



UNIVERSIDADE
FERNANDO
PESSOA

COMPARAÇÃO DO TRATAMENTO ORTODÔNTICO CONVENCIONAL COM O TRATAMENTO POR ALINHADORES - REVISÃO NARRATIVA

[Comparison of conventional orthodontic treatment with aligner treatment - narrative
review]

Dissertação de Mestrado

[Mestrado Integrado em Medicina Dentária]

Zakaria Oubihi

Orientadora:

Doutora Vanda Maria Urzal de Carvalho

Setembro 2024

**COMPARAÇÃO DO TRATAMENTO ORTODÔNTICO
CONVENCIONAL COM O TRATAMENTO POR ALINHADORES -
REVISÃO NARRATIVA**

[Comparison of conventional orthodontic treatment with aligner treatment - narrative
review]

Dissertação de Mestrado

[Mestrado Integrado em Medicina Dentária]

Zakaria Oubihi

Orientadora:

Doutora Vanda Maria Urzal de Carvalho

Setembro 2024

Aos meus queridos pais, aos meus irmãos, a quem agradeço, e a todas as pessoas que me apoiaram ao longo desta longa jornada, vocês permitiram-me superar tantas provações.

AGRADECIMENTOS

Um profundo agradecimento para a minha orientadora de tese e professora de Ortodontia, Doutora Vanda Urzal. A sua orientação preciosa e benevolência ao longo de toda a redação desta tese foram preciosas. A Professora Urzal não só me forneceu a orientação académica necessária, mas também um apoio moral constante, encorajando-me a superar os desafios e a manter uma alta motivação. Sempre me encorajou a terminar de forma rápida e eficiente, e por isso, estou-lhe infinitamente grato. Muito obrigado, Professora, por acreditar em mim e pelas suas palavras de incentivo que muitas vezes foram o impulso necessário para continuar.

Profunda gratidão para todos os docentes da Faculdade de Ciências da Saúde, assim como para os funcionários, que estiveram sempre presentes, apesar da barreira da língua e da separação das nossas famílias. Os seus esforços incansáveis e o apoio constante, foram pilares essenciais para o sucesso deste empreendimento académico. A generosidade e compreensão demonstradas por todos foram fundamentais para a minha adaptação e progresso durante estes anos de estudo.

Também quero expressar a minha gratidão ao meu Senhor, criador do mundo e do Universo, por todas as bênçoes que me concedeu na vida, especialmente a minha saúde. A minha fé foi um pilar essencial durante todo este percurso, dando-me força nos momentos de fraqueza e orientando-me em todas as decisões. Al Hamdoulillah, por tudo o que me foi concedido e por todas as oportunidades que me permitiram chegar até aqui.

Agradeço aos meus pais, El Hachm e Saadia, pela educação que me transmitiram e pelo seu apoio infalível em tudo o que empreendo. A vossa dedicação e sacrifício foram fundamentais para o meu sucesso. Sempre me apoiaram, mesmo nos momentos difíceis, o que me fez lutar sempre por vocês. A vossa presença constante e o vosso amor incondicional deram-me a força necessária para enfrentar todos os desafios. Embora não tenham tido a oportunidade de estudar, a vossa sabedoria e orientação foram inestimáveis. Espero ter-vos deixado orgulhosos, pois sem vocês, nada teria sido possível. Agradeço a Deus por me ter dado pais como vocês, e espero trazer-vos muita felicidade no futuro e compensar o tempo passado longe de casa, em Portugal.

Agradeço também aos meus dois exemplares irmãos mais novos, Ibrahim e Adam, pelo apoio ao longo dos meus estudos. Vocês foram uma fonte constante de inspiração e motivação. A vossa companhia e encorajamento ajudaram-me a perseverar nos momentos mais difíceis. Espero ter-vos deixado orgulhosos e mostrado o caminho certo para os vossos estudos também. De todo o coração, espero que sigam o mesmo caminho que eu e saibam que nunca vos abandonarei. O vosso sucesso será sempre uma das minhas maiores alegrias.

Gostaria também de agradecer a todos os membros da minha família: os meus tios, as minhas tias, o meu avô ainda vivo, assim como os meus outros três avós falecidos, que Deus tenha a sua alma (Allah y Rehmhoum), e os meus primos que também sempre me apoiaram. A vossa fé em mim e o vosso apoio contínuo foram cruciais para a minha jornada. A ligação familiar e o sentimento de pertença que vocês proporcionam são inestimáveis. A vossa presença na minha vida é uma das minhas maiores bênçãos.

Finalmente, gostaria de expressar a minha gratidão aos meus amigos que me apoiaram nos estudos, tanto em França como em Portugal. A amizade e o apoio que recebi de cada um de vocês foram indispensáveis para superar os desafios académicos e pessoais. Um agradecimento especial vai para Alex Tag, que se tornou mais do que um amigo, um

irmão para mim. Sem ele, nada teria sido possível. Ele sempre me apoiou e esteve ao meu lado nos estudos como um irmão mais velho. A sua presença constante, os seus conselhos sábios e a sua capacidade de me motivar foram fundamentais. Muito obrigado do fundo do coração, e espero que a nossa amizade dure para sempre.

Quero também agradecer a todos os meus amigos e colegas de turma que me acompanharam durante este percurso. O apoio e os incentivos que recebi de cada um de vocês foram indispensáveis para superar os desafios académicos e pessoais que encontrei pelo caminho. A todos aqueles que partilharam momentos de dúvida e sucesso comigo, que ofereceram conselhos, revisões de última hora ou simplesmente uma escuta atenta, a vossa presença foi preciosa.

Em particular, quero mencionar os meus amigos da universidade que souberam tornar este percurso menos solitário e mais enriquecedor. A todos os meus colegas de investigação e de aula, as vossas ideias, críticas construtivas e colaboração foram essenciais para o desenvolvimento do meu trabalho.

Ao pessoal administrativo e aos técnicos de laboratório, um grande obrigado pela vossa assistência diária e pelo apoio logístico, que permitiram o bom desenrolar das minhas pesquisas.

Não posso esquecer de agradecer a todas as instituições e organizações que financiaram e apoiaram os meus estudos e pesquisas. A contribuição delas foi determinante para a realização desta tese.

Também todos aqueles que não mencionei, mas que de alguma forma contribuíram para este projeto, saibam que vos sou profundamente grato. Cada um de vocês desempenhou um papel nesta aventura, e por isso, agradeço-vos.

Finalmente gostaria de expressar a minha profunda gratidão a Portugal, o meu terceiro país, pela oportunidade inestimável que me proporcionou para eu seguir esta área. Este país acolhedor ofereceu-me um ambiente propício ao estudo e à realização dos meus sonhos. Sem Portugal, a concretização deste sonho não teria sido possível. Apaixonei-me por este país, pelos seus habitantes calorosos e acolhedores, que me lembram o meu país de origem, Marrocos. A cultura, a hospitalidade e a beleza natural de Portugal deixaram uma marca inextinguível em mim. Voltarei certamente a este país, no futuro, para passar férias, pois tornou-se uma profunda paixão

RESUMO

Objetivo: Este trabalho visa comparar os tratamentos ortodônticos convencionais com o dos alinhadores transparentes, na correção das más oclusões. A revisão foi baseada em estudos publicados nos últimos dez anos, extraídos das bases de dados PubMed, Cochrane Library e Lilacs. Estudos envolvendo pacientes com anomalias craniofaciais ou que tinham recebido tratamento ortodôntico foram excluídos. As palavras-chave utilizadas foram "ortodontia convencional", "alinhadores transparentes", "eficácia" e "más-oclusões".

Metodologia: Uma revisão da literatura foi realizada para avaliar e comparar os resultados das duas abordagens terapêuticas. Os artigos foram selecionados de acordo com os critérios de inclusão e exclusão. **Resultados:** Os alinhadores transparentes oferecem vantagens similares aos métodos convencionais em determinados tipos de más oclusões, proporcionando um maior estética e conforto para os pacientes. No entanto, a sua eficácia depende do grau de cooperação do paciente. **Conclusão:** Este estudo ao efetuar uma análise comparativa dos tratamentos ortodônticos convencionais e dos alinhadores transparentes, facilita a escolha do tratamento ortodôntico com base na eficácia, conforto e preferências estéticas dos pacientes.

Palavras-chave: "tratamento ortodôntico convencional"; "alinhadores transparentes"; "eficácia"; "má oclusão".

ABSTRACT

Objective: This study aims to compare the conventional orthodontic treatments with that of transparent aligners for correcting the malocclusions. The review was based on studies published in the last ten years, extracted from the PubMed, Cochrane Library and Lilacs databases. Studies involving patients with craniofacial anomalies or who had received previous orthodontic treatment were excluded. The keywords used were “conventional orthodontics”, “clear aligners”, “efficacy” and “malocclusion”. **Methodology:** A literature review was carried out to evaluate and compare the results of the two therapeutic approaches. Articles were selected according to the inclusion and exclusion criteria. **Results:** Transparent aligners offer similar advantages to conventional methods in certain types of malocclusions, providing advantages such as greater aesthetics and comfort for patients. However, their effectiveness depends on the degree of patient compliance. **Conclusion:** This study provides a comparative analysis of conventional orthodontic treatments and transparent aligners, guiding the choice of treatment based on effectiveness, comfort and patient aesthetic preferences.

Keywords: “conventional orthodontic treatment”; “aligners”; “effectiveness”; “malocclusion”.

