FACULDADE DE TECNOLOGIA DE SETE LAGOAS

FACSETE

KARLA GODOY RIBEIRO

ALINHADORES INVISÍVEIS COMO FORMA DE TRATAMENTO NA ORTODONTIA: REVISÃO DA LITERATURA

SERTÃOZINHO

2023

KARLA GODOY RIBEIRO

ALINHADORES INVISÍVEIS COMO FORMA DE TRATAMENTO NA ORTODONTIA: REVISÃO DA LITERATURA

Monografia apresentada ao curso de Especialização em Ortodontia do Centro de Estudos em Ortodondia - Ortogotardo como requisito parcial para conclusão do Curso de Especialização.

Área de Concentração: Ortodontia

Orientador: Paulo Henrique Barbosa Stopa

SERTÃOZINHO

2023

Ribeiro, Karla Godoy
Alinhadores invisíveis como forma de tratamento a Ortodontia: Revisão da literatura / Karla Godoy Ribeiro. – Sertãozinho, 2023.

Orientador: Paulo Henrique Barbosa Stopa

Monografia. (Especialização em Ortodontia) - Centro de Estudos em Ortodontia - Ortogotardo. Orientador: Paulo Henrique Barbosa Stopa. 1. Aparelhos ortodônticos removíveis.2. Invisalign®. 3. Ortodontia. Sertãozinho, 2023.

CENTRO DE ESTUDOS EM ORTODONTIA - ORTOGOTARDO

Monografia intitulada "Alinhadores Invisíveis Como Forma De Tratamento Na Ortodontia: Revisão da Literatura" de autoria do aluno Karla Godoy Ribeiro, aprovada pela banca examinadora constituída pelos seguintes professores:

Paulo Henrique Barbosa Stopa - Ortogotardo – Centro de Estudos em Ortodontia
Orientador

Eduardo Mendes Gotardo - Ortogotardo – Centro de Estudos em Ortodontia -
Coorientador

André Reis Pinto - Ortogotardo – Centro de Estudos em Ortodontia –
Examinador

Sertãozinho, 12 de setembro de 2023

RESUMO

Nos últimos anos, houve um avanço na Ortodontia devido ao interesse na alternativa terapêutica dos alinhadores invisíveis, que atendem às necessidades estéticas dos pacientes. Apesar da eficácia sugerida, a eficiência clínica dos alinhadores invisíveis gera debate entre profissionais. Desse modo, esse trabalho tem como objetivo avaliar a eficácia do sistema de alinhadores invisíveis no tratamento ortodôntico, por meio uma revisão de literatura. O estudo teve como bases de dados para levantamento bibliográfico o Pubmed, Scielo e a Biblioteca Virtual em Saúde, entre os anos de 2015 e 2023. Para a busca, foram utilizados os seguintes descritores em ciências da saúde: “orthodontic appliances”, “Invisalign®” e “orthodontics”. O estudo obteve uma amostra de 47 artigos científicos, com prevalência de publicação nos anos de 2020 e 2021. Foi identificado que os alinhadores são eficazes em tratar más oclusões leves a moderadas, mas não são ideais para casos severos. O planejamento virtual frequentemente requer ajustes, pois os movimentos esperados nem sempre são alcançados. Vantagens no uso incluem melhor estética, conforto e higiene. No entanto, a colaboração do paciente, características do material plástico e limitações em certos tipos de movimento são desvantagens a serem consideradas.

Palavras-chave: aparelhos ortodônticos removíveis, *Invisalign*®, Ortodontia.

ABSTRACT

In recent years, there has been an advancement in orthodontics due to the interest in the therapeutic alternative of invisible aligners, which cater to patients' aesthetic needs. Despite the suggested effectiveness, the clinical efficiency of invisible aligners sparks debate among professionals. Therefore, this study aims to assess the effectiveness of the invisible aligner system through a literature review. The study utilized PubMed, Scielo, and the Virtual Health Library as databases for literature search, covering the years from 2015 to 2023. The following health science descriptors were used for the search: "orthodontic appliances," "Invisalign®," and "orthodontics." The study obtained a sample of 47 scientific articles, with a prevalence of publications in the years 2020 and 2021. It was identified that aligners are effective in treating mild to moderate malocclusions but are not ideal for severe cases. Virtual planning often requires adjustments, as expected movements are not always achieved. Advantages include improved aesthetics, comfort, and hygiene. However, patient cooperation, plastic material characteristics, and limitations in certain types of movement are disadvantages to be considered.

Keywords: orthodontic appliances, *Invisalign*®, orthodontics.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABO- American Board of Orthodontics

AP- Anteroposterior

BVS- Biblioteca Virtual em Saúde

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

DAT's- Dispositivos de ancoragem temporária

DeCS- descritores em ciências da saúde

IMAF- Invisalign® with Mandibular Advancement Feature

MA- Mordida aberta

MGS- Model Grading System

mm- Milímetro

MPA- Mandibular Plane Angle

SCIELO- Scientific Electronic Library Online

SUMÁRIO

1	**INTRODUÇÃO** ……	09
2.	**PROPOSIÇÃO**.....	11
3.	**REVISÃO DA LITERATURA** …..…….……..	12
3.1	Indicações e vantagens dos alinhadores invisíveis.....	12
3.2	Fisiologia e biomecânica da movimentação ortodôntica.....	13
3.3	Planejamento digital.....	14
3.4	Geração dos alinhadores.....	15
3.4.1	Primeira geração.....	15
3.4.2	Segunda geração.....	16
3.4.3	Terceira geração.....	16
3.5	Eficácia.....	18
3.5.1	Tratamento da Má Oclusão de Classe II.....	18
3.5.2	Tratamento da Má Oclusão de Classe III.....	20
3.5.3	Tratamento da mordida aberta.....	21
3.5.4	Tratamento da intrusão e extrusão	22
3.6	Limitações e desvantagens.....	23
4.	**DISCUSSÃO** ……..……..	25
5.	**CONCLUSÃO**..……....	27
6.	**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**……...	28
7.	**APÊNDICE 1**……...	33

1. INTRODUÇÃO

Os alinhadores invisíveis foram introduzidos nos Estados Unidos, no final da década de 1990 pela empresa Align Technology© (Santa Clara, California), que então deu origem ao sistema Invisalign®, sendo distribuídos na Itália e outros países europeus a partir de 2001 (KUO; MILLER, 2003; MEIER; WIEMER, 2003). A evolução ortodôntica, principalmente nos últimos anos, ocorreu devido o interesse e a difusão dessa alternativa terapêutica, considerando as necessidades e a percepção estética dos pacientes. Os métodos ortodônticos convencionais têm sido associados a um comprometimento geral da aparência facial (ZIUCHKOVSKI et al., 2008), o que gera grande preocupação entre os pacientes que procuram tratamento ortodôntico (ROSVALL et al., 2009). Desse modo, materiais e técnicas estéticas têm sido inseridos na prática clínica visando superar essas limitações (GKANTIDIS et al., 2012).

O advento da terapia ortodôntica com alinhadores invisíveis é um dos desenvolvimentos mais importantes nos últimos anos (MELSEN, 2011). Entre os diversos modelos disponíveis, o Invisalign (Align Technology, Tempe, AZ) é o mais amplamente utilizado (DJEU; SHELTON; MAGANZINI, 2005). Primordialmente concebido para tratar casos leves a moderados, o Invisalign desde então tem sido utilizado para tratar casos mais complexos, incluindo mordidas abertas, mordidas cruzadas, mordidas inferiores, espaçamento e até mesmo casos de cirurgia ortognática (TAUB; PALERMO, 2017; KANKAM, et al., 2019).

Com o aumento da popularidade dos alinhadores invisíveis, pesquisas foram conduzidas para analisar suas limitações. Alguns estudos demonstraram que os alinhadores são ineficazes para intrusão de dentes ou extrusão de dentes posteriores (KHOSRAVI, et al. 2017; DUNCAN, et al., 2016). A rotação dos dentes é um dos movimentos mais difíceis de serem tratados com alinhadores invisíveis, particularmente quando se trata de caninos e pré-molares (ROSSINI et al., 2015; CHARALAMPAKIS et al., 2018; GRÜNHEID; LOH; LARSON, 2017; PAPADIMITRIOU et al., 2018). Desse modo, a utilização de dispositivos adicionais como os attachments (pequenas porções de resinas coladas a superfície do esmalte) podem ser necessários, para que haja uma melhor retenção dos alinhadores e seja possível a geração de binários de forças que

potencializam os movimentos durante os tratamentos mais complexos (DASY et al., 2015).

