

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
CENTRO INTEGRADO DE SAÚDE
FACULDADE DE ODONTOLOGIA

Guilherme Dahbar Rodrigues

**PREVISIBILIDADE DA MOVIMENTAÇÃO ORTODÔNTICA E TEMPO DE
TRATAMENTO UTILIZANDO ALINHADORES: REVISÃO
BIBLIOGRÁFICA**

Juiz de Fora
2025

GUILHERME DAHBAR RODRIGUES

**PREVISIBILIDADE DA MOVIMENTAÇÃO ORTODÔNTICA E TEMPO DE
TRATAMENTO UTILIZANDO ALINHADORES: REVISÃO
BIBLIOGRÁFICA**

Monografia apresentada à Disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Juiz de Fora, como parte dos requisitos para obtenção do título de Cirurgião-Dentista.

Orientador: Prof. Dr. Marco Abdo Gravina

Juiz de Fora

2025

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática da Biblioteca Universitária da UFJF, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Rodrigues , Guilherme Dahbar .

Previsibilidade das movimentações ortodônticas e tempo de tratamento utilizando alinhadores: Revisão bibliográfica / Guilherme Dahbar Rodrigues . -- 2025.

42 f.

Orientador: Marco Abdo Gravina

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Odontologia, 2025.

1. Aparelhos ortodônticos removíveis . 2. Ortodontia . 3. Técnicas de movimentação dentária . I. Gravina, Marco Abdo, orient. II. Título.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
REITORIA – FACODONTO – Coordenação do Curso de Odontologia

Guilherme Dahbar Rodrigues

**Previsibilidade da movimentação ortodôntica e tempo de tratamento
utilizando alinhadores: revisão bibliográfica**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Faculdade de Odontologia da
Universidade Federal de Juiz de Fora como requisito parcial à obtenção do título
de Cirurgião-Dentista.

Aprovado em 22 de julho de 2025.

BANCA EXAMINADORA

Marco Abdo Gravina

Prof. Dr. Marco Abdo Gravina
Universidade Federal de Juiz de Fora

Roberto SOTTO-MAIOR FORTES DE OLIVEIRA

Prof. Dr. Roberto Sotto-Maior Fortes de Oliveira
Universidade Federal de Juiz de Fora

Elton Geraldo de Oliveira Góis

Prof. Dr. Elton Geraldo de Oliveira Góis
Universidade Federal de Juiz de Fora

GUILHERME DAHBAR RODRIGUES

**PREVISIBILIDADE DA MOVIMENTAÇÃO ORTODÔNTICA E TEMPO DE
TRATAMENTO UTILIZANDO ALINHADORES: REVISÃO
BIBLIOGRÁFICA**

Monografia apresentada à Disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Juiz de Fora, como parte dos requisitos para obtenção do título de Cirurgião-Dentista. Aprovada em ____ de _____, pela Banca Examinadora composta por:

Prof. Dr. Marco Abdo Gravina - Orientador

Professor Associado, Doutor do Departamento de Odontologia Social Infantil

Prof. Dr. Elton Geraldo de Oliveira Gois - Membro da Banca Examinadora

Professor Associado, Doutor do Departamento de Odontologia Social Infantil

Prof. Dr. Roberto Sotto Maior Fortes de Oliveira - Membro da Banca Examinadora

Professor Associado, Doutor do Departamento de Odontologia Social Infantil

Agradecimentos

Ao nosso DEUS, que nos guia, nos sustenta e a quem estamos em défice eterno.

Ao meu pai HENRICO e a minha mãe LILLIANA, por todo apoio, dedicação, incentivo e inspiração que foram fundamentais na minha formação acadêmica e como ser humano.

À minha irmã LUIZA, por estar sempre ao meu lado e me aconselhar da melhor maneira possível.

Aos meus avós LILLIAN, MARIA LUIZA e MAURÍCIO, por toda criação e carinho. E ao meu avô NABIH por todo afeto.

Aos meus tios CRISTINI e HERBERT por todo apoio na jornada acadêmica e inspiração profissional.

À minha namorada BRENDA por todo suporte e companheirismo, imprescindíveis na minha trajetória e no meu cotidiano.

Aos meus amigos que estiveram comigo durante toda a graduação e foram fundamentais para o processo.

Aos excelentes professores da graduação, pela grande dedicação que proporcionou todo amparo e estímulo para formação, além dos grandes exemplos.

DAHBAR RODRIGUES, G. **Previsibilidade da movimentação ortodôntica e tempo de tratamento utilizando alinhadores: Revisão bibliográfica.** Juiz de Fora (MG), 42f. - 2025. Monografia (Curso de Graduação em Odontologia) - Faculdade de Odontologia, Universidade Federal de Juiz de Fora.

RESUMO

A presente investigação se propôs a realizar uma revisão dos conhecimentos existentes acerca da previsibilidade da movimentação ortodôntica e tempo de tratamento utilizando alinhadores. Foram analisados trabalhos de autores de excelência que discutiram idéias referentes aos alinhadores transparentes nas bases científicas PUBMED, GOOGLE ACADÊMICO e SCIELO. Sendo assim, a revisão traz abordagens para obter um entendimento geral a respeito dessa terapêutica ortodôntica, a importância da mesma, os movimentos possíveis e sua acurácia, as desvantagens desse tipo de tratamento e toda a metodologia relacionada aos alinhadores. A partir dos levantamentos obtidos, a literatura indica que o tratamento utilizando alinhadores, apesar de garantir estética, conforto e facilidade de higienização para os pacientes, além de uma gama de movimentos ortodônticos eficientes, pode apresentar algumas dificuldades específicas para certos casos como, por exemplo, correção das rotações de dentes arredondados, como canino e pré-molares, incorporação do torque, correção de mordida profunda e fechamento de espaços gerados por extrações. No que se refere ao tempo de tratamento, utilizando alinhadores, acredita-se ser uma variável dependente do tipo de movimento necessário e da complexidade do caso. Evidencia-se, dessa forma, a importância e a necessidade de conhecimentos científicos para se propor e se realizar a terapia ortodôntica com os alinhadores transparentes, apontando possíveis direções para pesquisas futuras.

Palavras-chave: Aparelhos Ortodônticos Removíveis; Ortodontia; Técnicas de Movimentação Dentária.

DAHBAR RODRIGUES, G. **Predictability of orthodontic movements and treatment time using aligners: literature review.** Juiz de Fora (MG), 42f. - 2025. Monografia (Curso de Graduação em Odontologia) - Faculdade de Odontologia, Universidade Federal de Juiz de Fora.

Abstract

This study aimed to review the existing knowledge about the predictability of orthodontic movements and treatment time using aligners. Works were analyzed by authors of excellence who discussed ideas regarding transparent aligners in the PubMed, Google Academic and Scielo scientific bases. Therefore, the review presents approaches to obtain a general understanding about this orthodontic therapy, the importance of this modality, the possible movements and their accuracy, the disadvantages of this type of treatment and the entire methodology around the aligners. Based on the surveys obtained, the literature indicates that treatment using aligners, despite ensuring aesthetics and comfort for the patient, a range of efficient orthodontic movements, among other advantages, it may have some specific difficulties for certain cases such as rotation of rounded teeth, as canine and premolars, torque, correction of deep bite and closing of spaces generated by extractions. Regarding the treatment time using aligners, it is a variable measurement depending on the type of movement required and the severity of the case, thus highlighting the importance and need for scientific knowledge to carry out and propose orthodontic therapy with transparent devices, and thus pointing out possible directions for future research.

Key-words: Orthodontic Appliances, Removable; Orthodontics; Tooth Movement Techniques.

LISTA DE TERMOS

TERMO	SIGNIFICADO
Attachment	Sobressalência em resina aderida ao esmalte para aumentar a superfície de contato do alinhador com os dentes.
Bite-block	Efeito com função de desencostar as arcadas.
Bite-ramps	Batentes de mordida.
Frog pattern	Protocolo de estagiamento das movimentações, com alternância entre dente para movimentar e dente de apoio.
IPR	Reduções interproximais de esmalte, por meio do desgaste.
Power arms	Extensões ou braços do alinhador, como pontos de aplicação de força externa com elásticos e molas.
Power ridges	Invaginações como bolhas negativas nos alinhadores para gerar força ao redor do centro de resistência dentário.
Precision cuts	Cortes precisos nos alinhadores para funcionar como ganchos para elásticos.
Sets	Conjunto sequencial de alinhadores utilizados durante determinado estágio do tratamento
TADS	Dispositivos de ancoragem temporária com ancoragem óssea (mini-implantes).
Tracking	Termo utilizado para descrever o quanto os dentes estão acompanhando o movimento planejado.
V patterns	Protocolo de estagiamento das movimentações, de posterior para anterior

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	1
2 PROPOSIÇÃO.....	3
3 REVISÃO DE LITERATURA	
3.1 A TECNOLOGIA E O PLANEJAMENTO TERAPÊUTICO COM ALINHADORES.....	4
3.2 PREVISIBILIDADE NA TERAPIA COM ALINHADORES.....	6
3.3 MOVIMENTOS ORTODÔNTICOS NO TRATAMENTO.....	10
3.4 RECURSOS TERAPÊUTICOS.....	15
3.5 DESVANTAGENS NO USO DE ALINHADORES.....	17
4 DISCUSSÃO.....	20
5 CONCLUSÃO.....	29
REFERÊNCIAS.....	30

1 INTRODUÇÃO

Nas últimas duas décadas, a Odontologia e, mais especificamente, a Ortodontia foram profundamente transformadas pelos avanços tecnológicos. A utilização de imagens tridimensionais melhorou o diagnóstico e o planejamento dos tratamentos, onde os scanners intraorais se tornaram uma alternativa viável, em comparação às moldagens convencionais. Sendo assim, os modelos digitais passaram a substituir os de gesso, tanto para o planejamento quanto para a confecção de aparelhos. Com a crescente demanda dos pacientes, por opções estéticas e por tratamentos personalizados, essas inovações deram origem à diversos sistemas de alinhadores transparentes, atuando como excelentes alternativas aos aparelhos fixos. (GRUNHEID, LOH, LARSON, 2017).