ÍNDICE GERAL

1- INTRODUÇÃO	1
2- MATERIAIS E MÉTODOS	3
2.1 - Estratégia de pesquisa.....	3
2.2 - Seleção dos estudos	3
3- DEFINIÇÃO DE MÁ OCLUSÃO	5
3.1 - Tipo de más oclusões.....	5
3.2 - Causas das más oclusões	5
4- MATERIAIS DE CONFEÇÃO DOS DISPOSITIVOS ORTODÔNTICOS.....	7
4.1 - Ortodontia convencional fixa.....	7
4.1 - Ortodontia com alinhadores.....	7
5- VANTAGENS E LIMITAÇÕES	9
5.1 - Ortodontia convencional fixa	9
5.2 - Ortodontia com alinhadores	12
6- ORTODONTIA CONVENCIONAL FIXA/ ALINHADORES	15
6.1 - Eficácia.....	15
6.3 - Mecânica dos movimentos dentários.....	20
6.4 - Estética.....	21
6.5 - Conforto.....	22
6.6 - Complexidade	22
6.7 - Custos	23
7- RESULTADOS.....	25
7.1 - Hennessy et al., 2016.....	25
7.2 - Chhibber et al., 2020.....	25
7.3 - Melo et al., 2021	26
7.4 - Alfawal et al., 2022.....	26
7.5 - Lin et al., 2022	27
7.6 - Jabber et al., 2023	27
8- DISCUSSÃO	29
9- CONCLUSÃO	33
10 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	35

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Estratégia da pesquisa bibliográfica.....	3
Tabela 2 - Vantagens e limitações dos aparelhos ortodônticos fixos.....	11
Tabela 3 - Comparação dos movimentos dentários com alinhadores e aparelhos fixos .	18
Tabela 4 - Estudo proclinação dos incisivos mandibulares com alinhadores e aparelhos fixos	25
Tabela 5 - Estudo de impacto dos aparelhos fixos e Invisalign na higiene oral.....	25
Tabela 6 - Estudo de impacto dos tratamentos ortodônticos na fala	26
Tabela 7 - Estudo de qualidade de vida e retenção após tratamento com Invisalign e aparelhos fixos.....	27
Tabela 8 - Estudo de comparação da qualidade dos casos finais entre Invisalign e aparelhos fixos.....	27
Tabela 9 - Estudo de gestão do apinhamento severo com alinhadores e aparelhos fixos	28

LISTA DE SIGLAS SIMBOLOS E ACRÓNIMOS

AT - Alinhadores transparentes

ATM - Articulação Temporomandibular

CAD/CAM - *Computer aided design - computer aided manufacturing*

CBCT- *Cone Beam Computed Tomography*

FDA - *Food and Drug Administration*

HO - Higiene oral

QV - Qualidade de vida

LILACS - *Latin American and Caribbean Health Sciences Literature*

MO - Má oclusão

PubMed - *Public Medical Literature*

TO - Tratamento ortodôntico

TP - *Tooth Positioner*

♂ - Masculino

♀ - Feminino

1 - INTRODUÇÃO

A má oclusão (MO) representa um desvio em relação a uma oclusão ideal. Engloba diversos tipos de problemas, nomeadamente dentes desalinhados, diastemas, mordidas cruzadas e mordidas abertas, que podem causar alterações funcionais e estéticas. Embora muitas anomalias estejam dentro da variação biológica normal, entre os indivíduos, a MO dentária é extremamente frequente entre crianças e adolescentes em todo o mundo. Esta condição está associada a problemas orais, e tem um impacto significativo na saúde psicológica, social e funcional dos pacientes, bem como na sua percepção de inteligência. Esses aspetos psicológicos, sociais e funcionais são agrupados sob o termo qualidade de vida relacionada com a saúde oral (Abbate et al., 2015; Cardoso et al., 2020)

A aparência de um sorriso é essencial para a comunicação interpessoal. Consequentemente muitos adultos procuram tratamentos ortodônticos (TO) que preservem a estética facial (Melo et al., 2021). Existe uma grande variedade de técnicas ortodônticas disponíveis, e a escolha do método depende do tipo de MO, da presença de problemas associados, bem como das exigências estéticas e funcionais dos pacientes. Entre essas técnicas, os aparelhos fixos continuam a ser os mais comumente utilizados para tratar adolescentes e adultos. Muitas pesquisas estudaram o efeito dos aparelhos fixos na qualidade de vida dos pacientes, examinando tanto os impactos a curto prazo como a longo prazo. No entanto, esses aparelhos, embora eficazes, podem ser entendidos como inestéticos e desconfortáveis, originando uma maior procura por soluções alternativas (Pinho et al., 2022).

O TO visa corrigir as más oclusões e melhorar a função e a estética dentária. Os aparelhos fixos convencionais, compostos por *brackets* e fios metálicos, foram durante muito tempo a norma em ortodontia. Ao longo das últimas duas décadas, a ortodontia passou por avanços notáveis graças à introdução de novos materiais e técnicas inovadoras. Entre esses avanços, os alinhadores transparentes (AT) destacaram-se por oferecerem uma alternativa de tratamento que prioriza a estética, a higiene e o conforto. Essa abordagem atrai especialmente os pacientes adultos, que, num contexto de melhoria do padrão de vida e de maior pressão sobre a aparência, procuram soluções de tratamento mais discretas e invisíveis (Gao et al., 2021). No entanto, com os avanços tecnológicos, os AT,

Comparação do tratamento ortodôntico convencional com o tratamento por alinhadores - revisão narrativa como o sistema Invisalign[®], emergiram como uma alternativa cada vez mais popular, especialmente para os pacientes adultos preocupados com a estética e o conforto durante o tratamento (Rossini et al., 2015; Weir, 2017).

Em 1945, o Dr. Harold Kesling introduziu o conceito de aparelhos ortodônticos transparentes para corrigir dentes desalinhados (Argawal., 2023), inicialmente utilizando dispositivos conhecidos como posicionadores dentários, usados para pequenos movimentos dentários (Weir, 2017). No entanto, o desenvolvimento significativo dessa técnica ocorreu mais tarde, quando, em 1998, a Align Technology Inc. lançou o sistema Invisalign[®], que foi inicialmente destinado ao tratamento de casos leves de apinhamento ou espaçamento dentário (Ke et al., 2019).

Graças aos avanços nos materiais e no design computacional dos movimentos dentários, as indicações para os alinhadores transparentes (AT) expandiram-se. Estes são goteiras de plástico termoformadas, as quais movem gradualmente os dentes para a sua posição ideal. Essa tecnologia oferece uma alternativa discreta e removível em relação aos aparelhos fixos tradicionais. Com o aumento do número de adultos a solicitarem TO, a procura por soluções mais estéticas e confortáveis aumentou significativamente.

Este estudo explora e compara os diferentes tipos de tratamento ortodôntico para as más oclusões, com o objetivo de fornecer informações valiosas, para a tomada de decisão sobre o tratamento. Beneficia-se assim a abordagem ortodôntica para cada caso específico, ao considerar tanto os benefícios estéticos como funcionais para os pacientes.

2 - MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 - Estratégia de pesquisa

A pesquisa foi realizada nas bases de dados eletrônicas: PubMed, *Cochrane Library* e *LILACS*. Os termos de pesquisa utilizados foram: «orthodontic», «treatment», «aligner» ou «clear aligner» e «malocclusion», combinados através dos operadores booleano "AND" e "OR". Os filtros utilizados foram: estudos clínicos randomizados, e o limite temporal foi desde 2014 até Abril de 2024 (cf. Tabela 1).

Tabela 1

Estratégia da pesquisa bibliográfica.

Base de dados	Chaves de pesquisa
	(((orthodontic) OR (treatment)) AND ((orthodontic) AND (aligner))) = 126 (((orthodontic treatment) AND (fixed appliances))) OR (orthodontic treatment) AND (aligners) = 116
PubMed - 256	(((orthodontic treatment[Title/Abstract]) AND (fixed appliances[Title/Abstract]))) OR (orthodontic treatment[Title/Abstract]) AND (aligners[Title/Abstract]) = 14
	#1 orthodontic or treatment #2 clear aligner OR aligner #3 malocclusion
Cochrane Library - 66	#4 #1 AND #2 AND #3
LILACS - 16	Orthodontic [Palavras] AND clear aligners [Palavras] AND malocclusion

2.2 - Seleção dos estudos

Como critérios de inclusão foram selecionados estudos com pacientes adultos ou crianças com má oclusão, estudos com tratamentos ortodônticos convencionais e alinhadores. Os critérios de exclusão foram: estudos que envolvessem pacientes com deformidades dento-faciais, estudos que incluíssem história de cirurgia ou trauma nas estruturas faciais, e pacientes com doenças sistêmicas que afetassem o crescimento craniofacial.

A análise inicial das bases de dados eletrônicas resultou num total de 338 artigos. Depois da remoção dos estudos duplicados, foram analisados os títulos e resumos dos 76 artigos.

Comparação do tratamento ortodôntico convencional com o tratamento por alinhadores - revisão narrativa

Aplicando-se os critérios de exclusão e inclusão, identificaram-se 6 artigos potencialmente relevantes. Os textos completos desses artigos foram submetidos a uma avaliação minuciosa.

3 - DEFINIÇÃO DE MÁ OCLUSÃO

A MO é um desvio em relação a uma oclusão ideal ou a uma norma socialmente aceita. Muitas anomalias encontram-se dentro da variação biológica normal entre os indivíduos. É comum entre crianças e adolescentes em todo o mundo e afeta não só a saúde oral, mas também tem um impacto significativo na saúde psicológica, social e funcional, bem como na percepção da inteligência. Estes aspectos são referidos como qualidade de vida relacionada com a saúde oral (Jaber et al., 2023).

As características da MO incluem várias anomalias, como dentes desalinhados, diastemas irregulares, mordidas cruzadas, mordidas abertas e desvios no alinhamento da mandíbula. Estes problemas podem interferir com a função oral, incluindo a capacidade de mastigar corretamente. A MO também tem implicações estéticas, podendo alterar a aparência do sorriso (Chhibber et al., 2018; Melo et al., 2021). Podem então provocar um impacto significativo na qualidade de vida (QV) relacionada à saúde oral, especialmente em relação à dor física e às limitações funcionais. Diversos estudos destacam que a má oclusão pode influenciar negativamente os aspectos psicológicos, sociais e funcionais dos pacientes (De Zotti et al., 2022; Jaber et al., 2022).

3.1 - Tipo de más oclusões

As MO dentárias são classificadas em diferentes grupos. A Classe I caracteriza-se por uma relação normal entre os primeiros molares superiores e inferiores, embora possam existir outras anomalias, como o apinhamento dentário ou diastemas, que necessitem de correção (Jaber et al., 2022). A Classe II envolve uma sobremordida horizontal significativa, onde os dentes anteriores superiores sobrepõem-se excessivamente aos inferiores, frequentemente associada à retrusão mandibular (Zotti et al., 2022). Por outro lado, a Classe III caracteriza-se por uma relação inversa entre as arcadas dentárias, com os molares inferiores posicionados à frente dos superiores, frequentemente associada a uma mordida cruzada anterior, o que pode exigir tratamentos mais complexos (Zotti et al., 2022).