Quanto aos benefícios do uso de alinhadores invisíveis, estudos apontaram que os pacientes que fizeram uso dessa terapêutica apresentaram melhor saúde periodontal, melhor higiene e menor contagem de bactérias orais do que aqueles que utilizaram aparelho fixo (ROSSINI et al., 2014; KARKHANECHI et al., 2013). Os pacientes com alinhadores invisíveis também apresentam reabsorção radicular de menor gravidade e menos desconforto do que os pacientes com aparelhos ortodônticos fixos (BUSCHANG et al., 2014; ALMASOUD, 2018). Além disso, o tempo do tratamento também pode ser reduzido com o uso dos alinhadores invisíveis quando comparado com aparelhos fixos tradicionais (GU et al., 2017; BUSCHANG et al., 2014).

Outro fator que contribuiu para a revolução da prática ortodôntica, junto ao sistema de alinhadores, foi a tecnologia estereolitográfica computer-aided design/computer-aided manufacturing (CAD/CAM). Essa tem sido usada para estimar os resultados do tratamento e fabricar uma série de alinhadores personalizados utilizando um único silicone ou impressão digital (KUO; MILLER, 2003). Após a sua introdução, o sistema foi eficientemente desenvolvido e melhorado de forma contínua em diversos aspectos; diferentes designs de attachments, novos materiais e novos auxiliares, como “Precision Cuts” e “Power Ridges” foram projetados para possibilitar uma biomecânica de tratamento adicional (PAPADIMITRIOU et al., 2018).

Apesar da preconizada eficácia do tratamento com alinhadores invisíveis, sua eficiência clínica ainda permanece controversa entre os profissionais, havendo os defensores convictos de seus benefícios pelos casos tratados com sucesso, em divergência com os opositores que argumentam sobre limitações significativas, especialmente no tratamento de casos complexos (KRAVITZ et al., 2009; WOMACK, 2006; KAMATOVIC, 2004). Sendo assim, esse trabalho tem como objetivo avaliar a eficácia do sistema de alinhadores invisíveis, por meio uma revisão de literatura, com base em pesquisas que utilizam os mais recentes avanços na área abordada, assim como as suas vantagens e desvantagens, levando em conta a funcionalidade e estética.

2. PROPOSIÇÃO

A presente revisão de literatura teve como bases de dados para levantamento bibliográfico o Pubmed, Scielo e a Biblioteca Virtual em Saúde (BVS). A estratégia de busca foi realizada, utilizando os seguintes descritores em ciências da saúde (DeCS): “orthodontic appliances”, “Invisalign®”, “orthodontics”. Os critérios de inclusão foram trabalhos publicados e disponíveis integralmente em bases de dados científicas a partir do ano de 2015, que já possuam aprovação pela comunidade científica, nos idiomas inglês e português.

Os critérios de exclusão foram trabalhos que não estavam disponíveis integralmente nas bases de dados pesquisadas e estudos anteriores ao ano de 2015. Não foram incluídos livros, resumos de conferências ou anais de congressos. Os artigos encontrados a partir dessa busca foram analisados baseados em seus resumos e títulos, de forma a selecionar os mais relevantes e atuais para compor a revisão bibliográfica. Desse modo, foi confeccionada uma tabela que representa a relação de artigos científicos selecionados de acordo com autor, ano, título, desenho do estudo e local de condução (apêndice 1). Por meio da análise do conteúdo dos artigos selecionados, a revisão bibliográfica foi dividida segundo os seguintes tópicos: “indicações e vantagens dos alinhadores invisíveis”, “fisiologia e biomecânica da movimentação ortodôntica”, “planejamento digital”, “gerações dos alinhadores”, “eficácia” e “limitações e desvantagens”.

3. REVISÃO DA LITERATURA

3.1 Indicações e vantagens dos alinhadores invisíveis

Quando se trata da avaliação de indicações e vantagens dos alinhadores invisíveis, foi identificado no estudo de Kuhlman et al. (2016), que crianças e adolescentes, possuem preferência pelos aparelhos metálicos, enquanto os bráquetes estéticos e alinhadores foram mais atrativos para os adolescentes (KUHLMAN et al., 2016).

White et al. (2017), por meio de um estudo clínico prospectivo randomizado cego, concluiu que o grupo que utilizou o aparelho fixo apresentou maior desconforto durante os primeiros sete dias de uso, sendo que, o desconforto foi estatisticamente significativo nesse grupo após 2-3 dias. Já em relação ao uso de alinhadores invisíveis, foi relatado maior conforto quando comparado com os aparelhos fixos tradicionais. A pesquisa avaliou também a utilização de medicação para alívio da dor entre os grupos, sendo a diferença mais significativa no segundo dia, em que a porcentagem do uso em pacientes que utilizavam aparelhos tradicionais chegou próximo aos 70%, enquanto os que fizeram uso dos alinhadores invisíveis demonstraram um valor de 20%

Além da própria experiência do clínico e de um caso que seja adequado para tratamento com alinhadores, a adesão do paciente é fator fundamental para o sucesso do tratamento. O paciente precisa ser informado sobre a importância de utilizar o aparelho em torno de 22 horas por dia, sendo que o acompanhamento com retornos frequentes é fundamental para o controle das movimentações dentárias e motivação (WHITE et al., 2017).

Estudos que classificam a preferência de adultos por diferentes abordagens ortodônticas (bráquetes metálicos convencionais, bráquetes de safira, alinhadores invisíveis) evidenciam a preferência por aparelhos mais discretos, principalmente pelos pacientes mais velhos (PACHECO-PEREIRA; BRANDELLI; FLORES-MIR, 2018).

Além disso, a literatura tem relatado várias vantagens potenciais correlacionadas aos aparelhos invisíveis, como a redução na quantidade e incidência de reabsorção radicular após terapia ortodôntica a melhora da dor e

da cefaléia relacionadas à disfunção temporomandibular (YI et al., 2018; ALMASOUD, 2018).

A demanda estética associada a ortodontia tornou-se um tema relevante nos últimos anos, uma vez que, o número de pacientes adultos procurando por tratamento ortodôntico aumentou consideravelmente (TAMER; ÖZTAS; MARSAN, 2019).

Outro fator de grande relevância foi identificado por estudos que avaliaram os benefícios da utilização dos alinhadores invisíveis, os resultados apontam que, os pacientes que utilizam esse tratamento têm melhor saúde periodontal, melhor higiene e menor contagem de bactérias orais do que aqueles que utilizam aparelho fixo tradicional (WU; CAO; CONG, 2020).

Em um estudo de revisão sistemática e meta-análise, onde se avaliou e comparou a quantidade de reabsorção radicular, foi observado que durante o tratamento ortodôntico com alinhadores invisíveis e aparelhos fixos, não há diferenças estatisticamente significativas, sendo que ambos os tratamentos não levaram a reabsorção radicular clinicamente considerável. Uma exceção foram os incisivos laterais, em que a reabsorção radicular foi significativamente maior no grupo dos aparelhos fixos (GANDHI et al., 2021).

3.2 Fisiologia e biomecânica da movimentação ortodôntica

A forma como a carga de força será aplicada vai depender da configuração do aparelho ortodôntico; os aparelhos fixos, por exemplo, têm uma área de contato bem estabelecida, representada pelo bráquete. Em relação aos aparelhos fixos, são possíveis dois tipos de movimentação dentária: inclinação, na qual a coroa se move enquanto a ponta da raiz permanece no mesmo lugar, e corporal, na qual a coroa e a raiz se movem igualmente (BARONE et al., 2017).

A movimentação dentária ortodôntica associa a adaptação fisiológica do osso alveolar a tensões mecânicas com uma mínima lesão reversível no periodonto. Em indivíduos saudáveis, esse movimento é realizado por meio de uma remodelação óssea altamente coordenada e eficaz que exige um processo de formação óssea após a reabsorção óssea (LI et al., 2018).

A precisão do movimento e correção dos parâmetros dentários melhorou exponencialmente nos últimos anos, atingindo valores de 70% a 80%. Essa mudança ocorreu devido as contínuas pesquisas realizadas pela Align Technology e aos novos produtos que vêm sendo lançados (GALAN-LOPEZ; BARCIA; PLASENCIA, 2019).

As forças originadas da interação entre fio metálico e bráquete são transmitidas ao ligamento periodontal, gerando o deslocamento do dente. Em contrapartida, uma discordância pré-determinada entre dente e alinhador, por meio do uso de alinhadores sequenciais, condiz com a posição desejada do dente (CORTONA et al., 2020).

Os attachments são botões de resina composta fixados nas superfícies dos dentes. *Divots* podem ser obtidos como deformações pontuais do alinhador, por meio do uso de um alicate com extremidades esféricas. Esses elementos são meios para atingir alguns movimentos ortodônticos críticos a partir de uma melhor definição da área de contato, um aumento local do desajuste em pontos específicos e um controle preciso da carga em relação a intensidade e direção. Essa dificuldade na aplicação de forças é uma das razões pelas quais a efetividade do tratamento com alinhadores ainda está sendo debatida (CORTONA et al., 2020).

