



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

FACULDADE DE ODONTOLOGIA

NATHÁLIA GRAEBNER POTTER

Professor Orientador: EDUARDO SILVEIRA FERREIRA

**ALINHADORES INVISÍVEIS NO TRATAMENTO ORTODÔNTICO: UMA  
REVISÃO DE LITERATURA**

Porto Alegre

2022

NATHÁLIA GRAEBNER POTTER

**ALINHADORES INVISÍVEIS NO TRATAMENTO ORTODÔNTICO: UMA  
REVISÃO DE LITERATURA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de graduação em Odontologia da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para obtenção do título de Cirurgião-Dentista.

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Silveira Ferreira

Porto Alegre

2022

## CIP - Catalogação na Publicação

Potter, Nathália Graebner  
ALINHADORES INVISÍVEIS NO TRATAMENTO ORTODÔNTICO:  
UMA REVISÃO DE LITERATURA / Nathália  
Graebner Potter. -- 2022.  
51 f.  
Orientador: Eduardo Silveira Ferreira.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação) --  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade  
de Odontologia, Curso de Odontologia, Porto Alegre,  
BR-RS, 2022.

1. Ortodontia. 2. Tratamento ortodôntico. 3.  
Alinhadores invisíveis. 4. Invisalign®. I. Ferreira,  
Eduardo Silveira, orient. II. Título.

NATHÁLIA GRAEBNER POTTER

**ALINHADORES INVISÍVEIS NO TRATAMENTO ORTODÔNTICO: UMA  
REVISÃO DE LITERATURA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de graduação em Odontologia da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para obtenção do título de Cirurgião-Dentista.

Porto Alegre, 23 de setembro de 2022

---

Eduardo Silveira Ferreira  
Doutor em Odontologia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul

---

Gerson Arisoly Xavier Acasigua  
Doutor em Odontologia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul

---

Luciana Bocudo Hoffelder  
Doutora em Odontologia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul

## AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, por serem o casal que mais admiro na vida, o que reflete diretamente na minha criação, sempre regada de amor e respeito. À minha irmã, por ser quem me completa e me faz ter a certeza de que nunca estarei só. Vocês serão para sempre o meu lar.

À minha amiga Roberta, por ser meu porto seguro e caminhar ao meu lado há 10 anos, sem nunca ter soltado a minha mão. Tudo se torna melhor quando temos uma à outra. À minha amiga Karen, por ser um dos meus maiores presentes da graduação, obrigada por cada conversa e conselhos.

Às minhas amigas da Faculdade, por fazerem parte desses 6 anos de formação, que compreende uma das melhores fases da minha vida. O caminho se tornou muito mais leve e divertido ao lado de cada uma de vocês.

Ao Vitor, por ser sinônimo de paz e calma em meio a qualquer situação. Obrigada por tornar meus dias mais leves e preencher o meu coração de amor.

Aos meus preceptores, Vanessa e Tiago, por terem tornado o período de Estágio tão valioso. Se ensinar é deixar uma parte de si nos outros, devo muito do meu conhecimento e confiança a vocês.

Ao meu orientador, Prof. Eduardo, por ser quem me guiou e tornou esse trabalho possível. Obrigada pela confiança e disponibilidade. Serei eternamente grata por tudo que aprendi nesses quase 2 anos, saiba que tens minha profunda admiração.

## RESUMO

Os alinhadores ortodônticos removíveis visam a movimentação dentária por meio de uma série de aparelhos transparentes, que cobrem os dentes e os movimentam suavemente para a posição correta ao longo do tratamento. Devido à grande adesão, há diversos estudos que avaliam a eficácia desse tipo de sistema, sendo um tema bastante presente na literatura. O trabalho tem como objetivo avaliar, por meio de uma revisão de literatura, a eficácia dos alinhadores invisíveis no tratamento ortodôntico de diferentes tipos de más oclusões, bem como suas vantagens e desvantagens sob a perspectiva de funcionalidade e estética. O estudo teve como bases de dados para levantamento bibliográfico o Pubmed, Scielo e Scopus, entre os anos de 2005 e 2022. Para a busca, foram utilizadas as seguintes combinações de descritores em ciências da saúde, isolados e cruzados: “orthodontic appliances”, “removable orthodontic appliances”, “*Invisalign*®”, “malocclusion, Angle class II”, “malocclusion, Angle class III”, “crowding”, “open bite”, “overbite”, “oral health”, “marketing”, “plastic”. O estudo obteve uma amostra de 83 artigos científicos, com prevalência de publicação nos anos de 2016, 2017 e 2021. Em relação aos desenhos dos estudos, série de casos, revisões de literatura e revisões sistemáticas se sobressaíram. Dois países compreendem um total de 50% dos artigos utilizados, sendo eles os Estados Unidos e a Itália. Obteve-se que os alinhadores apresentam um bom resultado no tratamento para casos de más oclusões leves a moderadas, possuindo limitações para casos mais severos. Além disso, o planejamento virtual não alcança os movimentos clinicamente esperados na maioria dos casos, sendo necessário refinamentos. As vantagens são em relação à estética, conforto e higiene. A necessidade de colaboração do paciente, características do plástico e limitações em determinados tipos de movimentação podem ser consideradas desvantagens do sistema.

**Palavras-chave:** aparelhos ortodônticos, aparelhos ortodônticos removíveis, alinhadores estéticos transparentes, *Invisalign*®.

## ABSTRACT

Removable orthodontic aligners aim to move teeth through a series of transparent appliances, which cover the teeth and gently move them into the correct position over treatment. Due to the great adhesion, there are several studies that evaluate the effectiveness of this type of system, being a very present theme in the literature. The objective of this work is to evaluate, through a literature review, the effectiveness of clear aligners in the orthodontic treatment of different types of malocclusions, as well as its advantages and disadvantages from the perspective of functionality and aesthetics. The study used Pubmed, Scielo and Scopus as databases for bibliographic research, between the years 2005 and 2022. For the search, the following combinations of descriptors in health sciences, isolated and crossed: orthodontic appliances; removable orthodontic appliances; Invisalign®; malocclusion, Angle class II; malocclusion, Angle class III; crowding; open bite; overbite; oral health; marketing; plastic. The study obtained a sample of 83 scientific articles, with a prevalence of publication in the years 2016, 2017 and 2021. Regarding the study designs, case series, literature reviews and systematic reviews stood out. Two countries comprise a total of 50% of the articles used, being the United States and Italy. It was found that aligners have a good result in the treatment of mild to moderate malocclusions, with limitations for more severe cases. In addition, virtual planning does not achieve the expected clinical movements in most cases, requiring refinements. The advantages are in relation to aesthetics, comfort and hygiene. The need for patient cooperation, plastic characteristics and limitations in certain types of movement can be considered disadvantages of the system.

**Keywords:** orthodontic Appliances; removable orthodontic appliances; clear aligner appliances, *Invisalign*®.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1- IMAF em posição.....	18
Figura 2- Fabricação do CAOS em laboratório.....	22
Figura 3- Quantidade de artigos científicos inclusos na revisão bibliográfica segundo o ano de publicação, considerando o período entre 2005 a 2022. ....	32
Figura 4- Quantidade de artigos científicos inclusos na revisão bibliográfica segundo país de publicação, considerando apenas países com mais de 5 publicações. ....	33
Figura 5- Quantidade de artigos científicos inclusos na revisão bibliográfica segundo o desenho do estudo. ....	33



## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABO- *American Board of Orthodontics*

AP- Anteroposterior

APM- aparelho de protração mandibular

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

CAOS- Clear Aligner Orthognatic Splint

CVS- Estágios de maturação das vertebra cervicais

DAT's- Dispositivos de ancoragem temporária

DTC- *Direct to Consumer*

IMAF- *Invisalign® with Mandibular Advancement Feature*

IP- Índice de placa

IPR- redução interproximal

MGS- *Model Grading System*

MA- Mordida aberta

MP- Mordida profunda

MPA- *Mandibular Plane Angle*

RR- Reabsorção radicular

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	10
<b>2</b>	<b>METODOLOGIA</b>	12
<b>3</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>	13
3.1	FISIOLOGIA E BIOMECÂNICA DA MOVIMENTAÇÃO ORTODÔNTICA	13
3.2	PLANEJAMENTO DIGITAL	14
3.3	GERAÇÕES DOS ALINHADORES	15
<b>3.3.1</b>	<b>Primeira geração</b>	15
<b>3.3.2</b>	<b>Segunda geração</b>	15
<b>3.3.3</b>	<b>Terceira geração</b>	17
3.4	EFICÁCIA DOS ALINHADORES INVISÍVEIS	17
<b>3.4.1</b>	<b>Tratamento da Má Oclusão de Classe II</b>	17
<b>3.4.2</b>	<b>Tratamento da Má Oclusão de Classe III</b>	20
<b>3.4.3</b>	<b>Tratamento de mordida aberta</b>	22
<b>3.4.4</b>	<b>Tratamento da mordida profunda</b>	23
<b>3.4.5</b>	<b>Tratamento de apinhamento</b>	24
<b>3.4.6</b>	<b>Tratamento da intrusão e extrusão</b>	25
3.5	VANTAGENS E DESVANTAGENS DOS ALINHADORES INVISÍVEIS	26
<b>3.5.1</b>	<b>Estética e conforto</b>	26
<b>3.5.2</b>	<b>Saúde periodontal</b>	27
<b>3.5.3</b>	<b>Reabsorção radicular</b>	28
<b>3.5.4</b>	<b>Colaboração do paciente</b>	29
<b>3.5.5</b>	<b>Custo</b>	29
<b>3.5.6</b>	<b>Alterações na fala</b>	29
<b>3.5.7</b>	<b>Características do plástico</b>	30
<b>4</b>	<b>RESULTADOS</b>	32
<b>5</b>	<b>DISCUSSÃO</b>	34
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO</b>	37
	<b>REFERÊNCIAS</b>	38
	<b>APÊNDICE A</b>	45

## 1 INTRODUÇÃO

O tratamento ortodôntico objetiva alcançar uma adequada oclusão dentária, que seja funcional e morfológicamente estável. Nesse sentido, a complexidade da movimentação dentária, comprometimento e motivação do paciente e a adaptabilidade biológica são fatores determinantes no resultado do tratamento (PACHECO-PEREIRA; BRANDELLI; FLORES-MIR, 2018). Os aparelhos ortodônticos fixos, tradicionalmente usados, utilizam bráquetes e fios metálicos para realizar as movimentações dentárias. Esse tipo de aparelho acaba interferindo na higiene oral dos pacientes, pois devido à sua fixação na superfície dentária, o uso de fio dental e escova torna-se mais complexo e demanda um tempo maior, além de o aparelho em si servir como um fator retentivo de alimentos e placa bacteriana. Ademais, há interferência direta na estética, devido a visibilidade dos aparelhos fixos (KUHLMAN et al., 2016).

A crescente procura de pacientes adultos por tratamento ortodôntico fez com que a Ortodontia se tornasse cada vez mais estética, sendo os alinhadores invisíveis uma das principais alternativas (ROBERTSON et al., 2020). O conceito de alinhadores transparentes evoluiu em 1946, quando Kesling introduziu-os como um posicionador para refinar os estágios finais do tratamento ortodôntico. Em 1971, inspirado na alternativa de Kesling, Ponitz introduziu “o retentor invisível” que foi seguido por aparelhos semelhantes por McNamara e Sheridan (UPADHYAY; ARQUB, 2022). Desde então, novas tecnologias e materiais foram implementados para aumentar a gama de movimentos dentários realizados por esse sistema (D’APUZZO et al., 2019). Em 1998, a *Align Technology* (Santa Clara, California) introduziu o *Invisalign*®, sendo um tratamento realizado por meio de uma série de alinhadores removíveis feitos a partir de uma única impressão. Os movimentos são programados para acontecer de forma sequencial, a cada troca de alinhador, mais especificadamente um dente ou um pequeno grupo de dentes de 0,25 a 0,33 mm em uma margem de 14 dias, podendo variar de acordo com a complexidade do caso (ROSSINI et al., 2015a).

Outro fator que contribuiu para a revolução da prática ortodôntica, junto ao sistema de alinhadores, foi a combinação do planejamento de tratamento virtual computadorizado e a tecnologia de prototipagem estereolitográfica (tecnologia de impressão 3D) (TAMER; ÖZTAS; MARSAN, 2019). Os sistemas CAD-CAM fazem parte do planejamento e tratamento de más oclusões, sendo que a tecnologia da impressão 3D é capaz de eliminar erros cumulativos desde a moldagem convencional até o fluxo de trabalho termoplástico subsequente, além de fornecer uma maior precisão do modelo devido à impressão direta (TARTAGLIA et al., 2021).

