

Ana Filipa Gomes Ferreira

**Movimentos dentários e o uso de alinhadores: uma abordagem ortodôntica-
revisão narrativa**



Faculdade Ciências da Saúde
Universidade Fernando Pessoa
Porto, 2023

Ana Filipa Gomes Ferreira

**Movimentos dentários e o uso de alinhadores: uma abordagem ortodôntica-
revisão narrativa**

Faculdade Ciências da Saúde
Universidade Fernando Pessoa
Porto, 2023

Ana Filipa Gomes Ferreira

**Movimentos dentários e o uso de alinhadores: uma abordagem ortodôntica-
revisão narrativa**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências da Saúde
da Universidade Fernando Pessoa como parte dos
requisitos para a obtenção do grau de
Mestre em Medicina Dentária.

Ana Filipa Gomes Ferreira

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais. Sem eles nada disto seria possível.

À minha irmã, o melhor presente que tive na vida. Obrigada pela paciência, por me ouvires e pela preocupação excessiva, típica de irmã mais velha.

Ao meu cunhado, aos meus primos e a toda a família que sempre me apoiou e me motivou ao longo desta caminhada.

À minha avó, que partiu no fim desta caminhada, por tudo.

Ao João, o meu maior pilar nestes últimos tempos de maior esforço. É o meu porto seguro, a minha maior fonte de motivação e o melhor exemplo que podia ter.

À minha binómia, Andreia, pela partilha de momentos que levo para a vida toda. Tornaste tudo isto tão melhor e mais leve.

Às minhas companheiras de casa, Bruna e Mónica, pelos momentos de risos infinitos que tivemos.

À Joana e à Cláudia pelos momentos de trinómio, de risos, de nervos mas de entre ajuda constante.

A todos os meus colegas e professores, pela ajuda, pela dedicação.

À Universidade Fernando Pessoa. Foram 5 anos que jamais esquecerei.

À minha orientadora, Doutora Vanda Urzal, pela paciência, ajuda e disponibilidade.

RESUMO

Objetivo: A presente revisão tem como objetivo analisar a eficácia dos alinhadores invisíveis, através de uma revisão da literatura.

Materiais e Métodos: Foi efetuada uma pesquisa bibliográfica eletrônica através da base de dados Medical Literature Analysis and Retrieval System Online (MedLine) no portal Pubmed, utilizando-se a seguinte palavra-chave “aligners” e o termo Mesh: “Orthodontic Tooth Movements” combinados através do operador booleano “AND”. Utilizaram-se os seguintes filtros: estudos em humanos, artigos em inglês e artigos completos. O limite temporal foi de 2007 a 2022. Obtiveram-se 401 artigos. Os critérios de inclusão foram: estudos sobre a eficácia dos alinhadores invisíveis, estudos realizados em dentição permanente e estudos realizados com a tecnologia Invisalign. Os critérios de exclusão foram: estudos cujos participantes tivessem sido submetidos a uma cirurgia ortognática prévia. Excluíram-se também as revisões sistemáticas e as meta-análises. Aplicando-se estes critérios após a leitura do título e do resumo foram selecionados 14 artigos.

Conclusão: A eficácia dos alinhadores no tratamento das más oclusões aumentou ao longo dos anos, no entanto ainda apresenta algumas limitações na movimentação dentária. Mais estudos deverão ser efetuados para melhorar a eficácia deste sistema.

Palavras-chave: “alinhadores”; “eficácia”; “movimento dentário”; “movimento ortodôntico”.

ABSTRACT

Objective: this review aims to analyze and compare the effectiveness of clear aligners, through a literature review.

Materials and Methods: An electronic bibliographic search was carried out using the Medical Literature Analysis and Retrieval System Online (MedLine) database on the Pubmed portal, using the following keyword "aligners" and the Mesh term: "Orthodontic Tooth Movements" combined using the Boolean operator "AND". The following filters were used: human studies, articles in English and full articles. The temporal limit was from 2007 to 2022. A total of 401 articles were obtained. The inclusion criteria were: studies on the effectiveness of invisible aligners, studies conducted in the permanent dentition and studies conducted with the Invisalign technology. The exclusion criteria were: studies whose participants had undergone previous orthognathic surgery. Systematic reviews and meta-analyses were also excluded. After reading the title and abstract, 14 articles were selected.

Conclusion: Through this review, it was concluded that the effectiveness of aligners has increased over the years. However, they still have some limitations and difficulty in performing some movements. More studies should be carried out to improve the effectiveness of this increasingly used system.

Keywords: “aligners”; “effectiveness”; “tooth movement”; “orthodontic movement”.