A maior complexidade na movimentação dentária com alinhadores invisíveis pode ser conferida à incompatibilidade entre as geometrias do alinhador e dos dentes, anatomia do dente, propriedade do plástico dos alinhadores, movimentos de deslizamento entre as formas de contato e outras questões biomecânicos. Dessa forma, elementos auxiliares como attachments têm o objetivo de auxiliar a transferência de carga entre o aparelho e a dentição por meio da alteração de sua interface de contato (UPADHYAY; ARQUB, 2022).

3.3 Planejamento digital

De forma gradativa, observamos que, os modelos de gesso vêm sendo substituídos pelo planejamento digital. Na Ortodontia, a adoção da tecnologia pode ter variadas aplicações, tudo depende das capacidades do dispositivo, software, clínico e laboratório. O seu uso pode ser aplicado no planejamento de tratamento, fabricação de moldeiras de colagem indireta, design e construção de aparelhos palatinos e linguais personalizados, tecnologia de alinhadores

transparentes, simulação de cirurgia ortognática e avaliação dos resultados cirúrgicos em pacientes que apresentem anomalias de lábio, fissura e palato (MARTIN et al., 2015).

O uso desses dispositivos pode ser relacionado a imprecisões, que normalmente estão envolvidas no procedimento de digitalização, uma vez que o processo de varredura é baseado na emissão de luz na superfície do dente e na captura da luz refletida. Restaurações metálicas, saliva excessiva, ou áreas com acesso precário, exercem influência na qualidade e na nitidez da imagem capturada. A obstrução da luz é outro fator que pode levar à perda dessa área sombreada. Algumas pesquisas demonstraram que áreas relacionadas ao sombreamento, como superfícies íngremes, bordas afiadas, áreas proximais e margens, eram mais susceptíveis a apresentar imprecisões (TING-SHU; JIAN, 2015).

Após a introdução de tecnologia na Ortodontia, o sistema foi drasticamente desenvolvido e melhorado continuamente em muitos aspectos; diferentes designs de attachments, novos materiais e novos auxiliares, como “Precision Cuts” e “Power Ridges” foram projetados para permitir uma biomecânica de tratamento adicional. De acordo com o fabricante, o Invisalign® é capaz de realizar de forma efetiva grandes movimentos dentários, como a rotação bicúspide de até 50° e movimentos radiculares dos incisivos centrais superiores de até 4 mm (ALIGNTECH INSTITUTE, 2016).

Entre as mudanças ocorridas na área odontológica, nos últimos anos, a mais significativa delas é o desenvolvimento da Odontologia digital. O software de projeto assistido por computador e fabricação assistida por computador (CAD/CAM) teve seus primeiros passos dados por Mörmann e colaboradores em 1987. Ademais, Dr. François Duret introduziu conceitos CAD/CAM na Odontologia em 1989, a partir disso vários scanners intraorais foram incorporados (LEE; PARK, 2020).

3.4 Geração dos alinhadores

3.4.1 Primeira geração

Djeu et al. foram os únicos pesquisadores que abordaram essa primeira geração, comparando um total de 48 pacientes, Invisalign® e aparelho fixo,

utilizando métodos do American Board of Orthodontics (ABO). A taxa de aprovação geral para o grupo alinhadores (20,8%) foi 27,1% menor do que a taxa de aprovação para o grupo de aparelhos ortodônticos fixos (47,9%), sendo estatisticamente significativa. Nesse estudo o Invisalign® não apresentou bons resultados nos casos de grandes discrepâncias anteroposteriores e contatos oclusais. Os pontos positivos relacionados ao seu uso foram sua capacidade de fechar espaços e corrigir rotações anteriores (DJEU; SHELTON; MAGANZINI, 2005).

Em relação ao desenvolvimento dos alinhadores invisíveis, pode-se afirmar que existem três gerações. A primeira delas dependia exclusivamente do alinhador para alcançar os resultados, não havendo nenhum tipo de acessório auxiliar (HENNESSY; AL-AWADHI, 2016).

3.4.2 Segunda geração

O uso de acessórios para melhorar a movimentação dentária, foi adotado pelos fabricantes na segunda geração de alinhadores invisíveis, sendo introduzidos os elásticos intermaxilares e attachments (HENNESSY; AL-AWADHI, 2016).

Embora esses estudos destaquem a incapacidade dos alinhadores de alcançar completamente os movimentos dentários previstos, foi dado uma explicação para as discrepâncias encontradas. Pode-se supor que as versões anteriores desses alinhadores poderiam demonstrar um mau controle do movimento da coroa e da raiz e que sistemas de alinhadores com controle mais preciso dos movimentos dentários eram necessários (HENNESSY; AL-AWADHI, 2016).

3.4.3 Terceira geração

Com o intuito de gerar um maior controle dos movimentos e se obter de melhores resultados, os attachments passaram a ser colocados automaticamente pelo software do fabricante. Ademais, o próprio cirurgião-dentista pode requerer a colocação em determinadas posições, por meio do seu planejamento (HENNESSY; AL-AWADHI, 2016).

Atualmente existem três tipos de attachments: elipsóide (figura 1), chanfrado e retangular. São utilizados para diferentes objetivos e, inicialmente, não estão totalmente inseridos no slot quando são colados ao dente. Conforme o paciente passa pelos diferentes alinhadores, os acessórios se tornam mais ativos até que por fim preencham o slot do alinhador (HENNESSY; AL-AWADHI, 2016).

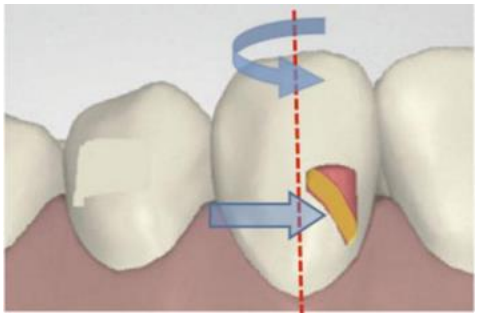


Figura 1: Representações esquemáticas de um único acessório de precisão elipsoide usado para reduzir a rotação de um canino.
Fonte: (HENNESSY; AL-AWADHI, 2016).

As rápidas mudanças tecnológicas prejudicam a avaliação científica sobre a eficácia dos alinhadores, visto que, ocasionalmente, o sistema que está sendo analisado, estudado e será publicado, não é mais o mesmo que está sendo usado atualmente (WEIR, 2017).

Após a introdução do Invisalign® G5, no ano de 2014, houve inovações nos sistemas de alinhadores, como áreas de pressão (Smartforce), otimização de attachments e rampas de mordida (Bite Ramps). Essas rampas (figura 2) foram projetadas para eliminar a intrusão posterior transitória e acrescentar forças intrusivas aos incisivos inferiores por meio de forças naturais de mordida (HENICK et al., 2021).



Figura 2: Precision Bite Ramps.
Fonte: Doctor Invisalign® site. Disponível em: < https://learn.Invisalign®.com/>. Acesso em: 7 de setembro de 2023

3.5 Eficácia

As definições de “eficácia e eficiência” na Ortodontia clínica são usados para descrever o alcance de resultados desejados de forma mais rápida possível, para o ortodontista e para o paciente (RINCHUSE; COZZANI, 2015).

No campo dos alinhadores invisíveis, a busca por eficácia cada vez melhor se expressa na capacidade desses aparelhos de realizar movimentos dentários mais ou menos complexos de forma previsível tanto quanto os aparelhos fixos tradicionais com resultados igualmente estáveis (CARDOSO et al, 2020).

Esses elementos estão ligados à capacidade de manter a adesão adequada do alinhador (encaixe) nos dentes, mas também de garantir a transmissão das forças necessárias para mover os dentes de forma previsível sem sacrificar o conforto e a estética do paciente (ZHANG et al., 2020).

3.5.1 Tratamento da Má Oclusão de Classe II

Quando tratamos da má oclusão pode haver três abordagens terapêuticas diferentes: uma abordagem ortopédica destinada a modificar o crescimento, corrigindo ou reduzindo a discrepância esquelética maxilomandibular; uma abordagem ortodôntica que, por compensação alveolar, tenta restaurar a oclusão normal; uma abordagem cirúrgica, na maioria das vezes por avanço mandibular, na fase pós crescimento. Quando há discrepância esquelética, o tratamento recomendado para más oclusões de Classe II é a modificação da direção de crescimento facial, que pode acontecer pela restrição do crescimento maxilar e/ou avanço mandíbula (ZYMPERDIKAS et al., 2016).