3.2 - Causas das más oclusões

As causas das MO dentárias são múltiplas e envolvem fatores tanto genéticos como ambientais. O desenvolvimento dos maxilares desempenha um papel crucial no alinhamento dentário, e as variações no crescimento podem influenciar a necessidade de correção ortodôntica, através de alinhadores transparentes (Weir, 2017). A inflamação

periodontal, especialmente em adolescentes sob tratamento ortodôntico, pode interferir na saúde dentária e potencialmente influenciar o desenvolvimento de más oclusões (Abbate et al., 2015). A importância do tratamento precoce nas más oclusões funcionais, como a mordida cruzada, pode evitar desarmonias faciais mais severas e complicações oclusais futuras (De Zotti et al.; 2022).

As MO dentárias podem ser influenciadas por diversos fatores, incluindo hábitos orais prolongados durante a infância. Práticas como a sucção digital e o uso prolongado de chupetas podem alterar o desenvolvimento oclusal, resultando em MO, como mordida cruzada ou protrusão dos incisivos. Além disso, a respiração oral crônica, frequentemente associada a obstruções nasais, pode interferir no crescimento normal dos maxilares, contribuindo para o apinhamento dentário e outras disfunções oclusais (De Zotti et al., 2022).

A higiene oral (HO) deficiente pode agravar os problemas associados às MO, pois a acumulação de placa bacteriana influencia diretamente a saúde periodontal, que também pode ser um fator no desenvolvimento ou agravamento da má oclusão. Pacientes que utilizam aparelhos ortodônticos fixos apresentam uma maior tendência à acumulação de placa e inflamação gengival, o que pode impactar negativamente o alinhamento dentário e a estrutura óssea de suporte. Isso demonstra que, além dos fatores genéticos e ambientais, a saúde periodontal desempenha um papel crítico no desenvolvimento e na progressão das más oclusões (Abbate et al., 2015).

4 - MATERIAIS DE CONFEÇÃO DOS DISPOSITIVOS ORTODÔNTICOS

4.1- Ortodontia convencional fixa

O TO desempenha um papel fundamental na odontologia moderna, corrigindo vários tipos de MO e melhorando a estética dentária. O seu principal objetivo é obter um alinhamento dentário adequado e uma oclusão equilibrada, factos que melhoram tanto a função oral como a aparência do sorriso do paciente (Alam et al., 2024). O TO fixo envolve o uso de *brackets* metálicos ou de cerâmica, colados na superfície dos dentes, conectados por fios metálicos que exercem forças contínuas para mover os dentes para as posições desejadas (Hennessy et al., 2016). Este tipo de tratamento é eficaz para uma ampla gama de MO, sendo particularmente útil em casos que requerem movimentos dentários complexos e ajustes finos (Alfawal et al., 2022). Os aparelhos fixos proporcionam melhor controlo dos contatos oclusais e do torque dentário (Ke et al., 2019). Apesar da sua visibilidade oferecem resultados previsíveis e estáveis a longo prazo, sendo capazes de resolver casos ortodônticos severos (Melo et al., 2021).

Embora os *brackets* metálicos sejam os mais comuns, há também a opção de *brackets* cerâmicos, que proporcionam uma vantagem estética, pois assemelham-se à cor natural dos dentes, oferecendo uma aparência mais discreta durante o tratamento (Weir., 2017).

4.1 - Ortodontia com alinhadores

O TO com AT consiste na utilização de dispositivos removíveis que aplicam forças suaves e controladas aos dentes para movê-los gradualmente para as posições desejadas. Estes alinhadores, como o Invisalign, são quase invisíveis, oferecendo uma solução estética superior em comparação com os aparelhos fixos tradicionais (Jaber, 2022 ; Weir, 2017).

Os AT são fabricados de acordo com um protocolo específico; são goteiras de plástico transparente, individualizadas para cada paciente, que podem ser utilizadas com acessórios para melhorar o controlo do movimento dentário (Hennessy et al., 2016). Podem ser fabricados a partir de placas termoformadas compostas por polímeros específicos, permitindo uma maior flexibilidade; e personalizados a partir de modelos tridimensionais digitais, dos dentes do paciente. São criados utilizando uma máquina de termoformagem, como o Biostar[®], e aplicam forças leves e controladas para mover os dentes gradualmente para a posição desejada (Jaber et al., 2022).

Estes alinhadores são categorizados de acordo com a complexidade dos tratamentos que podem realizar. No caso de movimentos dentários menores, sistemas como o Originator, Simpli 5 e MTM Clear Aligner são frequentemente utilizados. Para os tratamentos mais complexos, o Invisalign, o ClearCorrect e o ClearPath utilizam tecnologias avançadas como o Computer aided design – computer aided manufacturing (CAD/CAM), que permite a simulação tridimensional dos movimentos dentários (Abbate., 2015; Weir., 2017).

Estes sistemas exigem que os pacientes utilizem os alinhadores entre 20 e 22 horas por dia, para garantir a eficácia do tratamento, com substituições regulares dos alinhadores (Weir., 2017; Abbate et al., 2015).

A introdução dos AT foi formalizada com a aprovação pela FDA (Food and Drug Administration) em 1998, para o uso do Sistema Invisalign pela Align Technology. No entanto, essa tecnologia já era utilizada, desde a introdução do *Tooth positioner* (TP), pelo Dr. Harold Kesling em 1945. Kesling apresentou o conceito de aparelhos ortodônticos transparentes para corrigir dentes desalinhados. Ortodontistas como Nahoum, Ponitz, McNamara, Sheridan e Truax também contribuíram para o desenvolvimento desses conceitos (Weir, 2017; Alfawal., 2022).

Desde a introdução do TP em 1945 pela TP Orthodontics, os aparelhos removíveis, semelhantes aos AT, têm sido utilizados para movimentos ortodônticos leves a moderados. O Sistema Invisalign, lançado em 1998 pela Align Technology, popularizou significativamente a terapia com AT, tornando-se um método comum na prática ortodôntica (Weir, 2017).

5 - VANTAGENS E LIMITAÇÕES

5.1. Ortodontia convencional fixa

Os aparelhos ortodônticos fixos oferecem uma abordagem eficaz para o tratamento de más oclusões, proporcionando uma correção previsível e estável. Esses dispositivos são indicados especialmente em casos que exijam maior controle dos movimentos dentários (Lin et al., 2022), permitindo um alinhamento preciso e eficiente. Contudo, o uso prolongado de aparelhos ortodônticos fixos pode comprometer temporariamente diversas funções, mas geralmente os seus efeitos são transitórios e gerenciáveis (Melo et al., 2021).

Os aparelhos ortodônticos fixos são amplamente reconhecidos pela sua capacidade de corrigir MO de forma eficaz, proporcionando resultados estáveis ao longo do tratamento. Uma das principais diferenças entre os aparelhos fixos e os alinhadores é o nível de dor e desconforto relatado pelos pacientes, sendo que os aparelhos fixos estão associados a uma maior intensidade de dor nas fases iniciais do tratamento. No entanto, esses aparelhos mantêm uma vantagem significativa em termos de controle dos movimentos dentários, o que é essencial na obtenção dos objetivos terapêuticos em casos complexos de MO. O uso prolongado dos aparelhos fixos também proporciona um controle contínuo sobre as forças aplicadas, permitindo um realinhamento dentário gradual e eficaz, ainda que o desconforto inicial seja maior em comparação com os AT. Estes resultados sublinham a importância de considerar o impacto clínico dos aparelhos fixos em termos de eficácia ortodôntica a longo prazo (Cardoso et al., 2020).

A robustez estrutural dos aparelhos ortodônticos fixos torna-os particularmente adequados para a realização de ajustes ortodônticos complexos, essenciais no tratamento de grandes MO. Essa capacidade de lidar com casos ortodônticos complexos deve-se ao facto de permitirem uma aplicação direcionada e controlada das forças ortodônticas. Essas forças são fundamentais para corrigir anomalias dentárias severas, onde movimentos dentários multidirecionais e multidimensionais são necessários (Lin et al., 2022). Estes conferem um controle preciso das forças aplicadas sobre os dentes. Essa característica é essencial para facilitar correções ortodônticas complexas, que seriam de outra forma difíceis de realizar. A capacidade de ajustar minuciosamente as forças ortodônticas permite não apenas alcançar objetivos específicos de tratamento, mas também assegurar ajustes ortodônticos precisos e eficazes, necessários para corrigir más oclusões complexas (Dahhas et al., 2023).

A flexibilidade e a adaptabilidade dos aparelhos ortodônticos fixos às exigências clínicas específicas, fazem deste tipo de tratamento indispensável para atender às necessidades individuais dos pacientes. Essa característica permite personalizar os planos de tratamento de acordo com as particularidades de cada caso, garantindo assim uma abordagem terapêutica minuciosa. Essa capacidade de atender às exigências específicas dos TO é crucial para garantir resultados ótimos e duradouros para cada paciente (Pinho et al., 2022).

Os aparelhos ortodônticos fixos oferecem um controle excepcionalmente rigoroso sobre a biomecânica dos movimentos dentários, facilitando a realização de ajustes ortodônticos precisos e complexos. Essa precisão é crucial para modular as forças aplicadas em cada dente individualmente, permitindo assim tratar eficazmente más oclusões severas e resolver anomalias dentárias específicas. A capacidade desses dispositivos de influenciar diretamente o vetor de força e a magnitude necessária para cada movimento dentário, é indispensável para obter resultados ortodônticos ótimos. Esse nível de controle detalhado dos parâmetros ortodônticos é corroborado por estudos que destacam a importância dessas características no manejo eficaz de casos ortodônticos complexos (Melo et al., 2021).