Frente a todos os benefícios advindos desse sistema, há diversos estudos que apontam uma certa limitação no que diz respeito à capacidade de movimentação dentária, indicando que o protocolo poderia ser usado apenas em casos de movimentações dentárias mais simples (HENNESSY; AL-AWADHI, 2016). No entanto, o desenvolvimento e a evolução desse sistema são constantes (ROBERTSON et al., 2020). Nesse sentido, esse trabalho se trata de uma revisão de literatura, que tem como objetivo avaliar a eficácia do sistema de alinhadores invisíveis, considerando apenas estudos que utilizam os mais recentes avanços, bem como as suas vantagens e desvantagens sob a perspectiva de funcionalidade e estética.

## 2 METODOLOGIA

A presente revisão de literatura teve como bases de dados para levantamento bibliográfico o Pubmed, Scielo e Scopus. Para a busca foram utilizadas as seguintes combinações de descritores em ciências da saúde (DeCS), isolados e cruzados: “*orthodontic appliances, removable*”, “*appliance, fixed orthodontic*”, “*Invisalign®*”, “*malocclusion, angle class II*”, “*malocclusion, angle class III*”, “*crowding*”, “*open bite*”, “*overbite*”, “*oral health*”, “*marketing*”.

Os critérios de inclusão foram trabalhos publicados e disponíveis integralmente em bases de dados científicas a partir de 2005, que já possuam aprovação pela comunidade científica. Não foram aplicadas restrições quanto ao idioma da publicação. Os critérios de exclusão foram trabalhos que não estavam disponíveis integralmente nas bases de dados pesquisadas e trabalhos anteriores a 2005. Não foram incluídos livros, resumos de conferências ou anais de congressos. Devido ao rápido avanço da tecnologia e *softwares* dos alinhadores, no tópico de “eficácia”, apenas artigos com ano de publicação entre 2016 e 2022 foram selecionados e analisados, visando a atualização deste assunto.

A partir desses estudos, 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/revista (apêndice A). Por meio dessa tabela, foram confeccionados gráficos para auxiliar na interpretação dos dados. Considerando o conteúdo dos artigos selecionados, foi possível dividir a revisão bibliográfica nos seguintes tópicos: “fisiologia e biomecânica da movimentação ortodôntica”, “planejamento digital”, “gerações dos alinhadores”, “eficácia” e “vantagens e desvantagens”.

### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 Fisiologia e biomecânica da movimentação ortodôntica

O movimento dentário ortodôntico combina a adaptação fisiológica do osso alveolar a tensões mecânicas com uma pequena lesão reversível no periodonto. Em condições saudáveis, esse movimento é realizado por uma remodelação óssea altamente coordenada e eficiente, que requer um processo de formação óssea após a reabsorção óssea (LI et al., 2018). Entende-se que o centro de resistência do dente muda conforme seu tamanho, número de raízes, comprimento da raiz, níveis ósseos e a densidade ou qualidade óssea, e isso influenciará diretamente no planejamento da movimentação de cada dente (CHISARI et al., 2014).

O modo que a carga de força será aplicada vai depender da configuração do aparelho ortodôntico; os aparelhos fixos, por exemplo, têm uma área de contato bem definida, representada pelo bráquete. No caso de aparelhos fixos, são possíveis dois tipos de movimentação dentária: inclinação, onde a coroa se move enquanto a ponta da raiz permanece no mesmo lugar, e corporal, onde a coroa e a raiz se movem igualmente (BARONE et al., 2017). As forças originadas da interação entre fio metálico e bráquete são transmitidas ao ligamento periodontal, causando o deslocamento do dente. Por outro lado, uma incompatibilidade pré-determinada entre dente e alinhador, por meio do uso de alinhadores sequenciais, coincide com a posição desejada do dente (CORTONA et al., 2020). A maior complexidade na movimentação dentária com alinhadores pode ser atribuída 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 outros fatores biomecânicos (UPADHYAY; ARQUB, 2022).

Nesse sentido, elementos auxiliares como *attachments* têm o objetivo de facilitar a transferência de carga entre o aparelho e a dentição por meio da modificação de sua interface de contato. Os *attachments* são botões de resina composta fixados nas superfícies dos dentes. *Divots* podem ser obtidos como deformações pontuais do alinhador usando um alicate com extremidades esféricas. Esses elementos são recursos para obter alguns movimentos ortodônticos críticos por meio de uma melhor definição da área de contato, um aumento local do desajuste em pontos específicos e um controle preciso da carga em termos de intensidade e direção (BARONE et al., 2017). Seu princípio consiste em área a ser ativada (região de pressão) e área para onde o dente deve se movimentar (região de alívio) (CORTESE et al., 2012). Essa

complexidade na aplicação de forças é um dos motivos pelos quais a efetividade do tratamento com alinhadores ainda está em debate (CORTONA et al., 2020).

### 3.2 Planejamento Digital

Nos últimos anos, a mudança mais significativa na área odontológica é o desenvolvimento da Odontologia digital (KIHARA et al., 2020). O *software* de projeto assistido por computador e fabricação assistida por computador (CAD/CAM – *Computer-aided design/computer-aided manufacturing*) teve seus primeiros passos dados por Mörmann e colaboradores em 1987. Além disso, Dr. François Duret introduziu conceitos CAD/CAM na Odontologia em 1989, desde então vários scanners intraorais foram introduzidos (LEE; PARK, 2020).

Os modelos de gesso vêm sendo gradualmente substituídos pelo planejamento digital. Na Ortodontia, esse tipo de tecnologia pode ter uma variedade de aplicações, vai depender das capacidades do dispositivo, *software*, clínico e laboratório. Alguns exemplos do seu uso são para 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 análise dos resultados cirúrgicos em pacientes com anomalias de fissura, lábio e palato (MARTIN et al., 2015).

Esse tipo de tecnologia pode estar associado a imprecisões, que geralmente estão envolvidas no procedimento de digitalização, visto 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, influenciarão na qualidade e a nitidez da imagem capturada. A obstrução da luz também poderá levar à perda dessa área sombreada. Alguns estudos mostram que áreas associadas ao sombreadamento, como superfícies íngremes, bordas afiadas, áreas proximais e margens eram mais propensos a apresentar imprecisões (TING-SHU; JIAN, 2015). Em geral, objetos que absorvem o laser ou não refletem bem o laser são considerados objetos para os quais é difícil adquirir dados (KIHARA et al., 2020).

Uma revisão sistemática objetivou avaliar a precisão dos sistemas de scanners intraorais disponíveis para moldagem odontológica e concluíram que a precisão desse tipo de sistema é comparável à precisão das moldagens convencionais (ABDUO; ELSEYOUFI, 2018). Algumas vantagens desse sistema são:

- Menor desconforto ao paciente: os pacientes tendem a preferir impressões digitais ao invés de impressões convencionais, ainda que o tempo de cadeira seja maior (YUZBASIOGLU

et al., 2014a) (BURHARDT et al., 2016). Isso pode ser explicado pela redução do reflexo de vômito do paciente e maior conforto em relação às moldagens convencionais (ANH et al., 2016).

- Tempo eficiente: atualmente já é possível realizar uma varredura de arco completo em torno de 3 a 5 minutos. No entanto, as maiores vantagens de tempo não são nas moldagens em si, mas sim em todas as etapas subsequentes. Não há necessidade de vazar modelos de gesso, é possível o envio dos modelos virtuais 3D por meios digitais (sem a necessidade de levar fisicamente ou por correio). (YUZBASIOGLU et al., 2014).

- *Softwares* para planejamento dos casos: *softwares* são capazes de auxiliar no planejamento e previsão de tratamento (GORACCI et al., 2016). Se o clínico não estiver satisfeito com algum detalhe escaneado, ele pode excluir a área e refazê-la, sem ter que repetir o processo todo novamente (MANGANO et al., 2017).

### 3.3 Gerações dos Alinhadores

#### 3.3.1 Primeira geração

Pode-se afirmar que os alinhadores possuem três gerações em relação ao seu desenvolvimento. A primeira delas dependia exclusivamente do alinhador para alcançar os resultados, sem nenhum tipo de acessório auxiliar (HENNESSY; AL-AWADHI, 2016). O único estudo abordando essa primeira geração foi feito por Djeu *et al.*, 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. O *Invisalign*® não apresentou bons resultados nos casos de grandes discrepâncias anteroposteriores e contatos oclusais. Os pontos fortes foram sua capacidade de fechar espaços e corrigir rotações anteriores (DJEU; SHELTON; MAGANZINI, 2005).

#### 3.3.2 Segunda geração

À medida que o sistema foi se desenvolvendo, os fabricantes iniciaram o uso de acessórios para melhorar a movimentação dentária, como a colocação de *attachments* e elásticos intermaxilares (HENNESSY; AL-AWADHI, 2016). Há dois estudos de Kravitz *et al.*



(2008 e 2009) que abordam essa segunda geração de alinhadores. O primeiro foi um estudo prospectivo que comparou a influência de três grupos no tratamento de caninos submetidos a movimento rotacional com *Invisalign*®: attachments elipsóides verticais, redução interproximal (IPR) e ausência de attachments e IPR (apenas alinhador). Os modelos virtuais de pré-tratamento e pós-tratamento foram transferidos para o software *ToothMeasure* para sobreposição de modelos e realização da avaliação. A acurácia média alcançada quando comparada aos resultados previstos foi de 35,8%. A maior acurácia média foi alcançada pelo grupo IPR (43,1%), seguido do grupo dos *attachments* (33,3%) e, por fim, o grupo apenas alinhador apresentou a menor acurácia (30,8%). A precisão rotacional não teve diferenças estatisticamente significativas entre os três grupos. O estudo apresentou limitações quanto ao tamanho amostral, ausência de avaliação da redução interproximal e da contabilização das sobrecorreções (KRAVITZ et al., 2008) (KRAVITZ et al., 2009).

O estudo realizado em 2009 também buscou avaliar, por meio da comparação do planejamento virtual com a posição final dos dentes alcançada, a eficácia da movimentação dentária com alinhadores. Como resultados obteve-se que os movimentos dentários com maior acurácia foram a constrição lingual dos caninos inferiores (59,3%) e incisivos laterais (54,8%), seguido de rotação dos incisivos centrais superiores (54,2%). Enquanto os movimentos dentários menos precisos foram a extrusão dos incisivos centrais superiores (18,3%) e inferiores (24,5%). Nas rotações superiores a 15°, a precisão de rotação dos caninos superiores caiu significativamente. A precisão média geral do movimento dentário foi de 41%. Quanto às limitações, apenas a extrusão dos incisivos laterais inferiores e caninos não obteve um tamanho amostral suficiente. Nesse estudo não foi permitido o uso de outros métodos auxiliares ou a realização de refinamentos por parte dos clínicos, ou seja, muitos dentes poderiam alcançar uma posição final desejada após os refinamentos. Também não foi permitida a realização de radiografias periapicais para correlação com outros fatores (como idade do paciente e suporte periodontal) (KRAVITZ et al., 2009).

Nesse período, um estudo avaliou a diferença entre o uso contínuo dos alinhadores durante duas semanas e a confecção de um alinhador duplicado para a segunda semana. Concluiu-se que a maior parte do movimento dentário ocorre na primeira semana de uso do alinhador e que a fadiga do material não tem um grande impacto na taxa ou quantidade de movimento dentário. Dessa forma, não há a necessidade de confecção de um alinhador duplicado para a segunda semana de uso (DRAKE et al., 2012). O quarto estudo realizado nessa geração também comparou os modelos digitais correspondentes no planejamento com o movimento dentário obtido ao final do tratamento, especificamente nos casos de apinhamento

na região anterior. O uso *attachments* foi associado a extrações, IPR e protusão, de acordo com a necessidade de cada caso. Os resultados nos movimentos dos planos sagital e transversal foram bastante positivos, visto que a diferença entre o movimento dentário alcançado e o previsto foi mínima (uma média de 0,01mm para o parâmetro comprimento do arco dentário anterior inferior e 0,28mm para o superior). Já para os movimentos verticais, os resultados não foram tão satisfatórios e a sobremordida chegou a atingir 0,7mm de diferença entre planejamento e resultado clínico obtido (KRIEGER et al., 2012).

### 3.3.3 Terceira geração

Visando um maior controle dos movimentos e a obtenção de melhores resultados, os *attachments* passaram a ser colocados automaticamente pelo *software* do fabricante. Além disso, o próprio cirurgião-dentista pode solicitar a colocação em determinadas posições, a partir do seu planejamento. Atualmente existem três tipos de *attachments*: elipsóide, chanfrado e retangular. São usados para diferentes objetivos e, inicialmente, não estão totalmente inseridos no *slot* quando são colados ao dente. À medida que o paciente passa pelos diferentes alinhadores, os acessórios se tornam mais ativos até que finalmente preencham o *slot* do alinhador (HENNESSY; AL-AWADHI, 2016).