No ano de 2017 a Align Technology desenvolveu o Invisalign® with Mandibular Advancement Feature (IMAF), reunindo os conceitos de modificação do crescimento e movimentação ativa dos dentes da região anterior. Esse sistema representa o mecanismo de ação dos aparelhos funcionais, posicionando a mandíbula para frente, e poderia ter a sua mecânica comparada a um aparelho convencional twin-block (ALIGNTECH INSTITUTE, 2017).

O funcionamento se dá por meio de “asas de precisão” colocadas entre o 1º molar e pré-molares (figura 3), que só podem se encaixar quando o paciente posiciona a mandíbula para frente. A indicação desse tipo de aparelho seria tanto

para casos leves como para casos graves de má oclusão de Classe II, que estão na dentição permanente ou em uma dentição mista tardia mais estável, em que os segundos molares decíduos provavelmente persistirão com o avanço do tratamento (SABOUNI; EICHELBERGER; DES GEORGES, 2019).



Figura 3: IMAF em posição
Fonte: (KOUKOU; DAMANAKIS; TSOLAKIS, 2022)

Em um estudo realizado pela Revista Europeia de Odontopediatria (2021) objetivou-se avaliar os efeitos dentários e esqueléticos de curto prazo resultantes do uso do aparelho IMAF em pacientes com má oclusão esquelética de Classe II com retrusão mandibular. Essa análise foi realizada com o uso de traçados cefalométricos e em estágios diversos de crescimento, realizando a comparação com indivíduos não tratados (RAVERA et al., 2021).

O protocolo utilizado foi um avanço inicial fixado em 2mm, com avanços subsequentes de 2mm a cada 2 meses, visando a redução do desconforto do paciente. Pode-se concluir que esse tipo de sistema é eficaz em pacientes com má oclusão de Classe II, sendo que os resultados são variados, conforme o estágio de crescimento. Na fase pré-puberal de crescimento, tem-se principalmente efeitos dentoalveolares, já na fase de crescimento puberal, os efeitos do avanço mandibular são dento-esqueléticos (RAVERA et al., 2021).

Em pesquisa realizada por Patterson et al. (2021) foi avaliado, por meio do American Board of Orthodontics (ABO) Model Grading System (MGS), o resultado do tratamento após o uso da série de alinhadores prevista inicialmente. Nesse estudo, a tentativa de correção da Classe II foi realizada por meio de elásticos, com tempo de tratamento médio de sete meses, sendo todos pacientes adultos, com idade igual ou superior a 18 anos (PATTERSON et al., 2021).

Essa avaliação da qualidade do tratamento por meio da série de alinhadores prevista inicialmente pelo software era um diferencial, uma vez que a maioria dos estudos prévios mostravam os resultados em um período não

categorizado e com um número não especificado de refinamentos. Em relação aos resultados, foi observado que a correção anteroposterior (AP) foi muito baixa, de apenas 6,8% do valor previsto, enquanto a correção de sobremordida alcançada foi de 38,9% do valor previsto. Desse modo, foi possível concluir que seria necessário um maior tempo de tratamento em relação ao planejamento inicial feito pelo software ou a realização de refinamentos para alcançar resultados desejáveis (PATTERSON et al., 2021).

A utilização do IMAF apresentou como ponto positivo a diminuição da proclinação dos incisivos inferiores em comparação com o tradicional twin-block. A terapia com aparelhos invisíveis em pacientes Classe II levou a um aumento significativo na largura de ambos os arcos, a nível de molar e pré-molar. Em relação ao arco inferior, foi observado que o seu formato final sofreu uma alteração estatisticamente e clinicamente relevante em relação à posição planejada, com uma posição mais lingual dos molares. Quando se trata da arcada inferior como referência para a forma final da arcada superior, a distância intercanina mandibular não sofreu alteração significativa (KOUKOU; DAMANAKIS; TSOLAKIS, 2022).

3.5.2 Tratamento da Má Oclusão de Classe III

Em pacientes em crescimento, o tratamento precoce das más oclusões de Classe III é bastante pesquisado na literatura, um dos principais motivos é a estabilidade do tratamento a longo prazo, após o pico de crescimento. Dessa forma, alternativas como aparelhos intraorais e extraorais, a expansão rápida da maxila juntamente com a máscara facial (RME/FM), placas oclusais acrílicas combinadas com elásticos de Classe III e a mentoneira são formas de tratar precocemente esse tipo de má oclusão (PERILLO et al., 2016).

Sendo a realização da cirurgia ortognática uma das alternativas mais citadas na correção desse tipo de má oclusão, também há estudos que relacionam essas terapêuticas, utilizando os alinhadores antes e após o procedimento cirúrgico (PAGANI et al., 2016).

Ainda são muito escassos os estudos abordando a terapia de Classe III feita exclusivamente com alinhadores invisíveis. Quando se trata de pacientes adultos são, na maior parte das vezes, relatos de casos envolvendo extração para camuflagem dentária (STADERINI; MEULI; GALLENZI, 2019).

As más oclusões pseudo-Classe III podem ter fatores etiológicos dentários, funcionais e esqueléticos. Por isso é importante determinar se a mandíbula, no fechamento, está em relação cêntrica ou em uma posição anterior, conveniente para pacientes com problemas neuromusculares ou funcionais. Esse reposicionamento anterior pode estar relacionado, por exemplo, a uma relação de contato prematuro dentário, que projeta a mandíbula para frente (KALE; BUYUKCAVUS, 2020).

Charles Tweed (1966) separou a má oclusão de Classe III em duas categorias: uma má oclusão pseudo-Classe III, com uma mandíbula de formato convencional (sem a presença de discrepância esquelética) e uma má oclusão de Classe III esquelética, com uma mandíbula grande ou uma maxila subdesenvolvida. Os diversos tipos e níveis de discrepância irão influenciar diretamente no prognóstico e estabilidade do tratamento (PAOLONI et al., 2021).

3.5.3 Tratamento da mordida aberta

Segundo grande parte dos autores, a mordida aberta (MA) pode ser definida como uma má oclusão que se caracteriza por uma cobertura ineficaz dos incisivos quando os dentes posteriores estão em oclusão. Essa má oclusão pode ter uma resolução espontânea durante a dentição mista se os hábitos de sucção digital, deglutição atípica ou respiração bucal forem cessados. Esta pode ser classificada em mordida aberta dentária ou esquelética (CAPRIOGLIO; FASTUCA, 2016).

A MA anterior esquelética é, na maioria das vezes, causada por excesso dentoalveolar posterior e rotação mandibular para baixo e para trás. Nesses casos, o tratamento padrão ouro é a abordagem combinada do tratamento ortodôntico com aparelhos fixos e cirurgia ortognática. Se a MA (figura 4) for de origem dentária, ela pode ser tratada com abordagem ortodôntica para induzir a extrusão e intrusão dentária e/ou redução da proclinação dentária (GIANCOTTI; GARINO; MAMPIERI, 2017).

Em estudo realizado por Suh et al. (2022), foi avaliada a eficácia e o mecanismo da terapia com alinhadores transparentes para a correção da MA em adultos, sem a execução da extração. Para esse fim, 69 participantes adultos com mordida aberta anterior (dentária e esquelética) foram adicionados ao estudo. Após apresentar a metodologia detalhada de tratamento para cada tipo

de classe, obteve-se uma sobremordida positiva alcançada em 94% dos pacientes. Constatou-se assim, que os alinhadores podem ser eficazes no controle da dimensão vertical e na correção da mordida aberta anterior. O mecanismo mais importante de correção seria explicado pela extrusão dos incisivos superiores no grupo de MA dentária e redução do MPA (Mandibular Plane Angle) com extrusão dos incisivos inferiores no grupo de MA esquelética (SUH et al., 2022).



Figura 4: Tratamento de MA: attachments otimizados de extrusão de dentes anteriores com ancoragem dos dentes posteriores, aplicando forças intrusivas na região posterior.

Fonte: ENCARTE INVISALIGN G4, Align Technology. Califórnia. Disponível em: 2013. Acesso em: 7 de setembro de 2023.

3.5.4 Tratamento da intrusão e extrusão

Em um estudo clínico prospectivo, realizado pela segunda vez, no ano de 2020, foram incluidos 38 pacientes tratados com Invisalign®. Essa pesquisa mostrou que a intrusão dos incisivos manteve-se como um desafio e não melhorou em relação ao primeiro estudo, realizado no ano de 2009. A precisão da intrusão dos incisivos inferiores foi de 35% e a intrusão do segundo molar inferior de 51%. Em contrapartida, houve melhora no movimento de extrusão dos incisivos superiores, que obtiveram a maior precisão (55%), ao passo que a extrusão dos molares superiores e inferiores (40%) obtiveram a menor precisão. As más oclusões de mordida profunda que demandam intrusão mandibular verdadeira e extrusão posterior são aperfeiçoadas pela “mecânica híbrida” do Invisalign® maxilar com aparelhos fixos mandibulares (HAOUILI et al., 2020).