ÍNDICE GERAL

I. INTRODUÇÃO	1
II. DESENVOLVIMENTO	2
1. História dos alinhadores	2
2. Eficácia dos alinhadores nos diferentes movimentos dentários	3
i. Movimento de rotação	3
ii. Movimento de intrusão	4
iii. Movimento de extrusão	5
iv. Inclinação vestibulo-lingual	5
v. Inclinação mésio-distal	5
vi. Fecho de espaços- casos de extrações dentárias	5
3. Eficácia dos alinhadores dentários em diferentes má-oclusões	6
i. Mordida Aberta	6
ii. Mordida Coberta	7
iii. Mordida Cruzada	8
iv. Apinhamento dentário	8
4. Variáveis que afetam o movimento dentário com alinhadores	9
III. DISCUSSÃO	10
IV. CONCLUSÃO	12
V. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	13

ÍNDICE DE SIGLAS E ACRÓNIMOS

MeSH Terms - Medical Literature Analysis and Retrieval System Online

3 D - Sistema tridimensional

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

I. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a crescente valorização da estética associada ao tratamento ortodôntico impulsionou a introdução de novos materiais e técnicas. Neste sentido, a procura pelos alinhadores invisíveis aumentou. Estes são aparelhos ortodônticos termoplásticos que geram um movimento dentário controlável, capazes de aliar o conforto à estética. Por serem removíveis e invisíveis, apresentam algumas vantagens, descritas pela Invisalign[®], em relação aos aparelhos fixos tradicionais: são discretos, estéticos, não necessitam de cuidados com os alimentos e bebidas ingeridas, causam menos dor, permitem uma melhor manutenção da higiene oral e reduzem o número e a duração das consultas dentárias. Apesar da sua procura e evolução recentemente ter sido exponencial já em 1946 a ortodontia invisível era alvo de estudo e experimentação. No entanto só décadas mais tarde surgiram as primeiras produções de alinhadores termoplásticos pela empresa Align Technology (Phan e Ling, 2007, D'Antó *et al.*, 2022). Em constante melhoria, os alinhadores invisíveis, tornaram-se eficazes a corrigir desde simples más oclusões a casos mais complexos, como por exemplo o fecho de espaços dentários (D'Antó *et al.*, 2022). Com a crescente procura deste tipo de técnica ortodôntica, surge então a necessidade de se avaliar a sua eficácia. É importante saber o limite da movimentação dentária com este tipo de aparelhos dentários. A resposta a esta pergunta foi o objetivo principal deste trabalho.

1. Materiais e Métodos

Efetou-se uma pesquisa bibliográfica na base de dados PubMed. Para a pesquisa utilizou-se a palavra-chave “aligners” e o termo Mesh: “Orthodontic Tooth Movements” combinados através do operador booleano “AND”. Utilizaram-se os seguintes filtros: estudos em humanos, artigos em inglês e artigos completos. O limite temporal foi de 2007 a 2022. Obtiveram-se 401 artigos. Os critérios de inclusão foram: estudos sobre a eficácia dos alinhadores invisíveis, estudos realizados em dentição permanente e estudos realizados com a tecnologia Invisalign. Os critérios de exclusão foram: estudos cujos participantes tivessem sido submetidos a uma cirurgia ortognática prévia. Excluíram-se também as revisões sistemáticas e as meta-análises. Aplicando-se estes critérios após a leitura do título e do resumo foram selecionados 14 artigos.

II. DESENVOLVIMENTO

1. História dos alinhadores

A história da ortodontia invisível tem início na década de 40, quando Herald Dean Kesling produziu um aparelho posicionador dentário, para ser utilizado após a remoção do aparelho fixo tradicional, constituído por uma peça de borracha flexível, para produzir pequenos movimentos dentários, em determinados dentes, sem afetar o alinhamento dos restantes dentes (Phan e Ling, 2007, Hennessy e Al-Awadhi, 2016).

Em 1971, Ponitz aperfeiçoou a ideia de Kesling com a criação de um “retentor invisível”, que apenas conseguia produzir pequenos movimentos dentários através da inclinação de coroas (Phan e Ling, 2007, Hennessy e Al-Awadhi, 2016).

No início da década de 90, Sheridan *et al.* propuseram uma técnica em que realizavam desgastes interproximais, e para cada movimento produzido era necessário realizar novos *set-ups* e novas impressões. Facto que tornava esta técnica morosa quer clinicamente quer em termos laboratoriais (Phan e Ling, 2007, Hennessy e Al-Awadhi, 2016).