Com a introdução do *Invisalign® G5*, em 2014, houve inovações nos sistemas de alinhadores, como áreas de pressão (*Smartforce*), otimização de *attachments* e rampas de mordida (*Bite Ramps*). Essas rampas foram projetadas para eliminar a intrusão posterior transitória e adicionar forças intrusivas aos incisivos inferiores por meio de forças naturais de mordida (HENICK et al., 2021). Essa propensão a rápidas mudanças tecnológicas dificultam a avaliação científica sobre a eficácia dos alinhadores, pois muitas vezes o sistema que está sendo analisado, estudado e será publicado, não é mais o mesmo que está sendo usado atualmente (WEIR, 2017).

## 3.4 Eficácia dos alinhadores invisíveis

### 3.4.1 Tratamento da Má Oclusão de Classe II

A má oclusão de Classe II pode ser causada por desordens dentoalveolares e esqueléticas. A primeira pode ocorrer quando o primeiro molar inferior erupcionar distalmente de um lado, podendo, por vezes, ser acompanhado de uma erupção mais mesial do primeiro

molar superior, que permanecerá nessa posição. No caso de desordem esquelética, pode acontecer retrognatismo mandibular verdadeiro, prognatismo maxilar ou uma combinação de ambos. Também pode existir discrepância entre a base do crânio e a mandíbula ou entre a base do crânio e a maxila (TOVAR-CALDERÓN et al., 2021). Por fim, pode acontecer por uma combinação de desordens dentárias e esqueléticas, sendo que, na maioria dos casos, a retrusão mandibular está associada. Devido a esses fatores é muito importante avaliar com cautela a possibilidade de uma alteração esquelética (KOCHAR et al., 2021).

Para o tratamento dessa 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 (ZYMPERDIKAS et al., 2016). Na presença de discrepância esquelética, o tratamento ideal 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 mandibular.

Tradicionalmente, existem diferentes dispositivos que visam o tratamento desse tipo de má oclusão, os quais podem ser divididos em aparelhos funcionais removíveis, como *bionator* e *twin-block*, ou aparelhos fixos, como *Herbst*, *Forsus*, *Twin-force*, *Xbow* e o aparelho de protração mandibular (APM). Os propulsores mandibulares geralmente são a opção para casos de retrognatismo mandibular em crianças e adolescentes, sendo o estirão de crescimento o momento ideal para este tipo de tratamento (PONTES et al., 2017). Um fator importante que deve ser levado em conta ao pensar em aparelhos removíveis é a colaboração do paciente, que pode ter um impacto significativo no sucesso ou fracasso do tratamento ortodôntico a curto e longo prazo (AL-MOGHRABI et al., 2017).

Em 2017 a *Align Technology* desenvolveu o *Invisalign® with Mandibular Advancement Feature* (IMAF), combinando os conceitos de modificação do crescimento e movimentação ativa dos dentes da região anterior. Esse sistema replica 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*. O funcionamento se dá por meio de “asas de precisão” colocadas entre o 1º molar e pré-molares, que só podem se encaixar quando o paciente posiciona a mandíbula para frente (figura 1). 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 1 - IMAF em posição  
Fonte: (KOUKOU; DAMANAKIS; TSOLAKIS, 2022)

Um estudo publicado pela Revista Europeia de Odontopediatria buscou 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 avaliação foi feita por meio de traçados cefalométricos e em diferentes estágios de crescimento, em comparação com indivíduos não tratados. 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 diferentes de acordo com 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).

O uso do IMAF apresentou como vantagem a diminuição da proclinação dos incisivos inferiores em comparação com o tradicional *twin-block* (KOUKOU; DAMANAKIS; TSOLAKIS, 2022). O tratamento com aparelhos invisíveis em pacientes Classe II resultou em um aumento significativo na largura de ambos os arcos, a nível de molar e pré-molar. O arco inferior teve o seu formato final com uma alteração estatisticamente e clinicamente relevante em relação à posição planejada, com uma posição mais lingual dos molares. Considerando a arcada inferior como guia para a forma final da arcada superior, a distância intercanina mandibular não sofreu alteração significativa. Essa informação é bastante relevante, visto que a distância intercanina ainda é um dos parâmetros mais relevantes em termos de estabilidade do tratamento a longo prazo (DEREGIBUS et al., 2020).

Em contrapartida, um estudo realizado por Patterson *et al.* buscou avaliar, 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 feita por meio de elásticos, com duração média de 7 meses

necessários para completar o tratamento, sendo todos pacientes adultos com 18 anos ou mais. Essa avaliação da qualidade do tratamento a partir da série de alinhadores prevista inicialmente pelo *software* era um diferencial, visto que a maior parte dos estudos anteriores mostrava os resultados em um período não categorizado e com um número não especificado de refinamentos. Como resultados, obteve-se que a correção AP foi muito baixa, de apenas 6,8% do valor previsto, enquanto a correção de sobremordida alcançada foi de 38,9% do valor previsto. Pode-se concluir que seria necessária uma maior duração de tratamento em relação ao planejamento inicial feito pelo *software* ou a realização de refinamentos para alcançar resultados desejáveis (PATTERSON et al., 2021).

Outro estudo realizado na França apresentou três abordagens para tratamento de Classe II com alinhadores, diferindo a partir do estágio de crescimento, avaliados a partir da maturação óssea das vértebras cervicais. Antes do CVS3 (tratamento precoce) sugere-se correção no sentido transversal (expansão) e desbloqueio da mandíbula na dimensão vertical e sagital. Entre CVS3-CVS4 (estirão de crescimento): se a discrepância for menor que 2mm, pode ser feita a mecânica de elásticos intermaxilares para classe II. Entre 2mm e 5mm pode ser feita a estimulação do crescimento mandibular por elásticos classe II ou pelo sistema de asas. Se a discrepância for maior do que 5mm, o tratamento pode associar a algum tipo de avanço mandibular, distalização superior e uso de elástico. Após CVS4 (tratamento tardio): se for menor que 3mm, pode ser feita distalização e uso de elásticos, entre 3 e 5 mm pode ser feito tratamento compensatório por distalização, IPR, uso de elásticos. Para os casos mais complexos, acima de 5mm podem ser associadas extrações ou tratamento ortocirúrgico (SABOUNI; EICHELBERGER; DES GEORGES, 2019).

No caso de pacientes adultos, a correção da Classe II está frequentemente associada à distalização dos molares superiores, para ganho de espaço e posterior obtenção de Classe I (ZYMPERDIKAS et al., 2016). No estudo de Saif et al. a eficiência geral de distalização dos molares superiores produzido pelo *Invisalign*® foi de 73,8%, onde o primeiro molar superior mostrou eficiência relativamente maior (75,5%) do que o segundo molar superior (72,2%) quando um movimento médio de 2,6mm foi prescrito. A análise dos resultados alcançados foi feita por meio da comparação entre o movimento distal previsto pelo *software* com os resultados clínicos reais medidos diretamente após a conclusão da distalização do primeiro/segundo molar superior. Os molares recebem uma força posterior no movimento de distalização, nesse sentido, uma força reacional recíproca é aplicada nos dentes anteriores. Dessa forma, os clínicos devem estar cientes da força contrária aplicada, especialmente se o paciente apresentar uma sobressalência inicial acentuada. Nesses casos, pode haver a necessidade de planejar uma

sobrecorreção da proclinação dos dentes anteriores ou o uso precoce de elásticos intermaxilares de Classe II, o que, por sua vez, ajudará a reduzir a necessidade de correção no transcurso do tratamento (SAIF et al., 2022).

#### 3.4.2 Tratamento da má oclusão de Classe III

A etiologia da má oclusão de Classe III pode ser puramente devido à prognatismo mandibular ou hipoplasia pelo retrognatismo maxilar, e até mesmo uma combinação de ambos. Ou seja, uma ou ambas as maxilas podem ser afetadas no comprimento sagital ou na posição em relação à outra. Estudos sugerem que fatores ambientais familiares ou hereditariedade podem desempenhar um papel importante na etiologia da Classe III (NGAN; MOON, 2015). Tweed dividiu a má oclusão de Classe III em duas categorias: uma má oclusão pseudoClasse 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 diferentes tipos e níveis de discrepância irão influenciar diretamente no prognóstico e estabilidade do tratamento (PAOLONI et al., 2021).

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). O tratamento precoce das más oclusões de Classe III em pacientes em crescimento 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).

Na literatura, os estudos abordando a terapia de Classe III feita exclusivamente com alinhadores ainda são muito escassos; no caso de pacientes adultos são, em sua maioria, relatos de casos envolvendo extração para camuflagem dentária (NEEDHAM; WARING; MALIK, 2015) (STADERINI; MEULI; GALLENZI, 2019). Como a cirurgia ortognática ainda é uma das principais alternativas na correção desse tipo de má oclusão, também há estudos que relacionam essas terapêuticas, utilizando os alinhadores antes e após a cirurgia (PAGANI et al., 2016).

Em outro estudo, a tecnologia CAD/CAM foi usada para a criação de um *Clear Aligner Orthognathic Splint* (CAOS), um dispositivo feito com alinhadores que irá servir como um aparelho de contenção no pós-operatório, permitindo que os arcos segmentados “encaixem” fisiologicamente, como ilustrado na figura 2. O dispositivo envolve toda a coroa e isso faz com que o controle do segmento seja excelente. Dispositivos de ancoragem temporária (DATs) ou pequenos parafusos de fixação podem ser mantidos para o controle pós-operatório (CAMINITI; LOU, 2019).



Figura 2 - Fabricação do CAOS em laboratório  
Fonte: (CAMINITI; LOU, 2019)

### 3.4.3 Tratamento da mordida aberta

De acordo com a maioria dos autores, a mordida aberta (MA) pode ser definida como uma má oclusão caracterizada por uma cobertura insuficiente dos incisivos quando os dentes posteriores estão em oclusão. Essa má oclusão pode se resolver espontaneamente durante a dentição mista se os hábitos de sucção digital, deglutição atípica ou respiração bucal forem interrompidos (CAPRIOGLIO; FASTUCA, 2016). Pode ser classificada em mordida aberta dentária ou esquelética. A MA anterior esquelética é frequentemente causada por excesso dentoalveolar posterior e rotação mandibular para baixo e para trás. Nesses casos, o tratamento padrão ouro é a abordagem combinada de tratamento ortodôntico com aparelhos fixos e cirurgia ortognática. Se a MA for de origem dentária, ela pode ser tratada com abordagem ortodôntica para induzir a extrusão dentária e/ou redução da proclinação dentária (GIANCOTTI; GARINO; MAMPIERI, 2017).

Recentemente, implantes dentários, parafusos, e miniplacas têm sido utilizados para ancoragem esquelética. A vantagem desses sistemas é que o sucesso do tratamento praticamente independe da cooperação do paciente, visto que esses materiais podem fornecer ancoragem estacionária para vários movimentos dentários, sendo uma técnica muito menos invasiva em

relação a uma cirurgia ortognática (KURODA et al., 2007). A fim de evitar extrações, dispositivos temporários de ancoragem esquelética ou cirurgia, é frequente a procura de adultos por alternativas de tratamento menos invasivas para correção de mordida aberta. Nesse sentido, os alinhadores transparentes tornaram-se populares devido à estética e conforto (SUH et al., 2022). Garnett *et al.* compararam aparelhos fixos e alinhadores na correção da mordida aberta anterior e no controle da dimensão vertical em pacientes adultos com padrões esqueléticos hiperdivergentes. No grupo dos aparelhos fixos foram utilizadas algumas técnicas auxiliares, como dispositivos de ancoragem temporária (DAT's), blocos de mordida oclusal e extrações. No caso dos alinhadores transparentes, foram geradas forças intrusivas nos dentes posteriores e forças extrusivas nos dentes anteriores, com a utilização de acessórios otimizados (*attachments* de extrusão). Em relação à correção de sobremordida, a mudança média ao final do tratamento foi de 2,3mm para o grupo de alinhadores e 1,8mm para o grupo aparelho fixo (diferença não significativa estatisticamente). A extrusão dos incisivos superiores e inferiores foi inferior a 1mm para ambos os grupos de tratamento, mas o grupo do alinhador transparente apresentou extrusão dos incisivos inferiores ligeiramente mais alta, que contribuiu para uma correção de sobremordida maior. (GARNETT et al., 2019).

Suh *et al.* examinaram a eficácia e o mecanismo da terapia com alinhadores transparentes para a correção da MA em adultos, sem a realização de extração. Para isso, sessenta e nove participantes adultos com mordida aberta anterior (dentária e esquelética) foram incluídos. Após apresentar a metodologia detalhada de tratamento para cada tipo de classe, obteve-se uma sobremordida positiva alcançada em 94% dos pacientes. Concluiu-se que os alinhadores podem ser eficazes no controle da dimensão vertical e na correção da mordida aberta anterior. O principal mecanismo de correção seria 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). No estudo de Khosravi *et al.*, a colocação de *attachments* para extrusão dos incisivos foi uma estratégia comum para o manejo da MA. A sobremordida melhorou em todos os pacientes com mordida aberta moderada, com aprofundamento mediano de 1,5mm. Essas correções foram principalmente ligadas à extrusão dos incisivos superiores e inferiores (KHOSRAVI et al., 2017).