O tratamento com alinhadores ortodônticos envolve uma utilização sequencial de dispositivos de plástico, que são responsáveis por movimentar os elementos dentários, estabelecendo função e estética para os pacientes. Os alinhadores são removíveis e são trocados por períodos que variam entre uma e duas semanas, em que cada alinhador é responsável por produzir uma movimentação específica e precisa, exigindo a adesão fiel do paciente para que os utilize durante a maior parte do tempo possível. A tecnologia estereolitográfica, com escaneamento intraoral, é utilizada para fabricar os aparelhos, além de proporcionar uma previsibilidade dos movimentos e do final do tratamento. (HOULE, PIEDADE, TODESCAN, PINHEIRO, 2017).

A tecnologia de estereolitografia CAD/CAM, responsável por antecipar os resultados dos tratamentos e produzir alinhadores personalizados, tem seu sistema em constante evolução, com melhorias em diversos aspectos, tais quais: diferentes designs de fixação, novos materiais plásticos, com melhores propriedades mecânicas e desenvolvimento de novos “attachments”, para oferecer biomecânicas de tratamento mais biológicas, permitindo a realização de movimentos dentários significativos, eficazes e com maior previsibilidade. (PAPADIMITRIOU, MOUSOULEA, GKANTIDIS, KLOUKOS, 2018).

Os alinhadores parecem proporcionar mais conforto, com menos dor e incômodo, em comparação com os aparelhos fixos. Além disso, por serem removíveis, os pacientes podem comer, beber e ter uma melhor higienização, o que pode diminuir o

risco de problemas periodontais e cáries. Os tratamentos com alinhadores podem ser mais rápidos do que os com aparelhos fixos e, tanto para o dentista quanto para o paciente, há a oportunidade de visualização da simulação dos resultados que serão obtidos, por meio do planejamento virtual, permitindo o desenvolvimento de diferentes cenários para o tratamento, sendo uma ferramenta valiosa para o planejamento e para a obtenção do consentimento do paciente. (NOAR, SHARMA, ROBERTS-HARRY, QURESHI, 2015).

Nesse viés, os alinhadores se estabeleceram no cenário mundial da ortodontia, visando atender a maioria das demandas, e, em sua constante evolução, podem proporcionar correções eficazes, funcionais e confortáveis para os pacientes. Dessa forma, a tecnologia, junto a um bom planejamento e tempo de utilização dos mesmos pelos pacientes, são os pilares para o sucesso dos tratamentos ortodônticos utilizando alinhadores.

2 PROPOSIÇÃO

O presente trabalho tem por objetivo realizar uma revisão da literatura acerca dos tratamentos ortodônticos utilizando alinhadores, abordando as movimentações dentárias e sua previsibilidade, o tempo de tratamento, o planejamento virtual para os casos e o transcorrer do tratamento.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 A TECNOLOGIA E O PLANEJAMENTO TERAPÊUTICO COM ALINHADORES

Atualmente, estamos imersos em uma era em que o uso de design e fabricação, assistidos por computadores (CAD/CAM), revolucionaram os tratamentos ortodônticos, permitindo uma abordagem mais personalizada e precisa. Além disso, a incorporação de tecnologias digitais avançadas tem sido fundamental para eliminar a margem de erro, tornando a improvisação obsoleta no processo. Porém, é imprescindível uma gama de conhecimento adquirido para a elaboração do planejamento virtual, conseqüentemente, a execução dos casos. Com os avanços tecnológicos recentes e graças à evolução dos materiais odontológicos, observamos um aumento considerável na demanda e procura por sistemas plásticos de alta performance, oferecendo soluções mais estéticas e confortáveis para o tratamento ortodôntico. (GALLAN-LOPEZ, BARCIA-GONZALEZ, PLASENCIA, 2019).

Sendo uma das principais soluções criadas para atender à demanda estética de pacientes que preferem não utilizar os aparelhos ortodônticos fixos tradicionais, esses dispositivos foram introduzidos no final da década de 1990, e fazem uso da tecnologia estereolitográfica (impressão 3D) e CAD/CAM, para o planejamento e predição dos resultados do tratamento, além da produção de séries de alinhadores sob medida. Fabricados em material termoplástico transparente, e com espessura reduzida (aproximadamente 0.7 mm), os alinhadores cobrem a coroa do dente e a gengiva marginal, admitindo compensações e ajustes nessa cobertura, de acordo com instruções individualizadas (por exemplo, em pacientes periodontais). A confecção dos alinhadores é realizada por meio de um escaneamento digital preciso das arcadas dentárias dos pacientes, gerando modelos tridimensionais, sequenciais e detalhados, que, a partir dos mesmos, obtêm-se a impressão dos alinhadores. Cada alinhador, quando inserido, permite o movimento gradual dos dentes, com deslocamento de aproximadamente 0,25 a 0,30 mm/dente, a cada duas semanas. Sendo assim, o tratamento com alinhadores envolve a troca periódica dos mesmos, seguindo uma sequência planejada, e depende bastante da cooperação dos pacientes, que deveriam utilizá-los entre 20 a 22 horas por dia, perfazendo um tempo total de utilização de 400 horas, por placa, ao longo do tratamento. Quando foram lançados no mercado, os

alinhadores ortodônticos eram vistos não apenas como uma opção estética, mas também como uma alternativa vantajosa em relação aos aparelhos ortodônticos fixos, visto que são dispositivos removíveis, facilitam a higienização e minimizam os desconfortos causados pelos componentes metálicos ou cerâmicos. Dessa forma, os alinhadores se apresentaram como uma solução mais prática, confortável e esteticamente agradável para o tratamento ortodôntico. (COUTO, et al, 2020).

A aplicação e implementação do planejamento virtual, juntamente com tecnologias como CAD/CAM, estereolitografia e representação digital tridimensional da situação clínica, são amplamente reconhecidas e descritas na literatura científica. O planejamento virtual serve como a base fundamental para a interação entre o ortodontista e o sistema tecnológico, permitindo a análise inicial, o planejamento de toda a movimentação pelo ortodontista, o estagiamento do tratamento e a criação de uma configuração virtual precisa, individual e específica para os objetivos terapêuticos. Assim, sob ponto de vista clínico, é crucial buscar a maior correspondência possível entre a situação inicial real do paciente e sua representação digital, bem como entre os movimentos dentários simulados virtualmente e os resultados efetivos alcançados no tratamento clínico. Essa correspondência é particularmente significativa, devido à menor capacidade de intervenção direta do ortodontista durante o curso do tratamento ativo com alinhadores e, tal precisão, não só melhora os resultados clínicos, como também contribui para a eficiência do tratamento, reduzindo a necessidade de ajustes ou refinamentos posteriores. (KRIEGER, et al, 2012).

A configuração 3D do planejamento virtual é uma ferramenta poderosa, desenvolvida por técnicos, sendo fundamental lembrar que esses profissionais não são dentistas/ortodontistas, logo, a responsabilidade pela movimentação proposta é única e exclusivamente dos cirurgiões-dentistas, devendo os mesmos garantirem que os movimentos dentários propostos sejam viáveis. Embora seja tentador analisar o planejamento virtual e assumir que o que está sendo apresentado será o resultado final exato, isso nem sempre é verdade. O plano de tratamento, os movimentos planejados, a colocação correta dos “attachments” e a utilização dos diversos recursos terapêuticos, tal qual elásticos intermaxilares, botões, entre outros, devem ser revisados com atenção, pois, ao contrário, o caso pode não ser tratado de forma eficaz e as

expectativas do paciente podem não ser atendidas. A avaliação criteriosa dos casos, o planejamento cuidadoso dos tratamentos, a discussão das diferentes opções terapêuticas (incluindo alternativas aos alinhadores) e o manejo adequado dos casos são essenciais para minimizar os problemas, sendo importante para os ortodontistas e dentistas de outras especialidades atuarem apenas dentro das suas áreas de competência, evitando-se os riscos de litígio ou denúncias junto aos órgãos profissionais responsáveis. (NOAR, SHARMA, ROBERTS-HARRY, QURESHI, 2015).

Assim sendo, a eficiência e a metodologia dos tratamentos com alinhadores, além da duração dos mesmos são fatores variáveis, uma vez que não dependem somente dos aparelhos utilizados, mas também, de fatores relacionados ao paciente ou à terapia em si. Em relação ao tempo do tratamento algumas condições como a dificuldade do caso, o planejamento e estagiamento do mesmo, o uso correto dos “attachments” e elásticos, a adesão do paciente, as questões genéticas e fisiológicas, dentre outros fatores dependentes das ações dos próprios ortodontistas, interferem diretamente na duração do caso. (PAPAGEORGIU, KOLETSI, ILIADI, PELTOMÄKI, ELIADES, 2020).

Costuma-se dizer que o tempo de tratamento com alinhadores é menor, mas essa afirmação é contestada, visto que, de forma geral, o tempo é similar ao tratamento ortodôntico convencional. Dessa forma, na grande maioria dos casos, um único “set” de alinhadores não seria suficiente para a obtenção de resultados finais desejáveis, sendo necessária a impressão de alinhadores adicionais para o refinamento dos casos, com novas fotografias intra e extra-orais e novos escaneamentos a serem obtidos. A quantidade de “sets” de alinhadores adicionais relaciona-se diretamente ao grau de dificuldade dos casos, ou seja, quanto maior a complexidade do caso, maior será o tempo de tratamento, seja ele realizado com aparelhos fixos ou alinhadores, sendo, em média, o tratamento de um paciente de alinhador finalizado em 2 anos, com 2 a 3 “sets” de alinhadores de refinamento. (KRAVITZ, et al, 2023).