Em 1998, a empresa Align Technology, introduziu o Sistema Invisalign[®], o primeiro a utilizar a tecnologia Computer-aided design computer-aided manufacturing (CAD-CAM), um sistema tridimensional (3D) que permite visualizar e simular movimentos dentários (Phan e Ling, 2007, Hennessy e Al-Awadhi, 2016, Wheeler, 2017). Após esta fase a evolução dos alinhadores foi rápida, levando à divisão dos alinhadores em gerações:

1º - Os alinhadores de primeira geração funcionam unicamente com base no próprio alinhador, sem quaisquer elementos auxiliares incorporados. Estes alinhadores apresentavam várias limitações e dificuldades (Phan e Ling, 2007, Hennessy e Al-Awadhi, 2016).

2 - Os alinhadores de segunda geração passaram a utilizar *attachments* solicitados pelos clínicos, que permitiam um melhor controlo do movimento, assim como botões de resina e elásticos intermaxilares (Hennessy e Al-Awadhi, 2016).

3 - Os alinhadores de terceira geração, surgiram numa tentativa de melhorar o controle do movimento. Nesta geração, os *attachments* utilizados são colocados automaticamente pelo software, por exemplo: no caso de necessidade de se efetuarem extrusões ou movimentos de raízes dentárias. Podem ainda ser adicionados outros *attachments* sob solicitação do ortodontista para melhorar os movimentos que se pretendam alcançar (Hennessy e Al-Awadhi, 2016).

Foram introduzidos protocolos para correção das más oclusões, nomeadamente: mordidas abertas, mordidas cobertas, nos casos de extrações dentárias e acima de tudo o controle dos movimentos dentários foi melhorando (Bräscher *et al.*, 2016, Moshiri *et al.*, 2021).

2. Eficácia dos alinhadores nos diferentes movimentos dentários.

Nos últimos anos, diversos estudos têm sido conduzidos para avaliar como atuam os alinhadores nos diferentes tipos de movimentos dentários ortodônticos.

i. Movimento de rotação.

O movimento de rotação ocorre em torno do longo eixo do dente e é obtido através de um binário de forças: duas forças de igual intensidade, mas com sentidos opostos. Em 2008, foi publicado um estudo por Kravitz *et al.* com o objetivo de apurar a influência de *attachments* e da redução interproximal na eficácia do movimento de rotação dos caninos utilizando o sistema Invisalign[®]. Foram avaliados 53 caninos, em 31 participantes, tratados com o sistema Invisalign[®]. Os participantes do estudo foram categorizados em 3 grupos: pacientes sem *attachments* e sem redução interproximal; pacientes com *attachments*; e por fim, pacientes com redução interproximal. Deste estudo, concluiu-se que os caninos que receberam redução interproximal apresentaram melhores resultados.

Em 2009, Kravitz *et al.* publicaram um estudo clínico prospetivo, onde avaliaram 401 dentes anteriores e concluíram que a rotação com melhor resultado, em geral, foi a dos incisivos centrais maxilares (54,2%), seguida dos incisivos centrais mandibulares (51,6%) e a de pior precisão foi a dos caninos mandibulares (29,1%). Os caninos foram ainda avaliados após serem separados em dois grupos: com rotação prevista inferior a 15° e com rotação prevista superior a 15°; concluiu-se que, para rotações superiores a

15°, a eficácia do canino maxilar foi significativamente reduzida. Facto que corrobora o estudo de 2014, de Simon *et al.* que concluiu que a eficácia da rotação dependia da quantidade de movimento. Para estudos com uma rotação inferior a 1,5° a eficácia total, avaliada em pré-molares, foi de 41,8%, no entanto para rotações superiores a 1,5° a eficácia diminuiu para 23%.

Em 2020, Haouili *et al.* analisaram a percentagem de eficácia do movimento dentário com Invisalign® em incisivos, caninos, pré-molares e molares, com o objetivo de avaliar a melhoria do sistema Invisalign®. Em relação ao movimento de rotação, a rotação mesial apresentou melhor resultados do que a rotação distal e a rotação maxilar melhor resultado em relação à mandibular. A rotação dos caninos continua a ser a menos eficaz.

Em 2022, Bilello *et al.* Calcularam a precisão média dos movimentos de rotação e obteve 86%, favorecendo a eficácia deste movimento. Neste estudo, a rotação canina aproxima-se muito dos valores obtidos com outros dentes. No entanto, os incisivos centrais superiores continuam a alcançar o melhor resultado, 96,1% de eficácia.

ii. Movimento de intrusão

O movimento de intrusão foi avaliado no estudo dirigido por Kravitz *et al.* em 2009. Nesta investigação os incisivos centrais superiores e inferiores obtiveram os melhores resultados, de 44,7% e 46,6% respetivamente, e os incisivos laterais superiores conseguiram a eficácia mais baixa, ou seja, de 32,5%. No entanto, no estudo realizado por Haouili *et al.*, em 2020 estes valores alteraram-se significativamente. O grupo de dentes que melhor resultado apresentou foram os caninos, e os incisivos centrais apresentaram o menor valor de eficácia.