#### 3.4.4 Tratamento da mordida profunda

A mordida profunda (MP) pode ser definida como uma sobreposição vertical excessiva dos incisivos inferiores pelos incisivos superiores em oclusão cêntrica (EL-DAWLATLY et al.,



2021). Questões como o excesso de erupção dos incisivos, sobressaliência extrema, canino mal posicionado, infraoclusão molar, altura do ramo mandibular, tipo facial vertical, curva de Spee acentuada e torque radicular excessivo dos incisivos superiores para vestibular podem estar relacionadas à etiologia dessa má oclusão (BHATEJA; FIDA; SHAIKH, 2016). Em pacientes adultos as respostas dentoalveolares à abertura da mordida são mínimas ou nulas, sendo necessário um plano de tratamento extenso que determine se a sobremordida deve ser corrigida por compensação dentoalveolar ou cirurgia ortognática. Isso será decidido a partir do nível inicial de sobremordida, tipo facial, linha do sorriso, exposição dos incisivos e demanda do paciente. Com a idade, a exposição dos incisivos superiores geralmente diminui e a exposição dos incisivos inferiores aumenta. Por esta razão, a intrusão dos incisivos inferiores é geralmente a opção de escolha para correção da MP em adultos (PAMUKÇU; ÖZSOY, 2021).

Uma das inovações do *Invisalign*® G5 tinha o propósito de auxiliar no tratamento de casos de MP. Essa inovação incluiu o sistema de *Bite Ramps*, que constitui uma extensão lingual do alinhador (de até 3mm) que cria contatos anteriores prematuros e causa desoclusão posterior. As rampas são planejadas para se mover, etapa por etapa, em uma direção mais incisal, criando um espaço oclusal adequado para extrusão posterior. Além disso, foram criados *attachments* otimizados de mordida profunda em pré-molares (para servir de ancoragem na intrusão dos incisivos) (LIU; HU, 2018). Um artigo publicado pela revista *Journal of Orthodontics*, em 2021, buscou mostrar, por meio de dois casos clínicos, a eficiência dos alinhadores com rampas de mordida no tratamento de sobremordida profunda. Junto a esse acessório, foi feito o uso de elásticos Classe II com componente vertical conectado diretamente aos alinhadores. As pacientes eram do sexo feminino e tinham 12 e 16 anos. Ao analisar as telerradiografias de perfil sobrepostas de ambas as pacientes é possível notar, por meio do padrão vertical, a correção total da mordida profunda. Essa correção aconteceu por meio de uma combinação de proclinação significativa dos incisivos e leve rotação mandibular no sentido horário induzida pela extrusão posterior relativa (GRECO; ROMBOLÀ, 2021).

O único estudo com amostragem mais adequada que tratou a MP com alinhadores foi realizado antes da introdução dos recursos específicos para essa má oclusão. As análises cefalométricas indicaram que os pacientes com mordida profunda apresentaram abertura mediana de sobremordida de 1,5 mm. O estudo sugere que os alinhadores melhoram a MP principalmente pelo mecanismo de proclinação dos incisivos inferiores, mas também pela intrusão dos incisivos superiores. No entanto, assim como no caso das mordidas abertas, o seu resultado não é tão efetivo quando comparado aos aparelhos fixos (KHOSRAVI et al., 2017).

### 3.4.5 Tratamento do apinhamento

O apinhamento dentário ocorre quando não há espaço suficiente nas arcadas para que os dentes possam irromper. Pode afetar a dentição decídua, permanente ou ambas, sendo que a perda precoce de dentes decíduos pode levar a dentes permanentes apinhados. A falta de espaço tende a aumentar com a idade, especialmente na arcada inferior (TURNER et al., 2021). Um estudo comparou a proclinação dos incisivos inferiores produzida por aparelhos fixos e alinhadores transparentes no tratamento de pacientes com apinhamento mandibular leve (<4 mm). Pode-se concluir que não houve diferenças no grau de proclinação dos incisivos entre os dois grupos e, por isso, os alinhadores poderiam ser usados para tratar o apinhamento leve a moderado do arco mandibular com um sucesso comparável aos aparelhos fixos (HENNESSY; GARVEY; AL-AWADHI, 2016).

Duncan *et al.* realizaram um estudo com grupos de pacientes com apinhamento leve, moderado e severo. Obteve-se sucesso no tratamento de apinhamento do arco mandibular usando uma combinação de expansão do arco bucal, redução interproximal e proclinação dos incisivos inferiores. A proclinação dos incisivos inferiores foi evitada, devido ao risco de deiscência e recessão óssea que pode ocorrer em certos fenótipos gengivais. Em casos de até 6mm de apinhamento, a posição dos incisivos inferiores permaneceu relativamente estável. Em casos de apinhamento severo os incisivos inferiores proclinaram e protruíram (DUNCAN et al., 2016).

### 3.4.6 Tratamento da intrusão e extrusão

Um estudo clínico prospectivo, realizado pela segunda vez, em 2020, incluiu 38 pacientes tratados com *Invisalign*®. Esse estudo mostra que a intrusão dos incisivos permaneceu um desafio e não melhorou em relação ao primeiro estudo, realizado em 2009. A precisão da intrusão dos incisivos inferiores foi de 35% e a intrusão do segundo molar inferior de 51%. Por outro lado, houve melhora no movimento de extrusão dos incisivos superiores, que obtiveram a maior precisão (55%), enquanto a extrusão dos molares superiores e inferiores (40%) obtiveram a menor precisão. As más oclusões de mordida profunda que requerem intrusão mandibular verdadeira e extrusão posterior se beneficiem da “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 apenas para os dentes anteriores, devido à 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 relacionada a movimentações de até 2mm, acima disso foi reduzida (BILELLO et al., 2022). Há um consenso de que uma intrusão maior que 1-2mm é difícil sem o uso de um dispositivo de ancoragem temporária (DAT) (MEHTA; PATEL; YADAV, 2021).

### **3.5 Vantagens e desvantagens dos alinhadores invisíveis**

A popularidade dos alinhadores invisíveis é crescente devido às suas vantagens em relação aos aparelhos ortodônticos metálicos tradicionais: estética, conforto e facilidade de higienização dos dentes, contribuindo com a saúde periodontal. No entanto, também há desvantagens: custo elevado e a imprevisibilidade na realização de alguns movimentos dentários, que pode estar relacionado com a própria biomecânica dos alinhadores ou com o seu material (ZHENG et al., 2017).

#### **3.5.1 Estética e conforto**

O número de pacientes adultos procurando por tratamento ortodôntico aumentou consideravelmente nos últimos anos e, com isso, a demanda estética também se tornou um fator relevante (TAMER; ÖZTAS; MARSAN, 2019). Estudos que avaliam a preferência de adultos por diferentes abordagens ortodônticas (bráquetes metálicos convencionais, bráquetes de safira, alinhadores) evidenciam a preferência por aparelhos mais discretos pelos pacientes mais velhos (SHALISH et al., 2012) (PACHECO-PEREIRA; BRANDELLI; FLORES-MIR, 2018) . Um estudo realizado no Brasil buscou avaliar a percepção estética de diferentes aparelhos por adultos leigos e sua influência no valor atribuído ao tratamento ortodôntico de acordo com sexo, idade e nível socioeconômico. De acordo com os resultados do estudo, os aparelhos metálicos foram considerados pouco atraentes, enquanto os alinhadores transparentes e os aparelhos de safira foram considerados as melhores opções estéticas. Além disso, um maior nível socioeconômico e pacientes mais jovens (idade entre 17 e 26) foram significativamente correlacionados com a disposição de pagar mais por um aparelho estético. O gênero não teve relação significativa (FEU et al., 2012). No estudo de Kuhlman *et al.*, as crianças tiveram

preferência pelos aparelhos metálicos, enquanto os bráquetes estéticos e alinhadores foram mais atrativos para os adolescentes (KUHLMAN et al., 2016).

No estudo de Shalish *et al.*, pacientes submetidos a diferentes tipos de aparelhos ortodônticos (vestibular, lingual e alinhadores) foram avaliados em relação ao impacto de cada tipo de aparelho em questões como a disfunção oral (dificuldades em falar, engolir ou abrir a boca), alterações na alimentação (dificuldades na alimentação, diminuição do prazer ao comer e alteração do paladar), atividades gerais (dormir, capacidade de participar de atividades rotineiras e frequência escolar/trabalho) e outros sintomas orais (feridas na língua, bochecha ou lábios, gostos/cheiros ruins e acúmulo de alimentos na boca). Em relação à disfunção oral, o grupo dos aparelhos linguais teve a maior porcentagem de alterações, sem diferenças entre os grupos dos aparelhos vestibular e alinhadores. Essa disfunção diminuiu consideravelmente ao longo do tempo. O impacto na alimentação foi maior no grupo dos aparelhos linguais, seguido dos aparelhos vestibulares e, por último, dos alinhadores. As atividades gerais foram afetadas principalmente no grupo dos aparelhos linguais, com diferença estatisticamente significativa em relação aos aparelhos vestibulares, mas sem essa diferença em relação aos alinhadores. Os sintomas orais foram significativamente menores no grupo dos alinhadores em relação aos grupos vestibular e lingual (SHALISH et al., 2012).

White *et al.*, por meio de um estudo clínico prospectivo randomizado cego, concluiu que o grupo de aparelho fixo vestibular demonstrou maior desconforto durante os primeiros 7 dias. O desconforto foi estatisticamente significativo nesse grupo após 2-3 dias. Os alinhadores também foram mais confortáveis do que os tradicionais após os ajustes do primeiro e do segundo mês. O estudo também avaliou o uso de medicação para alívio da dor entre os grupos, sendo a diferença mais significativa no segundo dia, em que a porcentagem dos aparelhos tradicionais chegou próximo aos 70%, enquanto os alinhadores alcançaram quase 20% (WHITE et al., 2017).

### 3.5.2 Saúde periodontal

Existe uma correlação entre a piora da condição periodontal em pacientes que realizam tratamento ortodôntico, principalmente no caso de aparelhos fixos. Essa relação acontece porque torna-se mais difícil manter a higiene bucal com a presença de fios ortodônticos, bandas e elásticos, levando ao maior acúmulo de placa e alterações nos tipos de bactérias (SIM et al., 2017). Essa correlação ainda vai depender de outros fatores, como a predisposição do

hospedeiro, a presença de condições sistêmicas, quantidade e composição da placa, além de questões relacionadas ao estilo de vida, como o tabagismo (ROSSINI et al., 2015).

Um estudo prospectivo buscou avaliar o estado periodontal de adultos tratados com aparelhos ortodônticos bucais fixos em comparação com alinhadores ortodônticos removíveis ao longo de 1 ano de terapia ativa. Em 6 semanas, não foi observada nenhuma diferença no índice de placa (IP) entre os grupos; já em 6 e 12 meses, o IP do aparelho bucal fixo foi significativamente maior do que o grupo de alinhadores. Em contraste, houve uma ligeira diminuição do IP no grupo dos alinhadores durante os 12 meses de duração do estudo. Associado ao aumento do IP estava o aumento da inflamação gengival, sendo que em 6 meses e 12 meses, o grupo dos alinhadores teve escores significativamente mais baixos nos índices gengivais. Por fim, essas mudanças resultaram em diferenças no sangramento à sondagem entre os grupos, sendo que em 6 meses observou-se uma tendência para diferenças aumentadas de sangramento no grupo de aparelho bucal fixo, que alcançou significância estatística em 12 meses (KARKHANECHI et al., 2013).

Rossini *et al.* realizaram uma revisão de literatura sistemática com o intuito de avaliar a saúde periodontal durante o tratamento com alinhadores. Os estudos mostraram que a saúde periodontal e índices gengivais, bem como a quantidade e qualidade da placa, foram melhores durante o tratamento com alinhadores em relação ao tratamento com aparelho fixo. No entanto, a maioria dos estudos apresentou problemas metodológicos, sendo necessário pesquisas futuras incluindo delineamento randomizado controlado com metodologia rigorosa e tamanho amostral adequado (ROSSINI et al., 2015).

Abbate *et al.* perceberam uma maior adesão à higiene bucal diária por parte dos adolescentes tratados com alinhadores em relação aos tratados com aparelho fixo convencional. Essa maior adesão pode ser explicada pela retirada do alinhador para comer e posterior necessidade de realização da higiene bucal antes de recolocá-lo. Nesse estudo os adolescentes tratados com aparelhos removíveis, além de demonstrarem melhor adesão à higiene bucal, apresentaram menos placa e índices inflamatórios gengivais. (ABBATE et al., 2015a).

### 3.5.3 Reabsorção radicular

A reabsorção radicular (RR), que é caracterizada como uma perda permanente da estrutura dentária do ápice radicular, é uma condição frequente em pacientes submetidos ao tratamento ortodôntico. Essa reabsorção vai depender da predisposição genética, variabilidade

biológica individual e fatores mecânicos, podendo ocorrer mesmo em pacientes sem tratamento ortodôntico (GAY et al., 2017).