3.2 PREVISIBILIDADE NA TERAPIA COM ALINHADORES

A previsibilidade dos tratamentos ortodônticos, utilizando-se os alinhadores, é garantida por uma série de fatores que englobam o diagnóstico clínico e por imagem

(escaneamento), o planejamento virtual, a adesão correta do paciente ao tratamento, o acompanhamento da evolução do caso, entre outros fatores que influenciam e podem alterar o resultado final, visualizado pelo software.

Diferentemente dos aparelhos ortodônticos fixos tradicionais, os alinhadores transparentes são confeccionados com materiais plásticos que recobrem, total ou parcialmente, as coroas clínicas dos dentes e geram uma força para empurrar, originada pela deformação do próprio alinhador. Em teoria, essa força pode ser direcionada a qualquer região da coroa que esteja coberta pelo alinhador, sendo as superfícies de contato com os dentes e os ajustes precisos dos alinhadores, fatores essenciais para o sucesso e previsibilidade do tratamento. Os “attachments”, utilizados em conjunto com os alinhadores são colados diretamente sobre as coroas dentárias e têm a função de aumentar a área da superfície de contato e fornecer pontos adicionais de aplicação de força, podendo ser projetados em diferentes formas e tamanhos, permitindo que se adaptem às necessidades biomecânicas específicas de cada caso, otimizando a eficácia dos movimentos dentários promovidos pelos alinhadores. (WANG, et al, 2025).

O emprego de acessórios e a magnitude do movimento planejado por alinhador também desempenham um papel significativo na previsibilidade dos resultados do tratamento ortodôntico. O estadiamento é fundamental para a antecipação da evolução do caso, e a utilização estratégica de acessórios, como attachments e elásticos, demonstraram melhorar substancialmente a precisão dos movimentos dentários previstos. Esses fatores, quando combinados, não apenas otimizam a eficácia do tratamento, mas também contribuem para uma experiência mais consistente e satisfatória, tanto para o ortodontista quanto para o paciente, visto o maior desenvolvimento do caso. (ROSSINI, PARRINI, CASTROFLORIO, DEREGIBUS, DEBERNARDI, 2015).

Os alinhadores ortodônticos são capazes de realizar diversos movimentos, apresentando acurácia e previsibilidade variadas, sendo uns mais desafiadores que outros. Movimentos méso-distais são realizados mais facilmente nas coroas do que nas raízes. Inclinações vestibulo-linguais são possíveis, porém menos eficazes que inclinações méso-distais. Torques radiculares também são possíveis, no entanto sua

acurácia é muito variável, necessitando, além de sobrecorreções expressivas, de mais estudos para se obter evidências mais precisas. Expansão do arco e alinhamento dentário são bastante previsíveis e eficientes em terapias com alinhadores, sendo as expansões dos segmentos anteriores mais previsíveis do que as dos segmentos posteriores (ROSSINI, PARRINI, DEREGIBUS, CASTROFLORIO, 2017). A correção das rotações dentárias varia sua eficiência segundo a anatomia, sendo para os dentes convexos menos eficazes do que para os achatados. Tal movimento torna-se bastante desafiador para os pré-molares e caninos (SIMON, KEILIG, SCHWARZE, JUNG, BOURAUUEL, 2014). Intrusão e extrusão são alcançadas com usos de “attachments” específicos, porém os movimentos verticais extrusivos são mais desafiadores do que os intrusivos. (ABDELKADER, et al, 2024).

Os tipos de movimentos com alinhadores têm previsibilidade variada e alguns são mais fáceis de serem realizados do que outros. Dentre os percentuais, os mais previsíveis são os de distalização de molar (88%) e expansão da arcada (80%), seguidos pelos movimentos de torque radicular (52%), intrusão dentária (46%), inclinação méso-distal (41%), rotação (36%) e extrusão (30%). Dessa maneira, cada caso exige uma posição e geometria específicas dos “attachments”, direcionamento dos elásticos e incorporação de acessórios para atingir os resultados desejados do planejamento de maneira eficaz. (WANG, et al, 2025).

Em casos de expansão maxilar para crianças, em dentição mista, a acurácia da expansão é variada conforme as medidas a nível de caninos, molares decíduos e molares permanentes. A previsibilidade da expansão da arcada em pacientes jovens é maior que em pacientes adultos (aproximadamente 70%, em geral). Nos casos de pacientes jovens, para as medidas intercaninas, as precisões são de 87,7% na cúspide e 82,7% no nível gengival. Nos primeiros molares decíduos, a precisão é de 84,9% na cúspide e 80,5% no nível gengival. Já para os primeiros molares permanentes, os valores são de 77,8% na cúspide e 67,9% no nível gengival, corrobora-se os achados para os pacientes em dentição permanente. Dessa forma, observa-se que os dentes tendem a inclinar durante o tratamento com expansões, podendo apresentar maior movimentação de inclinação do que de translação corporal. (BRUNI, et al, 2024).

A distalização de molares superiores apresenta alta previsibilidade, permitindo um planejamento preciso com pouco ou nenhum sobretratamento. No entanto, é essencial evitar a projeção vestibular dos dentes anteriores inferiores, devido ao uso frequente de elásticos intermaxilares de Classe II, utilizados para ancoragem na mecanoterapia, e que exercem força mesial na arcada inferior. Embora a distalização não exija obrigatoriamente a utilização dos elásticos, eles são recomendados para melhorar a ancoragem, evitando-se a projeção dos incisivos superiores, principalmente em dentes com coroas curtas ou em casos de movimentos associados, como rotação e intrusão. A ancoragem anterior pode ser reforçada com elásticos intermaxilares, aplicados por meio de cortes de precisão (“precision cuts”) nos caninos superiores e botões nos molares inferiores. Botões também podem ser usados para auxiliar na erupção de caninos. Com o objetivo de encurtar o tempo do tratamento e melhorar a cooperação do paciente, pode-se realizar simultaneamente o alinhamento anterior e a distalização dos molares (distalização com padrão estético), com redução da ancoragem sobre os incisivos superiores. Para evitar-se esse efeito colateral, a utilização dos mini-implantes extra-alveolares seria indicada para reforçar a ancoragem e permitir uma maior eficiência do tratamento. (WANG, et al, 2025).

Em casos de protrusão dos dentes anteriores, a previsibilidade do movimento dependerá de uma avaliação criteriosa da morfologia facial e da relação entre as raízes e o osso alveolar, visando manter as raízes dentro da região esponjosa do osso. Sugere-se que 1 mm de vestibularização (aproximadamente $2,5^\circ$) pode gerar 2 mm de espaço no arco, sendo útil para correção dos apinhamentos. Em casos de vestibularização ativas no planejamento, superiores a 3 mm, forças de torques vestibulares nas coroas e linguais nas raízes, promoveriam movimentos radiculares controlados, melhorando a previsibilidade desse tipo de movimento. A utilização de “attachments” convencionais em caninos é recomendada para estabilizar os alinhadores e evitar desadaptações dos mesmos no segmento anterior. Quanto ao estadiamento, pequenas vestibularizações podem ocorrer simultaneamente ao alinhamento, mas em casos mais complexos, como em sobremordidas profundas com retroinclinação acentuada dos incisivos superiores, o tratamento deve ser segmentado: primeiramente realiza-se a vestibularização, com foco no torque radicular lingual,

seguida pela intrusão e retração dos dentes anteriores. (WANG, et al, 2025). O torque de incisivos centrais superiores tem sido considerado desafiador, o qual pode resultar em inclinações em vez do movimento desejado e apresentar sub-expressão do planejamento, tornando a previsibilidade dificultada. (RAJAN, WEIR, MEADE, 2024).

A precisão média dos movimentos dentários anteriores realizados com o sistema de alinhadores é de 41%. O de maior precisão é o de contração da arcada dentária, com uma média de 47,1%, atingindo 59,3% na região dos caninos mandibulares, e 54,8% na região dos incisivos laterais. Outro movimento com alta previsibilidade seria a rotação dos incisivos centrais maxilares, com 54,2%. Por outro lado, os movimentos menos precisos foram de extrusão, com uma precisão média de 29,6%, e, mais especificamente, a extrusão dos incisivos centrais maxilares é o movimento com menor precisão, alcançando apenas 18,3%, seguida pela extrusão dos incisivos centrais mandibulares com 24,5%, e pela inclinação mesiodistal dos caninos mandibulares com 26,9%. O movimento de rotação apresenta diferenças estatisticamente significativas de precisão, entre os diferentes dentes. A rotação dos caninos maxilares, por exemplo, apresenta uma precisão de 32,2%, significativamente menor que a dos incisivos centrais maxilares (54,2%), dos incisivos laterais mandibulares (51,6%) e dos incisivos centrais mandibulares (48,8%). Todavia, ligeiramente superior, porém sem diferenças estatísticas em relação aos caninos inferiores (29,1%). A precisão da inclinação véstibulo-lingual da coroa apresenta diferenças entre os movimentos de inclinação lingual e de inclinação vestibular, sendo que a inclinação lingual apresenta uma precisão significativamente maior (53,1%) em comparação à vestibular (37,6%). Tais movimentos, todavia, são influenciados pela complexidade do caso antes do tratamento. (KRAVITZ, et al, 2009).

3.3 MOVIMENTOS ORTODÔNTICOS NO TRATAMENTO

Em uma abordagem acerca dos movimentos ortodônticos em si, a literatura científica já apresenta uma série de estudos sobre a previsibilidade do tratamento com alinhadores, prognosticando movimentos específicos e demonstrando recursos facilitadores e colaboradores para o tratamento.

