



**UNIVERSIDADE
FERNANDO
PESSOA**

A EFICÁCIA DOS ALINHADORES NO TRATAMENTO DA MORDIDA ABERTA - REVISÃO SISTEMÁTICA

[The effectiveness of aligners in the treatment of open bite - systematic review]

Dissertação de Mestrado

[Mestrado Integrado em Medicina Dentária]

Tainá Iunes dos Santos

Orientadora:

Doutora Vanda Maria Urzal de Carvalho

ABRIL 2024



UNIVERSIDADE
FERNANDO
PESSOA

A EFICÁCIA DOS ALINHADORES NO TRATAMENTO DA MORDIDA ABERTA - REVISÃO SISTEMÁTICA

[The effectiveness of aligners in the treatment of open bite - systematic review]

Dissertação de Mestrado

[Mestrado Integrado em Medicina Dentária]

Tainá Iunes dos Santos

Orientadora:

Doutora Vanda Maria Urzal de Carvalho

ABRIL 2024

Dedico este trabalho à minha filha Clarice.

Grande parte do mestrado integrado em medicina dentária e todo o desenvolvimento desta dissertação foram efetuados durante a sua gestação.

Realizar estas tarefas simultaneamente foi um trabalho desafiante e enriquecedor.

AGRADECIMENTOS

À minha orientadora, Professora Doutora Vanda Urzal, por quem eu tenho enorme respeito e admiração, agradeço por ter sido uma mestra no meu caminho, iluminando os obstáculos, orientando as minhas decisões e incentivando-me a descobrir o mundo da ortodontia.

Agradeço aos meus pais, Elizabete Iunes e Sérgio Santos, por me terem dado suporte e acolhimento em todos os momentos desta trajetória, mesmo com o oceano Atlântico a separar-nos. Nossos corações estão e estarão sempre unidos.

Ao meu marido, Julio Oliveira, agradeço por me ter dado coragem e me ter mostrado que o céu é o limite, quando estamos com quem nós amamos. Obrigada por não ter soltado a minha mão e por me lembrar que posso alcançar os meus objetivos.

Agradeço a toda a minha família, e em especial ao querido primo Professor Doutor Sérgio Nazar David, que sempre esteve disponível para me indicar os melhores percursos desta terra portuguesa.

A todos os meus amigos e colegas de turma, agradeço a parceria do dia a dia e tantos momentos compartilhados em três semestres de intensos estudos.

A todos os professores e funcionários da Universidade Fernando Pessoa, agradeço por terem feito a diferença num curso com tanta informação.

Sou grata por todos os pacientes que tive a oportunidade de atender e por me terem mostrado que a humildade e a amorosidade também são características importantes, que um profissional de saúde deve ter, para alcançar o sucesso, na profissão de médico dentista.

RESUMO

Objetivo: Realização de uma revisão sistemática, baseada na estratégia PICO (*Population, Intervention, Control, Outcome*), para avaliar a utilização de alinhadores e dispositivos acessórios, nos casos de adultos com mordida aberta anterior. **Métodos:** A pesquisa foi realizada nas bases de dados: *PubMed, Web of Science, Cochrane Library* e *LILACS*. Os critérios de inclusão foram: estudos clínicos que avaliaram adultos com mordida aberta anterior e estudos que envolveram o tratamento ortodôntico com alinhadores. Os critérios de exclusão foram estudos que incluíssem indivíduos com deformidades dento-faciais, tratamento ortodôntico prévio, história de cirurgia/trauma ou doenças sistêmicas que afetavam o crescimento craniofacial. A seleção foi efetuada por duas investigadoras, separadamente. O risco de viés dos estudos foi avaliado através da ferramenta da *Cochrane ROBINS-I* e a análise estatística foi realizada com a Análise de Variância ANOVA. **Resultados:** Obtiveram-se 108 artigos, que após a leitura dos títulos e resumos, e aplicando os critérios de exclusão, eliminaram-se 91. Os sete artigos resultantes foram submetidos aos critérios de inclusão, sendo dois excluídos, devido à falta de pacientes com mordida aberta e à ausência de tratamentos com alinhadores. De acordo com o método PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-analyses*) foram selecionados cinco estudos. A avaliação de viés indicou o risco moderado em todos os estudos incluídos. **Conclusão:** Comprovou-se a eficácia do tratamento com alinhadores em pacientes adultos com mordida aberta anterior leve ou moderada. Devido à falta de evidências científicas, é necessário a realização de estudos randomizados com variáveis padronizadas. O *scanner* e a tomografia computadorizada de feixe cônico permitirão uma comparação mais rigorosa dos resultados.