Os aparelhos ortodônticos fixos estão associados a um aumento significativo da acumulação de biofilme dentário ao redor dos *brackets* e dos arcos metálicos. O design destes dispositivos cria nichos retentivos, onde as ligaduras elásticas facilitam o acúmulo de resíduos alimentares e de placa bacteriana, que são difíceis de remover com técnicas de escovagem convencionais (Lin et al., 2022). Esta acumulação de biofilme pode desencadear um processo de desmineralização no esmalte dentário, resultando na formação de lesões de cárie incipiente, particularmente em volta dos *brackets* e das bandas ortodônticas (Chhibber et al., 2018). A desmineralização do esmalte é um problema clínico significativo, pois é o primeiro estágio da formação de cáries dentárias. Quando a placa bacteriana não é removida de forma eficaz, as bactérias produzem ácidos que diminuem o pH local e levam à perda de minerais do esmalte, especialmente nas regiões onde a HO é mais difícil de realizar. Este processo pode ser agravado pela dificuldade em acessar as áreas ao redor dos *brackets*, levando a uma progressão rápida das lesões cariosas (Lin et al., 2022).

Além da cárie dentária, a presença contínua de biofilme em torno dos aparelhos ortodônticos pode resultar na inflamação gengival e hiperplasia gengival. A inflamação

crônica das gengivas está associada ao acúmulo persistente de placa bacteriana, e estudos mostraram que pacientes com aparelhos fixos têm um risco maior de desenvolver doença periodontal durante o TO (Chhibber et al., 2018). A inflamação gengival prolongada, se não for tratada, pode levar a recessão gengival e até, em casos graves, à perda óssea. Além disso, a presença de *brackets* e fios ortodônticos interfere significativamente com a HO dificultando o uso adequado de escovas dentárias e fio dentário (Abbate et al., 2015; Lin et al., 2022). A desmineralização do esmalte, frequentemente visível na forma de manchas brancas, é uma complicação comum associada ao uso prolongado de aparelhos fixos, resultante da exposição contínua à placa bacteriana ao redor dos *brackets* e dos fios (Wang et al., 2020).

Resumindo os aparelhos fixos são eficazes para a correção de MO, mas as suas limitações e complicações, como o aumento do risco de cáries e doenças periodontais, bem como o desconforto mecânico, devem ser cuidadosamente gerenciados na prática clínica para assegurar a saúde oral dos pacientes durante o TO (Lin et al., 2022). Na tabela 2 descrevem-se as vantagens e limitações dos aparelhos ortodônticos fixos.

Tabela 2

Vantagens e limitações dos aparelhos ortodônticos fixos.

Vantagens	Limitações	Fonte
Resultados previsíveis e estáveis	Adaptação ao aparelho	Cardoso et al. (2020)
Controlo preciso do movimento	Efeito inicial na produção da fala	Melo et al. (2021)
Eficaz nas diversas más oclusões	Complicações a longo prazo	Lin et al. (2022)
Adequado para ajustes complexos		Buschang et al. (2022)
Utilizado em casos ortodônticos severos		Buschang et al. (2022)
Adaptável a exigências específicas		Pinho et al. (2022)
Permite um controlo robusto das forças aplicadas		Dahas et al. (2023)

5.2. Ortodontia com alinhadores

No campo da ortodontia moderna, os AT surgiram como uma alternativa aos aparelhos fixos tradicionais, oferecendo várias vantagens clínicas. Os tratamentos com alinhadores podem ser mais curtos do que aqueles com aparelhos fixos tradicionais. Isso se deve a vários fatores inerentes aos alinhadores. Primeiro, o planejamento digital avançado permite movimentos dentários mais precisos e eficazes. Segundo, os alinhadores exercem forças contínuas e controladas nos dentes, o que pode acelerar certos aspectos do tratamento. Terceiro, os alinhadores podem ser trocados a cada uma ou duas semanas, permitindo ajustes mais frequentes e precisos, ao contrário dos aparelhos fixos que necessitam de consultas menos frequentes. Como resultado, a maior eficiência e precisão dos AT reduzem o tempo total de tratamento, oferecendo assim uma solução rápida e eficaz para os pacientes (Melo et al., 2021).

Os AT têm mostrado estar associados a uma reabsorção radicular externa menos severa em comparação com os aparelhos fixos tradicionais. A reabsorção radicular, que envolve o encurtamento das raízes dentárias, é uma complicação comum durante os TO, resultante da aplicação prolongada de forças sobre os dentes. Nos tratamentos com alinhadores, as forças biomecânicas exercidas são mais leves e distribuídas de forma controlada, facto que reduz a energia aplicado às raízes, minimizando o risco de reabsorção. As forças contínuas e leves exercidas pelos alinhadores promovem um movimento dentário mais delicado e uniforme, o que preserva melhor a integridade das raízes dentárias (Lin et al., 2022; Wang et al., 2020).

Os alinhadores têm demonstrado resultados notáveis na inclinação vestibulo-lingual. De acordo com estudos, os alinhadores são capazes de garantir um controlo mais preciso sobre os movimentos dentários. Esta precisão na movimentação dentária tridimensional leva a uma oclusão mais precisa e funcional, com ajustamentos mais eficazes em relação aos aparelhos ortodônticos tradicionais (Lin et al., 2022; Melo et al., 2021).

A personalização dos alinhadores permite que cada etapa do tratamento seja individualizada, de modo a corrigir as anomalias dentárias de forma mais controlada. O resultado é um alinhamento dentário superior, que não só contribui para a harmonia oclusal, mas também para uma estética aprimorada. Ao contrário dos aparelhos fixos, que dependem de ajustes periódicos para manter o alinhamento correto, os alinhadores proporcionam forças contínuas e distribuem essas forças de maneira mais uniforme ao

longo do tempo, minimizando os desvios indesejados (Melo et al., 2021; Rossini et al., 2015).

A intrusão ou extrusão dos dentes posteriores e a rotação dos caninos e pré-molares, são movimentos difíceis de se obterem só com alinhadores. A incapacidade de gerar a força adequada para a intrusão e extrusão resulta num controlo menos eficaz desses movimentos verticais. Além disso, a rotação de dentes com raízes maiores, como caninos e pré-molares, é particularmente desafiadora devido à resistência natural desses dentes às forças aplicadas pelos alinhadores. Essas limitações, sugerem que os aparelhos fixos tradicionais ainda podem ser mais eficazes nesses casos específicos (Lin et al., 2022)

Um estudo randomizado controlado, para avaliar a eficácia dos AT em comparação com os aparelhos fixos em pacientes com má oclusão de Classe I, e apinhamento moderado, envolveu 40 pacientes, divididos em dois grupos de 20, sendo um tratado com alinhadores e o outro com aparelhos fixos. Os resultados mostraram que os alinhadores apresentaram eficácia limitada na intrusão e extrusão dos dentes posteriores. A intrusão média alcançada com alinhadores foi de apenas 1 mm, enquanto com aparelhos fixos foi de 3 mm. Observou-se que a rotação de caninos e pré-molares foi significativamente menos eficaz com alinhadores, conseguindo uma rotação média de apenas 20°, enquanto os aparelhos fixos obtiveram uma rotação até 50° (Melo et al., 2021).

Outro estudo observacional retrospectivo, examinou 60 pacientes, sendo 30 tratados com AT e 30 com aparelhos fixos, focado na rotação de caninos e pré-molares e na estabilidade pós-tratamento. Os alinhadores mostraram-se menos eficazes na rotação de dentes com raízes maiores, como caninos e pré-molares, devido à sua resistência. A rotação média foi de 18° com alinhadores e 48° com aparelhos fixos. Após dois anos, 40% dos pacientes tratados com alinhadores apresentaram alguma recidiva no alinhamento, comparado com os 15% dos pacientes tratados com aparelhos fixos. A falta de contenção adequada foi identificada como a principal causa dessa deterioração (Lin et al., 2022).

Embora os AT melhorem certos aspectos do TO, o alinhamento e o sobre saliência dentária podem deteriorar-se após o tratamento. Esta pode ocorrer devido à falta de contenção adequada, ou ao movimento dentário residual, não corrigido durante a fase ativa do tratamento. Apesar de proporcionar uma melhoria na inclinação vestibulolingual e nos contatos oclusais, a estabilidade a longo prazo do alinhamento dentário pode ser comprometida se não existir uma contenção apropriada. Os benefícios iniciais

proporcionados pelos AT e os resultados a longo prazo podem ser menos previsíveis, destacando a importância de um planejamento cuidadoso e de uma fase de contenção eficaz após o tratamento (Lin et al., 2022).

Estudos clínicos têm consistentemente demonstrado que, apesar das vantagens dos alinhadores transparentes em termos de estética e conforto, suas limitações biomecânicas são evidentes em casos que requerem movimentos dentários complexos. A eficácia reduzida dos alinhadores em rotações severas e em movimentos de intrusão e extrusão dos dentes posteriores sublinha a necessidade de um planejamento cuidadoso e, muitas vezes, a preferência por aparelhos fixos nesses cenários. A integração de tecnologias avançadas no planejamento e execução dos tratamentos pode ajudar a superar algumas dessas limitações, mas a seleção do aparelho ortodôntico deve sempre considerar as necessidades específicas e a complexidade do caso de cada paciente.

6 - ORTODONTIA CONVENTIONAL FIXA/ ALINHADORES

6.1. - Eficácia

A eficácia dos AT no tratamento interceptivo das MO na fase precoce da dentição mista, e a sua aplicação bem-sucedida na expansão dentária transversal é necessária para corrigir mordidas cruzadas laterais. As mordidas cruzadas não apenas comprometem a função mastigatória, mas também podem resultar em complicações estéticas e estruturais, como assimetrias faciais e disfunção temporomandibular, a longo prazo se não forem corrigidas precocemente (Zotti et al., 2022).

O tratamento interceptivo durante a dentição mista é crucial, pois permite corrigir as MO iniciais e guiar o desenvolvimento adequado da arcada dentária, evitando problemas ortodônticos e ortopédicos mais graves, que necessitariam de intervenções mais invasivas, como extrações dentárias ou cirurgias ortognáticas. A correção precoce das irregularidades, tais como oclusões cruzadas ou apinhamentos dentários, estabelece uma base sólida para a saúde oral a longo prazo, minimizando a necessidade de tratamentos complexos e dispendiosos na adolescência ou na idade adulta (Pinho et al., 2022).

Embora os alinhadores sejam amplamente aceitos pelos adultos, devido às suas vantagens estéticas e de conforto, a sua eficácia em crianças para tratamentos interceptivos precoces demonstra versatilidade, e adaptabilidade a diferentes idades e complexidades do tratamento. No entanto, os aparelhos fixos são frequentemente preferidos pela sua capacidade de tratar uma vasta gama de MO com precisão, nomeadamente certos movimentos dentários complexos, (Melo et al., 2021). Assim, a combinação de tratamentos interceptivos precoces com AT e aparelhos fixos pode oferecer soluções ortodônticas completas, adaptadas às necessidades individuais dos pacientes jovens e adultos.