Para dentes que serão verticalizados, recomenda-se os “attachments” de controle radicular otimizados, que são projetados para oferecer maior controle méso-distal do ápice radicular em dentes como caninos, pré-molares e incisivos centrais superiores. Visto que os mesmos criam múltiplos pontos de contato, geram momentos que favorecem o movimento controlado das raízes, o que é especialmente útil em casos de fechamento de espaços, verticalização méso-distal da raiz, movimentação corporal dentário e ajuste da linha média dentária. (NOAR, SHARMA, ROBERTS-HARRY, QURESHI, 2015).

Para movimentos de rotação, os “attachments” otimizados são projetados sob medida para cada dente, considerando-se o movimento desejado, a largura do dente, o eixo longitudinal e o contorno da coroa. Durante uma rotação para a mesial do dente, por exemplo, o formato do acessório gera um vetor extrusivo que ajuda a neutralizar intrusões indesejadas. (NOAR, SHARMA, ROBERTS-HARRY, QURESHI, 2015).

O recurso de movimento multiplano foi desenvolvido para evitar movimentos secundários indesejados, como por exemplo, para controlar a intrusão dos incisivos laterais superiores em combinação com rotação e/ou inclinação da coroa. Assim, a superfície ativa do “attachment” otimizado direciona as forças extrusivas enquanto, simultaneamente, realiza a rotação e/ou inclinação do dente, além da aplicação de um ponto de pressão na superfície lingual do alinhador que gera uma força secundária e garante o controle eficaz dos movimentos multiplanos. (NOAR, SHARMA, ROBERTS-HARRY, QURESHI, 2015).

Visando o controle do torque, pode ser indicado os “power ridges”, que baseiam-se em reentrâncias próximas às margens cervical vestibular e incisal palatina. Esse recurso é responsável por produzir um par de forças, criando-se um momento e permitindo um controle mais preciso do movimento radicular, durante o alinhamento. (NOAR, SHARMA, ROBERTS-HARRY, QURESHI, 2015).

Em casos de mordida profunda, a correção geralmente envolve o nivelamento da curva de Spee inferior, alcançado pela extrusão de molares e pré-molares, intrusão de incisivos e caninos, protrusão de incisivos e expansão do arco dentário. Por meio do sistema pode-se aplicar essas quatro abordagens, tendo uma visualização detalhada dos movimentos dentários, através do planejamento virtual que exhibe a sobreposição

dos movimentos pré e pós-tratamento, associado às inovações específicas para a correção das mordidas profundas, como “attachments” otimizados para correção da mordida profunda e os “bite ramps”, que são projeções do plástico dos alinhadores nas regiões linguais dos incisivos e caninos superiores, gerando um batente de mordida para os incisivos e caninos inferiores. Tais dispositivos impediriam a oclusão total dos dentes posteriores, facilitando a aplicação de cargas extrusivas sobre os mesmos, além de promoverem a intrusão dos dentes ântero-inferiores, reduzindo a mordida profunda, nivelando a curva de Spee inferior e, aprimorando, ainda mais, a eficácia do tratamento. (NOAR, SHARMA, ROBERTS-HARRY, QURESHI, 2015).

Em alguns casos de tratamento com ortodontia fixa em que se necessita a verticalização de molares e pré-molares pela inclinação distal das coroas dos dentes, ocorreria, como consequência, uma extrusão relativa dos mesmos, o que pode reduzir a sobremordida, agravar mordidas abertas anteriores ou, até mesmo, gerar exposição da região de furca dos dentes verticalizados, dependendo da altura óssea presente. Em contrapartida, com a utilização dos alinhadores e, pelo fato dos mesmos recobrirem as oclusais dos dentes posteriores, esse efeito indesejado seria minimizado. Em tratamentos com aparelhos ortodônticos corretivos fixos, nos quais todos os dentes se movimentam concomitantemente, podem ser produzidos deslocamentos dentários indesejados e difíceis de se corrigir. Com os alinhadores torna-se possível controlar, de forma eficaz, os movimentos secundários indesejados, garantindo resultados satisfatórios, sem comprometer o equilíbrio estético e funcional. Através de ferramentas específicas, presentes nos planejamentos virtuais, pode ser solicitada a ausência de movimentação dentária em dentes específicos. (NOAR, SHARMA, ROBERTS-HARRY, QURESHI, 2015).

A distalização dentária com o uso dos alinhadores pode ser realizada de forma sequencial, priorizando a movimentação dos dentes posteriores e, em seguida, os anteriores. Por exemplo, quando os segundos molares estão presentes, estes são distalizados primeiramente, seguidos pelos primeiros molares, pré-molares e, posteriormente, pela retração dos dentes anteriores, permitindo uma distribuição mais controlada das forças aplicadas, facilitando o movimento desejado e minimizando os efeitos colaterais indesejados. (MEHTA, PATEL, YADAV, 2021).

Para a mecânica de fechamento de espaços com alinhadores, um planejamento minucioso deveria ser realizado devido à complexidade dos movimentos ortodônticos envolvidos. Como são dispositivos removíveis e aplicam forças intermitentes, movimentos como os de inclinações são mais fáceis de serem realizados, enquanto os movimentos de corpo são os mais desafiadores. Além disso, como o fechamento dos espaços requerem movimentos translacionais dos dentes, para garantir o paralelismo das raízes adjacentes, tais movimentos são mais difíceis de serem obtidos. Ademais, em casos de tratamentos da arcada superior que exigem extrações, torna-se crucial manter o controle do torque dos dentes anteriores, contudo, estudos relatam que o controle do torque com alinhadores pode ser limitado, apresentando imprecisões que variam de $0,5^\circ$ a $8,5^\circ$, podendo levar a inclinações linguais acentuadas dos incisivos superiores, resultando em consequências estéticas negativas, ausência de overjet adequado antes do fechamento completo dos espaços, maior exposição gengival, extrusões indesejadas e mordidas abertas posteriores. Dessa forma, a atenuação desses desafios poderia ser efetivada por meio da prescrição de uma hipercorreção do torque, antecipando essas imprecisões e garantindo um melhor posicionamento final dos incisivos. (MEHTA, PATEL, YADAV, 2021).

Para casos planejados com extração dos primeiros pré-molares, existe o protocolo G6 que engloba tecnologias e características dos alinhadores, propostos a realizar uma ancoragem otimizada em dentes posteriores e uma retração otimizada em caninos, com estágios de movimentação dentária, visando alcançar um controle máximo da ancoragem com uma translação mesial dos molares e a angulação distal dos mesmos, além de possuir uma superfície funcional para resistir à inclinação mesial dos dentes posteriores em fechamentos de espaço. Nesses casos, observa-se que os primeiros molares tendem a apresentar maior inclinação e translação mesial, além de intrusão mais acentuada do que o planejado. Já os incisivos centrais demonstram menor retração, melhor expressão do torque lingual e maior extrusão, em relação ao previsto. Além disso, fatores como idade, tipo de "attachment" e grau de apinhamento inicial podem influenciar nas discrepâncias entre os movimentos dentários planejados e os efetivamente obtidos. (DAI, XU, SHU, 2019).

A intrusão posterior leve, um efeito colateral comum da terapia com alinhadores, pode resultar em mordida aberta posterior. De qualquer maneira, esse efeito geralmente não é preocupante por ter uma correção simples com o uso de elásticos e, para os casos de mordidas abertas anteriores leves tal intrusão posterior pode ser até vantajosa, fechando a mordida e alcançando uma sobremordida funcional, por meio de uma extrusão relativa anterior. O estadiamento adequado dos movimentos ortodônticos é essencial para maximizar os resultados com alinhadores e as limitações inerentes a certos tipos de movimentos devem ser consideradas ao se planejar o tratamento. Por exemplo, a inclinação dentária é mais facilmente alcançada do que o torque, o que requer atenção especial desde os estágios iniciais do tratamento. Movimentos rotacionais são difíceis, sendo a prescrição de sobrecorreções fundamentais para garantir a acurácia do movimento e para a eficácia de outros movimentos previsíveis. Preferencialmente, essas sobrecorreções devem ser executadas, ao final do tratamento, para não comprometer o encaixe dos alinhadores. Embora o tipo de aparelho possa variar, os princípios fundamentais dos movimentos ortodônticos permanecem constantes e ao se compreender esses princípios e ajustar as estratégias de execução, conforme as características específicas dos alinhadores, é possível obter resultados melhores de tratamento. (MEHTA, PATEL, YADAV, 2021).

Casos de apinhamentos anteriores, incluindo os casos mais graves, podem ser corrigidos de maneira eficaz por meio do tratamento com alinhadores, sendo a protrusão dos incisivos inferiores, os desgastes interproximais e a expansão do arco inferior as maneiras mais comuns para a obtenção dos espaços necessários para a correção dos mesmos. A protrusão dos incisivos inferiores demonstrou ser uma técnica previsível e de fácil execução, proporcionando resultados satisfatórios no alinhamento dos dentes. (KRIEGER, et al, 2012). Todavia, a estabilidade dos resultados, as condições periodontais dos incisivos e as mudanças de perfil mole deveriam ser levadas em consideração, durante o planejamento.

A expansão da arcada dentária é viável com o uso dos alinhadores transparentes, e pode ser indicada, tanto para a melhoria da estética do sorriso, promovendo a ampliação das arcadas dentárias e preenchimento do corredor bucal, quanto como uma estratégia para se criar espaço adicional, como citado anteriormente.

Além disso, pode ser utilizada como uma abordagem eficaz para a correção das mordidas cruzadas posteriores de origem dentoalveolar, contribuindo para um equilíbrio funcional e estético. (HOULE, PIEDADE, TODESCAN, PINHEIRO, 2018).

3.4 RECURSOS TERAPÊUTICOS

Para melhorar a previsibilidade dos diversos movimentos ortodônticos propostos no tratamento, foi sugerido o uso de "attachments" em resina, que apresentam configurações variadas conforme o movimento necessário. (DALAIE, GHAFARI, 2020). Ademais, visando um tratamento mais eficaz, os alinhadores transparentes podem exigir acessórios além dos "attachments", como elásticos, recortes para botões, "bite-ramps", mini-implantes, "precision-cuts", entre outras soluções personalizadas, citadas anteriormente com objetivo de alcançar as movimentações necessárias para cada caso. (CASTILHOS, et al, 2022).