Uma revisão sistemática avaliou a incidência e gravidade da reabsorção radicular após o tratamento ortodôntico com alinhadores e os fatores associados. Obteve-se que essa modalidade de tratamento também pode causar reabsorção radicular, mas a incidência e a gravidade da reabsorção são menores em comparação com o sistema de aparelhos fixos (ELHADDAOUI et al., 2017). Outra revisão sistemática de meta-análise avaliou e comparou a quantidade de RR observada durante o tratamento ortodôntico com alinhadores e aparelhos fixos, não encontrando diferenças estatisticamente significativas, sendo que ambos os tratamentos não levaram a RR clinicamente considerável. Uma exceção foram os incisivos laterais, em que a RR foi significativamente maior no grupo dos aparelhos fixos (GANDHI et al., 2021).

Em relação a esses resultados, deve-se levar em conta que os movimentos ortodônticos planejados também terão impacto na RR e estão intimamente relacionados com o tipo de aparelho que melhor se encaixa às características do caso. Nesse sentido, a incidência e gravidade da reabsorção radicular associada a aparelhos fixos aumentou de acordo com a duração do tratamento e tipo de movimentação. Por exemplo, em más oclusões Classe II que requerem mecânica mais complexa e tratamento mais longo, ou em movimentos de intrusão ou torque, casos de RR poderão ser mais suscetíveis (GAY et al., 2017).

#### 3.5.4 Colaboração do paciente

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 (ABBATE et al., 2015). O paciente precisa ser informado sobre a importância de utilizar o aparelho em torno de 22h/dia, sendo que o acompanhamento com retornos frequentes é fundamental para o controle das movimentações dentárias e motivação (WHITE et al., 2017).

#### 3.5.5 Custo

O custo elevado dos alinhadores tem impacto direto na escolha por um tratamento mais estético ou pelo uso do aparelho fixo convencional, estando intimamente relacionado com o nível socioeconômico dos pacientes (GAO et al., 2021). Nesse sentido, uma discussão que envolve o custo do tratamento é o marketing envolvido nesse tipo de sistema, como a venda do

tipo *Direct to Consumer* (DTC) feita por algumas empresas, em que o tratamento com alinhadores é vendido como uma “indicação universal”. Essa prática surgiu como uma estratégia das empresas de alinhadores DTC, enfatizando cada vez mais o produto em si, o custo e conveniência que o acompanham (em comparação ao custo de um tratamento com um especialista), ao invés da qualidade do serviço prestado pelo fornecedor. Isso acaba impactando diretamente os ortodontistas, que por vezes se sentem na obrigação de fazer um tratamento com alinhadores para não perder o paciente, mesmo que o tratamento com um aparelho fixo fosse mais indicado para aquele caso (KRAVITZ; JAY BOWMAN, 2016).

### 3.5.6 Alterações na fala

O uso de aparelhos ortodônticos pode causar alteração na fala pelo fato de afetar negativamente a anatomia dental natural, o espaço na cavidade oral, a movimentação da língua e a musculatura perioral (CHEN; WAN; YOU, 2018). Damasceno Melo *et al.* realizaram um estudo com o intuito de analisar a fala de pacientes tratados com alinhadores e aparelhos fixos, a partir de uma profissional da Fonoaudiologia. A avaliação perceptiva/auditiva realizada no estudo demonstrou uma alteração na produção da fala apenas para o fonema /ch/ em pacientes tratados com alinhadores, imediatamente e 3 dias após o início do uso. Na avaliação de 30 dias, nenhuma diferença foi evidente entre os grupos (DAMASCENO MELO *et al.*, 2021).

Outro estudo mostrou maior impacto nos sons consonantais, sendo os mais significativos /s/ e /z/ (POGAL-SUSSMAN-GANDIA; TABBAA; AL-JEWAIR, 2019). É necessário de uma a duas semanas para adaptação do paciente ao falar fazendo o uso do alinhador (SHALISH *et al.*, 2012). O paciente deve ser alertado que haverá uma limitação temporária da capacidade de produção da fala, o que pode ser considerado uma questão em profissões que exijam falar em público com frequência. No entanto a remoção do aparelho pode ser feita nessas ocasiões até uma adequada adaptação. A faixa etária e tipo de má oclusão também podem ser fatores que influenciam nesse tempo de adaptação (CHEN; WAN; YOU, 2018) (DAMASCENO MELO *et al.*, 2021).

### 3.5.7 Características do plástico

Os alinhadores são materiais viscoelásticos, fazendo com que seu comportamento possa variar: sob cargas constantes, a deflexão de um material viscoelástico aumenta ao longo do tempo e, em deflexão constante, sua carga diminui. Quando inseridos na cavidade oral, cargas

intermitentes são submetidas nos alinhadores; em deflexão constante, a carga exercida pelo alinhador é reduzida. A extensão dessa redução e, portanto, o desempenho do plástico, dependerá tanto da magnitude da carga aplicada quanto das propriedades do material usado para fazer o alinhador. Outra curiosidade é que, no caso dos arcos metálicos, a flexão ou torção de fios cria uma magnitude de força maior (ativação). O mesmo não acontece com os alinhadores, em que a ativação do plástico causa uma diminuição na magnitude da força- ou seja, a força deve ser aplicada de forma lenta, gradual e sequencial (LOMBARDO et al., 2017). No estudo de Chisari *et al.*, verificou-se que uma maior porcentagem de movimentação dentária ocorreria se a prescrição de movimentação fosse diminuída de 0,5 para 0,25 mm por alinhador (CHISARI et al., 2014).

Algumas particularidades do material dos alinhadores podem estar relacionadas às suas limitações (HAHN et al., 2009). Os aparelhos fixos possuem várias formas de alcançar diferentes intensidades de força, como a alteração do tipo e dimensões do arco, junto ao uso de diferentes tipos de sistemas de bráquetes. Já no caso dos alinhadores, os termoplásticos possuem uma rigidez de flexão definida, que não pode ser alterada significativamente ao longo do tratamento por parte do profissional clínico. Além disso, a queda de força no plástico dos alinhadores é bastante expressiva nas primeiras horas de uso, devido a fadiga do material. Essa diminuição da força acaba sendo exponencial, e não linear com o tempo, o que não é desejável na Ortodontia (KOHDA et al., 2013).

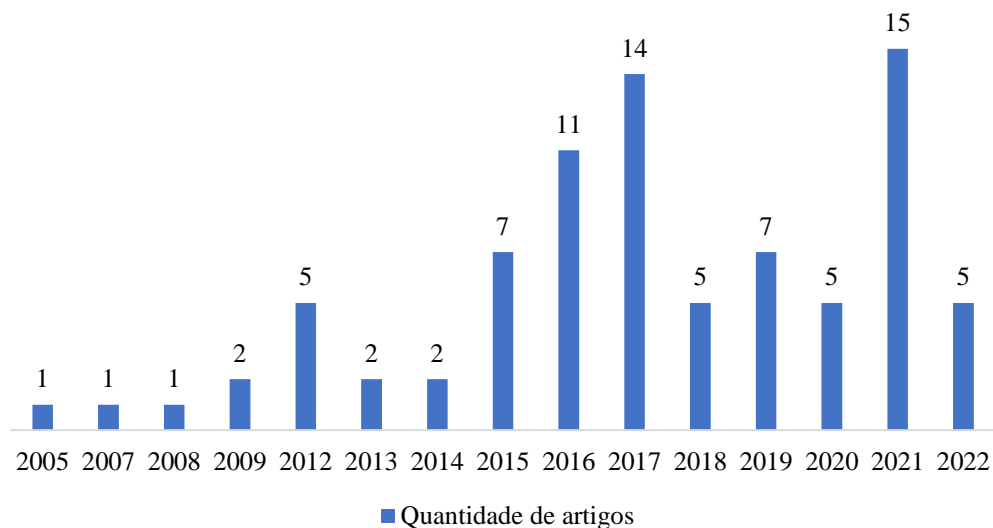
Por fim, tem-se que os alinhadores possuem as seguintes características: aplicam pouca força, funcionam melhor com uma menor ativação, apresentam baixa flexibilidade e têm uma redução rápida de força. Por exemplo, para corrigir uma dentição apinhada, um único arco de NiTi pode ser efetivo, no caso dos alinhadores, uma sequência deles é necessária. Os arcos de metal são bons no armazenamento e transferência de energia, sofrendo fadiga mínima. Por outro lado, a pouca energia absorvida pelo material plástico é dissipada em grande parte como calor, e uma quantidade reduzida é transferida para os dentes (devido à sua característica viscoelástica). Os materiais viscoelásticos têm as suas vantagens, sendo melhores na absorção de choque, vibrações e força, uma ótima aplicação desse material seria no uso como contenção (UPADHYAY; ARQUB, 2022).



### 3 RESULTADOS

Oitenta e quatro estudos foram incluídos na presente revisão de literatura, abordando os diferentes tópicos nela tratados. A partir desses estudos, foi confeccionada uma tabela que representa a relação de artigos científicos selecionados de acordo com autor, ano, título, desenho do estudo, local de condução e revista, localizada no apêndice A (página 45). Por meio dessa tabela, foram confeccionados gráficos para auxiliar na interpretação dos dados, que serão apresentados na sequência. A quantidade de artigos científicos inclusos na revisão bibliográfica segundo o ano de publicação está representada na figura 3. Uma das maiores atualizações do sistema de alinhadores aconteceu com o *Invisalign®* G5, em 2014, o que pode estar diretamente relacionado ao alto número de estudos selecionados nos anos de 2016 e 2017.

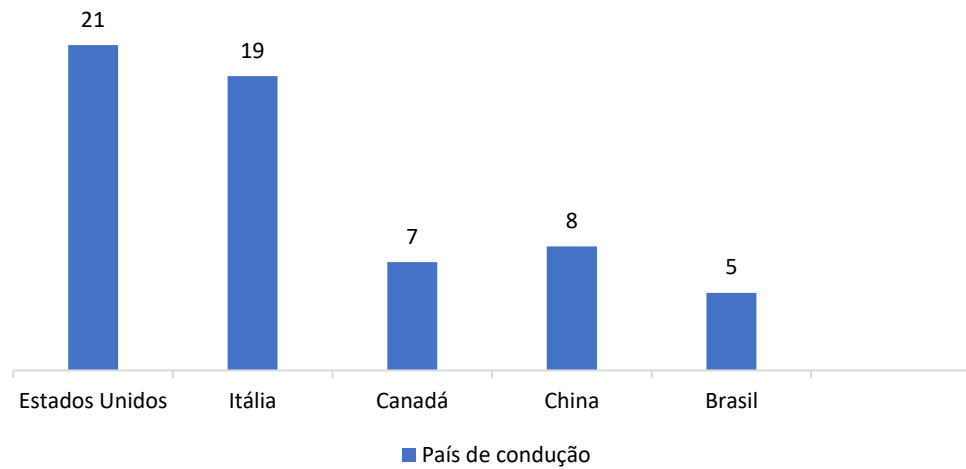
Figura 3- Quantidade de artigos científicos inclusos na revisão bibliográfica segundo o ano de publicação, considerando o período entre 2005 a 2022.



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

A quantidade de artigos científicos inclusos na revisão bibliográfica segundo país de publicação, considerando apenas países com mais de cinco publicações está representada na figura 4. Dois países compreendem um total de 50% dos artigos utilizados, sendo eles os Estados Unidos, com 21 publicações e a Itália, com 19 publicações.

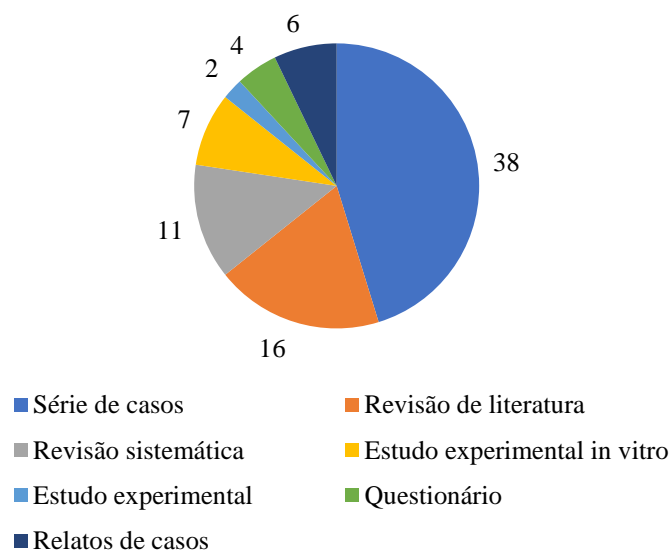
Figura 4- Quantidade de artigos científicos inclusos na revisão bibliográfica segundo país de publicação, considerando apenas países com mais de 5 publicações.