Palavras-Chave: mordida aberta anterior; alinhadores; tratamento ortodôntico.

ABSTRACT

Objective: Conducting a systematic review based on the PICO strategy (Population, Intervention, Control, Outcome), to evaluate the use of aligners and accessory devices in adult cases with anterior open bite. **Methods:** The research was conducted in the databases: PubMed, Web of Science, Cochrane Library, and LILACS. Inclusion criteria were clinical studies evaluating adults with anterior open bite, and studies with orthodontic treatment with aligners. Exclusion criteria were studies with dentofacial deformities, previous orthodontic treatment, history of surgery/trauma, or systemic diseases that affect craniofacial growth. Selection was performed independently by two researchers. The risk of bias of the studies was assessed using the Cochrane ROBINS-I tool, and statistical analysis was conducted using Analysis of Variance (ANOVA). **Results:** A total of 108 articles were obtained, of which 91 were eliminated after reading titles and abstracts and applying exclusion criteria. The remaining seven articles were assessed against inclusion criteria, with two being excluded due to lack of patients with open bite and absence of aligner treatments. According the PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-analyses) method, five studies were selected. Bias assessment indicated moderate risk in all included studies. **Conclusion:** The efficacy of aligner treatment in adult patients with mild to moderate anterior open bite was confirmed. Due to lack of scientific evidence, randomized studies with standardized variables are needed. The use of scanners and cone beam computed tomography will enable more rigorous comparison of results.

Keywords: anterior open bite; aligners; orthodontic treatment.

ÍNDICE GERAL

I. INTRODUÇÃO.....	1
1. Materiais e métodos.....	3
i. Desenho do estudo.....	3
ii. Estratégia de pesquisa.....	3
iii. Seleção dos artigos.....	4
iv. Extração dos dados.....	4
v. Risco de viés.....	4
vi. Análise estatística.....	5
2. Resultados.....	5
II. DESENVOLVIMENTO DO CORPO DO TEXTO.....	10
1. Mordida aberta anterior.....	10
i. Tratamentos preventivos e de observação.....	11
ii. Tratamentos interceivos.....	12
iii. Camuflagem da má oclusão.....	12
iv. Ortodontia aplicada com tratamentos cirúrgicos.....	12
2. Hábitos parafuncionais e Terapia miofuncional.....	13
3. Tratamentos com aparelhos fixos.....	14
4. Alinhadores.....	14
i. Tipos de alinhadores.....	17
ii. Material dos alinhadores.....	18
iii. Biomecânica dos alinhadores.....	19
iv. Indicações dos alinhadores.....	20
5. Dispositivos associados aos alinhadores.....	21
6. Recidivas, estabilidade e contenção dos alinhadores.....	23

III. DISCUSSÃO.....	25
1. O mecanismo e eficácia dos alinhadores.....	25
2. Aparelho fixo e a dimensão vertical.....	27
3. Alinhadores e a dimensão vertical.....	27
4. Dispositivos acessórios.....	28
5. Outros fatores que influenciam o tratamento ortodôntico	29
i. Habilidade do profissional.....	29
ii. Cefalometria.....	30
6. Avaliação estatística e análise do viés.....	30
7. Limitações da literatura e expectativa para futuros trabalhos.....	31
IV. CONCLUSÃO.....	33
V. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	34

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Fluxograma Prisma.....	6
Figura 2 – Avaliação de viés com a ferramenta ROBINS-I.....	9

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela I – Estratégia PICO.....	2
Tabela II – Critérios de inclusão e exclusão.....	3
Tabela III – Chaves de pesquisa.....	3
Tabela IV – Resultado obtidos.....	8
Tabela V – Teste ANOVA.....	9

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS, SÍMBOLOS E ACRÓNIMOS

ANOVA – *Analysis of variance* - Análise de variância

BB – *Bite Block*

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

CAT – *Clean Aligner Therapy*

CBCT – *Cone beam computer tomography*

G1 – Grupo 1

G2 – Grupo 2

IPR – *Interproximal enamel reduction*

LA – *lingual arches*

LAFH – *Lower anterior facial Heights*

L1-MP – Distância do incisivo inferior ao plano mandibular

L6-MP – Distância do primeiro molar inferior ao plano mandibular

MEAW - *Multiloop Edgewise Appliance*

Medline – *Medical Literature Analysis and Retrieval System Online*

MESH – *Medical Subject Heading*

MAA – Mordida aberta anterior

Mn-OP – *Mandibular occlusion plane*

Mx-OP – *Maxilar occlusion plane*

PICO – **P** = Problema ou Paciente ou População

I = Intervenção

C = Comparação

O = Resultado (*outcome*)