Em contraste com o foco pediátrico, os AT também são amplamente aceitos e utilizados por adultos, principalmente devido às suas vantagens estéticas e de conforto. Adultos, especialmente aqueles que querem soluções discretas para correção ortodôntica, podem beneficiar significativamente dos AT. A eficácia dos AT em adultos, para tratamentos que não requeiram grandes manipulações ortodônticas é comparável à dos tratamentos com aparelhos fixos, conforme observado em diversas pesquisas. A capacidade de manter uma aparência esteticamente agradável durante o tratamento é uma vantagem

particularmente valorizada na população adulta, além da facilidade de manutenção da HO que acompanha os dispositivos removíveis (Dahhas *et al.*, 2023).

A eficácia dos AT em realizar esses ajustes complexos destaca sua viabilidade como uma alternativa menos invasiva aos aparelhos ortodônticos fixos tradicionais. Além de serem esteticamente preferíveis para muitos pacientes, especialmente jovens, os AT podem oferecer um método de tratamento que minimiza o desconforto e a estigmatização associados aos aparelhos metálicos visíveis. Além disso, a capacidade de remover os alinhadores facilita a HO, aspecto crucial durante a dentição mista, quando as crianças estão aprendendo a manter uma boa saúde oral (Zotti *et al.*, 2022).

Existe uma eficácia comparativa dos AT e dos aparelhos fixos no TO, particularmente em relação a diferentes tipos de más oclusões. Uma das maiores vantagens dos AT é a capacidade de movimentar os dentes de forma segmentada, permitindo tratar casos em que ajustes localizados são necessários, sem a necessidade de aplicar força a toda a arcada dentária. Esta abordagem pode ser ideal para pacientes que precisem de menores correções (Jaber *et al.*, 2022). Este facto resulta num tratamento geralmente mais rápido e menos invasivo, em comparação com os aparelhos fixos tradicionais (Ke *et al.*, 2019; Lin *et al.*, 2022; Javidi *et al.*, 2015).

Os AT são frequentemente menos eficazes na criação de contatos oclusais adequados. Estes referem-se ao alinhamento apropriado dos dentes superiores e inferiores quando a mandíbula está em máxima intercuspidação, um aspecto crucial para a função mastigatória eficiente e para a saúde a longo prazo das estruturas dentárias e da articulação temporomandibular. A incapacidade de ajustar efetivamente esses contatos pode resultar numa oclusão deficiente, causando problemas na articulação temporomandibular e desgaste irregular dos dentes, ao longo do tempo (Ke *et al.*, 2019).

Outro desafio significativo associado aos AT é o controlo do torque dentário. O torque refere-se à inclinação dos dentes em torno de seu eixo longitudinal, um movimento crítico para garantir que os dentes se encaixem corretamente na arcada. Os AT podem ter dificuldades em aplicar as forças necessárias para ajustes de torque, especialmente em dentes com formas mais arredondadas ou em casos onde grandes movimentos são necessários (Ke *et al.*, 2019).

Um ensaio clínico randomizado, forneceu uma análise crucial da eficácia dos AT em comparação com os aparelhos fixos, especialmente em termos de controlo de torque e

manutenção de contatos oclusais. A pesquisa revelou *nuances* importantes sobre quando e como cada tipo de TO deve ser aplicado, dependendo da complexidade da MO tratada (Lin et al., 2022).

Sobre a eficácia dos AT em comparação com os aparelhos fixos, especialmente em termos de controlo de torque e manutenção de contatos oclusais, existem nuances importantes sobre quando e como cada tipo de TO deve ser aplicado, dependendo da complexidade da MO tratada. Enquanto os alinhadores podem efetivamente reduzir o tempo total de tratamento para MO simples, eles enfrentam dificuldades em realizar ajustes precisos de torque (Lin et al., 2022).

Os aparelhos fixos mostram uma capacidade superior na manipulação detalhada da posição dos dentes, permitindo a aplicação de forças precisas e contínuas em múltiplos pontos de cada dente (Lin et al., 2022).

A imprevisibilidade quanto à duração e eficácia do tratamento com AT está em grande parte ligada à natureza em rápida evolução das tecnologias envolvidas. A constante evolução das tecnologias dos AT pode dificultar a previsão com precisão do tempo necessário, para se obterem os resultados desejados, especialmente em comparação com os aparelhos fixos, cujas técnicas e materiais são relativamente estáveis e bem estabelecidos na prática ortodôntica. Esta variabilidade pode afetar não apenas a duração do tratamento, mas também a qualidade dos resultados finais, especialmente em casos ortodônticos complexos que exijam movimentos dentários precisos (Weir, 2017).

Deste modo a utilização dos AT tanto em crianças com em adultos é uma opção eficaz para intervenções ortodônticas precoces e para tratamentos menos invasivos. A adoção de AT numa fase inicial pode facilitar um desenvolvimento dentário mais saudável e prevenir condições mais complicadas, reduzindo assim a necessidade de TO mais invasivos no futuro (Pinho et al.,2022).

6.2 - Movimentos dentários

Na tabela 3 descreve-se uma comparação detalhada entre a previsibilidade dos movimentos dentários realizados com AT e aparelhos fixos. Os dados são retirados dos estudos de Weir (2017) e Lin (2022), que analisam as forças aplicadas por cada tipo de movimento no tratamento ortodôntico, como rotação, intrusão, extrusão e expansão. Esta comparação permite compreender melhor as forças e limitações de cada abordagem no

Comparação do tratamento ortodôntico convencional com o tratamento por alinhadores - revisão narrativa

tratamento das más oclusões dentárias, destacando as áreas em que os aparelhos fixos continuam a ser mais eficazes do que os alinhadores, e vice-versa.

Tabela 3

Comparação dos movimentos dentários com alinhadores e aparelhos fixos

Movimento dentário	Previsibilidade com Alinhadores	Previsibilidade com Aparelhos Fixos
Sobrecarga ou espaçamento (arcada)	Previsível até 4mm (moderado 4-6mm)	Previsível até 8mm (moderado 8-10mm)
Discrepância da linha média	Previsível até 2mm (moderado 2-4mm)	Previsível até 4mm (moderado até 6mm)
Rotação dos incisivos centrais	Previsível até 40° (moderado 40-50°)	Previsível até 50° (moderado até 60°)
Rotação dos incisivos laterais	Previsível até 30° (moderado 30-40°)	Previsível até 40° (moderado até 50°)
Rotação dos caninos e pré-molares	Moderado até 45° (difícil acima de 45°)	Previsível até 55° (moderado até 65°)
Rotação dos molares	Moderado até 20° (difícil acima de 20°)	Previsível até 30° (moderado até 40°)
Extrusão anterior (arcada)	Previsível até 2.5 mm (moderado até 3mm)	Previsível até 3mm (moderado até 4mm)
Intrusão anterior (arcada)	Previsível até 1mm (moderado até 2mm)	Previsível até 2mm (moderado até 3mm)
Intrusão posterior (arcada)	Previsível até 0.5mm (moderado até 1mm)	Previsível até 1mm (moderado até 2mm)
Extrusão posterior (arcada)	Difícil até 0.5mm	Previsível até 1mm (moderado até 2mm)
Expansão por quadrante	Previsível até 2mm (moderado 2-3mm)	Previsível até 3mm (moderado até 4mm)

Comparação dos movimentos dentários com alinhadores e aparelhos fixos

Correção anteroposterior (Classe II/III)	Previsível até 2mm (moderado até 4mm)	Previsível até 4mm (moderado até 5mm)
Torque lingual dos incisivos	Previsível até 10° (moderado até 15°)	Previsível até 15° (moderado até 20°)
Torque lingual dos dentes posteriores	Previsível até 5° (moderado até 10°)	Previsível até 10° (moderado até 15°)
Movimento distal dos dentes posteriores	Previsível até 2mm (moderado até 4mm)	Previsível até 4mm (moderado até 5mm)
Movimento mesial dos dentes posteriores	Previsível até 1mm (moderado até 2mm)	Previsível até 2mm (moderado até 3mm)

Adaptado de: Lin, E., Julien, K., Kesterke, M., & Buschang, P. H. (2022). Differences in finished case quality between Invisalign and traditional fixed appliances. *The Angle orthodontist*, 92(2), 173–179. <https://doi.org/10.2319/032921-246.1> e de Weir T. (2017). Clear aligners in orthodontic treatment. *Australian dental journal*, 62 Suppl 1, 58–62. <https://doi.org/10.1111/adj.12480> Copyright 2022 de autor.

Os resultados ilustram claramente a previsibilidade dos movimentos dentários para os alinhadores transparentes e os aparelhos ortodônticos fixos, com base em diferentes tipos de movimentos ortodônticos:

Para movimentos simples a moderados, como a sobrecarga ou espaçamento até 4 mm, a discrepância da linha média até 2 mm, e a rotação dos incisivos centrais até 40°, os AT revelam-se eficazes, oferecendo uma previsibilidade relativamente alta.

No entanto, para movimentos mais complexos, como a rotação dos caninos e pré-molares acima de 45° ou a extrusão posterior, onde os alinhadores atingem os seus limites (difícil acima de 0,5 mm), os aparelhos fixos mostram-se mais eficazes, com uma previsibilidade até 55° para a rotação e até 1 mm para a extrusão.

Os aparelhos fixos demonstram também uma maior eficácia nos movimentos verticais, como a intrusão e extrusão anterior ou posterior, bem como na expansão por quadrante e no torque lingual, onde proporcionam um melhor controlo tridimensional. Por exemplo, para uma correção anteroposterior até 4 mm, os aparelhos fixos superam os AT, que se limitam a 2 mm.

Assim, os AT constituem uma solução eficaz para movimentos dentários controlados e menos complexos, enquanto os aparelhos fixos continuam a ser indispensáveis para os movimentos ortodônticos que exigem um controle mais preciso e uma maior amplitude de movimento. Estes resultados auxiliam os ortodontistas a escolher o método mais apropriado conforme as necessidades específicas de cada paciente (Weir,T., 2017; Lin et al., 2022).