Kravitz *et al.*, em 2009, demonstraram que o movimento intrusivo nos dentes anteriores, com Invisalign®, obteve uma eficácia média de 41,3%. Contudo Haouili *et al.* em 2020 apresentaram valores médios ligeiramente mais elevados: 44,4% nos dentes maxilares e 47,7% nos dentes mandibulares.

O estudo mais recente, publicado em 2022 por Bilello *et al.* apresenta uma evolução muito significativa da precisão média do movimento de intrusão em dentes anteriores, conseguindo valores entre 86,7% e os 98%.

iii. Movimento de extrusão

No estudo de Kravitz *et al.*, em 2009, a extrusão dentária em dentes anteriores foi apresentada como o movimento com menor eficácia no tratamento com Invisalign[®], surgindo com uma eficácia média de 29,6%. A extrusão de incisivos centrais foi a menos eficaz e a extrusão de incisivos laterais foi a mais comum, nos 64 dentes avaliados. Apenas 13 dentes necessitavam de extrusões maiores que 1,0 mm mas inferiores a 1,8 mm.

No estudo de Haouili *et al.*, publicado 11 anos depois, e após uma evolução significativa do sistema de alinhadores Invisalign[®], este valor subiu cerca de 15%, talvez devido ao uso de *attachments* de extrusão otimizados (Haouili *et al.*, 2020).

iv. Inclinação vestibulo-lingual

Kravitz *et al.* concluíram que o movimento de inclinação lingual foi mais eficaz (53,1%) do que o de inclinação vestibular (37,6%).

Pelo contrário, Haouili *et al.*, em 2020, concluíram que o movimento vestibular apresentava uma precisão média de 57,6% e o movimento lingual uma precisão de aproximadamente 54,8%.

No estudo de 2022, de Bellali *et al.*, não é feita uma distinção entre o movimento lingual e o vestibular, mas a inclinação vestibulo-lingual realizada com alinhadores apresentou um aperfeiçoamento muito significativo, chegando a atingir valores de aproximadamente 98%.

v. Inclinação méso-distal

A inclinação méso-distal apresenta uma precisão média de 40,5%, sendo mais difícil de obter no canino mandibular (Kravitz *et al.*, 2009).

No estudo de Haouilli *et al.* (2020) este valor sobe para uma precisão média de 52,1%.

vi. Fecho de espaços - casos de extrações dentárias

Li *et al.* concluíram que os alinhadores quando comparados com brackets no fecho de espaços, não mostraram resultados estatisticamente significativos diferentes. O único

aspecto que obtiveram pior desempenho foi na duração do tratamento ou seja: no caso de extrações dentárias, os alinhadores demoraram mais tempo a concluir o tratamento (Li *et al.*, 2015).

3. Eficácia dos alinhadores dentários em diferentes má-oclusões

i. Mordida Aberta

Mordidas abertas podem ser corrigidas através da extrusão e/ou intrusão de dentes anteriores e posteriores. Os alinhadores podem ser vantajosos no tratamento deste tipo de má-oclusão, pois não produzem o mesmo efeito extrusivo nos dentes posteriores como os *brackets*. Pelo contrário, os alinhadores podem ajudar a intruir os dentes posteriores devido ao plástico espesso que os cobre e às forças mastigatórias naturais do paciente (Harris *et al.*, 2020).

Num estudo de 2017, Moshiri *et al.* analisaram as cefalometrias pré e pós-tratamentos de 30 pacientes com casos de mordida aberta (de 1,8 mm, em média) que foram tratados com Invisalign[®]. A conclusão do estudo foi a confirmação da eficácia destes alinhadores para o tratamento de ligeiras mordidas abertas anteriores. Concluiu ainda que a mordida aberta foi corrigida através da intrusão de molares inferiores associados à extrusão de incisivos inferiores, combinados com uma rotação anti-horária do plano mandibular.

Khosarvi *et al.* (2017) analisaram 68 pacientes com mordida aberta (de 1,5 mm, em média), e concluiu que os alinhadores corrigiram a dimensão vertical, sendo o mecanismo primário para a correção da mordida aberta a extrusão incisiva.