Os "attachments" foram desenvolvidos para garantir movimentos dentários previsíveis, sendo posicionados conforme o protocolo de fixação específico da tecnologia, e incluem: os convencionais, entre eles os elipsóides horizontal e vertical, os retangulares horizontais e horizontais biselados para gengival ou incisal, e os retangulares verticais e verticais biselados para a mesial ou distal; os otimizados, os quais são configurados, automaticamente pelo software para os movimentos específicos de rotação, de correção da mordida profunda, de correção das inclinações radiculares méso-distais ("attachments" duplos), de expansão e para realização, ao mesmo tempo, de mais de um tipo de movimento ("attachments" multiplanos). (SIMON, et al, 2014).

O uso dos "attachments" otimizados pode ser ainda mais eficaz para facilitar diversos tipos de movimentos ortodônticos complexos, como a expansão transversal dos molares superiores, os movimentos rotacionais precisos de caninos e pré-molares, a extrusão controlada dos incisivos superiores e inferiores, além de contribuir para o controle e correção da mordida profunda. Esses acessórios permitem uma aplicação mais direcionada das forças, otimizando os resultados do tratamento com maior previsibilidade e eficiência. (PAPADIMITRIOU, MOUSOULEA, GKANTIDIS, KLOUKOS, 2018).

De acordo com o protocolo de tratamento, é possível alcançar velocidades de movimento de até 2 graus por alinhador para rotações, de até 1 grau por alinhador para torque dos incisivos e de até 0,25 mm por alinhador para distalização. Em relação à incorporação do torque, sugere-se a realização de 0,1 mm de intrusão para cada grau de torque aplicado, de maneira que os alinhadores fiquem mais retentivos e não percam o “tracking”, aumentando a previsibilidade da movimentação. Conforme discutido na literatura científica, a correção da rotação para dentes com formato arredondado (convexo) é um dos movimentos mais desafiadores com alinhadores, pois os mesmos tendem a perder a retenção e deslizar devido à presença limitada de depressões volumosas e ao formato arredondado das coroas. Movimentos dentais complexos, como a distalização dos molares, o torque dos incisivos e a correção da rotação dos pré-molares e caninos, podem ser efetivamente realizados dependendo-se da velocidade de execução, da magnitude total do movimento planejado e da incorporação dos “attachments”, além da necessidade de realização de sobrecorreções ou refinamentos. Sendo assim, a simulação do planejamento virtual deveria prever movimentos mais amplos do que os necessários clinicamente. (SIMON, KEILIG, SCHWARZE, JUNG, BOURAUUEL, 2014).

A terapia com alinhadores pode ser associada ao uso de elásticos intermaxilares e representa uma abordagem terapêutica eficaz para determinados pacientes, especialmente, quando é necessário manter a posição dos incisivos inferiores, evitando-se a projeção dos mesmos em decorrência da utilização dos elásticos. Esse controle aprimorado pode ser atribuído à rigidez dos alinhadores, que ajudam a estabilizar todo o arco dentário, e à distribuição mais uniforme das forças geradas pelos elásticos nos alinhadores. Durante a terapia corretiva com aparelhos fixos e elásticos observa-se uma tendência de extrusão dos molares, rotacionando o plano mandibular no sentido horário, com tendência à abertura anterior da mordida. Em contrapartida, com alinhadores, em função do efeito “bite-block “ da terapia, existiria um maior controle sobre os efeitos extrusivos dos molares inferiores e superiores quando faz-se o uso dos elásticos. (DIANISKOVA, et al, 2022).

O controle da expressão do torque é particularmente complexo quando se utiliza um dispositivo removível. Para superar essa limitação, foi introduzido o recurso dos

“power-ridges”, modificações específicas na geometria dos alinhadores que consistem em invaginações projetadas nas superfícies cervical vestibular e incisal lingual dos mesmos, permitindo um ajuste preciso na região da margem gengival durante o movimento do dente e otimizando o deslocamento do mesmo ao redor de seu centro de resistência, com maior eficácia no movimento desejado. Tais recursos, geralmente são incorporados ao planejamento do caso clínico quando são necessários no mínimo 3 graus de torque lingual da raiz, proporcionando maior previsibilidade e estabilidade nos resultados ortodônticos. (SFONDRINI, et al, 2018).

A redução interproximal (IPR) é uma técnica auxiliar para ganho de espaço em tratamentos ortodônticos com alinhadores, especialmente indicada em casos de discrepância de Bolton por ausência ou malformação dentária, presença de triângulos negros gengivais decorrentes de perda periodontal e em dentes com morfologia coronária com pontos de contato próximos à borda incisal. O planejamento da posição final deve prever o uso de IPR preferencialmente no segmento anterior e limitar a remoção de esmalte a, no máximo, 50% da espessura do esmalte. Em situações de discrepâncias maiores de espaço superiores a 8 mm, como em casos de apinhamento severo ou protrusão maxilar/mandibular acentuada, a extração dentária torna-se necessária, sendo as mais comuns, na terapia com alinhadores, de incisivos inferiores ou pré-molares (primeiros ou segundos), contribuindo de forma previsível para a criação de espaço e o alcance dos objetivos do tratamento. (WANG, et al, 2025).

3.5 DESVANTAGENS NO USO DE ALINHADORES

O uso de alinhadores pode desencadear complicações e podem ter algumas desvantagens. Dentre as complicações, tem-se o risco de cárie e lesões de manchas brancas por falta de boa higienização, risco de reabsorções radiculares, mesmo que em menor probabilidade quando comparado à ortodontia fixa, risco de fenestrações e deiscências ósseas comum aos tratamentos ortodônticos, e risco de danos periodontais, que podem ser controlados nos planejamentos virtuais com velocidades reduzidas de movimentação e com menor recobrimento dos dentes pelo plástico dos alinhadores. Por fim, tem-se o risco de recidiva relacionada à estabilidade oclusal, tipos de movimentações dentárias, relações de proximidade entre as raízes dentárias e

ossos alveolares e equilíbrio entre as forças musculares intraorais e extraorais. (WANG, et al, 2025).

Entre as desvantagens do uso dos alinhadores, alguns movimentos dentários ainda apresentam desafios significativos. Embora a introdução dos “attachments” otimizados tenha contribuído para melhorar o controle e a eficácia da movimentação, esses problemas ainda não foram completamente superados. Além disso, os alinhadores possuem características que os diferem dos aparelhos fixos, como a possibilidade de causarem leves dificuldades na fala nos primeiros dias de uso, algo que desaparece conforme o paciente se adapta aos dispositivos. Outro fator adverso é que, por serem removíveis, a adesão ao uso recomendado pode se tornar um problema, visto que alguns pacientes enfrentam dificuldades para manter os alinhadores na boca entre 20 a 22 horas por dia, comprometendo o movimento dentário desejado e resultando em perda de monitoramento. Outra observação importante é que, por recobrir as superfícies oclusais dos dentes, os alinhadores poderiam induzir ao desenvolvimento de leves mordidas abertas posteriores, porém isso raramente se torna uma preocupação clínica significativa, pois a mordida tende a se normalizar, durante a fase de contenção. Casos de extrações, em particular, requerem atenção redobrada, pois os dentes adjacentes podem inclinar-se em direção aos espaços das mesmas (NOAR, SHARMA, ROBERTS-HARRY, QURESHI, 2015).

Os alinhadores são, em essência, dispositivos destinados a empurrar os dentes e apresentam maior eficácia em dentes com superfícies amplas e planas, como os incisivos centrais superiores, logo, uma rotação e inclinação desses elementos são mais facilmente alcançadas por meio desses dispositivos. No entanto, existem limitações e desafios inerentes ao seu uso, tais como: controle de verticalização (movimento méso-distal das raízes); rotação de dentes com formato arredondado, como pré-molares, caninos ou pequenos incisivos laterais; torque (controle do posicionamento labiolingual das raízes); correção de mordida profunda; e fechamentos de espaços em regiões submetidas às extrações. (NOAR, SHARMA, ROBERTS-HARRY, QURESHI, 2015).

Entre outras dificuldades no tratamento com alinhadores ortodônticos, podemos destacar o apinhamento ou espaçamento acima de 5 mm, discrepâncias esqueléticas

ântero-posteriores maiores que 2 mm, discrepâncias acentuadas entre relação cêntrica e oclusão cêntrica, dentes severamente rotacionados (mais de 20 graus) ou inclinados méso-distalmente (mais de 45 graus), mordidas abertas posteriores que precisam ser fechadas, extrusão dentária, dentes com coroas clínicas curtas (como por exemplo os incisivos laterais superiores) e arcos com múltiplos dentes ausentes. (PHAN, LING, 2007).

Casos de intrusão de dentes anteriores superiores são desafiadores devido à dificuldade em direcionar as forças precisamente através dos centros de resistência dos dentes. Já em casos de sobremordida profunda, pode-se optar por uma vestibularização dos elementos inferiores ou pela combinação da intrusão dos dentes superiores em conjunto com a extrusão dos molares inferiores. (MEHTA, PATEL, YADAV, 2021).

Tratando-se da dificuldade em se rotacionar os dentes, de modo geral, a precisão é limitada e podem ser necessárias sobrecorreções superiores a 10% - 20% para se alcançar a correção completa. Além disso, deve-se reduzir a velocidade dos movimentos rotacionais para aproximadamente 1° por alinhador, durante o planejamento virtual do tratamento. Recursos auxiliares, como botões e binários de força, podem resultar em correções rotacionais mais eficazes. (MEHTA, PATEL, YADAV, 2021).