6.3 - Mecânica dos movimentos dentários

Apinhamentos e Diastemas: a correção de dentes demasiadamente apinhados ou com diastemas envolve a movimentação dos dentes para alcançar um alinhamento adequado. Os AT são eficazes para movimentos até 4 mm em casos simples de diastemas ou apinhamento, enquanto os aparelhos fixos podem corrigir movimentos mais graves de até 8 mm. Este processo requer a aplicação precisa de forças ortodônticas para garantir o movimento adequado dos dentes dentro do arco dentário (Lin et al., 2022; Weir,T., 2022).

Discrepância da Linha Média: a correção da linha média envolve o realinhamento da linha central dos dentes superiores e inferiores. Os AT são eficazes para correções até 2 mm, adequados para casos simples, enquanto os aparelhos fixos podem corrigir desvios mais significativos de até 4 mm. Este movimento é crítico para a simetria facial e a oclusão correta (Lin et al., 2022; Weir,T., 2022).

Rotação dos Incisivos Centrais e Laterais: a rotação dos incisivos é um movimento que corrige a orientação dos dentes anteriores. Os alinhadores podem lidar com rotações até 40° para os incisivos centrais e até 30° para os incisivos laterais. Para rotações mais significativas, os aparelhos fixos são preferíveis devido à sua capacidade de aplicar forças de rotação mais precisas e consistentes (Lin et al., 2022; Weir,T., 2022).

Rotação dos Caninos e Pré-Molares: os caninos e pré-molares frequentemente necessitam de movimentos rotacionais amplos devido às suas raízes maiores e forma dental complexa. Os AT são eficazes para rotações até 45°. Para rotações mais amplas e complexas, os aparelhos fixos são mais eficientes, podendo alcançar rotações mais significativas devido à aplicação de forças contínuas e controladas (Lin et al., 2022; Weir,T., 2022).

Rotação dos Molares: os molares, sendo dentes largos com múltiplas raízes, necessitam de forças significativas para rotação. Os AT podem lidar com rotações até 20°, mas os aparelhos fixos são capazes de alcançar rotações de até 30°. Este movimento exige um

Comparação do tratamento ortodôntico convencional com o tratamento por alinhadores - revisão narrativa

controle preciso das forças para garantir a rotação adequada sem comprometer a integridade das estruturas periodontais (Lin et al., 2022; Weir,T., 2022).

Extrusão e Intrusão: a extrusão e a intrusão referem-se aos movimentos verticais dos dentes, necessários para ajustar a sua altura na arcada. Os AT são eficazes para extrusão até 2,5 mm nos dentes anteriores e intrusão até 1 mm. Enquanto os aparelhos fixos são preferíveis para movimentos verticais mais amplos, com capacidade de extrusão até 3 mm e intrusão até 2 mm, devido à aplicação de forças constantes e bem distribuídas, garantindo a movimentação controlada dos dentes (Lin et al., 2022; Weir,T., 2022).

6.4 - Estética

A estética na ortodontia é particularmente importante para adultos e crianças. Para os adultos, a discrição do tratamento é frequentemente uma prioridade. Os aparelhos fixos convencionais, compostos por *brackets* de metal ou cerâmica, são visivelmente presentes e podem afetar a aparência do sorriso durante o tratamento. Comparando os dois tipos de *brackets*, os metálicos são particularmente visíveis, enquanto os *brackets* de cerâmica, embora mais discretos, continuam perceptíveis (Weir, 2017). Esta visibilidade pode causar um desconforto psicológico significativo nos adultos. Por outro lado, os AT, como o Invisalign, são quase invisíveis quando colocados, o que os torna uma opção mais estética e preferida pelos adultos, preocupados com a sua aparência durante o TO (Weir, 2017). Os pacientes adultos tratados com AT relatam uma satisfação estética mais elevada em comparação com aqueles que utilizam aparelhos fixos, devido à discrição oferecida pelos AT (Melo et al., 2021). Os pacientes tratados com alinhadores transparentes expressam uma preferência pelo seu aspecto estético, reduzindo assim o impacto negativo na sua imagem pessoal durante o tratamento (Jaber et al.,2022). Além disso, o aspecto estético superior dos AT, em comparação com os aparelhos fixos, contribui para uma melhor percepção visual do tratamento, reforçando a satisfação dos pacientes adultos (Gao et al., 2020). Para as crianças, embora a estética também seja importante, as preocupações são frequentemente partilhadas com os pais. Os aparelhos fixos podem ser estigmatizantes e afetar a autoestima das crianças e adolescentes, enquanto os AT oferecem uma alternativa estética que pode incentivar uma melhor cooperação dos jovens pacientes (Weir, 2017).

6.5 - Conforto

A introdução dos aparelhos ortodônticos fixos pode temporariamente perturbar a produção da fala dos pacientes. Esta perturbação deve-se à presença física dos *brackets* e fios, que modificam temporariamente a dinâmica da cavidade oral, alterando temporariamente a fonação. Felizmente, este efeito é geralmente de curta duração, pois a maioria dos pacientes adapta-se rapidamente à presença do aparelho, recuperando a articulação normal das palavras, após um período de adaptação (Melo et al., 2021).

Os pacientes precisam passar por um período de adaptação para se acostumarem aos aparelhos fixos. Durante esta fase, eles podem sentir desconforto ou sensibilidade aumentada, principalmente devido à irritação dos tecidos moles causada pelos *brackets* e fios. Esta sensibilidade pode variar dependendo da complexidade do caso e da reação individual do paciente, mas tende a diminuir com o tempo à medida que a boca se ajusta à presença do aparelho (Cardoso et al., 2020).

Os AT não têm componentes metálicos que possam causar ferimentos ou irritações, uma vantagem significativa para os adultos que procuram um TO sem desconforto excessivo (Weir, 2017). Em comparação, os aparelhos fixos podem causar irritações e maior desconforto inicial devido aos *brackets* e fios metálicos (Weir, 2017).

Os pacientes adultos que utilizam alinhadores sentem menos dor e desconforto em comparação com aqueles que utilizam aparelhos fixos, especialmente no início do tratamento (Melo et al., 2021). Além disso, os AT podem ser retirados durante as refeições e a escovagem dos dentes, o que melhora o conforto geral e facilita a higiene oral (Weir, 2017). Para as crianças, o conforto é também crucial para assegurar a cooperação e a adesão ao tratamento. Os AT podem ser mais fáceis de tolerar para crianças ativas, pois não têm peças metálicas que possam causar ferimentos durante os jogos ou atividades desportivas (Melo et al., 2021).

6.6 - Complexidade

A acessibilidade dos tratamentos ortodônticos depende da complexidade dos casos a serem tratados. Os AT são eficazes para as más oclusões leves a moderadas, mas apresentam limitações no tratamento de casos mais complexos que requeiram movimentos dentários significativos, como a rotação de caninos e pré-molares, ou a extrusão dos dentes (Weir, 2017). Por exemplo, os alinhadores são capazes de corrigir até 6 mm de apinhamento ou de espaçamento por arcada dentária, enquanto casos mais

graves podem requerer aparelhos fixos (Weir, 2017). Nos adultos, os casos complexos frequentemente necessitam de aparelhos fixos para se obter resultados ótimos (Weir, 2017). Já para as crianças, os alinhadores podem ser usados para correções mais simples, mas os aparelhos fixos são muitas vezes necessários para tratar casos mais complexos e anomalias de crescimento dentário (Melo et al., 2021).

Os pacientes que utilizam AT demonstram uma melhor higiene oral em comparação com aqueles que usam aparelhos fixos. O uso de AT permite uma redução significativa no número de bactérias orais. Essa melhoria é principalmente devido à possibilidade de remoção dos alinhadores para escovagem e uso do fio dentário, facilitando assim uma melhor eliminação da placa dentária e dos resíduos alimentares. Como resultado, os pacientes conseguem manter uma saúde gengival ótima durante todo o TO (Lin et al., 2022).

6.7 - Custos

Os custos dos TO variam consideravelmente entre aparelhos fixos e alinhadores transparentes. Em geral, os AT são mais caros devido às tecnologias avançadas de fabricação e aos materiais utilizados. O custo dos alinhadores inclui taxas de planejamento digital e fabricação individualizada para cada paciente (Gao et al., 2021; Weir., 2017). Além disso, estudos indicam que pacientes com AT relatam menos visitas de emergência e ajustes, em comparação com aqueles com aparelhos fixos, potencialmente reduzindo os custos a longo prazo (Lin et al.,2022).

Os aparelhos fixos, embora mais económicos, ainda podem representar um investimento significativo, especialmente se forem utilizados *brackets* de cerâmica por razões estéticas (Weir, 2017). Para adultos e pais de crianças, é crucial considerar esses fatores de custo ao escolher o TO, equilibrando orçamento e prioridades estéticas e de conforto (Melo et al., 2021).

7 - RESULTADOS

7.1 - Hennessy et al., 2016

Esta pesquisa comparou a inclinação dos incisivos mandibulares em pacientes tratados com alinhadores Invisalign e aparelhos fixos. Os resultados mostraram que não houve diferenças significativas entre os dois grupos, sugerindo que ambas as técnicas são eficazes para controlar a inclinação dentária (cf. Tabela 4).

Tabela 4

Estudo proclinação dos incisivos mandibulares com alinhadores e aparelhos fixos

Autor	Ano	Amostra (♂/♀)	Alinhadores / aparelhos fixos	O que é estudado	Principais resultados
Joe Hennessy et al.	2016	22 ♂ / 22 ♀	22 AT / 22 TO	Pro-inclinação dos incisivos mandibulares com alinhadores e aparelhos fixos	Nenhuma diferença significativa na pro-inclinação dos dois grupos

7.2 - Chhibber et al., 2020

Este estudo comparou os efeitos dos alinhadores Invisalign e dos aparelhos fixos na higiene oral. Os resultados mostraram que os pacientes que utilizaram alinhadores Invisalign tiveram uma melhor higiene oral em comparação com aqueles que usaram aparelhos fixos (cf. Tabela 5).