Por outro lado, Bilello et al. realizaram um estudo observacional prospectivo, com um total de 10 pacientes tratados com o mesmo sistema ortodôntico invisível (Invisalign®). A intrusão foi registrada somente para os dentes anteriores, em função da falta de amostra para os dentes posteriores; a previsibilidade média geral foi de 92%, os caninos inferiores tiveram o pior

resultado (86,7%) enquanto os incisivos centrais inferiores tiveram o melhor (98%). Essa alta previsibilidade de intrusão estava associada a movimentações de até 2mm, acima disso foi reduzida (BILELLO et al., 2022).



Figura 5: Pressure Points na face lingual dos incisivos para controle de intrusão anterior, combinados de attachments otimizados para extrusão ou ancoragem de pré-molares.
Fonte: ENCARTE INVISALIGN G4, Align Technology. Califórnia. Disponível em: 2013. Acesso em: 7 de setembro de 2023.

3.6 Limitações e desvantagens

Uma limitação apontada sobre o uso de alinhadores invisíveis é em relação a colaboração do paciente. Além da própria experiência do dentista e da correta indicação do produto para os casos que são adequados para tratamento com alinhadores invisíveis, a adesão do paciente é fator imprescindível para eficácia do tratamento (ABBATE et al., 2015).

O paciente precisa ser bem orientado sobre a importância da correta utilização do aparelho, sendo o tempo de uso em torno de 22 horas por dia, além disso, o acompanhamento com retornos frequentes é fundamental para o controle das movimentações dentárias e motivação do paciente (WHITE et al., 2017).

As limitações com o uso de alinhadores estéticos, são relatadas por Papadopoulou (2019), que expõe sobre a falta de controle total nos casos de verticalização e extrusão, além de dificuldade de fechamento dos espaços gerados em consequência de exodontias. Outrossim, existe uma limitação a correção de alterações intermaxilares, dificuldade de replanejamento e tendencia a intrusão dos posteriores devido o fator retentivo (PAPADOPOULOU, 2019).

Além dos fatores expostos, os alinhadores estéticos invisíveis da marca Invisalign® só podem ser utilizados por dentistas credenciados e que realizaram

o curso exigido pela empresa, o que limita a sua utilização, outra questão a ser levantada é sobre o valor de investimento, uma vez que este não é acessível à população de forma geral (ZHOU; GUO, 2020).

Em estudo realizado por Damasceno Melo et al., foi realizada uma análise da fala de pacientes que utilizaram alinhadores invisíveis e aparelhos fixos, a partir de uma profissional da Fonoaudiologia. A avaliação perceptiva/auditiva identificada no estudo mostrou uma alteração na produção da fala apenas para o fonema “ch” em pacientes tratados com alinhadores, imediatamente e três dias após o início do uso. No entanto, na avaliação após 30 dias de tratamento, não foi detectada nenhuma diferença evidente entre os grupos (DAMASCENO MELO et al., 2021).

4. DISCUSSÃO

Os aparelhos invisíveis podem ser enquadrados como um recurso ortodôntico que satisfaz os apelos estéticos e funcionais requeridos pela população (PACHECO PEREIRA; BRANDELLI; FLORES, 2018), em relação aos aspectos positivos que apresentam, podem ser incluídos a ausência de fios e braquetes além da otimização da higiene oral, uma vez que se trata de um recurso removível, e por isso, a indicação e uso dessa alternativa terapêutica ortodôntica, vem se intensificando (LADEWIG; LADEWIG; LADEWIG, 2020). A busca por alinhadores invisíveis é crescente na população de adolescentes, adultos jovens e até mesmo idosos. No decorrer dos anos, um número considerável de estudos se concentrou de forma exclusiva na avaliação da eficácia do movimento dentário com sistemas de alinhadores transparentes (UPADHYAY & ARQUB, 2022).

Em relação ao uso de alinhadores invisíveis para o tratamento de má oclusão de Classe II, o desenvolvimento do IMAF possibilitou adicionar aos alinhadores uma ferramenta para a correção da posição anteroposterior dos maxilares. Ravera et al. (2021) identificaram resultados favoráveis no tratamento de pacientes com o uso desse acessório. No entanto, o estudo foi realizado com grupo controle sem intervenção e não houve um grupo comparativo com diferentes modalidades de tratamento, sendo este um viés na metodologia da pesquisa (RAVERA et al., 2021). Em um caso clínico publicado por Koukou et al. foi demonstrado uma baixa projeção dos incisivos inferiores para vestibular quando se fez o uso de IMAF, diferentemente do aparelho tradicional twin-block. Essa baixa compensação seria um ponto positivo a ser levado em consideração, no entanto, é necessário a realização de estudos com metodologia e amostra adequada para uma adequada e confiável análise dos resultados (KOUKOU et al., 2022).

Em pesquisa realizada por Haouli et al., a movimentação dentária mais precisa foi a de inclinação da coroa no sentido vestíbulo-lingual (56%), já o movimento dentário de menor precisão foi a rotação (46%), sobretudo relacionado aos caninos, pré-molares e molares (HAOUILI et al., 2020). Além da necessidade de sobrecorreção prévia no software (no caso de movimentos mais limitados, como a rotação), refinamentos extras são necessários praticamente

na totalidade dos casos para superar a previsibilidade reduzida da terapia atual com alinhadores transparentes (ROBERTSON et al., 2020). Se o número de correções foi limitado, no melhor dos cenários, sob a supervisão direta de um especialista ortodôntico capacitado, então pode-se supor que um produto direto ao consumidor não pode proporcionar melhorias significativas para um paciente não supervisionado (PATTERSON et al., 2021).

Em suma, observa-se que as principais limitações desse trabalho são em relação ao tipo de estudo, visto que revisões de literatura não apresentam um rigor metodológico, resultando em maior possibilidade de viés. Ademais, na Ortodontia, há uma dificuldade na execução de estudos controlados, bem como no cegamento do operador. Desse modo, observamos um alto número de estudos do tipo “série de casos”. Sendo assim, novos estudos com metodologias mais rigorosas em relação à amostragem e análise dos dados são necessários com o objetivo de garantir que estudos mais confiáveis sejam incluídos. Revisões sistemáticas, que utilizam métodos rigorosos e direcionados na identificação e seleção das pesquisas, extração dos dados e avaliação dos resultados são úteis para garantir um rigor metodológico confiável na avaliação dos dados. Embora existam limitações, que foram citadas anteriormente, esse estudo nos ajudou a entender melhor a mecânica dos alinhadores, assim como as suas características em relação à eficácia e limitações.

5. CONCLUSÃO

Com a realização deste estudo foi possível concluir que o tratamento de más oclusões leves a moderadas apresenta um bom resultado com o uso de alinhadores invisíveis, possuindo limitações para casos mais severos, principalmente casos de Classe II. Outrossim, na maior parte das vezes, o planejamento virtual não atinge os movimentos esperados, sendo necessários refinamentos. Os alinhadores invisíveis oferecem vantagens em relação à estética, conforto e higiene, também propiciam um tratamento mais discreto, o que é benéfico principalmente nos casos de pacientes adultos. As suas desvantagens dizem respeito à necessidade de colaboração do paciente no que concerne ao uso adequado do aparelho, limitações em alguns tipos de movimentação e características do plástico, que por ser um material recente, ainda está em aprimoramento.