PRISMA – *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-analyses*

Ponto S – Ponto *Sella*

Ponto N – Ponto *Nasion*

ROBINS -I – *Risk of Bias In Non-randomised Studies of Interventions*

TAD – *Temporary Anchorage Devices*

TPA – *Transpalatal arches*

T1 – Tempo 1

T2 – Tempo 2

TOCO – Tratamento ortodôntico cirúrgico ortognático

U1-PP – Distância do incisivo superior ao plano palatino

U6-PP – Distância do primeiro molar superior ao plano palatino

♀ – Feminino

♂ – Masculino

I. INTRODUÇÃO

A mordida aberta anterior (MAA), caracterizada pela ausência de contacto entre os dentes anteriores, representa um complexo desafio terapêutico (Ingervall & Helkimo, 1978; Proffit, et al., 1983). Um diagnóstico preciso é fundamental para a elaboração de um plano de tratamento. Assim o estudo com um modelo específico de diagnóstico diferencial, para identificar precocemente uma MAA esquelética, pode ser uma ferramenta de grande valor (Urzal, et al., 2014). Alhammad e colaboradores relataram uma prevalência global de 4,93% para MAA em indivíduos com dentição permanente (Alhammad et al., 2018).

A etiologia da MAA pode ser de origem hereditária e não hereditária, sendo em muitos casos de origem multifatorial. Fatores não hereditários incluem comportamentos de sucção não nutritivos (por exemplo, sucção de dedo ou chupeta), funções atípicas da língua, condições neurológicas, patologia do côndilo mandibular e influências iatrogênicas (Mizrahi, 1978). A identificação precoce desses elementos causais, no início do tratamento, e o seu seguimento desde o diagnóstico até depois da contenção, são fundamentais.

A MAA pode ser classificada como alvéolo-dentária, quando envolve apenas a inclinação e posição dos dentes e alvéolo, ou esquelética, a qual compromete o desenvolvimento ósseo (Arat et al., 2008). A mordida aberta alvéolo-dentária é geralmente influenciada por fatores ambientais, enquanto a mordida aberta esquelética tem componentes predominantemente hereditário, com fatores genéticos a influenciar a sua morfologia (Ngan & Fields, 1997).

As opções de tratamento para correção da MAA na dentição permanente incluem aparelhos fixos convencionais além do tratamento ortodôntico cirúrgico ortognático (TOCO). A recidiva é um problema comum em ambas as modalidades de tratamento. O estudo de Greenlee em 2011, indica uma recorrência de 18% após a cirurgia e de 25% após a ortodontia (Greenlee et al., 2011). Assim, é imprescindível o acompanhamento após o tratamento realizado. Com o avanço tecnológico, surgiu na década de 1990 uma opção terapêutica alternativa: os alinhadores invisíveis (Urzal & Ferreira, 2011; Wong

et al., 2002). O aparelho consiste numa tecnologia projetada através de computadores, com o objetivo de corrigir posições dentárias. Atualmente, esta opção tem alcançado popularidade nos pacientes adultos, devido à sua estética e ao seu conforto (Azaripour et al., 2015).

Existem evidências da limitação do uso de aparelhos fixos no tratamento da MAA. Facto que se deve à extrusão dos molares, dificultando o controlo da dimensão vertical (Sassouni & Nanda, 1964; Subtelny, 1980; Taibah & Feteih, 2007). Como alternativa a utilização de alinhadores no seu tratamento ocorre não só pela preferência dos pacientes, mas também pela escolha terapêutica dos clínicos. Acredita-se que existe uma possível intrusão dos molares, devido ao recobrimento proporcionado pelo plástico da goteira (Iscan & Sarisoy, 1997). Portanto, formula-se a hipótese que o uso dos alinhadores promoverá um melhor controlo da dimensão vertical. Assim, torna-se necessário analisar a literatura, com o intuito de confirmar os benefícios desta escolha.

Esta revisão sistemática teve como objetivo avaliar a eficácia da terapia com alinhadores e seus dispositivos associados, em indivíduos adultos com MAA. Para atingir este objetivo foi empregue a metodologia PICO (Eriksen & Frandsen, 2018), tendo como pergunta chave a seguinte proposta: “A terapia com alinhadores é eficaz para pacientes adultos com mordida aberta anterior?” (Tabela 1).