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

No que diz respeito à quantidade de artigos científicos inclusos na revisão bibliográfica segundo o desenho do estudo (Fig. 5), nota-se a prevalência da metodologia de série de casos, uma forma de estudo do tipo observacional, muito comum na pesquisa médica, que acompanha pacientes com uma exposição conhecida a um dado tratamento similar (nesse caso o tratamento ortodôntico) ou analisa os prontuários médicos para avaliar a relação entre exposição e desfecho. Em seguida, fica evidente a presença de revisões de literatura e revisões sistemáticas sobre o tema.

Figura 5- Quantidade de artigos científicos inclusos na revisão bibliográfica segundo o desenho do estudo.



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

## 4 DISCUSSÃO

A procura por alinhadores é crescente na população de adolescentes, adultos jovens e até mesmo idosos. Ao longo dos anos, uma quantidade considerável de pesquisas se concentrou exclusivamente na eficácia do movimento dentário com sistemas de alinhadores transparentes (UPADHYAY & ARQUB, 2022). Os trabalhos realizados nos primeiros anos de uso do sistema apresentavam uma taxa de aprovação muito baixa, chegando a ser de 20,8% do alcance almejado (DJEU et al., 2005). Com o passar dos anos, houve inovações em relação aos biomateriais, tecnologia e à biomecânica ortodôntica utilizada, permitindo que os profissionais tratassem uma maior gama de casos com qualidade (CHISARI et al., 2014).

Em relação à má oclusão de Classe II, o desenvolvimento do IMAF permitiu adicionar aos alinhadores uma ferramenta para a correção da posição anteroposterior dos maxilares. Ravera *et al.* constataram uma eficácia adequada no resultado do tratamento de pacientes com esse acessório. No entanto, o estudo foi feito com grupo controle sem intervenção ao invés de um grupo comparativo com diferentes modalidades de tratamento (mecânica fixa ou aparelhos propulsores), apresentando um viés na metodologia do estudo (RAVERA et al., 2021). Outro caso clínico publicado por Koukou *et al.* mostrou uma baixa projeção dos incisivos inferiores para vestibular quando a abordagem com IMAF foi utilizada, diferentemente do aparelho tradicional *twin-block*, que acaba compensando a Classe II óssea por movimento dentário ao realizar essa projeção. Essa baixa compensação seria um ponto positivo bastante considerável, no entanto, é necessário a realização de estudos com metodologia e amostra adequada para uma melhor análise (KOUKOU et al., 2022).

Sabouni *et al.* apresentaram três modalidades de tratamento para os casos de Classe II, que diferiam quanto ao estágio de crescimento, avaliados a partir da maturação óssea das vértebras cervicais. Os autores obtiveram sucesso clínico nos três estágios de abordagem. No entanto, os resultados foram apresentados a partir de casos clínicos sem grandes complexidades. Nesse estudo, a tecnologia IMAF não foi abordada, mas sim a mecânica de elásticos intermaxilares (SABOUNI; EICHELBERGER; DES GEORGES, 2019). Patterson *et al.* concluíram que, em pacientes adultos, a correção da discrepância AP com alinhadores associados à elásticos intermaxilares foi baixa, de apenas 6,8% do valor previsto. Nesse estudo, foi utilizada uma análise rigorosa a partir dos parâmetros ABO, além de a análise dos resultados clínicos obtidos serem feitas a partir do primeiro planejamento, sem a realização de refinamentos. A metodologia envolveu, também, o tratamento de pacientes Classe I, que necessitaram de uma menor quantidade de alinhadores iniciais, bem como uma porcentagem

menor de refinamento do que aqueles com má oclusão de Classe II, indicando um menor tempo de tratamento (PATTERSON et al., 2021).

Quanto à distalização dos molares superiores para correção da Classe II, são necessários mais estudos com movimentações superiores a 4mm utilizando o sistema de alinhadores invisíveis. Além disso, é necessário avaliar o efeito do uso precoce dos elásticos intermaxilares no controle da perda de ancoragem anterior. Portanto, ao avaliar as evidências que abordam o tratamento da má oclusão de Classe II fica claro que mais estudos com metodologia rigorosa são necessários. Sabe-se que esta má oclusão possui diferentes etiologias, manifestações ósseas e dentárias que, naturalmente precisam de abordagens de tratamento individualizadas.

A comparação entre dois estudos (2009 e 2020) que abordam a eficácia dos alinhadores mostrou que a extrusão dos incisivos superiores evoluiu, apresentando bons resultados, mas a intrusão dos incisivos permanece um desafio. Essa maior precisão da extrusão dos incisivos e da intrusão dos molares, assim como a baixa precisão da intrusão dos incisivos e da extrusão dos molares sugerem que os alinhadores são mais eficazes no fechamento da mordida do que na abertura da mordida (KRAVITZ et al., 2009) (HAOUILI et al., 2020). No estudo de Mehta *et al.* a alta previsibilidade de intrusão estava relacionada a movimentos de até 2mm, sendo reduzida quando movimentos acima desse valor eram necessários (MEHTA et al., 2021). No estudo de Khosravi *et al.* a sobremordida melhorou em todos os pacientes com mordida aberta moderada, com aprofundamento médio de 1,5mm (KHOSRAVI et al., 2017). Huang *et al.* analisaram uma média de correção de mordida aberta de 3mm com o uso de aparelhos fixos, indicando que os alinhadores podem sim melhorar mordidas abertas, mas podem não ser tão efetivos quanto os aparelhos fixos (HUANG et al., 2012).

No caso da correção da mordida profunda, apesar de os estudos apresentarem o tratamento com alinhadores e rampas como uma opção eficiente, ainda não há uma literatura consistente para garantir a correção dessa má oclusão por meio desse sistema (KHOSRAVI et al., 2017). Acrescenta-se nestas observações, a necessidade de estudos a longo prazo (2 anos pós-tratamento ou mais) para que se verifique a estabilidade da correção. Cabe ressaltar que esta avaliação a longo prazo é de suma importância para todos os tratamentos, independente da técnica utilizada nas pesquisas clínicas.

Casos de apinhamento leve a moderado apresentam êxito no tratamento com alinhadores, obtendo um sucesso comparável à mecânica fixa (HENNESSY et al., 2016). Em cenários de apinhamento mais severo os incisivos inferiores proclinaram e protruíram, o que pode significar uma maior cautela em relação à estabilidade do tratamento (DUNCAN et al., 2016). O principal objetivo da Ortodontia deve ser posicionar os dentes de forma estética e

funcional nos alvéolos ósseos, mantendo as estruturas de suporte sadias. Dessa forma, os princípios básicos do tratamento ortodôntico serão respeitados, seja no uso de terapia fixa ou removível.

No estudo de Haouli *et al.*, o movimento dentário mais preciso foi de inclinação da coroa no sentido vestibulo-lingual (56%), enquanto o movimento dentário menos preciso foi a rotação (46%), principalmente associado 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 adicionais são necessários em quase todos os casos para superar a previsibilidade limitada da terapia atual com alinhadores transparentes (ROBERTSON *et al.*, 2020). Se a quantidade de correção foi limitada, na melhor das hipóteses, sob a supervisão direta de um especialista ortodôntico treinado, então pode-se supor que um produto direto ao consumidor não pode fornecer melhorias significativas para um paciente não supervisionado (PATTERSON *et al.*, 2021).

Por fim, tem-se que as principais limitações desse trabalho são inerentes ao tipo de estudo, uma vez que revisões de literatura não apresentam um rigor metodológico, resultando em maior possibilidade de viés. Além disso, na Ortodontia, há uma dificuldade na realização de estudos controlados, bem como no cegamento do operador. A isso se deve o alto número de estudos do tipo “série de casos” selecionados no presente estudo. Portanto, novos estudos com metodologias mais rigorosas em relação à amostragem e análise dos dados são necessários a fim de garantir uma maior confiabilidade. Revisões sistemáticas, que utilizam métodos rigorosos e definidos na identificação e seleção dos estudos, extração dos dados e análise dos resultados são necessárias para garantir um rigor metodológico adequado na interpretação dos dados. Apesar dos fatores anteriormente citados, esse estudo nos ajudou a entender melhor a mecânica dos alinhadores, bem como as suas características em relação à eficácia e limitações.

## 4 CONCLUSÃO

Os alinhadores invisíveis apresentam um bom resultado no tratamento de más oclusões leves a moderadas, possuindo limitações para casos mais severos, principalmente casos de Classe II. Além disso, na maioria das vezes, o planejamento virtual não alcança os movimentos esperados, sendo necessário refinamentos. Os alinhadores oferecem vantagens em relação à estética, conforto e higiene, também promovem um tratamento mais discreto, o que é interessante principalmente nos casos de pacientes adultos. As suas desvantagens dizem respeito à necessidade de colaboração do paciente, limitações em determinados tipos de movimentação e características do plástico (que pode ser considerado um material recente para essa finalidade e, por isso, ainda está em processo de aprimoramento).

A popularidade dos alinhadores invisíveis é crescente, por isso é de extrema relevância para o ortodontista o conhecimento das movimentações dentárias efetivas realizadas por esse sistema e, principalmente, as limitações envolvidas nessa modalidade de tratamento. Diferentes resultados ao longo dos anos refletem as melhorias significativas em tecnologia, *software* e materiais, sem mencionar o fato de que novos conhecimentos e experiências permitem que os clínicos escolham adequadamente entre os alinhadores e outras ferramentas ortodônticas. Um conhecimento aprofundado sobre esse sistema irá resultar em uma maior confiança por parte do paciente no planejamento proposto pelo profissional, seja com a Ortodontia de alinhadores ou convencional.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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.
- 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 2015b.
- ABDUO, J.; ELSEYOUFI, M. **Accuracy of Intraoral Scanners: A Systematic Review of Influencing Factors.** *The European journal of prosthodontics and restorative dentistry*. 30 ago, 2018.
- AL-MOGHRABI, D. et al. **Compliance with removable orthodontic appliances and adjuncts: A systematic review and meta-analysis.** *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1 jul 2017.
- ANH, J. W. et al. A comparison of the precision of three-dimensional images acquired by 2 digital intraoral scanners: Effects of tooth irregularity and scanning direction. **Korean Journal of Orthodontics**, v. 46, n. 1, p. 3–12, 1 jan 2016.
- BARONE, S. et al. Computational design and engineering of polymeric orthodontic aligners. **International Journal for Numerical Methods in Biomedical Engineering**, v. 33, n. 8, 1 ago 2017.
- BHATEJA, N. K.; FIDA, M.; SHAIKH, A. **Deep bite malocclusion: exploration of the skeletal and dental factors.** *J Ayub Med Coll Abbottabad*. 2016.
- BILELLO, G. et al. **Accuracy evaluation of orthodontic movements with aligners: a prospective observational study.** *Progress in Orthodontics*, v. 23, n. 1, 1 dez 2022.
- BURHARDT, L. et al. **Treatment comfort, time perception, and preference for conventional and digital impression techniques: A comparative study in young patients.** *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, v. 150, n. 2, p. 261–267, 1 ago 2016.
- CAMINITI, M.; LOU, T. **Clear Aligner Orthognathic Splints.** *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, v. 77, n. 5, p. 1071.e1-1071.e8, 1 maio 2019.
- CAPRIOGLIO, A.; FASTUCA, R. **Etiology and treatment options of anterior open bite in growing patients: a narrative review.** *L' Orthodontie francaise*, 1 dez. 2016.
- CHEN, J.; WAN, J.; YOU, L. **Speech and orthodontic appliances: A systematic literature review.** *European Journal of Orthodontics*. Oxford University Press. 2018.
- CHISARI, J. R. et al. **Variables affecting orthodontic tooth movement with clear aligners.** *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, v. 145, n. 4 SUPPL., 2014.
- DAMASCENO MELO, P. E. et al. **Effects of orthodontic treatment with aligners and fixed appliances on speech.** *The Angle orthodontist*, v. 91, n. 6, p. 711–717, 1 nov. 2021.