A popularidade dos alinhadores invisíveis é progressiva, por isso é de grande relevância para o profissional ortodontista entender sobre as movimentações dentárias efetivas realizadas por esse sistema e, principalmente, as limitações implicadas nessa forma de tratamento. Podemos observar diversos resultados ao longo dos anos que demonstram as melhorias significativas em tecnologia, software e materiais, sem mencionar o fato de que novos conhecimentos e experiências propiciam que os clínicos façam escolhas mais adequadas entre os alinhadores e outras abordagens ortodônticas. Um conhecimento embasado sobre esse sistema irá permitir uma maior confiança por parte do paciente no planejamento sugerido pelo profissional e uma melhor conduta do profissional no que diz respeito à correta utilização e indicação desse recurso.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

1. ABBATE, G. M. et al. Parodontale Gesundheit von Teenagern mit herausnehmbaren Alignern und festsitzenden kieferorthopädischen Apparaturen. **Journal of Orofacial Orthopedics**. v. 76, n. 3, p. 240–250, 26 maio 2015a.
2. ALIGNTECH INSTITUTE: **Tooth movement assessment**. Available at: https://s3.amazonaws.com/learninvisalign/docs/us/ToothAssessment.pdf. Accesso em 2023.
3. ALMASOUD, Naif N. Pain perception among patients treated with passive self-ligating fixed appliances and Invisalign® aligners during the first week of orthodontic treatment. **The Korean Journal of Orthodontics**, v. 48, n. 5, p. 326-332, 2018.
4. BILELLO, G. et al. Accuracy evaluation of orthodontic movements with aligners: a prospective observational study. **Progress in Orthodontics**, v. 23, n. 1, p. 1-8, 2022.
5. BUSCHANG, Peter H. et al. Comparative time efficiency of aligner therapy and conventional edgewise braces. **The Angle Orthodontist**, v. 84, n. 3, p. 391-396, 2014.
6. CAPRIOGLIO, Alberto; FASTUCA, Rosamaria. Etiology and treatment options of anterior open bite in growing patients: a narrative review. **L'Orthodontie Française**, v. 87, n. 4, p. 467-477, 2016.
7. CHARALAMPAKIS, Orfeas et al. Accuracy of clear aligners: A retrospective study of patients who needed refinement. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, v. 154, n. 1, p. 47-54, 2018.
8. CHEN, Junyu; WAN, Jia; YOU, Lun. Speech and orthodontic appliances: a systematic literature review. **European journal of orthodontics**, v. 40, n. 1, p. 29-36, 2018.
9. DASY, Hiltrud et al. Effects of variable attachment shapes and aligner material on aligner retention. The Angle Orthodontist, v. 85, n. 6, p. 934-940, 2015.
10. DEREGIBUS, A. et al. Morphometric analysis of dental arch form changes in class II patients treated with clear aligners. Journal of Orofacial Orthopedics, v. 81, n. 4, p. 229– 238, 1 jul 2020.
11. DJEU, Garret; SHELTON, Clarence; MAGANZINI, Anthony. 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, v. 128, n. 3, p. 292-298, 2005.
12. DUNCAN, Laura O. et al. Changes in mandibular incisor position and arch form resulting from Invisalign correction of the crowded dentition treated nonextraction. The Angle Orthodontist, v. 86, n. 4, p. 577-583, 2016.
13. FESTA, Felice et al. Functional magnetic resonance connectivity in patients with temporomadibular joint disorders. Frontiers in Neurology, v. 12, p. 629211, 2021.
14. FLORES-MIR, Carlos. Clear aligner therapy might provide a better oral health environment for orthodontic treatment among patients at increased periodontal risk. **Journal of Evidence Based Dental Practice**, v. 19, n. 2, p. 198-199, 2019.

15. GALAN-LOPEZ, L.; BARCIA GONZALEZ, J.; PLASENCIA, E. Uma revisão sistemática da precisão e eficiência dos movimentos dentais com Invisalign®. The Korean Journal of Orthodontics, v. 49, n. 3, p. 140-149, 2019.
16. GANDHI, V. et al. Comparison of external apical root resorption with clear aligners and pre-Adjusted edgewise appliances in non-extraction cases: A systematic review and meta-Analysis. European Journal of Orthodontics. Oxford University Press, 1 fev 2021.
17. GIANCOTTI, A.; GARINO, F.; MAMPIERI, G. Use of clear aligners in open bite cases: an unexpected treatment option. Journal of Orthodontics, v. 44, n. 2, p. 114–125, 3 abr 2017.
18. GKANTIDIS, Nikolaos et al. Comparative assessment of clinical performance of esthetic bracket materials. The Angle Orthodontist, v. 82, n. 4, p. 691-697, 2012.
19. GRÜNHEID, Thorsten; LOH, Charlene; LARSON, Brent E. How accurate is Invisalign in nonextraction cases? Are predicted tooth positions achieved?. The Angle Orthodontist, v. 87, n. 6, p. 809-815, 2017.
20. GU, Jiafeng et al. 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, v. 151, n. 2, p. 259-266, 2017.
21. HAOUILI, N. et al. Has Invisalign improved? A prospective follow-up study on the efficacy of tooth movement with Invisalign. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, v. 158, n. 3, p. 420–425, 1 set 2020
22. HENICK, D. et al. Effects of Invisalign (G5) with virtual bite ramps for skeletal deep overbite malocclusion correction in adults. Angle Orthodontist, v. 91, n. 2, p. 164–170, 1 mar 2021.
23. HENNESSY, Joe; AL-AWADHI, Ebrahim A. Clear aligners generations and orthodontic tooth movement. Journal of orthodontics, v. 43, n. 1, p. 68-76, 2016.
24. JIANG, Qian et al. Periodontal health during orthodontic treatment with clear aligners and fixed appliances: A meta-analysis. The Journal of the American Dental Association, v. 149, n. 8, p. 712-720. e12, 2018.
25. KALE, B.; BUYUKCAVUS, M. H. Comparison of three-dimensional soft-tissue evaluations between skeletal and pseudo-class III malocclusions. Scientific Reports, v. 10, n. 1, 1 dez. 2020.
26. KAMATOVIC, Michael. A retrospective evaluation of the effectiveness of the Invisalign® appliance using the PAR and irregularity indices. 2004.
27. KANKAM, Hadyn et al. Comparing outcomes in orthognathic surgery using clear aligners versus conventional fixed appliances. Journal of Craniofacial Surgery, v. 30, n. 5, p. 1488-1491, 2019.
28. KARKHANECHI, Marzieh et al. Periodontal status of adult patients treated with fixed buccal appliances and removable aligners over one year of active orthodontic therapy. The Angle Orthodontist, v. 83, n. 1, p. 146-151, 2013.
29. KHOSRAVI, Roozbeh et al. Management of overbite with the Invisalign appliance. American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics, v. 151, n. 4, p. 691-699. e2, 2017.

30. KIHARA, H. et al. Accuracy and practicality of intraoral scanner in dentistry: A literature review. Journal of Prosthodontic ResearchElsevier Ltd, 1 abr 2020.
31. KOUKOU, M.; DAMANAKIS, G.; TSOLAKIS, A. I. Orthodontic Management of Skeletal Class II Malocclusion with the Invisalign Mandibular Advancement Feature Appliance: A Case Report and Review of the Literature. Case Reports in Dentistry, v. 2022, p. 1–11, 13 maio 2022.
32. KRAVITZ, Neal D. et al. How well does Invisalign work? A prospective clinical study evaluating the efficacy of tooth movement with Invisalign. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, v. 135, n. 1, p. 27-35, 2009.
33. KRIEGER, E. et al. Invisalign®-Behandlungen im Frontzahnbereich: Wurden die vorhergesagten Zahnbewegungen erreicht? Journal of Orofacial Orthopedics, v. 73, n. 5, p. 365–376, set 2012.
34. KUHLMAN, D. C. et al. Esthetic perception of orthodontic appliances by Brazilian children and adolescents. Dental Press Journal of Orthodontics, v. 21, n. 5, p. 58–66, 1 set 2016.
35. KUO, Eric; MILLER, Ross J. Automated custom-manufacturing technology in orthodontics. American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics, v. 123, n. 5, p. 578-581, 2003.
36. KUO, Eric; MILLER, Ross J. Automated custom-manufacturing technology in orthodontics. American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics, v. 123, n. 5, p. 578-581, 2003.
37. LADEWIG, V. M.; LADEWIG, S. F. A. M.; LADEWIG, N. M. Tratamento de diastemas generalizados seguindo protocolo de decomposição de movimentação com o Sistema Invisalign®.Ortho Sci. Orthod. sci. pract, v.13, n. 52, p. 122-128, 2020
38. LEE, K. C.; PARK, S. J. Digital intraoral scanners and alginate impressions in reproducing full dental arches: A comparative 3D assessment. Applied Sciences (Switzerland), v. 10, n. 21, p. 1–7, 1 nov. 2020.
39. LU, Haili et al. Assessment of the periodontal health status in patients undergoing orthodontic treatment with fixed appliances and Invisalign system: A meta-analysis. Medicine, v. 97, n. 13, 2018.
40. MEHTA, S.; PATEL, D.; YADAV, S. Staging Orthodontic Aligners for Complex Orthodontic Tooth Movement. Turkish Journal of Orthodontics. AVES. 1 set 2021.
41. MEIER, Beate; WIEMER, Kerstin B.; MIETHKE, Rainer-Reginald. Invisalign--patient profiling. Analysis of a prospective survey. Journal of Orofacial Orthopedics= Fortschritte der Kieferorthopadie: Organ/official Journal Deutsche Gesellschaft fur Kieferorthopadie, v. 64, n. 5, p. 352-358, 2003.
42. MELSEN, Birte. Northcroft lecture: how has the spectrum of orthodontics changed over the past decades?. Journal of orthodontics, v. 38, n. 2, p. 134-143, 2011.
43. NEEDHAM, R.; WARING, D. T.; MALIK, O. H. Invisalign Treatment of Class III Malocclusion with Lower-Incisor Extraction. Journal of Clinical Orthodontics. 2015.
44. PACHECO-PEREIRA, C.; BRANDELLI, J.; FLORES-MIR, C. Patient satisfaction and quality of life changes after Invisalign treatment. American

Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, v. 153, n. 6, p. 834–841, 1 jun 2018.
45. PAGANI, R. et al. The use of invisalign® system in the management of the orthodontic treatment before and after Class III surgical approach. Case Reports in Dentistry, v. 2016, 2016.
46. PAOLONI, V. et al. Stability prediction of early orthopedic treatment in Class III malocclusion: morphologic discriminant analysis. Progress in Orthodontics, v. 22, n. 1, 1 dez. 2021.
47. PAPADIMITRIOU, Aikaterini et al. Clinical effectiveness of Invisalign® orthodontic treatment: a systematic review. Progress in orthodontics, v. 19, n. 1, p. 1-24, 2018.
48. PAPADOPOULOU, Alexandra K. et al. Changes in roughness and mechanical properties of Invisalign® appliances after one-and two-weeks use. Materials, v. 12, n. 15, p. 2406, 2019.
49. PATTERSON, B. D. et al. Class II malocclusion correction with Invisalign: Is it possible? American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, v. 159, n. 1, p. e41–e48, 1 jan 2021.
50. PERILLO, L. et al. Comparisons of two protocols for the early treatment of Class III dentoskeletal disharmony. European Journal of Orthodontics, v. 38, n. 1, p. 51–56, 1 fev 2016.
51. RAVERA, S. et al. Short term dentoskeletal effects of mandibular advancement clear aligners in Class II growing patients. A prospective controlled study according to STROBE Guidelines. European Journal of Paediatric Dentistry, v. 22, n. 2, p. 119–124, 2021.
52. RINCHUSE, Daniel J.; COZZANI, Mauro. Effectiveness and efficiency in clinical orthodontic practice. International Orthodontics, v. 13, n. 4, p. 507-524, 2015.
53. ROBERTSON, L. et al. Effectiveness of clear aligner therapy for orthodontic treatment: A systematic review. Orthodontics and Craniofacial Research. Blackwell Publishing Ltd, 1 maio 2020.
54. ROSSINI, Gabriele et al. Efficacy of clear aligners in controlling orthodontic tooth movement: a systematic review. The Angle Orthodontist, v. 85, n. 5, p. 881-889, 2015.
55. ROSSINI, Gabriele et al. Periodontal health during clear aligners treatment: a systematic review. European journal of orthodontics, v. 37, n. 5, p. 539-543, 2014.
56. ROSVALL, Michael D. et al. Attractiveness, acceptability, and value of orthodontic appliances. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, v. 135, n. 3, p. 276. e1-276. e12, 2009.
57. SABOUNI, W.; EICHELBERGER, A.; DES GEORGES, O. Traitement des classes II pour les patients au cours de la croissance par gouttières thermoformées : quel protocole ? L’ Orthodontie francaise, v. 90, n. 1, p. 13–27, 1 mar 2019.
58. STADERINI, E.; MEULI, S.; GALLENZI, P. Orthodontic treatment of class three malocclusion using clear aligners: A case report. Journal of Oral Biology and Craniofacial Research, v. 9, n. 4, p. 360–362, 1 out 2019.
59. SUH, H. et al. Treatment of anterior open bites using non-extraction clear aligner therapy in adult patients. Korean journal of orthodontics, v. 52, n. 3, p. 210–219, 25 maio 2022.

60. TAMER, I.; ÖZTAS, E.; MARSAN, G. Orthodontic treatment with clear aligners and the scientific reality behind their marketing: A literature review. Turkish Journal of Orthodontics. AVES, 2019.
61. TAUB, Daniel I.; PALERMO, Victoria. Orthognathic surgery for the Invisalign patient. In: Seminars in Orthodontics. WB Saunders, p. 99-102, 2017.
62. TING-SHU, S.; JIAN, S. Intraoral Digital Impression Technique: A Review. Journal of Prosthodontics, v. 24, n. 4, p. 313–321, 1 jun 2015.
63. UPADHYAY, M.; ARQUB, S. A. Biomechanics of clear aligners: hidden truths & first principles. Journal of the World Federation of Orthodontists. Journal of the World Federation of Orthodontists. 1 fev 2022.
64. WEIR, T. Clear aligners in orthodontic treatment. Australian Dental Journal, v. 62, p. 58– 62, 1 mar 2017
65. WHITE, D. W. et al. Discomfort associated with Invisalign and traditional brackets: A randomized, prospective trial. Angle Orthodontist, v. 87, n. 6, p. 801–808, 1 nov 2017.
66. WOMACK, W. Randol. Four-premolar extraction treatment with Invisalign. Journal of clinical orthodontics: JCO, v. 40, n. 8, p. 493-500, 2006.
67. WU, Yuan; CAO, Lei; CONG, Jingke. The periodontal status of removable appliances vs fixed appliances: A comparative meta-analysis. Medicine, v. 99, n. 50, 2020.
68. YI, Jianru et al. External apical root resorption in non-extraction cases after clear aligner therapy or fixed orthodontic treatment. Journal of Dental Sciences, v. 13, n. 1, p. 48-53, 2018.
69. ZHANG, Bo et al. Effect of clear aligners on oral health-related quality of life: a systematic review. Orthodontics & craniofacial research, v. 23, n. 4, p. 363-370, 2020.
70. ZIUCHKOVSKI, James P. et al. Assessment of perceived orthodontic appliance attractiveness. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, v. 133, n. 4, p. S68-S78, 2008.
71. ZYMPERDIKAS, V. F. et al. Treatment effects of fixed functional appliances in patients with Class II malocclusion: A systematic review and meta-analysis. European Journal of Orthodontics Oxford University Press, 1 abr 2016.

APÊNDICE

APÊNDICE 1 – Artigos científicos selecionados de acordo com autor, ano, título, desenho do estudo e local de condução/revista.

Autor/ano	Título	Desenho do estudo	Local de condução/Revista
Abbate, M; Caria, MP; Montanari, P; Mannu, C; Orrù, G; Caprioglio, A; Levrini, L. 2015	Periodontal health in teenagers treated with removable aligners and fixed orthodontic appliances.	Série de casos (prospectivo)	Itália/ Journal of Orofacial Orthopedics
Al Nazeh, Abdullah A; Alshahrani, Ibrahim; Badran, Serene A; Almoammar, Salem; Alshahrani, Abdulaziz; Almomani, Bashar A; Al-Omiri, Mahmoud K. 2020	Relationship between oral health impacts and personality profiles among orthodontic patients treated with Invisalign clear aligners.	Estudo observacional	Arábia Saudita / Sci Rep
Albhaisi, Ziad; Al-Khateeb, Susan N; Abu Alhaija, Elham S. 2020	Enamel demineralization during clear aligner orthodontic treatment compared with fixed appliance therapy, evaluated with quantitative light-induced fluorescence: A randomized clinical trial.	Ensaio clínico randomizado	Jordânia / Am J Orthod Dentofacial Orthop
Alfawal, Alaa M H; Burhan, Ahmad S; Mahmoud, Ghiath; Ajaj, Mowaffak A; Nawaya, Fehmieh R; Hanafi, Ibrahem. 2022	The impact of non-extraction orthodontic treatment on oral health-related quality of life: clear aligners versus fixed appliances-a randomized controlled trial.	Ensaio clínico randomizado	Síria / Eur J Orthod
Al-Zainal, Mohammed H; Anvery, Sarah; Al-Jewair, Thikriat.	Clear Aligner Therapy May Not Prevent But May Decrease the Incidence of External	Ensaio clínico randomizado	China / J Evid Based Dent Pract