Pode-se destacar, ainda, a dificuldade de controle do torque em molares, implicando em mordidas abertas anteriores graças às prematuridades geradas nas cúspides palatinas dos mesmos, à intrusão dos incisivos superiores, à correção das mordidas profundas e à incorporação do torque em incisivos e caninos. Dessa forma, os ortodontistas devem utilizar o planejamento virtual não apenas para a visualização dos resultados finais, mas para projetar a biomecânica necessária, com enfoque nos movimentos desafiadores, modificando os “attachments”, incorporando sobrecorreções e elásticos intermaxilares, power-arms, botões ortodônticos e, até mesmo, mecânicas híbridas, a fim de garantir maior eficiência e melhores resultados. (GRUNHEID, LOH, LARSON, 2017).

4 Discussão

Diante da revisão da literatura apresentada, o tratamento ortodôntico com alinhadores apresenta um campo vasto para discussão visto os diversos estudos disponíveis, que trazem abordagens significativas acerca da previsibilidade da movimentação e tempo de tratamento utilizando esses dispositivos, além de toda a tecnologia envolvida em relação aos mesmos.

Atualmente, as indicações para a terapia com alinhadores são amplamente comparáveis às da ortodontia fixa convencional. Os alinhadores transparentes demonstram-se eficazes no tratamento de uma grande variedade de maloclusões, sendo particularmente indicados para pacientes com maiores exigências estéticas e de conforto, comprometimento periodontal, maior suscetibilidade à cárie ou alterações no desenvolvimento do esmalte dentário. Entretanto, essa modalidade terapêutica não é recomendada para indivíduos com coroas clinicamente curtas, que necessitem de movimentações mesiais extensas dos dentes posteriores ou que apresentem baixa adesão ao uso dos dispositivos. Cabe destacar que o grau de complexidade, no tratamento com alinhadores transparentes, pode variar substancialmente entre os casos. Diante disso, propõe-se a adoção de critérios sistemáticos para a classificação da dificuldade na terapia com alinhadores, a fim de orientar o planejamento clínico e melhorar a previsibilidade dos resultados. (WANG, et al, 2025). A percepção estética dos pacientes, comparando-se a gama das opções terapêuticas disponíveis, pode variar de caso para caso, e, comparando-se os alinhadores aos aparelhos fixos estéticos, pode-se haver uma preferência pelos brackets de cerâmica ou porcelana, sendo, nesses casos, mais aceitáveis em relação aos alinhadores com "attachments" anteriores. (FEU, et al, 2012). Em certos casos, até mesmo a necessidade por tratamentos com muitos "attachments" pode ser condenada pelo paciente, quando comparado aos aparelhos fixos estéticos. (LIVAS, PHAZMAN, ILBEYLI, PANDIS, 2023).

Comparados ao tratamento ortodôntico com aparelhos fixos, os alinhadores transparentes parecem requerer um tempo de tratamento mais prolongado, especialmente em casos mais complexos como aqueles que envolvem grandes movimentações dentárias, correção de maloclusões severas ou de discrepâncias esqueléticas significativas. Tais casos podem requerer tratamentos híbridos, para

redução do tempo de tratamento. Em contrapartida, os alinhadores ortodônticos podem proporcionar um tratamento mais rápido e eficiente, em casos sem extrações e com maloclusões leves, onde as movimentações dentárias são mais simples e controláveis. Apesar dessa variação no tempo de tratamento de acordo com a complexidade do caso, quando se analisa a estabilidade dos resultados obtidos no período pós-tratamento, não há diferença significativa entre os dois sistemas, nos quais ambos os métodos, quando bem planejados e executados, demonstram resultados estáveis a longo prazo, desde que seguidos protocolos adequados de contenção. (RIBEIRO, et al, 2023).

Tendo em vista a busca, cada vez maior, dos pacientes por resultados rápidos, eficientes e imediatos, tornou-se uma preocupação constante dos ortodontistas, a redução do tempo de cadeira durante as consultas, a menor necessidade de consultas presenciais e a menor duração dos tratamentos. Para tal, a terapia com os alinhadores poderia implicar em aspectos vantajosos, devido à entrega planejada dos alinhadores e à colocação e realização pré-programadas dos “attachments”, elásticos inter e intramaxilares e IPRs. Essa otimização do tempo, não apenas atende às expectativas dos pacientes, mas também permite que os profissionais ampliem sua capacidade de atendimento, garantindo tratamentos mais ágeis, práticos e alinhados às demandas contemporâneas. Dessa maneira, a condução dos tratamentos poderia ser perfeitamente realizada, inclusive para pacientes morando no exterior e, nesses casos, a adesão e o comprometimento do uso dos alinhadores por parte dos pacientes, deveriam ser ideais. (BUSCHANG, et al, 2014).

Torna-se fundamental ressaltarmos que o planejamento virtual, uma importante fase para sucesso do tratamento, deveria referir-se apenas à uma representação esquemática dos objetivos do tratamento, sendo as sobrecorreções necessárias, em certos movimentos, para a obtenção dos resultados clínicos ideais. Dessa forma, na grande maioria dos planejamentos virtuais, a representação esquemática final previamente à aprovação dos casos não deveria apresentar-se como uma oclusão ideal. A eficácia dos movimentos dentários pode variar entre os diferentes tipos de movimentações ortodônticas e, para otimizar os resultados clínicos e compensar possíveis limitações biomecânicas, a estratégia das sobrecorreções é utilizada,

planejando intencionalmente uma posição final exagerada ou além do resultado desejado, com o objetivo de alcançar, na prática clínica, o movimento dentário pretendido. Essa abordagem está diretamente ligada à previsibilidade da terapia com alinhadores, uma vez que certos movimentos resultam em menor resposta clínica do que o planejado. Como exemplos, poderíamos citar a intrusão de incisivos para correção das sobremordidas profundas, nos quais os planejamentos virtuais poderiam demonstrar mordidas abertas anteriores em suas posições finais. De forma semelhante, quando é necessário retrain dentes anteriores com inclinação lingual ou verticalizados, aplica-se um torque lingual mais acentuado aos incisivos para promover uma projeção adequada da coroa previamente à retração dos mesmos. Indica-se, além de se dobrar a quantidade ideal de torque, aplicar-se 0,1 mm de intrusão para cada de torque aplicado aos incisivos, com o objetivo de se manter os alinhadores completamente adaptados aos dentes. Contudo, a determinação da quantidade ideal de sobrecorreção ainda não é padronizada e deve ser feita de forma individualizada, com base na avaliação criteriosa da posição inicial dos dentes, no tipo e na magnitude dos movimentos desejados, além de um monitoramento constante durante todo o tratamento. (WANG, et al, 2025).

O desenvolvimento e a utilização dos “attachments”, ao longo dos últimos anos, melhoraram a previsibilidade dos movimentos dentários alcançados com os alinhadores. Os “attachments” são divididos em dois grupos: os convencionais e os otimizados. Os “attachments” convencionais, como os elipsóides, retangulares e retangulares biselados, são utilizados para retenção, ancoragem e suporte mecânico, com posicionamento ajustável conforme a necessidade clínica. Já os “attachments” otimizados são personalizados digitalmente para cada dente, projetados para aplicar forças precisas e proporcionar movimentos mais previsíveis, com posicionamento automático e maior eficiência biomecânica. Em resumo, os convencionais oferecem flexibilidade, enquanto os otimizados garantem maior precisão e controle nos movimentos ortodônticos. Os “attachments” otimizados são inseridos, automaticamente, a partir de um algoritmo que aciona a escolha pelos mesmos. Muitas vezes, todavia, o estagiamento automático realizado pelo software pode fazer com que a movimentação obtida não corresponda às expectativas clínicas. Por exemplo, se possuímos um

canino que apresenta uma considerável giroversão, associada à necessidade de um movimento méso-distal radicular, também de grande importância, ele acionará primeiramente um “attachment” de rotação (geralmente de tamanho pequeno), fazendo com que o movimento radicular não ocorra e com risco, inclusive, de perda de “tracking” do alinhador. Caberia ao ortodontista, dessa forma, reajustar e redesenhar o planejamento virtual, de maneira que o mesmo se adeque às necessidades clínicas. (GOMES, et al, 2022).

Uma condição muito observada é a perda de “tracking”, que se refere ao encaixe incompleto entre os dentes e os alinhadores, indicando uma discrepância entre a direção e/ou a magnitude do movimento dentário real em comparação com o planejado. O manejo dessa condição envolve a remoção dos “attachments” e a utilização dos próprios alinhadores como guias, associados a elásticos intra ou intermaxilares, para redirecionar os dentes afastados ao trajeto previsto. Na dimensão vertical, a perda de “tracking” geralmente decorre de extrusão insuficiente ou intrusão anterior inadequada, que pode se manifestar como excesso uniforme de plástico sobre as bordas incisais ou cúspides. Por outro lado, quando ocorre intrusão ântero-inferior insuficiente, com falha na correção da sobremordida profunda, podem ser empregados dispositivos auxiliares como mini-implantes ou solicitação de alinhadores adicionais com um estadiamento mais detalhado para intensificar o movimento dentário. Alinhadores de refinamento aumentariam, todavia, o tempo total do tratamento ativo. Na dimensão horizontal, a perda de “tracking” é freqüentemente observada durante a correção de rotações, especialmente em pré-molares com rotações acentuadas. Para tais casos, a remoção dos “attachments”, associada à colagem de botões e utilização de corrente elástica para a produção de binários de força, têm se mostrado abordagens eficazes para a recuperação do controle do movimento. Já na dimensão sagital, a perda de “tracking” manifesta-se como inclinação mesial dos dentes posteriores e perda de torque nos dentes anteriores, com inclinação lingual dos mesmos, sendo possível identificar desadaptações entre os “attachments” nos alinhadores. Para a correção da inclinação mesial dos dentes posteriores é requerida a verticalização com inclinação distal desses dentes, que pode ser realizada com o auxílio de elásticos intermaxilares e/ou fios parciais após a remoção dos attachments. A distalização sequencial dos molares

superiores e inferiores, caso não seja acompanhada por um período de uso de aproximadamente 22 horas dos alinhadores, seria outro movimento muito propício a perda de “tracking” dos alinhadores. Caso o mesmo ocorra, mecânicas híbridas ou refinamentos com alinhadores adicionais tornam-se necessários. A perda de torque dos dentes anteriores, por sua vez, manifesta-se como inclinação lingual dos incisivos superiores ou inferiores, aumento da sobremordida, contatos prematuros entre os dentes anteriores e mordida aberta posterior. Para tais casos, pode ser necessária a solicitação de alinhadores adicionais, através do refinamento do caso, com aumento do tempo total do período ativo de tratamento e do tempo de cadeira dos profissionais e pacientes. (WANG, et al, 2025).