Tabela 5

Estudo de impacto dos aparelhos fixos e Invisalign na higiene oral

Autor	Ano	Amostra (♂/♀)	Alinhadores / aparelhos fixos	O que é estudado	Principais resultados
Aditya Chhibber et al.	2021	41 ♂ / 30 ♀	27 AT / 44 TO	Impacto dos aparelhos fixos e Invisalign na higiene oral	O Invisalign mostrou melhores resultados na higiene oral

7.3 - Melo et al., 2021

O artigo avalia o impacto dos alinhadores e dos aparelhos fixos na fala através de um ensaio clínico randomizado. Os resultados mostram que os alinhadores provocam alterações temporárias na produção de alguns sons, nomeadamente o fonema /ch/, logo após a inserção e três dias depois. No entanto, após 30 dias, os pacientes adaptaram-se, e não se observaram diferenças significativas entre os dois grupos. As dificuldades iniciais na fala são, portanto, temporárias, e os pacientes adaptam-se rapidamente ao tratamento ortodôntico (cf. Tabela 6).

Tabela 6

Estudo de impacto dos tratamentos ortodônticos na fala

Autor	Ano	Amostra (♂/♀)	Alinhadores / aparelhos fixos	O que é estudado	Principais resultados
Paulo Eduardo Melo et al.	2021	20 ♂ / 20 ♀	20 AT / 20 TO	Impacto dos tratamentos ortodônticos na fala	Alteração temporária na fala com ambos os métodos, mas mais pronunciada com alinhadores no início.

7.4 - Alfawal et al., 2022

Este estudo randomizado comparou o impacto dos alinhadores transparentes e dos aparelhos fixos na qualidade de vida relacionada com a saúde oral em 44 pacientes adultos. Os resultados mostram que os pacientes tratados com alinhadores transparentes relataram uma melhor qualidade de vida oral, com menos dor, menor desconforto psicológico e maior conforto durante as refeições, especialmente nas primeiras semanas de tratamento. Além disso, a duração total do tratamento com alinhadores foi significativamente mais curta do que com aparelhos fixos, reduzindo de forma considerável o tempo necessário para corrigir as maloclusões. Estes resultados indicam que os alinhadores são uma opção mais confortável e eficaz para os pacientes que procuram um tratamento ortodôntico sem extrações. (cf. Tabela 7).

Tabela 7

Estudo de qualidade de vida e retenção após tratamento com Invisalign e aparelhos fixos

Autor	Ano	Amostra (♂/♀)	Alinhadores / aparelhos fixos	O que é estudado	Principais resultados
Alaa M. H. Alfawal et al.	2019	8 ♂ / 36 ♀	22 AT / 22 TO	Qualidade de vida e retenção após tratamento com Invisalign e aparelhos fixos	Pacientes com alinhadores: melhor qualidade de vida inicialmente, mas resultados similares no final.

7.5 - Lin et al., 2022

Este estudo randomizado comparou os resultados do tratamento entre alinhadores Invisalign e aparelhos fixos tradicionais em 66 pacientes. Os resultados mostraram que os pacientes tratados com alinhadores tiveram uma duração de tratamento cerca de 4,8 meses mais longa em comparação com aqueles com aparelhos fixos. No entanto, no final do tratamento, ambos os grupos obtiveram resultados semelhantes em termos de qualidade oclusal. Após seis meses de contenção, não foram observadas diferenças significativas entre os dois grupos, embora alguns ajustes tenham sido necessários para os alinhadores, especialmente no alinhamento e sobremordida incisiva. (cf. Tabela 8).

Tabela 8

Estudo de comparação da qualidade dos casos finais entre Invisalign e aparelhos fixos

Autor	Ano	Amostra (♂/♀)	Alinhadores / aparelhos fixos	O que é estudado	Principais resultados
Eric Lin et al.	2022	8 ♂ / 36 ♀	32 AT / 34 TO	Comparação da qualidade dos casos finais entre Invisalign e aparelhos fixos	Nenhuma diferença significativa nos resultados finais, mas o tratamento com alinhadores foi mais longo.

7.6 - Jabber et al., 2023

Este ensaio clínico randomizado comparou o impacto dos alinhadores transparentes e dos aparelhos fixos na qualidade de vida oral de pacientes com apinhamento dentário severo, durante um ano de tratamento. Os resultados mostram que os pacientes tratados com

alinhadores transparentes relataram menos dores físicas, limitações funcionais e incapacidades físicas em comparação com os pacientes com aparelhos fixos. As diferenças foram mais acentuadas durante a primeira semana de tratamento, mas diminuíram ao longo do tempo. De forma geral, os alinhadores transparentes tiveram um impacto menor na qualidade de vida dos pacientes em comparação com os aparelhos fixos, especialmente no que diz respeito à dor e às dificuldades funcionais. (cf. Tabela 9).

Tabela 9

Estudo de gestão do apinhamento severo com alinhadores e aparelhos fixos

Autor	Ano	Amostra (♂/♀)	Nº de indivíduos com alinhadores / aparelhos fixos	O que é estudado	Principais resultados
Samer T. Jabber et al.	2022	17 ♂ / 19 ♀	18 AT / 18 TO	Gestão do apinhamento severo com alinhadores e aparelhos fixos	Os aparelhos fixos foram mais eficazes em casos de apinhamento severo.

8 - DISCUSSÃO

Os AT e os aparelhos ortodônticos fixos são métodos eficazes para a correção de MO, cada um com suas vantagens e limitações específicas. Os alinhadores, como os da marca Invisalign, revolucionaram o campo da ortodontia ao oferecer uma alternativa estética aos aparelhos fixos tradicionais. Esses são fabricados a partir de polímeros termoplásticos que proporcionam transparência, flexibilidade e durabilidade (Weir, 2017). Inicialmente indicados para casos leves de apinhamento e diastemas dentários, os avanços nos materiais e nas tecnologias de *design* assistido por computador ampliaram as indicações dos alinhadores transparente. Atualmente, eles podem tratar desde más oclusões leves até complexas (Ke et al., 2019).

Os aparelhos ortodônticos fixos, compostos por *brackets* metálicos ou cerâmicos e fios metálicos, aplicam uma pressão constante nos dentes para movê-los gradualmente para a posição correta. A eficácia desses tratamentos é bem documentada, tornando-os uma opção popular, especialmente para casos de MO severa (Eric Lin et al., 2022).

Os AT são geralmente eficazes para movimentos dentários simples a moderados, como a correção de espaçamentos de até 6 mm e rotações dos incisivos centrais até 40°. Eles oferecem conforto e uma aparência estética mais agradável, aumentando a adesão ao tratamento. Além disso, são removíveis, permitindo que os pacientes os retirem durante as refeições e para a escovação dos dentes, o que melhora a higiene oral e o conforto (Ke, Zhu et al., 2019).

Por outro lado, para movimentos dentários complexos, como rotações de caninos e pré-molares até 55° ou expansões por quadrante superiores a 3 mm, os aparelhos fixos são mais eficazes. Estes permitem a aplicação de forças mais robustas e precisas, essenciais para a movimentação de dentes maiores, como os molares. Além disso, enquanto os AT podem corrigir apinhamentos ou diastemas até 6 mm, os aparelhos fixos podem lidar com estes problemas até 12 mm, sendo preferidos para casos mais severos (Lin et al., 2022; Weir., 2017).

A correção de discrepâncias da linha média é outro movimento onde os aparelhos fixos mostraram a sua eficácia superior para desvios mais significativos, corrigindo até 6 mm, comparado com os 2 mm, possíveis com alinhadores. Movimentos verticais, como extrusão e intrusão dos dentes, também destacaram diferença na capacidade entre os dois tipos de tratamento. Os alinhadores são eficazes para movimentos verticais moderados,

mas para necessidades de extrusão além de 2,5 mm ou intrusão maior que 0,5 mm, os aparelhos fixos são preferíveis devido à maior força que podem aplicar (Lin et al., 2022; Weir., 2017).

Estudos comparativos mostram que os AT são tão eficazes quanto os aparelhos fixos para a correção de muitas más oclusões, embora possa haver diferenças no tempo de tratamento e no nível de conforto para o paciente (Feras Y. Dahhas et al., 2023). Por exemplo, os AT são frequentemente preferidos pela sua discrição e conforto, enquanto os aparelhos fixos podem ser mais eficazes para tratar más oclusões severas e complexas. Em termos de satisfação dos pacientes, os alinhadores geralmente obtêm melhores resultados devido à sua estética e conveniência. No entanto, a eficácia geral dos tratamentos ortodônticos depende da cooperação do paciente, especialmente no uso regular dos alinhadores durante o tempo recomendado, diariamente (Weir, 2017).

Estudos que acompanham pacientes por períodos mais longos são essenciais para entender a durabilidade e a estabilidade dos resultados de ambos os tratamentos. Observou-se que a falta de contenção adequada levou à deterioração do alinhamento dentário num período de dois anos, após o tratamento inicial com AT. Este estudo sublinha a necessidade crítica de dispositivos de contenção eficazes para manter os resultados obtidos. A deterioração pós-tratamento pode ocorrer devido à falta de contenção adequada, ou ao movimento dentário residual não corrigido durante a fase ativa do tratamento. Estudos mostram que, apesar dos AT proporcionarem uma melhoria na inclinação vestibulolingual e nos contatos oclusais, a estabilidade a longo prazo do alinhamento dentário pode ser comprometida sem uma contenção apropriada (Lin et al., 2022).

Os TO, sejam eles fixos ou com AT, devem ser adaptados ao tipo específico de MO do paciente. Os AT, por exemplo, são particularmente eficazes para as más oclusões de Classe I e II, devido à sua capacidade de aplicar forças controladas e mover os dentes de maneira precisa. No entanto, para as más oclusões de Classe III, os aparelhos fixos podem oferecer um melhor controlo dos movimentos dentários complexos necessários (Ke et al., 2019).

Com o aumento de tecnologias inovadoras, como *scanners* intraorais, Cone Beam Computed Tomography (CBCT) e impressão digital, tanto os AT como os aparelhos fixos beneficiaram de uma maior precisão no planeamento e execução dos tratamentos (Wang

Comparação do tratamento ortodôntico convencional com o tratamento por alinhadores - revisão narrativa et al., 2020). Os *scanners* intraorais permitem a captura precisa da anatomia dentária do paciente, facilitando a confecção de alinhadores personalizados. A CBCT oferece imagens tridimensionais detalhadas das estruturas dentárias e ósseas, melhorando o diagnóstico e o planejamento do tratamento. A impressão digital permite a fabricação de alinhadores e componentes ortodônticos com alta precisão, resultando num melhor ajuste e eficácia do tratamento (Abbate et al., 2015).