- D'APUZZO, F. et al. **Clear aligner treatment: different perspectives between orthodontists and general dentists.** *Progress in Orthodontics*, v. 20, n. 1, 1 dez 2019.
- 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.
- DJEU, G.; SHELTON, C.; MAGANZINI, A. **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, set 2005.
- DUNCAN, L. O. et al. **Changes in mandibular incisor position and arch form resulting from Invisalign correction of the crowded dentition treated nonextraction.** *Angle Orthodontist*, v. 86, n. 4, p. 577–583, 1 jul 2016.
- EL-DAWLATLY, M. M. et al. **Evaluation of the efficiency of computerized algorithms to formulate a decision support system for deepbite treatment planning.** *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, v. 159, n. 4, p. 512–521, 1 abr. 2021.
- ELHADDAOUI, R. et al. **Orthodontic aligners and root resorption: A systematic review.** *International Orthodontics*, v. 15, n. 1, p. 1–12, mar 2017.
- FEU, D. et al. **Esthetic perception and economic value of orthodontic appliances by lay Brazilian adults.** *Dental Press J Orthod.* 19 abr, 2016.
- 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.
- GAO, M. et al. **Comparison of pain perception, anxiety, and impacts on oral health-related quality of life between patients receiving clear aligners and fixed appliances during the initial stage of orthodontic treatment.** *European Journal of Orthodontics*, v. 43, n. 3, p. 353–359, 1 jun 2021.
- GARNETT, B. S. et al. **Cephalometric comparison of adult anterior open bite treatment using clear aligners and fixed appliances.** *Angle Orthodontist*, v. 89, n. 1, p. 3–9, 1 jan 2019.
- GAY, G. et al. **Root resorption during orthodontic treatment with Invisalign®: a radiometric study.** *Progress in Orthodontics*, v. 18, n. 1, 1 dez 2017.
- 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.
- GORACCI, C. et al. **Accuracy, reliability, and efficiency of intraoral scanners for full-arch impressions: A systematic review of the clinical evidence.** *European Journal of Orthodontics.* Oxford University Press, 1 ago 2016.
- GRECO, M.; ROMBOLÀ, A. **Precision bite ramps and aligners: An elective choice for deep bite treatment.** *Journal of Orthodontics*, p. 146531252110341, 27 jul 2021.



HAHN, W. et al. **Initial forces generated by three types of thermoplastic appliances on an upper central incisor during tipping.** *European Journal of Orthodontics*, v. 31, n. 6, p. 625–631, dez 2009.

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.

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.

HENNESSY, J.; AL-AWADHI, E. A. **Clear aligners generations and orthodontic tooth movement.** *Journal of Orthodontics*, v. 43, n. 1, p. 68–76, 2016a.

HENNESSY, J.; AL-AWADHI, E. A. **Clear aligners generations and orthodontic tooth movement.** *Journal of Orthodontics*, v. 43, n. 1, p. 68–76, 2016b.

HENNESSY, J.; GARVEY, T.; AL-AWADHI, E. A. **A randomized clinical trial comparing mandibular incisor proclination produced by fixed labial appliances and clear aligners.** *Angle Orthodontist*, v. 86, n. 5, p. 706–712, 1 set. 2016.

HUANG, G. J. et al. **Stability of deep-bite correction: A systematic review.** *Journal of the World Federation of Orthodontists*, set 2012.

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.

KARKHANECHI, M. et al. **Periodontal status of adult patients treated with fixed buccal appliances and removable aligners over one year of active orthodontic therapy.** *Angle Orthodontist*, v. 83, n. 1, p. 146–151, jan. 2013.

KHOSRAVI, R. et al. **Management of overbite with the Invisalign appliance.** *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, v. 151, n. 4, p. 691- 699.e2, 1 abr 2017.

KIHARA, H. et al. **Accuracy and practicality of intraoral scanner in dentistry: A literature review.** *Journal of Prosthodontic Research* Elsevier Ltd, 1 abr 2020.

KOCHAR, G. D. et al. **Management of skeletal class II malocclusion using bimaxillary skeletal anchorage supported fixed functional appliances: A novel technique.** *Journal of Orofacial Orthopedics*, v. 82, n. 1, p. 42–53, 1 jan 2021.

KOHDA, N. et al. **Effects of mechanical properties of thermoplastic materials on the initial force of thermoplastic appliances.** *Angle Orthodontist*, v. 83, n. 3, p. 476–483, maio 2013.

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.

KRAVITZ, N. D. et al. **Influence of Attachments and Interproximal Reduction on the Accuracy of Canine Rotation with Invisalign A Prospective Clinical Study.** Angle Orthodontist, v. 78, n. 4, p. 682, 2008.

KRAVITZ, N. 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, jan 2009.

KRAVITZ, N. D.; JAY BOWMAN, S. **A Paradigm Shift in Orthodontic Marketing.** Seminars in Orthodontics, v. 22, n. 4, p. 297–300, 1 dez 2016.

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.

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.

KURODA, S. et al. **Treatment of severe anterior open bite with skeletal anchorage in adults: Comparison with orthognathic surgery outcomes.** American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, v. 132, n. 5, p. 599–605, nov 2007.

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.

LI, Y. et al. **Orthodontic tooth movement: The biology and clinical implications.** Kaohsiung Journal of Medical Sciences. Elsevier (Singapore) Pte Ltd. 1 abr 2018.

LIU, Y.; HU, W. **Force changes associated with different intrusion strategies for deep-bite correction by clear aligners.** Angle Orthodontist, v. 88, n. 6, p. 771–778, 1 nov 2018.

LOMBARDO, L. et al. **Stress relaxation properties of four orthodontic aligner materials: A 24-hour in vitro study.** Angle Orthodontist, v. 87, n. 1, p. 11–18, 1 jan 2017.

MANGANO, F. et al. **Intraoral scanners in dentistry: A review of the current literature.** BMC Oral Health, v. 17, n. 1, 12 dez 2017.

MARTIN, C. B. et al. **Orthodontic scanners: What's available?** Journal of Orthodontics, v. 42, n. 2, p. 136–143, 1 jun 2015.

MEHTA, S.; PATEL, D.; YADAV, S. **Staging Orthodontic Aligners for Complex Orthodontic Tooth Movement.** Turkish Journal of Orthodontics. AVES. 1 set 2021.

NEEDHAM, R.; WARING, D. T.; MALIK, O. H. **Invisalign Treatment of Class III Malocclusion with Lower-Incisor Extraction.** Journal of Clinical Orthodontics. 2015.

NGAN, P.; MOON, W. **Evolution of Class III treatment in orthodontics.** American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, v. 148, n. 1, p. 22–36, 1 jul 2015.

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.

- 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.
- PAMUKÇU, H.; ÖZSOY, Ö. P. **A comparison of treatment results of adult deep-bite cases treated with lingual and labial fixed appliances.** *Angle Orthodontist*, v. 91, n. 5, p. 590–596, 1 set 2021.
- 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.
- 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.
- 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.
- POGAL-SUSSMAN-GANDIA, C. B.; TABBAA, S.; AL-JEWAIR, T. **Effects of Invisalign® treatment on speech articulation.** *International Orthodontics*, v. 17, n. 3, p. 513–518, 1 set 2019.
- PONTES, L. F. et al. **Mandibular protraction appliance effects in class ii malocclusion in children, adolescents and young adults.** *Brazilian Dental Journal*, v. 28, n. 2, p. 225–233, 1 mar 2017.
- 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.
- 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.
- ROSSINI, G. et al. **Efficacy of clear aligners in controlling orthodontic tooth movement: A systematic review.** *Angle Orthodontist.* Allen Press Inc., 1 set 2015a.
- ROSSINI, G. et al. **Periodontal health during clear aligners treatment: A systematic review.** *European Journal of Orthodontics*, v. 37, n. 5, p. 539–543, 1 out. 2015b.
- 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 française*, v. 90, n. 1, p. 13–27, 1 mar 2019.
- SAIF, B. S. et al. **Efficiency evaluation of maxillary molar distalization using Invisalign based on palatal rugae registration.** *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, v. 161, n. 4, p. e372–e379, 1 abr 2022.

- SHALISH, M. et al. **Adult patients' adjustability to orthodontic appliances. Part I: A comparison between Labial, Lingual, and Invisalign™.** *European Journal of Orthodontics*, v. 34, n. 6, p. 724–730, dez 2012a.
- SHALISH, M. et al. **Adult patients' adjustability to orthodontic appliances. Part I: A comparison between Labial, Lingual, and Invisalign™.** *European Journal of Orthodontics*, v. 34, n. 6, p. 724–730, dez 2012b.
- SIM, H. Y. et al. **Association between orthodontic treatment and periodontal diseases: Results from a national survey.** *Angle Orthodontist*, v. 87, n. 5, p. 651–657, 1 set 2017.
- 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.
- 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.
- 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.
- TARTAGLIA, G. M. et al. **Direct 3D printing of clear orthodontic aligners: Current state and future possibilities.** *Materials*. *Materials*, 1 abr 2021.
- TING-SHU, S.; JIAN, S. **Intraoral Digital Impression Technique: A Review.** *Journal of Prosthodontics*, v. 24, n. 4, p. 313–321, 1 jun 2015.
- TOVAR-CALDERÓN, M. M. et al. **Class II subdivision: Cone beam computed tomography-CBCT Analysis.** *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*, v. 13, n. 8, p. 817–825, 2021.
- TURNER, S. et al. **Orthodontic treatment for crowded teeth in children.** *Cochrane Database of Systematic Reviews*. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 31 dez 2021.
- 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.
- WEIR, T. **Clear aligners in orthodontic treatment.** *Australian Dental Journal*, v. 62, p. 58–62, 1 mar 2017.
- 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.
- YUZBASIOGLU, E. et al. **Comparison of digital and conventional impression techniques: Evaluation of patients' perception, treatment comfort, effectiveness and clinical outcomes.** *BMC Oral Health*, v. 14, n. 1, 30 jan 2014a.
- YUZBASIOGLU, E. et al. **Comparison of digital and conventional impression techniques: Evaluation of patients' perception, treatment comfort, effectiveness and clinical outcomes.** *BMC Oral Health*, v. 14, n. 1, 30 jan 2014b.

ZHENG, M. et al. **Efficiency, effectiveness and treatment stability of clear aligners: A systematic review and meta-analysis.** Orthodontics and Craniofacial Research, v. 20, n. 3, p. 127–133, 1 ago 2017.

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 A – Relação de artigos científicos selecionados de acordo com autor, ano, título, desenho do estudo e local de condução/revista.

<b>Autor/ano</b>	<b>Título</b>	<b>Desenho do estudo</b>	<b>Local de condução/Revista</b>
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
Abduo, J; Elseyoufi, M. 2018	Accuracy of Intraoral Scanners: A Systematic Review of Influencing Factors	Revisão sistemática	Austrália/ The European journal of prosthodontics and restorative dentistry
Al-Moghrabi, D; Salazar, F. C.; Pandis, N; Fleming, P. S. 2017	Compliance with removable orthodontic appliances and adjuncts: A systematic review and meta-analysis	Revisão sistemática e meta-análise	Londres, Arábia Saudita, Suíça, Grécia American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics,
Anh, J; Park, J; Chun, Y; Kim, M; Kim, M. 2016	A comparison of the precision of three-dimensional images acquired by 2 digital intraoral scanners: Effects of tooth irregularity and scanning direction	Estudo experimental in vitro	Coreia do Sul/ Korean Journal of Orthodontics
S. Barone; A. Paoli; A. V. Razionale; R. Savignano. 2017	Computational design and engineering of polymeric orthodontic aligners	Estudo experimental in vitro	Itália/ International Journal for Numerical Methods in Biomedical Engineering
Bhateja, N. K.; Fida, M; Shaikh A. 2016	Deep bite malocclusion: exploration of the skeletal and dental factors	Série de casos (transversal)	Paquistão/ Journal of Ayub Medical College Abbottabad
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
Burhardt, L; Livas, C.; Kerdijk, W.; Meer, W.J.; Ren, Y. 2016	Treatment comfort, time perception, and preference for conventional and digital impression techniques: A comparative study in young patients	Estudo experimental	Holanda/ American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics
Caminiti M.; Lou, T. 2019	Clear Aligner Orthognathic Splints	Relato de casos	Canadá/ Journal of Oral and Maxillofacial Surgery
Caprioglio A; Fastuca, R. 2016	Etiology and treatment options of anterior open bite in growing patients: a narrative review	Revisão narrativa	Itália/ L' Orthodontie française

