparelhos auxiliares. Esta descoberta demonstra que a gravidade da rotação não é o único determinante da correção bem-sucedida. Vários fatores adicionais influenciam a eficácia da correção da rotação, incluindo ligação, morfologia da raiz, densidade óssea e outras considerações biomecânicas. A integração de alinhadores transparentes e aparelhos fixos demonstrou eficiência de tratamento e conforto do paciente aprimorados.

Autor	Ano	Tipo de Estudo	Objetivo	Resultados	Conclusão
Djeu et al.	2005	Análise de coorte retrospectiva	Determinar os resultados do tratamento dos aparelhos <i>Invisalign</i> em comparação com aparelhos ortodônticos.	O OGS foi utilizado para medir os registros dos pacientes após o tratamento, a fim de avaliar com precisão os resultados das duas terapias. A média da pontuação do OGS para o grupo do <i>Invisalign</i> (45,35) foi mais de 13 pontos inferior à média da pontuação do OGS para o grupo dos aparelhos fixos (32,21). Embora o <i>Invisalign</i> e os aparelhos fixos tenham obtido pontuações semelhantes no alinhamento (-7,56 para o <i>Invisalign</i> e -6,75 para os aparelhos fixos).	De acordo com o OGS, o <i>Invisalign</i> não tratou más oclusões tão bem quanto os aparelhos ortodônticos nesta amostra. Em termos de alinhamento, o <i>Invisalign</i> também teve sucesso no alinhamento das arcadas por meio da desrotação dos dentes, especialmente quando acessórios de compósito são colados nos pré-molares. Os resultados deste estudo, no entanto, indicaram que não houve diferença estatisticamente significativa entre os 2 grupos.
Gu et al.	2017	Estudo retrospectivo caso-controle	Comparar a eficácia do tratamento e a eficiência do sistema <i>Invisalign</i> com aparelhos fixos convencionais no tratamento de pacientes ortodônticos com má oclusão leve a moderada em uma clínica de ortodontia de pós-graduação.	O índice PAR foi utilizado neste estudo. <i>Invisalign</i> : $\Delta UANT 4.81 \pm 2.09$ , $\Delta LANT 4.6 \pm 2.44$ Aparelhos fixos: $\Delta UANT 5.81 \pm 2.21$ , $\Delta LANT 5.04 \pm 2.42$	Tanto o <i>Invisalign</i> quanto os aparelhos fixos foram capazes de melhorar a má oclusão. Os pacientes com <i>Invisalign</i> finalizem o tratamento mais rápido do que aqueles com aparelho fixo. No entanto, nenhum dos componentes individuais das pontuações do índice PAR pós-tratamento demonstrou uma diferença significativa entre o grupo do <i>Invisalign</i> e o grupo dos aparelhos fixos.

Autor	Ano	Tipo de Estudo	Objetivo	Resultados	Conclusão
Haouili et al.	2020	Estudo clínico prospectivo	O objetivo desta pesquisa foi fornecer uma atualização sobre a precisão do movimento dentário com <i>Invisalign</i> .	A precisão média do <i>Invisalign</i> para todos os movimentos dentários foi de 50%. A menor precisão geral ocorreu com a rotação (46%). As precisões para rotação mesial do primeiro molar mandibular (28%) e rotação distal do canino maxilar (37%) foram particularmente baixas. Com relação à direccionalidade, a rotação mesial do canino superior (52%) foi significativamente mais precisa do que a rotação distal (37%).	<p>Houve uma melhoria acentuada na precisão geral; no entanto, os pontos fortes e fracos do movimento dentário com <i>Invisalign</i> permaneceram relativamente os mesmos. O movimento dentário menos preciso foi a rotação (46%), sendo esse movimento particularmente desafiador para caninos, pré-molares e molares.</p> <p>Embora os recursos do <i>SmartTrack</i> colocassem automaticamente <i>attachments</i> otimizados para rotações superiores a 5°, dentes com formato arredondado ainda apresentaram dificuldade em se fixar aos alinhadores.</p> <p>Apesar da baixa precisão relativa da rotação, a melhoria observada nos incisivos e caninos superiores é encorajadora. Curiosamente, a direção da rotação influenciou a precisão do canino superior. A rotação distal (37%) foi significativamente menos precisa do que a rotação mesial (52%).</p>
Karras et al.	2021	Estudo Retrospectivo	Comparar a eficácia dos acessórios otimizados e convencionais do <i>Invisalign</i> nos movimentos dentários rotacionais e extrusivos.	As diferenças médias entre os movimentos previstos e alcançados foram de alta significância estatística para todos os tipos de fixação e movimentos dentários. A precisão média foi de 63,2% para rotação. As diferenças entre as precisões dos movimentos dentários usando fixações otimizadas versus convencionais para rotação e extrusão não foram estatisticamente nem clinicamente significativas.	Os tipos de fixação convencionais podem ser tão eficazes quanto os acessórios otimizados patenteados da <i>Invisalign</i> para rotações de caninos e pré-molares.