2020	Root Resorption Compared to Full Fixed Appliances.		
Bilello G.; Fazio, M; Amato, E; Crivello, L.; Galvano, A; Currò, G. 2022	Accuracy evaluation of orthodontic movements with aligners: a prospective observational study	Série de casos (prospectivo)	Itália/ Progress in Orthodontics
Borda, Alissa F; Garfinkle, Judah S; Covell, David A; Wang, Mansen; Doyle, Larry; Sedgley, Christine M. 2020	Outcome assessment of orthodontic clear aligner vs fixed appliance treatment in a teenage population with mild malocclusions.	Estudo observacional	Estados Unidos / Angle Orthod
Caprioglio Asa; Fastuca, R. 2016	Etiology and treatment options of anterior open bite in growing patients: a narrative review	Revisão narrativa	Itália/ L' Orthodontie francaise
Cardoso, Paula Coutinho; Espinosa, Daybelis Gonzalez; Mecenas, Paulo; Flores-Mir, Carlos; Normando, David. 2020	Pain level between clear aligners and fixed appliances: a systematic review.	Revisão sistemática	Brasil / Prog Orthod
Chen, Hongyu; Liu, Luwei; Han, Minxuan; Gu, Yan; Wang, Wei; Sun, Lian; Pan, Yongchu; Li, Hu; Wang, Zhendong; Sun, Wen; Zhang, Wei-Bing; Wang, Hua 2023	Changes of maxillary central incisor and alveolar bone in Class II Division 2 nonextraction treatment with a fixed appliance or clear aligner: A pilot cone-beam computed tomography study.	Estudo observacional	China / Am J Orthod Dentofacial Orthop
Crego-Ruiz, M; Jorba-García, A. 2023	Assessment of the periodontal health status and gingival recession during orthodontic treatment with clear aligners and fixed appliances: A systematic review and meta-analysis.	Revisão sistemática e meta-análise	Espanha / Med Oral Patol Oral Cir Bucal

De Leyva, P; Eslava, J-M; Hernández-Alfaro, F; Acero, J. 2023	Orthognathic surgery and aligners. A comparative assessment of periodontal health and quality of life in postsurgical orthodontic treatment with aligners versus traditional fixed appliances: a randomized controlled trial.	Ensaio clínico randomizado	Espanha / Med Oral Patol Oral Cir Bucal
Deregibus A.; Tallone L.; Gabriele Rossini2· Parrini S.; Piancino M.; Castroflorio T. 2020	Morphometric analysis of dental arch form changes in class II patients treated with clear aligners.	Série de casos (transversal)	Itália/ Journal of Orofacial Orthopedics
Duncan, L O.; Piedade L.; Lekic M.; Cunha R. S.; Wiltshire, W. A. 2016	Changes in mandibular incisor position and arch form resulting from Invisalign correction of the crowded dentition treated nonextraction.	Estudo retrospectivo quantitativo (prontuários)	Canadá/ Angle Orthodontist
ElNaghy, Rahma; Al-Qawasmi, Riyad; Hasanin, Majd. 2023	Does orthodontic treatment using clear aligners and fixed appliances affect periodontal status differently?	Revisão sistemática e meta-análise	Estados Unidos/ Evid Based Dent
Flores-Mir, Carlos. 2019	Clear Aligner Therapy Might Provide a Better Oral Health Environment for Orthodontic Treatment Among Patients at Increased Periodontal Risk.	Revisão sistemática	Itália / J Evid Based Dent Pract
Fujiyama, Koji; Kera, Yohei; Yujin, Shimizu; Tanikawa, Chihiro; Yamashiro, Takashi; Guo, Xiaohan; Ni, Andy; Deguchi, Toru. 2022	Comparison of clinical outcomes between Invisalign and conventional fixed appliance therapies in adult patients with severe deep overbite treated with nonextraction.	Estudo observacional	Japão / Am J Orthod Dentofacial Orthop

Gandhi V.; Mehta S.; Gauthier M.; Um J.; Kuo C.; Nanda R.; Yadav S. 2021	Comparison of external apical root resorption with clear aligners and pre-Adjusted edgewise appliances in nonextraction cases: A systematic review and meta-Analysis	Revisão sistemática e meta-análise	Estados Unidos/ European Journal of Orthodontics
Giancotti, A; Garino F.; Mampieri G. 2017	Use of clear aligners in open bite cases: an unexpected treatment option.	Relatos de casos	Itália/ Jornal of orthodontics
Haouili N.; Kravitz N.; Vaid N.; Ferguson D.; Makki L. 2020	Has Invisalign improved? A prospective follow-up study on the efficacy of tooth movement with Invisalign	Série de casos (prospectivo)	Dubai, Estados Unidos/ American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics
Henick D.; Dayan W Dunford R.; Warunek S.; Al-Jewair T 2021	Effects of Invisalign (G5) with virtual bite ramps for skeletal deep overbite malocclusion correction in adults.	Série de casos (retrospectivo)	Estados Unidos, Canadá/ Angle Orthodontist
Kaklamanos, Eleftherios G; Makrygiannakis, Miltiadis A; Athanasiou, Athanasios E. 2023	Oral Health-Related Quality of Life throughout Treatment with Clear Aligners in Comparison to Conventional Metal Fixed Orthodontic Appliances: A Systematic Review.	Revisão sistemática	Grécia / Int J Environ Res Public Health
Moro, Alexandre; Mattos, Camila F P; Borges, Suelen W; Flores-Mir, Carlos; Topolski, Francielle. 2020	Stability of Class II corrections with removable and fixed functional appliances: A literature review.	Revisão Sistemática	Brasil / J World Fed Orthod
Kassam, Shaira K; Stoops, Fleur R. 2020	Are clear aligners as effective as conventional fixed appliances?	Revisão sistemática	Reino Unido / Evid Based Dent
Kettle, Jennifer E; Hyde, Amy C;	Managing orthodontic appliances in	Estudo observacional	Reino Unido / J Orthod

Frawley, Tom; Granger, Clare; Longstaff, Sarah J; Benson, Philip E. 2020	everyday life: A qualitative study of young people's experiences with removable functional appliances, fixed appliances and retainers.		
Khosravi R.; Cohanim B.; Hujoel P.; Daher S.; Neal M.; Liu W.; Huang G. 2017	Management of overbite with the Invisalign appliance	Série de casos (retrospectivo)	Estados Unidos, Canadá/ American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics
Kihara H.; Hatakeyama W.; Komine F.; Takafuji K.; Takahashi T.; Yokota J.; Oriso K.; Kondo H. 2020	Accuracy and practicality of intraoral scanner in dentistry: A literature review	Revisão de literatura	Japão/ Journal of Prosthodontic Research
Kuhlman D.; de Lima T.; Duplat C.; Capelli Junior J. 2016	Esthetic perception of orthodontic appliances by Brazilian children and adolescents	Estudo de casos	Brasil/ Dental Press Journal of Orthodontics
Lee K.; Park S. 2020	Digital intraoral-scanners and alginate impressions in reproducing full dental arches: A comparative 3D assessment	Estudo experimental	Coréia/ Applied Sciences (Switzerland)
Lin, Eric; Julien, Katie; Kesterke, Matthew; Buschang, Peter H. 2022	Differences in finished case quality between Invisalign and traditional fixed appliances.	Ensaio clínico randomizado	Estados Unidos / Angle Orthod
Mehta S.; Patel D.; Yadav S. 2021	Staging Orthodontic Aligners for Complex Orthodontic Tooth Movement.	Revisão de literatura	Estados Unidos, Índia/ Turkish Journal of Orthodontics

Paoloni V.; De Razza F.; Franchi L.; Cozza P. 2021	Stability prediction of early orthopedic treatment in Class III malocclusion: morphologic discriminant analysis.	Série de casos (retrospectivo)	Itália/ Angle Orthodontist
Patterson B.; Foley P Ueno H.; Mason S.; Schneider P.; Kim K. 2021	Class II malocclusion correction with Invisalign: Is it possible?	Série de casos (retrospectivo)	Estados Unidos, Brasil. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics
Rask, Hailee; English, Jeryl D; Colville, Clark; Kasper, Fred Kurtis; Gallerano, Ronald; Jacob, Helder Baldi. 2021	Cephalometric evaluation of changes in vertical dimension and molar position in adult non-extraction treatment with clear aligners and traditional fixed appliances.	Estudo observacional	Estados Unidos / Dental Press J Orthod
Ravera S.; Castroflorio T.; Galati F.; Cugliari G Garino F.; Deregibus A.; Quinzi V. 2021	Short term dentoskeletal effects of mandibular advancement clear aligners in Class II growing patients. A prospective controlled study according to STROBE Guidelines	Série de casos (prospectivo)	Itália/ European Journal of Paediatric Dentistry
Rossini G.; Parrini S.; Castroflorio T.; Deregibus A.; Debernardi C. 2015	Efficacy of clear aligners in controlling orthodontic tooth movement: A systematic review	Revisão sistemática	Itália/ Angle Orthodontist
Suh H.; Garnett B.; Mahood K.; Mahjoub N.; Boyd R.; Oh H. 2022	Treatment of anterior open bites using non-extraction clear aligner therapy in adult patients.	Série de casos (retrospectivo)	Estados Unidos/ Korean journal of orthodontics
Tamer I.; Öztas E.; Marsan G. 2019	Orthodontic treatment with clear aligners and the scientific reality behind their marketing: A literature review	Revisão de literatura	Turquia / Turkish Journal of Orthodontics