Chen J.; Wan J.; You L. 2018	Speech and orthodontic appliances: A systematic literature review	Revisão sistemática	China/ European Journal of Orthodontics
Chisari J; McGorray S; Nair M. 2014	Variables affecting orthodontic tooth movement with clear aligners	Série de casos (prospectivo)	Estados Unidos/ American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics
d'Apuzzo F.; Perillo L.; Carrico C.; Castroflorio T.; Grassia V., Lindauer S.; Shroff B. 2019	Clear aligner treatment: different perspectives between orthodontists and general dentists	Questionário	Itália/ Progress in Orthodontics
Melo P. E. D.; Bocato J. R.; Conti A. F. C.; Souza K. R. S.; Fernandes T. M. F.; Almeida M. R.; Oltramari P. V. P. 2021	Effects of orthodontic treatment with aligners and fixed appliances on speech	Série de casos (prospectivo randomizado)	Brasil/ Angle orthodontist
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
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	Série de casos (retrospectivo)	Estados Unidos/ American Journal of Orthodontics and Dentofacial 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
El-Dawlatly, M. M; Abdelmaksoud A. R.; Amer, O. M.; El-Dakrouy, A. E.; Mostafa Y. A. 2021	Evaluation of the efficiency of computerized algorithms to formulate a decision support system for deepbite treatment planning	Estudo experimental in vitro	Egito, Áustria/ American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics
Elhaddaoui R.; Qoraich H.; Bahije L; Zaoui F. 2017	Orthodontic aligners and root resorption: A systematic review	Revisão sistemática	Marrocos/ International Orthodontics
Feu D.; Catharino F.; Duplat C.; Junior J. 2012	Esthetic perception and economic value of orthodontic appliances by lay Brazilian adults	Questionário	Brasil/ Dental Press Journal of Orthodontics
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 non-extraction cases: A systematic review and meta-Analysis	Revisão sistemática e meta-análise	Estados Unidos/ European Journal of Orthodontics
Gao M.; Yan X.; Zhao R.; Shan Y.; Chen Y.; Jian F.; Long H.; Lai W. 2021	Comparison of pain perception, anxiety, and impacts on oral health-related quality of life between patients receiving clear aligners and fixed appliances	Série de casos (prospectivo)	China/ European Journal of Orthodontics

	during the initial stage of orthodontic		
Garnett B.; Mahood K.; Nguyen M.; Al-Khateeb A.; Liu S.; Boyd R.; Oh H. 2019	Cephalometric comparison of adult anterior open bite treatment using clear aligners and fixed appliances	Série de casos (retrospectivo)	Estados Unidos, China, Vietnã/ Angle Orthodontist
Gay G.; Ravera S.; Castroflorio T.; Garino F.; Parrini S.; Cugliari G.; Deregibus A. 2017	Root resorption during orthodontic treatment with Invisalign®: a radiometric study	Série de casos (retrospectivo)	Itália Progress in 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
Goracci C.; Franchi L.; Vichi A.; Ferrari M. 2016	Accuracy, reliability, and efficiency of intraoral-scanners for full-arch impressions: A systematic review of the clinical evidence	Revisão sistemática	Itália/ European Journal of Orthodontics
Greco M; Rombolà A. 2021	Precision bite ramps and aligners: An elective choice for deep bite treatment	Relatos de casos	Itália/ Journal of Orthodontics
Hahn W.; Fialka-Fricke J.; Dathe H.; Fricke-Zech S.; Zapf A.; Gruber R.; Kubein-Meesenburg D.; Sadat-Khonsari R. 2009	Initial forces generated by three types of thermoplastic appliances on an upper central incisor during tipping	Estudo experimental in vitro	Alemanha/ European Journal of Orthodontics
Hauuli 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
Hennessy J.; Al-Awadhi E. 2016	Clear aligners generations and orthodontic tooth movement	Revisão narrativa	Irlanda/ Journal of Orthodontics
Hennessy J.; Garvey T.; Al-Awadhi E 2016	A randomized clinical trial comparing mandibular incisor proclination produced by fixed labial appliances and clear aligners	Série de casos (prospectivo randomizado)	Irlanda/ Angle Orthodontist
Huang G.; Bates S.; Ehlert A.; Whiting D.; Chen S.; Bollen A. 2012	Stability of deep-bite correction: A systematic review	Revisão sistemática	Estados Unidos e China/ Journal of the World federation of orthodontists
Kale B Buyukcavus M 2020	Comparison of three-dimensional soft-tissue evaluations between skeletal and pseudo-class III malocclusions	Série de casos (retrospectivo)	Turquia/ Scientific Reports



Karkhanechi M.; Chow D.; Sipkin J.; Sherman D.; Boylan R.; Norman R.; Craig R.; Cisneros G. 2013	Periodontal status of adult patients treated with fixed buccal appliances and removable aligners over one year of active orthodontic therapy	Série de casos (prospectivo)	Estados Unidos/ Angle Orthodontist
Khosravi R.; Cohanin 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
Kochar G.; Londhe S.; Shivpuri A.; Chopra S.; Mitra R.; Verma M. 2021	Management of skeletal class II malocclusion using bimaxillary skeletal anchorage supported fixed functional appliances: A novel technique	Série de casos (prospectivo)	Índia/ Journal of Orofacial Orthopedics
Kohda N.; Iijima M.; Muguruma T.; Brantley W.; Ahluwalia K.; Mizoguchi I. 2013	Effects of mechanical properties of thermoplastic materials on the initial force of thermoplastic appliances	Estudo experimental in vitro	Japão/ Angle Orthodontist
Koukou M.; Damanakis G.; Tsolakis A. 2022	Orthodontic Management of Skeletal Class II Malocclusion with the Invisalign Mandibular Advancement Feature Appliance: A Case Report and Review of the Literature	Caso clínico e revisão de literatura	Grécia, Estados Unidos/ Case Reports in Dentistry
Kravitz N.; Kusnoto B.; BeGole E.; Obrez A.; Agran B. 2009	How well does Invisalign work? A prospective clinical study evaluating the efficacy of tooth movement with Invisalign	Série de casos (prospectivo)	Estados Unidos/ American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics
Kravitz N.; Jay Bowman S. 2016	A Paradigm Shift in Orthodontic Marketing	Revisão de literatura	Estados Unidos/ Seminars in Orthodontics
Kravitz N.; Kusnoto B.; Agran B.; Viana G. 2008	Influence of Attachments and Interproximal Reduction on the Accuracy of Canine Rotation with Invisalign A Prospective Clinical Study	Série de casos (prospectivo)	Estados Unidos/ Angle Orthodontist
Krieger E.; Seiferth J; Marinello I.; Jung B.; Wriedt S.; Jacobs C.; Wehrbein H 2012	Invisalign® treatment in the anterior region Were the predicted tooth movements achieved?	Série de casos (prospectivo)	Alemanha/ Angle Orthodontist
Kuhlman D.; de Lima T.; Duplat C.; Capelli Junior J. 2016	Esthetic perception of orthodontic appliances by Brazilian children and adolescents	Questionário	Brasil/ Dental Press Journal of Orthodontics
Kuroda S.; Sakai Y.; Tamamura N.; Deguchi T.; Takano-Yamamoto T.	Treatment of severe anterior open bite with skeletal anchorage in adults:	Série de casos (prospectivo)	Japão/ American Journal of Orthodontics and

2007	Comparison with orthognathic surgery outcomes		Dentofacial Orthopedics
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)
Li Y.; Jacox L.; Little S.; Ko C. 2018	Orthodontic tooth movement: The biology and clinical implications	Revisão de literatura	Estados Unidos/ Kaohsiung Journal of Medical Sciences
Liu Y.; Hu W. 2018	Force changes associated with different intrusion strategies for deep-bite correction by clear aligners	Estudo experimental in vitro	China/ Angle Orthodontist
Lombardo L.; Martines E.; Mazzanti V.; Arreghini A.; Mollica F.; Siciliani G 2017	Stress relaxation properties of four orthodontic aligner materials: A 24-hour in vitro study	Estudo experimental in vitro	Itália/ Angle Orthodontist
Mangano F.; Gandolfi A.; Luongo G.; Logozzo S. 2017	Intraoral-scanners in dentistry: A review of the current literature	Revisão de literatura	Itália/ BMC Oral Health
Martin C.; Chalmers E.; McIntyre G.; Cochrane H.; Mossey P. 2015	Orthodontic scanners: What's available?	Revisão de literatura	Reino Unido/ Journal of Orthodontics
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
Needham R.; Waring D.; Malik O. 2015	Invisalign Treatment of Class III Malocclusion with Lower-Incisor Extraction	Relatos de casos	Reino Unido Journal of Clinical Orthodontics
Ngan P.; Moon W. 2015	Evolution of Class III treatment in orthodontics	Revisão de literatura	Estados Unidos/ American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics
Pacheco-Pereira C.; Brandelli J.; Flores-Mir C. 2018	Patient satisfaction and quality of life changes after Invisalign treatment	Série de casos (prospectivo)	American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics
Pagani R.; Signorino F.; Poli P.; Manzini P.; Panisi I. 2012	The use of invisalign® system in the management of the orthodontic treatment before and after Class III surgical approach	Série de casos (prospectivo)	Israel/ European Journal of Orthodontics
Pamukçu H.; Özsoy Ö. 2021	A comparison of treatment results of adult deep-bite cases treated with lingual and labial fixed appliances	Série de casos (prospectivo)	Turquia/ Angle Orthodontist
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
Perillo L.; Vitale M Masucci C.; D'Apuzzo F.; Cozza P.; Franchi L. 2016	Comparisons of two protocols for the early treatment of Class III dentoskeletal disharmony	Série de casos (retrospectivo)	Itália/ European Journal of Orthodontics
Pogal S.; Gandia C.; Tabbaa S.; Al-Jewair T. 2019	Effects of Invisalign® treatment on speech articulation	Estudo observacional prospectivo	Estados Unidos/ International Orthodontics
Pontes L.; Maia F.; Almeida M.; Flores-Mir C.; Normando D. 2017	Mandibular protraction appliance effects in class ii malocclusion in children, adolescents and young adults	Série de casos (retrospectivo)	Brasil, Canadá/ Brazilian Dental Journal
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
Robertson L.; Kaur H.; Fagundes N.; Romanyk D.; Major P.; Flores C. 2020	Effectiveness of clear aligner therapy for orthodontic treatment: A systematic review	Revisão sistemática	Canadá/ Orthodontics and Craniofacial Research
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
Rossini G.; Parrini S.; Castroflorio T.; Deregibus A.; Debernardi C. 2015	Periodontal health during clear aligners treatment: A systematic review	Revisão sistemática	Itália/ European Journal of Orthodontics
Sabouni W.; Eichelberger A.; Des Georges O. 2019	Traitement des classes II pour les patients au cours de la croissance par gouttières thermoformées : quel protocole?	Relatos de casos	França/ L' Orthodontie française
Saif B; Pan F; Mou Q; Han M; Bu W; Zhao J; Guan L; Wang F; Zou R Zhou H; Guo Y	Efficiency evaluation of maxillary molar distalization using Invisalign based on palatal rugae registration	Série de casos (prospectivo)	China/ American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics
Shalish M.; Cooper-Kazaz R.; Ivgi I.; Canetti L.; Tsur B.; Bachar E.; Chaushu S 2012	Adult patients' adjustability to orthodontic appliances. Part I: A comparison between Labial, Lingual, and Invisalign™	Série de casos (prospectivo)	Israel/ European Journal of Orthodontics/
Sim H.; Kim H.; Jung D.; Lee H.; Lee J.; Han K.; Yun K. 2017	Association between orthodontic treatment and periodontal diseases: Results from a national survey	Questionário	Coréia/ Angle Orthodontist
Staderini E.; Meuli S Gallenzi P. 2019	Orthodontic treatment of class three malocclusion using clear aligners: A case report	Relato de caso	Itália/ Journal of Oral Biology and Craniofacial Research
Suh H.; Garnett B.; Mahood K.; Mahjoub N.; Boyd R.; Oh H.	Treatment of anterior open bites using non-extraction clear aligner therapy in adult patients.	Série de casos (retrospectivo)	Estados Unidos/ Korean journal of orthodontics

2022			
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
Tartaglia G.; Mapelli A.; Maspero C.; Santaniello T.; Serafin M.; Farronato M.; Caprioglio A. 2021	Direct 3D printing of clear orthodontic aligners: Current state and future possibilities	Revisão de literatura	Itália/ Materials
Ting-shu S.; Jian S. 2015	Intraoral Digital Impression Technique: A Review	Revisão de literatura	China Journal of Prosthodontics
Tovar-Calderón M.; Barrera M. J.; Espinar E. E.; Puigdollers P. A.; Herrera M. M.; Llamas C. J. 2021	Class II subdivision: Cone beam computed tomography-CBCT Analysis	Série de casos (retrospectivo)	Espanha/ Journal of Clinical and Experimental Dentistry
Turner S.; Harrison J.; Sharif F.; Owens D.; Millett D. 2021	Orthodontic treatment for crowded teeth in children	Revisão de literatura	Reino Unido, Irlanda/ Cochrane Database of Systematic Reviews
Upadhyay M.; Arqub S. 2022	Biomechanics of clear aligners: hidden truths & first principles	Revisão de literatura	Estados Unidos/ Journal of the World Federation of Orthodontists
Weir T 2017	Clear aligners in orthodontic treatment	Revisão de literatura	Austrália/ Australian Dental Journal
White D.; Julien K.; Jacob H.; Campbell P.; Buschang P 2017	Discomfort associated with Invisalign and traditional brackets: A randomized, prospective trial	Série de casos (prospectivo)	Estados Unidos/ Angle Orthodontist
Yuzbasioglu E.; Kurt H.; Turunc R.; Bilir H. 2014	Comparison of digital and conventional impression techniques: Evaluation of patients perception, treatment comfort, effectiveness and clinical outcomes	Série de casos (transversal)	Turquia/ BMC Oral Health
Zheng M.; Liu R.; Ni Z.; Yu Z. 2017	Efficiency, effectiveness and treatment stability of clear aligners: A systematic review and meta-analysis	Revisão sistemática e meta-análise	China/ Orthodontics and Craniofacial Research