Garnett *et al.* (2019) compararam o tratamento de mordidas abertas (de -1,3 mm no grupo de terapia fixa e de -1,6 mm no grupo de alinhadores) através de alinhadores com o tratamento ortodôntico fixo em pacientes com padrões esqueléticos hiperdivergentes (ângulo do plano mandibular igual ou superior a 38°). Não encontraram diferenças significativas na magnitude da correção desta má-oclusão. Também concluíram que o mecanismo principal de correção da mordida aberta é o mesmo entre os dois grupos.

Harris *et al.* (2020), realizaram um estudo com 45 pacientes que incluiu várias estratégias para a correção da mordida aberta (de - 1,21 mm, em média, de *overbite*) tais como: intrusão molar, redução interproximal, *attachments* e o uso de alinhadores de

refinamento. Os resultados deste estudo demonstraram que os alinhadores foram eficientes no controlo da dimensão vertical em pacientes com mordida aberta. A sua correção ocorreu através da combinação da extrusão dos incisivos superiores e inferiores e da intrusão dos molares superiores e inferiores, associados a uma rotação anterior da mandíbula.

ii. Mordida Coberta

A sobremordida é caracterizada pela sobreposição vertical excessiva dos incisivos superiores na superfície labial dos incisivos inferiores. Geralmente, é tratada através da intrusão anterior, o que pode ser difícil com alinhadores (Boyd, 2008).

No entanto, em 2008, Giancotti e Greco apresentaram três casos de sobremordida, em adultos, que foram tratados satisfatoriamente com Invisalign[®]. As mordidas profundas foram corrigidas através da intrusão e pró-inclinação dos incisivos superiores e do nivelamento do arco dentário mandibular.

Khosravi *et al.* (2017) avaliaram a correção da sobremordida, de 40 pacientes com overbite maior ou igual a 4 mm, com Invisalign[®]. Concluíram ter existido melhoria na dimensão vertical e uma abertura média da mordida de cerca de 1,5 mm. A correção da mordida foi possível principalmente através da pró-inclinação dos incisivos. No entanto, as sobremordidas mais graves não atingiram valores de correção satisfatórios.

Henick *et al.* (2021), à semelhança de Boyd (2008), também se referiram ao tratamento da sobremordida através de alinhadores, como sendo difícil.

No entanto, o estudo de Henick *et al.* (2021), ao contrário do estudo de Khosravi *et al.* (2017), já contempla a introdução da tecnologia denominada de *Invisalign G5 Innovation*, uma melhoria do sistema Invisalign[®], para a correção das sobremordidas. Estas melhorias permitem: um maior controlo da intrusão anterior recorrendo a áreas de pressão seletivas, a *attachments* otimizados em pré-molares (que servem de ancoragem para a intrusão de incisivos) e a rampas de mordida (para a desoclusão posterior). Assim, Henick *et al.* pretenderam, com este estudo, perceber se a introdução do protocolo *G5* tornava a correção das sobremordidas mais eficaz, comparando pacientes com sobremordidas tratadas com este protocolo e pacientes com tratamento convencional fixo. Concluíram que o tratamento fixo apresenta melhores resultados,

principalmente em sobremordidas mais severas; mas que o desempenho do Invisalign® melhorou, tendo sido capaz de corrigir sobremordidas esqueléticas, provavelmente devido à boa eficácia das rampas de mordida em desocluir os dentes posteriores. A intrusão incisiva também melhorou, o que sugere uma boa eficiência das áreas de pressão.

iii. Mordida Cruzada

A capacidade de um alinhador corrigir mordidas cruzadas depende da posição e da profundidade de mordida. Mordidas cruzadas anteriores ou posteriores com uma profundidade de mordida menor que 10%, geralmente não são difíceis de tratar com alinhadores. No entanto, quando superiores a 10%, podem requerer o auxílio de dispositivos para abrir verticalmente a mordida (como rampas de mordida). Nestes casos, é necessário que os alinhadores sejam usados até mesmo durante as refeições (Wheler, 2017).

iv. Apinhamento Dentário

Vários estudos confirmaram o sucesso na correção de apinhamentos com alinhadores (Krieger *et al.*, 2012, Li *et al.*, 2015, Duncan *et al.*, 2016).

No estudo de Krieger *et al.* (2012) foram analisados 50 pacientes com apinhamento dentário e concluiu-se que a sua correção é feita através de uma combinação de técnicas, como pró-inclinação dos incisivos, redução interproximal e expansão dos arcos dentários. No estudo de Duncan *et al.* (2016) foram estudados pacientes com apinhamentos leves, moderados e severos dos incisivos superiores. A expansão da arcada dentária e a redução interproximal foram suficientes para resolverem a má oclusão instalada. Evitou-se a pró-inclinação incisiva devido ao risco de deiscência e recessão óssea. Lanteri *et al.* (2018) compararam o tratamento nos apinhamentos anteriores com alinhadores e com tratamento convencional fixo. Não encontraram diferenças significativas entre os tratamentos.