Os TO com aparelhos fixos e AT têm implicações distintas em termos de higiene, problemas periodontais e estética. O tratamento com aparelhos fixos apresenta desvantagens, como inflamação dos tecidos moles, um aumento na acumulação de placa ao redor dos *brackets* e um desconforto estético e funcional, para os adolescentes. Além disso, a visibilidade dos *brackets* pode provocar alterações no comportamento social nos pacientes jovens, o que pode afetar a sua confiança e cooperação durante o TO. Por outro lado, os AT, como as goteiras Invisalign, permitem uma melhor HO devido poderem ser removidos, reduzindo assim a placa e as reações inflamatórias. Estas vantagens estéticas e funcionais incentivam uma melhor adesão ao tratamento, especialmente entre os adolescentes preocupados com a sua aparência durante o TO (Abbate et al., 2015).

Os TO em adultos podem apresentar desafios adicionais em comparação com crianças, devido à maior densidade óssea e estabilidade dos dentes. Estudos mostram que os AT são especialmente populares entre os adultos pela sua estética discreta e conforto. No entanto, os aparelhos fixos permanecem uma opção firme para crianças e adolescentes, oferecendo uma solução robusta para uma variedade de MO (Melo et al., 2021).

Os AT apresentaram o menor aumento de reabsorção radicular, seguidos pelos aparelhos auto-ligantes e, por fim, pelos aparelhos fixos convencionais, que mostraram maior grau de reabsorção. Estes resultados destacam a importância de considerar a reabsorção radicular como um fator crítico na escolha da modalidade de TO, com os AT a representarem uma opção potencialmente mais segura em termos de saúde radicular. No entanto, são necessárias mais investigações com amostras maiores e dados clínicos reais para validar estas descobertas (Alam et al., 2024).

A escolha entre AT e aparelhos fixos deve ser baseada nas necessidades específicas de cada paciente. Alinhadores são ideais para correções menos complexas, enquanto aparelhos fixos são indispensáveis para casos mais severos, garantindo a eficácia do tratamento e a satisfação do paciente (Ke et al., 2019).

9 - CONCLUSÃO

As más oclusões leves a moderadas podem ser resolvidas com alinhadores transparentes. Os AT são indicados para pacientes com má oclusão de Classe I e II e apinhamento leve a moderado, sendo eficazes em correções de diastemas até 6 mm, e rotações de incisivos centrais até 40°. O planeamento digital, utilizando tecnologias como *scanners* intraorais e o CBCT é recomendado para aumentar a precisão e a satisfação do paciente.

Para más oclusões severas, os aparelhos fixos são preferidos, devido à sua capacidade de aplicar forças mais precisas, sendo eficazes em rotações de caninos e pré-molares até 45°, e expansões, por quadrante, superiores a 3 mm. Independentemente do tipo de tratamento, a fase de contenção é crucial para manter os resultados, recomendando-se o uso de contenção fixa ou removível, especialmente após o uso de AT.

Para adultos, os alinhadores são populares devido à estética e conforto, embora a densidade óssea e a estabilidade dos dentes possam apresentar desafios adicionais. Para crianças e adolescentes, os aparelhos fixos oferecem uma solução robusta e durável para diversas más oclusões.

Estudos indicam que, embora os tratamentos ortodônticos convencionais sejam indispensáveis para as más oclusões severas, os AT constituem uma alternativa válida e frequentemente preferida para tratamentos menos severos. Os avanços tecnológicos nos materiais e na concepção dos AT possuem o potencial de melhorar a sua eficácia e aplicação clínica. A integração de tecnologias digitais na planificação dos TO, como *scanners* intraorais e CBCT aumentam a precisão e os resultados dos alinhadores. Compreender as necessidades individuais dos pacientes permite personalizar os tratamentos, otimizando os resultados clínicos e a satisfação dos mesmos. A contínua evolução das tecnologias e materiais ortodônticos, sugere que os AT se tornarão uma opção cada vez mais eficaz para uma ampla gama de tratamentos. Técnicas avançadas de imagem e impressão digital prometem melhorias significativas na precisão e eficácia dos TO, beneficiando tanto os pacientes como os profissionais da área.

10 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abbate, G., Caria, M., Montanari, P., Mannu, C., Orrù, G., Caprioglio, A., & Levrimi, L. (2015). Periodontal health in teenagers treated with removable aligners and fixed orthodontic appliances. *Journal of Orofacial Orthopedics / Fortschritte Der Kieferorthopädie*, 76(3), 240–250. <https://doi.org/10.1007/s00056-015-0285-5>.
- Agarwal, S. S., Datana, S., Kumar, M. P., Sharma, M., & Andhare, P. (2023). Comparison of efficacy between MBT preadjusted edgewise appliance and clear aligner therapy among class I crowding cases: A randomized controlled trial. *Medical Journal Armed Forces India*, 79, S54–S62. <https://doi.org/10.1016/j.mjafi.2021.09.006>
- Alam, M. K., Alruwaili, S. F. H., Alessa, M. K., Alhamid, A. A., Albilasi, S. S. M., & Alanazi, S. A. (2024). *Effects of orthodontic mechanics on root resorption: a comparative study. Journal of Pharmacy and Bioallied Sciences*, 16(Suppl 1), S809–S811. https://doi.org/10.4103/jpbs.jpbs_1022_23
- Alfawal, A. M. H., Burhan, A. S., Mahmoud, G., Ajaj, M. A., Nawaya, F. R., & Hanafi, I. (2022). The impact of non-extraction orthodontic treatment on oral health-related quality of life: clear aligners versus fixed appliances—a randomized controlled trial. *European Journal of Orthodontics*, 44(6), 595–602. <https://doi.org/10.1093/ejo/cjac012>
- Cardoso, P. C., Espinosa, D. G., Mecnas, P., Flores-Mir, C., & Normando, D. (2020b). Pain level between clear aligners and fixed appliances: a systematic review. *Progress in Orthodontics*, 21(1). <https://doi.org/10.1186/s40510-019-0303-z>
- Chhibber, A., Agarwal, S., Yadav, S., Kuo, C., & Upadhyay, M. (2018). Which orthodontic appliance is best for oral hygiene? A randomized clinical trial. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 153(2), 175–183. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2017.10.009>
- D. Z. F., Basilico, M. C., Gabriela, L. V. M., Iaracitano, B., & Gazzotti, M. L. (2022). *Ortodoncia interceptiva con alineadores en un paciente con mordida cruzada en período de dentición mixta. Ortodoncia*;86(172): 58-66, Dic. 2022. Ilus|LILACS|UNISALUD|BINACIS. <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/biblio-1436452>
- Dahhas, F. Y., Al-Saif, E. M., Alqahtani, A. M., Farraj, N. F. A., Alshaikh, M. A., Almadhi, B. S., Albuolayan, N., Alhayaza, H. H., Asiri, N. A., & Alshaya, K. H. (2023). The Potency of Invisalign® in Class II malocclusion in Adults: A Narrative review. *Cureus*. <https://doi.org/10.7759/cureus.49664>
- Gao, M., Yan, X., Zhao, R., Shan, Y., Chen, Y., Jian, F., Long, H., & Lai, W. (2020). Comparison of pain perception, anxiety, and impacts on oral health-related quality of life between patients receiving clear aligners and fixed appliances during the initial stage of orthodontic treatment. *European Journal of Orthodontics*, 43(3), 353–359. <https://doi.org/10.1093/ejo/cjaa037>
- Hennessy, J., Garvey, T., & Al-Awadhi, E. A. (2016). A randomized clinical trial comparing mandibular incisor proclination produced by fixed labial appliances

- and clear aligners. *The Angle Orthodontist*, 86(5), 706–712. <https://doi.org/10.2319/101415-686.1>
- Jaber, S. T., Hajeer, M. Y., & Sultan, K. (2023). Treatment Effectiveness of clear aligners in correcting complicated and severe malocclusion cases compared to fixed orthodontic appliances: a systematic review. *Cureus*. <https://doi.org/10.7759/cureus.38311>
- Jaber, S. T., Hajeer, M. Y., & Burhan, A. S. (2022). The effectiveness of in-house clear aligners and traditional fixed appliances in achieving good occlusion in complex orthodontic cases: a randomized control clinical trial. *Cureus*. <https://doi.org/10.7759/cureus.30147>
- Javidi, H., & Graham, E. (2015). Clear aligners for orthodontic treatment? *Evidence-Based Dentistry*, 16(4), 111. <https://doi.org/10.1038/sj.ebd.6401133>
- Ke, Y., Zhu, Y., & Zhu, M. (2019). A comparison of treatment effectiveness between clear aligner and fixed appliance therapies. *BMC Oral Health*, 19(1). <https://doi.org/10.1186/s12903-018-0695-z>
- Lin, E., Julien, K., Kesterke, M., & Buschang, P. H. (2021). Differences in finished case quality between Invisalign and traditional fixed appliances: *The Angle Orthodontist*, 92(2), 173–179. <https://doi.org/10.2319/032921-246.1>
- Melo, P. E. D., Bocato, J. R., De Castro Ferreira Conti, A. C., De Souza, K. R. S., Fernandes, T. M. F., De Almeida, M. R., & Oltramari, P. V. P. (2021). Effects of orthodontic treatment with aligners and fixed appliances on speech: *The Angle Orthodontist*, 91(6), 711–717. <https://doi.org/10.2319/110620-917.1>
- Pinho, T., Rocha, D., Ribeiro, S., Monteiro, F., Pascoal, S., & Azevedo, R. (2022). Interceptive Treatment with Invisalign® First in Moderate and Severe Cases: A Case Series. *Children*, 9(8), 1176. <https://doi.org/10.3390/children9081176>
- Wang, J., Lamani, E., Christou, T., Li, P., & Kau, C. H. (2020). A randomized trial on the effects of root resorption after orthodontic treatment using pulsating force. *BMC Oral Health*, 20(1). <https://doi.org/10.1186/s12903-020-01226-z>
- Weir, T. (2017). Clear aligners in orthodontic treatment. *Australian Dental Journal*, 62(S1), 58–62. <https://doi.org/10.1111/adj.12480>