Em tratamentos para a Classe III, com abordagens orto-cirúrgicas, os objetivos da fase ortodôntica pré-cirúrgica, são: alinhar e nivelar os dentes, eliminar as compensações dentárias, posicionar corretamente os incisivos superiores vestibularizados e inferiores retroinclinados, coordenar transversalmente os arcos dentários e obter um “overjet” negativo. Geralmente, esses pacientes apresentam as espessuras ósseas alveolares palatinas estreitas, logo, os ortodontistas devem avaliar as posições dos dentes dentro dos ossos alveolares para otimizar os resultados do tratamento e minimizar as complicações. Ainda sobre as movimentações pré-cirúrgicas, na terapia com alinhadores, é notório um aumento na espessura óssea palatina nas regiões dos incisivos superiores, quando comparada à terapia com aparelhos fixos. Todavia, os pacientes tratados com alinhadores demonstraram maiores reabsorções ósseas vestibulares e menores inclinações vestibulo-linguais, o que pode ser importante, durante a descompensação da protrusão dos incisivos superiores. Na fase pós-cirúrgica, abordagens ortodônticas fixas e com alinhadores resultam em perdas ósseas verticais importantes, no tratamento com alinhadores, por sua vez, especialmente nas regiões vestibulares dos incisivos superiores. Após a cirurgia ortognática, elásticos intermaxilares são geralmente aplicados para prevenir a recidiva da má oclusão esquelética, e os elásticos são apoiados nos botões ou “precision cuts”, o que significa que os incisivos superiores são submetidos a uma força de avanço maior. (HE, et al, 2024).

Durante o tratamento com alinhadores transparentes, pode ser necessário utilizar mais de uma série dos mesmos para alcançar os resultados desejados, principalmente quando há discrepâncias importantes entre os movimentos dentários planejados e os que realmente aconteceram, o que é comum em casos de maior complexidade como intrusões, controle radicular, distalização de molares acima de 3 mm, ou mesialização de molares acima de 2 mm. Outros fatores que justificam o uso de mais séries de alinhadores, incluem a geração de contatos oclusais indesejados, prematuridades e a geração de mordida aberta posterior pelo próprio uso dos alinhadores ou pelas prematuridades. Além disso, pode haver inclusão de novos dentes, especialmente em adolescentes, com erupção dos segundos molares ou em casos de dentes impactados. Mudanças nas relações oclusais provocadas pelo crescimento mandibular ou pela remoção de interferências podem também exigir um novo planejamento. A falta de cooperação do paciente, assim como o uso inadequado dos alinhadores, pode levar a falhas na movimentação, tornando necessário um novo planejamento com base na condição oclusal atual. Por fim, o tratamento somente é considerado concluído, após o uso do conjunto final de alinhadores, desde que os objetivos clínicos tenham sido alcançados. Os critérios de finalização seguem os mesmos utilizados na ortodontia com aparelhos fixos e, ao final do período ativo de tratamento, os “attachments” e demais dispositivos auxiliares são removidos, e os aparelhos de contenção são prescritos conforme a rotina ortodôntica habitual. (WANG, et al, 2025).

Um dos movimentos mais desafiadores dos tratamentos ortodônticos com alinhadores é a rotação de caninos e pré-molares, elementos dentários que se apresentam com as faces vestibulares e anatomias arredondadas, como citado anteriormente. Para realização de tal movimento, é fundamental que o planejamento virtual seja realizado com “attachments”, visando a maior previsibilidade possível. Estima-se a perda de 0,4 graus de rotação para cada 1 grau planejado, ou seja, algo em torno de 40%. Sendo assim, sugere-se que os “attachments” retangulares ou retangulares biselados verticais, em comparação aos “attachments” otimizados de rotação, apresentam maior potencialização da capacidade biomecânica necessária e mais controle da rotação, mesmo que resultem em maior retenção dos alinhadores e

potenciais efeitos colaterais, como dificuldade de inserção e remoção, desconforto aumentado, risco de danos aos alinhadores (fratura ou deformação), forças ortodônticas não planejadas e danificação dos “attachments”. Exceção se faz, em relação aos caninos superiores, em que “attachments” otimizados apresentam bom funcionamento. Para os dentes anteriores, o tipo de “attachment” não influencia no movimento. Para os molares, o emprego de “attachments” torna o movimento eficiente, especialmente quando há movimento combinado de rotação e expansão. (CASTROFLORIO, PARRINI, ROSSINI, 2024) A rotação com alinhadores é mais lenta e menos previsível do que com aparelhos fixos, sendo limitada a cerca de 2° por alinhador, ou idealmente 1,2° para um melhor controle, e como alternativa, botões e correntes elásticas podem ser utilizados para facilitar a rotação. Existem alguns fabricantes de alinhadores que permitem que a incorporação dos botões seja realizada, diretamente, sobre os alinhadores. Dessa forma, as pressões para a execução do movimento seriam mais intensas e de forma mais previsível, sendo o plástico do alinhador utilizado para estabilizar os dentes de ancoragem, resistindo ao momento das forças rotacionais. Todavia, a incorporação de botões, colados diretamente ao esmalte dentário, pode ser realizada de forma rápida, previsível e eficiente, sendo, contudo, indicada para casos de rotações severas. (CETTA, 2022).

Em casos de mordida profunda, uma ferramenta para correção é o “attachment” otimizado para correção da mordida profunda. Ele apresenta formato elipsoidal com bisel voltado para a região cervical, sendo geralmente posicionado nos pré-molares superiores e inferiores, podendo ser colocado em caninos e molares. Sua ativação ocorre com, no mínimo, 0,5 milímetros de intrusão anterior ou 0,5 milímetros de extrusão posterior, e a velocidade máxima recomendada para esse movimento é de 0,25 milímetro por estágio. (GOMES, et al, 2022). Para que o movimento dentário seja eficaz, é fundamental garantir a ancoragem adequada, podendo realizar os movimentos dentários de forma sequencial em um padrão de estágio chamado “padrão sapo” (“frog pattern”), no qual incisivos e caninos são intruídos separadamente e em ciclos. Já a extrusão dos dentes posteriores pode ser planejada utilizando-se um padrão em “V” de movimentação, em que se inicia com os elementos mais posteriores, seguidos, sucessivamente, pelos seus adjacentes mesiais, garantindo uma movimentação

sequencial. Todavia, quando comparados aos “attachments” convencionais retangulares e biselados, os “attachments” otimizados para correção da mordida profunda, por apresentarem seus tamanhos e espessuras reduzidas, poderiam favorecer às perdas do “tracking”, principalmente nas regiões dos primeiros pré molares inferiores, quando há intrusão dos caninos e incisivos inferiores. Sendo assim, para a correção das mordidas profundas de maiores magnitudes, os “attachments” convencionais retangulares deveriam ser os indicados. (WANG, et al, 2025).

Além disso, o uso de “power ridges” e a aplicação de torque positivo durante toda a retração dos incisivos ajudam a manter um melhor controle da sobremordida. “Bite ramps” são também muito bem vindos como auxiliares para a intrusão dos incisivos inferiores. Dispositivos de ancoragem temporária (TADs), podem ser instalados na região anterior para fornecer uma força adicional de intrusão e um torque lingual nas raízes dos dentes anteriores. (WANG, et al, 2025).

Para dentes que serão verticalizados, recomenda-se os “attachments” de controle radicular otimizados, que são projetados para oferecer maior controle méso-distal do ápice radicular em dentes como caninos, pré-molares e incisivos centrais superiores, visto que os mesmos criam múltiplos pontos de contato, gerando momentos que favorecem o movimento controlado das raízes, o que é especialmente útil em casos de fechamento de espaços, verticalização méso-distal da raiz, movimentação de corpo do dente e ajuste da linha média dentária. Todavia, para inclinações méso-distais radiculares superiores a 5°, tais “attachments”, graças aos seus tamanhos reduzidos, além de não produzirem os movimentos desejados, poderiam implicar em perdas de “tracking” dos alinhadores, devendo ser substituídos pelos “attachments” retangulares verticais convencionais, com maiores retenção e superfícies contralaterais para aplicação das cargas necessárias. (NOAR, SHARMA, ROBERTS-HARRY, QURESHI, 2015).