Quer o tratamento fixo, quer o invisível, beneficiam de melhores resultados com uma contenção pós-ortodôntica (Lanteri *et al.*, 2018).

4. Variáveis que afetam o movimento dentário ortodôntico com alinhadores

O movimento ortodôntico é o resultado do processo que ocorre a nível ósseo, com reabsorção óssea do lado de pressão e aposição óssea do lado de tensão, conforme a força que lhe é aplicada.

A magnitude, o tempo e a direção da força aplicada nos dentes durante o movimento dentário são responsáveis pela maneira como os dentes se movem. As forças aplicadas aos dentes causam diferentes tipos de movimentos dentários, dependendo da posição desse dente e da direção em que a força é aplicada (Chisari *et al.*, 2014).

Existem fatores variáveis entre pacientes que podem influenciar o movimento dentário ortodôntico. A idade, o sexo, o comprimento da raiz, os níveis ósseos, a densidade óssea, medicamentos e algumas condições sistêmicas podem ter efeitos inibitórios ou aditivos no movimento ortodôntico (Chisari *et al.*, 2014).

No estudo de Chisari *et al.* (2014), com o objetivo de compreender que variáveis podem afetar o movimento dentário concluiu-se que o movimento diminuiu com a idade, especialmente em mulheres, provavelmente devido à diminuição da qualidade do osso (osteoporose), a qual é mais acentuada em mulheres idosas.

Outra variável relevante para o sucesso do movimento dentário com alinhadores é a colaboração do paciente, podendo mesmo determinar o sucesso do tratamento. Quanto mais contínua a força aplicada, melhor será o movimento conseguido. Mas, os alinhadores são removidos durante alguns períodos do dia, nomeadamente para alimentação e higienização dentária. Importa restringir ao máximo o tempo sem uso de alinhadores para uma boa eficácia (Chisari *et al.*, 2014; Haouili *et al.*, 2020). A experiência e capacidade técnica do clínico também podem ser variáveis que condicionam o tratamento (Haouili *et al.*, 2020).

III. DISCUSSÃO

Os alinhadores invisíveis surgiram como uma alternativa à ortodontia fixa e prometem colmatar alguns dos inconvenientes dos *brackets*. Tornaram-se populares por serem mais estéticos, mais confortáveis e por permitirem uma melhor higiene oral. Com o avanço da tecnologia, os alinhadores invisíveis também têm passado por melhorias significativas, como a sua associação com diferentes tipos de *attachments*.

O uso de sistemas digitais para o planejamento e previsão dos alinhadores e a introdução de novos materiais e técnicas têm permitido que os alinhadores sejam cada vez mais efetivos (Henessy e Al-Awadhi, 2016, Brascher *et al.*, 2016, Moshiri *et al.*, 2021).

Estudos têm mostrado que os pacientes tratados com alinhadores encontram-se satisfeitos e reportaram uma melhoria da sua qualidade de vida, principalmente em relação à estética, higiene, dor e função mastigatória (Pacheco-Pereira, 2018, Eissa *et al.*, 2018).

No entanto, surge a questão mais importante, especialmente para os clínicos: conseguem os alinhadores ser tão eficazes quanto os aparelhos fixos? Considerando todos os tipos de movimentos ortodônticos e todo o tipo de má-oclusões, desde as mais leves às mais severas, a literatura diz-nos que não.

As má-oclusões mais severas ainda são difíceis de corrigir e ainda não se obtêm resultados tão satisfatórios com alinhadores, quando comparados com a ortodontia fixa. Por exemplo, o tratamento de mordidas abertas mostra-se mais eficaz com aparelhos fixos (Djeu, 2005, Kuncio *et al.*, 2007, Gu *et al.*, 2017, Henick *et al.*, 2021).

No entanto, em casos mais leves ou moderados de má-oclusões, os resultados da utilização de alinhadores não são estatisticamente diferentes dos da ortodontia convencional. As sobremordidas, os apinhamentos e as mordidas cruzadas, desde que não sejam casos severos, parecem ser má-oclusões em que os alinhadores atuam eficazmente (Krieger *et al.*, 2012, Wheler, 2017, Lanteri *et al.*, 2018, Henick *et al.*, 2021).

Os estudos mais recentes comprovam a grande melhoria da tecnologia invisível, reportando o aumento sucessivo da eficácia dos alinhadores nos movimentos ortodônticos (Haouili *et al.*, 2020, Bilello *et al.*, 2022).