Autor	Ano	Tipo de Estudo	Objetivo	Resultados	Conclusão
Kravitz et al.	2009	Estudo prospectivo	Avaliar a eficácia do movimento dentário com alinhadores removíveis de poliuretano.	<p>A precisão média do movimento dentário com <i>Invisalign</i> foi de 41%.</p> <p>A precisão da rotação canina foi significativamente menor do que a de todos os outros dentes, com exceção dos incisivos laterais maxilares. Em movimentos rotacionais maiores que 15°, a precisão da rotação para os caninos maxilares caiu significativamente. Não houve diferença estatística na precisão entre os dentes maxilares e mandibulares do mesmo tipo de dente para quaisquer movimentos estudados.</p>	Ainda temos muito a aprender sobre a biomecânica e a eficácia do sistema <i>Invisalign</i> . Uma melhor compreensão da capacidade do <i>Invisalign</i> de mover os dentes pode ajudar o clínico a selecionar pacientes adequados para o tratamento, orientar o sequenciamento adequado do movimento e reduzir a necessidade de refinamento do caso.
Maree et al.	2022	Estudo Retrospectivo	Este estudo retrospectivo teve como objetivo determinar a eficácia dos movimentos de rotação e verticalização dos Incisivos centrais bimaxilares com <i>Invisalign</i> .	A rotação programada e a verticalização dos Incisivos centrais bimaxilares são, na maioria das vezes, subcorrigidas com o aparelho <i>Invisalign</i> . Para incisivos individuais, foi observada uma diferença média de 5,38° (DP: 5,88; IC 95%: 3,58–6,76; P<0,001) em relação a uma rotação prevista média de 18,75°.	As mudanças previstas na rotação foram sub e superexpressas. As inconsistências aleatórias na expressão clínica de rotação justificam monitoramento cuidadoso e/ou ações corretivas, como alinhadores de sobrecorreção.

Autor	Ano	Tipo de Estudo	Objetivo	Resultados	Conclusão
Murphy et al.	2023	Estudo clínico randomizado	Comparar o número de incisivos maxilares e o movimento canino entre <i>Invisalign</i> e aparelhos ortodônticos fixos usando inteligência artificial e identificar quaisquer limitações do <i>Invisalign</i> .	Com base nas pontuações da Avaliação de PAR pós-tratamento, a qualidade dos pacientes finalizados em ambos os grupos foi semelhante. Para a rotação, houve uma diferença de até 20 a 30 graus na rotação entre os dois grupos. Nos incisivos e caninos maxilares, houve uma diferença significativa no movimento entre os aparelhos <i>Invisalign</i> e convencionais para a rotação. As maiores diferenças foram com a rotação do canino maxilar.	Ao comparar aparelhos ortodônticos fixos com <i>Invisalign</i> , os pacientes tratados com aparelhos fixos apresentaram significativamente mais movimento dentário maxilar em todas as direções, especialmente com rotação do canino maxilar. Os resultados deste estudo apoiam as conclusões de outras publicações, indicando que o <i>Invisalign</i> é menos eficaz na obtenção de determinados movimentos, especialmente a rotação de dentes com formato arredondado (caninos).
Naraghi et al.	2021	Ensaio clínico randomizado controlado	Avaliar as alterações pós-tratamento na irregularidade dos seis dentes anteriores maxilares e na discrepância do ponto de contato de um único dente de três métodos de retenção diferentes.	No grupo C, com contenção termoformada ( <i>Vacuum-formed retainer</i> ), os caninos apresentaram ligeiramente mais alterações rotacionais do que os outros grupos. Embora estatisticamente significativas, as alterações foram pequenas demais para ter qualquer relevância clínica.	Todos os três métodos de retenção mostraram capacidade de retenção igualmente eficaz e todas as mudanças encontradas nos três grupos foram pequenas e consideradas clinicamente insignificantes. Assim, a hipótese nula foi confirmada. Todos os três métodos podem ser recomendados.

Autor	Ano	Tipo de Estudo	Objetivo	Resultados	Conclusão
Simon et al.	2014	Estudo clínico experimental	Investigar a eficácia do tratamento ortodôntico usando o sistema <i>Invisalign</i> ®. Particularmente, analisamos a influência dos auxiliares ( <i>Attachment/Power Ridge</i> ) assim como o estadiamento (movimento por alinhador) na eficácia do tratamento.	A eficácia média geral foi de 59% (DP = 0,2). A desrotação do pré-molar apresentou a menor precisão com aproximadamente 40% (DP = 0,3). Os resultados mostram que a precisão foi significativamente reduzida para rotações previstas superiores a 15°, assim como para rotações com um planeamento de movimentação superior a 1,5° por alinhador.	Desrotação de pré-molar podem ser realizados usando alinhadores <i>Invisalign</i> ®. O estadiamento (movimento/alinhador) e a quantidade total de movimento planeado têm um impacto significativo na eficácia do tratamento.