Os power ridges são recursos mais recentes aplicados em alinhadores, formados por uma cavidade negativa no modelo que, ao ser plastificado, gera uma zona de pressão localizada no alinhador. Originalmente, foram desenvolvidos para melhorar o controle da raiz durante os movimentos de inclinação dos incisivos, aplicando força extra na região radicular. Com o tempo, sua aplicação foi ampliada para aprimorar o

controle de torque (acima de 3 graus), estabilizar o eixo vertical dos incisivos e auxiliar em movimentos combinados de retração com intrusão. (RIBEIRO, et al, 2023) Em casos com necessidade de emprego de torque lingual sobre os incisivos superiores, ao se comparar o emprego de “attachments” convencionais versus “power ridges” não foi evidenciada diferenças significativas na acurácia do movimento (SIMON, et al, 2014). Os “power ridges” são utilizados, principalmente, para melhorar o controle de torque e a intrusão dos incisivos, especialmente em casos de retração dentária, podendo proporcionar maior deformação do alinhador, o que resultaria em forças mais intensas e maior eficácia no controle radicular dos incisivos centrais superiores. No entanto, essa maior deformação pode levar à perda de “tracking”, que ocorre quando o alinhador não se ajusta corretamente à anatomia dos dentes, prejudicando o encaixe e a previsibilidade do movimento. Essa perda de “tracking” pode apresentar-se de forma importante, quando associa-se os “power ridges” com mecânica de elásticos de classe II. Assim, embora “power ridges” sejam indicados para alguns movimentos de intrusão e controle de torque, seu uso deve ser planejado para evitar efeitos indesejados de encaixe, equilibrando a altura dos “power ridges” e a espessura do alinhador ou até a substituição dos mesmos por “attachments” convencionais retangulares, que melhoram o contato do alinhador com os dentes. (CHENG, et al, 2022).

5 Conclusão

A utilização de alinhadores ortodônticos tem se consolidado como uma alternativa eficaz e estética aos aparelhos fixos convencionais, especialmente diante da crescente demanda por tratamentos menos invasivos e mais confortáveis. A literatura analisada nesta revisão evidencia que, embora os alinhadores apresentem previsibilidade satisfatória para determinados tipos de movimentações, ainda há limitações em movimentos mais complexos.

Além disso, o tempo de tratamento com alinhadores é uma medida variável, impactada pela variabilidade e escolha dos protocolos, planejamento correto, colaboração do paciente, experiência do ortodontista e particularidades de cada caso, que, então, impactam significativamente os resultados clínicos.

Portanto, tendo em vista que os alinhadores ganharam espaço no mercado ortodôntico e que já existe na literatura uma série de estudos acerca da sua empregabilidade e tecnologias envolvidas, faz-se necessário a capacitação dos cirurgiões-dentistas para atender a demanda dos pacientes que buscam esse tratamento. Da mesma maneira, cada vez mais, os ortodontistas precisam oferecer em seus consultórios, tal modalidade de tratamento. Apesar dos avanços tecnológicos, a previsibilidade das movimentações ortodônticas com alinhadores ainda depende de uma criteriosa seleção de casos e do acompanhamento contínuo durante o tratamento.

Apesar das limitações dos alinhadores, para movimentos dentários específicos, sua constante evolução demonstra sanar algumas dessas dificuldades, de modo que, um bom planejamento, associado à colaboração do paciente, possam implicar em tratamentos cada vez mais eficazes e previsíveis.

Referências

ABDELKADER, Fatma et al. Predictability of Aligners in Incisor Extrusion and Molar Intrusion Movements: A Systematic Review of in Vitro Studies. **Saudi Journal of Oral Dental Research**, v. 9, n. 8, p. 167-174, 2024.

BRUNI, Alessandro et al. Predictability of maxillary dentoalveolar expansion with clear aligners in patients with mixed dentition. **Korean Journal of Orthodontics**, v. 55, n. 2, p. 85, 2024.

BUSCHANG, Peter H. et al. Comparative time efficiency of aligner therapy and conventional edgewise braces. **The Angle Orthodontist**, v. 84, n. 3, p. 391-396, 2014.

CASTILHOS, Jussimar Scheffer et al. Accessories in clear aligner therapy: Laypeople's expectations for comfort and satisfaction. **Journal of Dental Research, Dental Clinics, Dental Prospects**, v. 18, n. 2, p. 102, 2024.

CASTROFLORIO, Tommaso; PARRINI, Simone; ROSSINI, Gabriele. Aligner biomechanics: where we are now and where we are heading for. **Journal of the World Federation of Orthodontists**, v. 13, n. 2, p. 57-64, 2024.

CETTA, Christopher. Clinical pearl: incorporating button auxiliaries with aligners for severe rotations. **Orthodontic products**, 28 Abr. 2022. Disponível em: <https://orthodonticproductsonline.com/clinical-tips/aligner-treatment/clinical-pearl-incorporating-button-auxiliaries-with-aligners-for-severe-rotations/>
Acessado em 20 Abr 2025

CHENG, Yuxun et al. The three-dimensional displacement tendency of teeth depending on incisor torque compensation with clear aligners of different thicknesses in cases of extraction: a finite element study. **BMC oral health**, v. 22, n. 1, p. 499, 2022.

COUTO, Bárbara Linhares Brazil; ABREU, Lucas Guimarães. Comparação entre alinhadores ortodônticos e aparelhos ortodônticos fixos convencionais:: uma revisão sistemática e meta-análise. **Arquivos em Odontologia**, v. 56, 2020.

DAI, Fan-Fan; XU, Tian-Min; SHU, Guang. Comparison of achieved and predicted tooth movement of maxillary first molars and central incisors: first premolar extraction treatment with Invisalign. **The Angle Orthodontist**, v. 89, n. 5, p. 679-687, 2019.

DALAIE, Kazem; GHAFFARI, Samin. Importance of attachments in treatment with clear aligners: A narrative review. **Journal of Dental School**, v. 38, n. 1, p. 41-47, 2020.

DIANISKOVA, Simona et al. Treatment of mild Class II malocclusion in growing patients with clear aligners versus fixed multibracket therapy: A retrospective study. **Orthodontics & Craniofacial Research**, v. 25, n. 1, p. 96-102, 2022.

FEU, Daniela et al. Esthetic perception and economic value of orthodontic appliances by lay Brazilian adults. **Dental Press Journal of Orthodontics**, v. 17, p. 102-114, 2012.

GALAN-LOPEZ, Lidia; BARCIA-GONZALEZ, Jorge; PLASENCIA, Eliseo. A systematic review of the accuracy and efficiency of dental movements with Invisalign®. **The Korean Journal of Orthodontics**, v. 49, n. 3, p. 140-149, 2019.

GOMES, Daniela Cristina Barbosa Alves et al. Descrição dos attachments utilizados no tratamento com alinhadores ortodônticos. Monografia (especialização). Universidade Federal de Minas Gerais. 2022.

GRÜNHEID, Thorsten; LOH, Charlene; LARSON, Brent E. How accurate is Invisalign in nonextraction cases? Are predicted tooth positions achieved? **The Angle Orthodontist**, v. 87, n. 6, p. 809-815, 2017.

HOULE, Jean-Philippe et al. The predictability of transverse changes with Invisalign. **The Angle Orthodontist**, v. 87, n. 1, p. 19-24, 2017.

KRAVITZ, Neal D. et al. How well does Invisalign work? A prospective clinical study evaluating the efficacy of tooth movement with Invisalign. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, v. 135, n. 1, p. 27-35, 2009.

KRAVITZ, Neal D. et al. What percentage of patients switch from Invisalign to braces? A retrospective study evaluating the conversion rate, number of refinement scans, and length of treatment. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, v. 163, n. 4, p. 526-530, 2023.

KRIEGER, Elena et al. Invisalign® treatment in the anterior region. **Journal of Orofacial Orthopedics/Fortschritte der Kieferorthopädie**, p. 1-12, 2012.

LIVAS, Christos et al. Perceived esthetics and value of clear aligner therapy systems: A survey among dental school instructors and undergraduate students. **Dental press journal of orthodontics**, v. 28, n. 03, p. e232225, 2023.

MEHTA, Shivam; PATEL, Dolly; YADAV, Sumit. Staging orthodontic aligners for complex orthodontic tooth movement. **Turkish Journal of Orthodontics**, v. 34, n. 3, p. 202, 2021.

MENDES RIBEIRO, Suelly Maria et al. Orthodontic aligners: between passion and science. **Dental Press Journal of Orthodontics**, v. 28, n. 6, p. e23spe6, 2023.

NOAR, J. H. et al. A discerning approach to simple aesthetic orthodontics. **British Dental Journal**, v. 218, n. 3, p. 157-166, 2015.

PAPADIMITRIOU, Aikaterini et al. Clinical effectiveness of Invisalign® orthodontic treatment: a systematic review. **Progress in Orthodontics**, v. 19, p. 1-24, 2018.

PAPAGEORGIU, Spyridon N. et al. Treatment outcome with orthodontic aligners and fixed appliances: a systematic review with meta-analyses. **European Journal of Orthodontics**, v. 42, n. 3, p. 331-343, 2020.

PHAN, Xiem; LING, Paul H. Clinical limitations of Invisalign. **Journal of the Canadian Dental Association**, v. 73, n. 3, 2007.

RAJAN, Nancy; WEIR, Tony; MEADE, Maurice J. Efficacy of planned moderate to severe torque changes in maxillary central incisors with the Invisalign appliance: a retrospective investigation. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, v. 166, n. 4, p. 375-383, 2024.

ROSSINI, Gabriele et al. Efficacy of clear aligners in controlling orthodontic tooth movement: a systematic review. **The Angle Orthodontist**, v. 85, n. 5, p. 881-889, 2015.

ROSSINI, Gabrielle et al. Controlling orthodontic tooth movement with clear aligners. **Journal of Aligner Orthodontic**, v. 1, n. 1, p. 7-20, 2017.

SFONDRINI, Maria Francesca et al. Buccolingual inclination control of upper central incisors of aligners: a comparison with conventional and self-ligating brackets. **BioMed Research International**, v. 2018, n. 1, p. 9341821, 2018.

SIMON, Mareike et al. Treatment outcome and efficacy of an aligner technique—regarding incisor torque, premolar derotation and molar distalization. **BMC Oral Health**, v. 14, p. 1-7, 2014.

WANG, Yan et al. Expert consensus on the clinical strategies for orthodontic treatment with clear aligners. **International Journal of Oral Science**, v. 17, n. 1, p. 19, 2025