Existe, porém, a necessidade de se estudar melhor o pós-tratamento ortodôntico com alinhadores, nomeadamente estudos sobre recidivas. Um estudo de Grunheid *et al.* (2016) e outro de Kuncio *et al.* (2017) reportaram um maior número de recidivas (1-3 anos após o tratamento) no sistema de alinhadores. Importa melhorar este aspeto e conforme a conclusão de Lanteri *et al.* (2018), o uso de contenção pós-ortodôntica é benéfico para as evitar.

Em relação ao tempo de tratamento, um estudo retrospectivo concluiu que a duração do tratamento com alinhadores foi semelhante à dos tratamentos com *brackets* (Pavoni *et al.*, 2011).

No entanto, estudos mais recentes têm vindo a comprovar que os alinhadores são mais rápidos a concluir o tratamento exceto nos casos de extrações dentárias, onde o tratamento com alinhadores foi mais longo (Buschang *et al.*, 2014, Li *et al.*, 2015, Gu *et al.*, 2017).

Analisando a saúde gengival, estudos demonstraram que os alinhadores facilitam a higiene oral, o que melhorou a saúde do periodonto, que apresentou menos índice de placa, de inflamação gengival e de biofilme. Factos que podem tornar o sistema removível como primeira opção de tratamento em pacientes com risco de desenvolver doenças periodontais (Miethke e Brauner, 2007, Karkhanechi *et al.*, 2013, Levrini *et al.*, 2013).

IV. CONCLUSÃO

A eficácia dos movimentos dentários com o uso de alinhadores tem aumentado ao longo dos anos devido à evolução da tecnologia, assim como à utilização de *attachments* otimizados, rampas de mordida entre outros.

Os movimentos dentários que apresentam melhores resultados com a utilização da ortodontia invisível são a intrusão e a inclinação.

A extrusão e a rotação são os movimentos mais difíceis de se obter.

Os alinhadores apresentem bons resultados no tratamento de apinhamentos, mordidas cobertas e mordidas cruzadas, desde que não sejam casos severos.

O tratamento de má-oclusões mais severas ainda não apresenta resultados tão satisfatórios relativamente ao tratamento com ortodontia fixa. No entanto, com a evolução tecnológica os resultados melhoraram.

Nos casos de más oclusões leves a moderadas, de modo geral, os alinhadores dentários apresentam uma duração de tratamento menor do que os tratamentos executados com ortodontia fixa.

Nas más oclusões em que seja necessário recorrer às extrações dentárias, o fecho de espaços é mais lento com a utilização de sistemas invisíveis.

V. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bilello G. *et alii*. (2022). Accuracy evaluation of orthodontic movements with aligners: a prospective observational study, *Progress in Orthodontics*, 23(1), p.12.
- Boyd R. L. (2008). Esthetic orthodontic treatment using the invisalign appliance for moderate to complex malocclusions, *Journal of dental education*, 72(8), 948–967.
- Bräscher A.K. *et alli* (2016). Patient survey on Invisalign® treatment compare the SmartTrack® material to the previous aligner material, *Journal of orofacial orthopedics*, 77(6), pp. 432–438.
- Buschang, P. H. *et alli* (2013). Comparative time efficiency of aligner therapy and conventional edgewise braces, *The Angle orthodontist*, 84, pp. 391-396.
- Chisari J. *et alii*. (2014). Variables affecting orthodontic tooth movement with clear aligners, *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 145(4), pp.82-91.
- D’Antò V. *et alii* (2022). Evaluation of Tooth Movement Accuracy with Aligners: A Prospective Study, *Materials*, 15(7), pp. 26-46.
- Djeu G., Shelton C., Maganzini A. (2005). Outcome assessment of Invisalign and traditional orthodontic treatment compared with the American Board of Orthodontics objective grading system, *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 128(3), pp. 292-298.
- Duncan, L. O. *et alli* (2016). Changes in mandibular incisor position and arch form resulting from Invisalign correction of the crowded dentition treated nonextraction, *The Angle orthodontist*, 86(4), pp. 577–583.
- Eissa, O., Carlyle, T., and El-Bialy, T. (2018). Evaluation of root length following treatment with clear aligners and two different fixed orthodontic appliances. A pilot study, *Journal of orthodontic science*, 7, p. 11.
- Garnett, B. S. *et alli* (2019). Cephalometric comparison of adult anterior open bite treatment using clear aligners and fixed appliances, *The Angle orthodontist*, 89(1), pp. 3–9.
- Giancotti, A., Mampieri, G., and Greco, M. (2008). Correction of deep bite in adults using the Invisalign system, *Journal of clinical orthodontics* 42(12), pp. 719–728
- Grünheid, T. *et alli* (2016). Effect of clear aligner therapy on the buccolingual inclination of mandibular canines and the intercanine distance, *The Angle orthodontist*, 86(1), pp. 10–16.
- Gu, J. *et alli* (2017). Evaluation of Invisalign treatment effectiveness and efficiency compared with conventional fixed appliances using the Peer Assessment Rating

index, *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*, 151(2), pp. 259–266.

Haouili N. *et alii* (2009). How well does Invisalign work? A prospective clinical study evaluating the efficacy of tooth movement with Invisalign, *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 135(1), pp. 27-35.

Harris K. *et alii* (2020). Evaluation of open bite closure using clear aligners: a retrospective study, *Progress in Orthodontic*, 21(1), p. 23.

Henick D. *et alii* (2021). Effects of Invisalign (G5) with virtual bite ramps for skeletal deep overbite malocclusion correction in adults, *The Angle orthodontist*, 91(2), pp. 164–170.

Hennessy J., Al-Awadhi E. (2016). Clear aligners generations and orthodontic tooth movement, *Journal of Orthodontics*, 43(1), pp. 68-76.

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), pp. 706–712.

Karkhanechi, M. *et alii* (2013). Periodontal status of adult patients treated with fixed buccal appliances and removable aligners over one year of active orthodontic therapy, *The Angle orthodontist*, 83(1), pp. 146–151.

Khosravi R. *et alii* (2017). Management of overbite with the Invisalign appliance, *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 151(4), pp. 691-699.

Kravitz N. *et alii* (2008). Influence of Attachments and Interproximal Reduction on the Accuracy of Canine Rotation with Invisalign. A Prospective Clinical Study, *The Angle Orthodontist*, 78(4), pp. 682-687.

Kravitz N. *et alii* (2009). How well does Invisalign work? A prospective clinical study evaluating the efficacy of tooth movement with Invisalign, *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 135(1), pp. 27-35.

Krieger E. *et alii* (2012). Invisalign treatment in the anterior region: were the predicted tooth movements achieved? *Journal of orofacial orthopedics*, 73(5), pp. 365-76.

Kuncio D. *et alii* (2007). Invisalign and traditional orthodontic treatment postretention outcomes compared using the American Board of Orthodontics objective grading system, *The Angle orthodontist*, 77(5), pp. 864-869.

Lanteri V. (2018). The efficacy of orthodontic treatments for anterior crowding with Invisalign compared with fixed appliances using the Peer Assessment Rating Index, *Quintessence international*, 49(7), pp. 581-587.

Levrini, L. *et alii* (2013). Assessment of the periodontal health status in patients undergoing orthodontic treatment with fixed or removable appliances. A

microbiological and preliminary clinical study, *Cumhuriyet Dental Journal*, 16, pp. 296-307.

Li W, Wang S, Zhang Y (2015). The effectiveness of the Invisalign appliance in extraction cases using the the ABO model grading system: a multicenter randomized controlled trial, *International journal of clinical and experimental medicine*, 8(5), pp. 8276-8282.

Miethke, R. R., and Brauner, K. (2007). A Comparison of the periodontal health of patients during treatment with the Invisalign system and with fixed lingual appliances, *Journal of orofacial orthopedics*, 68(3), pp. 223-231.

Moshiri M. et alli (2021). Invisalign eighth-generation features for deep-bite correction and posterior arch expansion, *Seminars in Orthodontics*, 27(3) pp. 175-178.

Moshiri S. *et alii* (2017). Cephalometric evaluation of adult anterior open bite non-extraction treatment with Invisalign, *Dental press journal of orthodontics*, 22(5), pp. 30-38.

Pacheco-Pereira, C., Brandelli, J., & Flores-Mir, C. (2018). Patient satisfaction and quality of life changes after Invisalign treatment, *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*, 153(6), pp. 834-841.

Pavoni, C., Lione, R., and Laganà P.C. (2011). Self-ligating versus Invisalign: analysis of dento-alveolar effects, *Annali di Stomatologia*, 2(1-2), pp. 23-27.

Phan, X., & Ling, P. H. (2007). Clinical limitations of Invisalign, *Journal Canadian Dental Association*, 73(3), pp. 263-266.

Simon M. *et alli* (2014). Treatment outcome and efficacy of an aligner technique--regarding incisor torque, premolar derotation and molar distalization, *BMC Oral Health*, 14, p. 68.

Wheeler T (2017). Orthodontic clear aligner treatment, *Seminars in Orthodontics*, 23(1) pp. 83-89.