Tabela 1

Estratégia PICO

Parâmetros	Descrição
População (P)	Pacientes adultos com mordida aberta anterior
Intervenção (I)	Terapia com alinhadores
Controlo (C)	Aparelhos fixos convencionais
Resultado <i>Outcome</i> (O)	Avaliação da eficácia do tratamento da mordida aberta anterior

1. Materiais e métodos

i. Desenho do estudo

Esta revisão sistemática foi conduzida de acordo com as diretrizes *PRISMA* (Page et al., 2021) e foi registada na plataforma PROSPERO (ID:CRD42024529194). Os estudos clínicos que avaliaram a eficácia do tratamento com alinhadores, em indivíduos com MAA, foram incluídos na revisão. Na tabela 2 descrevem-se os critérios de inclusão e exclusão.

Tabela 2

Critérios de inclusão e exclusão

Critérios de inclusão	Estudos clínicos que avaliaram pacientes adultos com mordida aberta anterior (<i>overbite</i> < 0 mm).
	Estudos que incluíram tratamentos ortodônticos com alinhadores.
Critérios de exclusão	Estudos englobando indivíduos com deformidades dento-faciais, tratamento ortodôntico prévio, história de cirurgia/trauma ou doença sistémica que afetava o crescimento craniofacial.

ii. Estratégia de pesquisa

Foi realizada uma pesquisa eletrónica nas seguintes bases de dados: *PubMed* (www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed), *Cochrane Library* (www.cochranelibrary.com); *Web of Science* (www.webofscience.com) e *LILACS* (www.lilacs.bvsalud.org). A pesquisa incluiu artigos publicados até setembro de 2023, sem restrições de língua. As chaves de pesquisa utilizadas, nas respectivas bases de dados, estão descritas na tabela 3.

Tabela 3

Chaves de pesquisa

Base de dados	Chaves de pesquisa
<i>PubMed</i>	<i>((open bite [MeSH Terms]) OR (open bite[Title/Abstract])) AND ((Invisalign[Title/Abstract]) OR ("clear aligners"[Title/Abstract]))</i>
<i>Cochrane Library</i>	<i>#1 open bite AND treatment #2 clear aligner OR Invisalign</i>

	#3 #1 AND #2
Web of Science	(open bite [title]) AND (Invisalign [all fields] OR clear aligner [all fields])
LILACS	mordida aberta [Palavras] AND alinhadores [Palavras]

iii. Seleção dos artigos

Após a recuperação dos artigos nas bases de dados, os estudos duplicados foram removidos. Todos os títulos e resumos foram revistos e os critérios de exclusão foram aplicados. Posteriormente, foi examinado o conteúdo integral dos artigos e aplicados os critérios de inclusão. O processo de seleção dos artigos foi conduzido de forma independente por duas pesquisadoras. Eventuais discrepâncias foram resolvidas por meio de discussão entre as mesmas.

iv. Extração dos dados

Para a extração dos dados foi criada uma tabela do *Microsoft® Excel (Microsoft, Washington, WA, EUA)* incorporando detalhes pertinentes, nomeadamente: autores, ano de publicação, tipo de estudo, número de pacientes, idade, distribuição de género, duração do tratamento e variáveis relacionadas com a MAA (*overbite*, LAFH, L1-MP, L6-MP, U1-PP, U6-PP).

v. Risco de viés

A avaliação da qualidade metodológica dos estudos clínicos incluídos foi realizada por dois revisores independentes. Os estudos clínicos foram avaliados utilizando a ferramenta de risco de viés da *Cochrane* de acordo com o Índice Metodológico para Estudos Não Randomizados (ROBINS-I) (Sterne et al., 2016). Sete domínios foram submetidos à avaliação:

1. Viés por confusão (D1).
2. Viés devido à seleção dos participantes (D2).
3. Viés de classificação das intervenções (D3).
4. Viés devido a desvios das intervenções pretendidas (D4).
5. Viés devido à falta de dados (D5).

6. Viés de medição dos resultados (D6).

7. Viés de seleção do resultado reportado (D7).

Após essa avaliação os estudos foram categorizados com base no risco de viés e foram classificados como “baixo”, “moderado”, “sério” ou “crítico”.

vi. Análise Estatística

A Análise de Variância (ANOVA) foi utilizada para avaliar os valores médios dos *overbite* obtidos em cada um dos estudos incluídos, e determinar se houve diferença estatisticamente significativa entre, pelo menos um dos estudos, em comparação com os restantes (Kao & Green, 2008; Mishra et al., 2019).

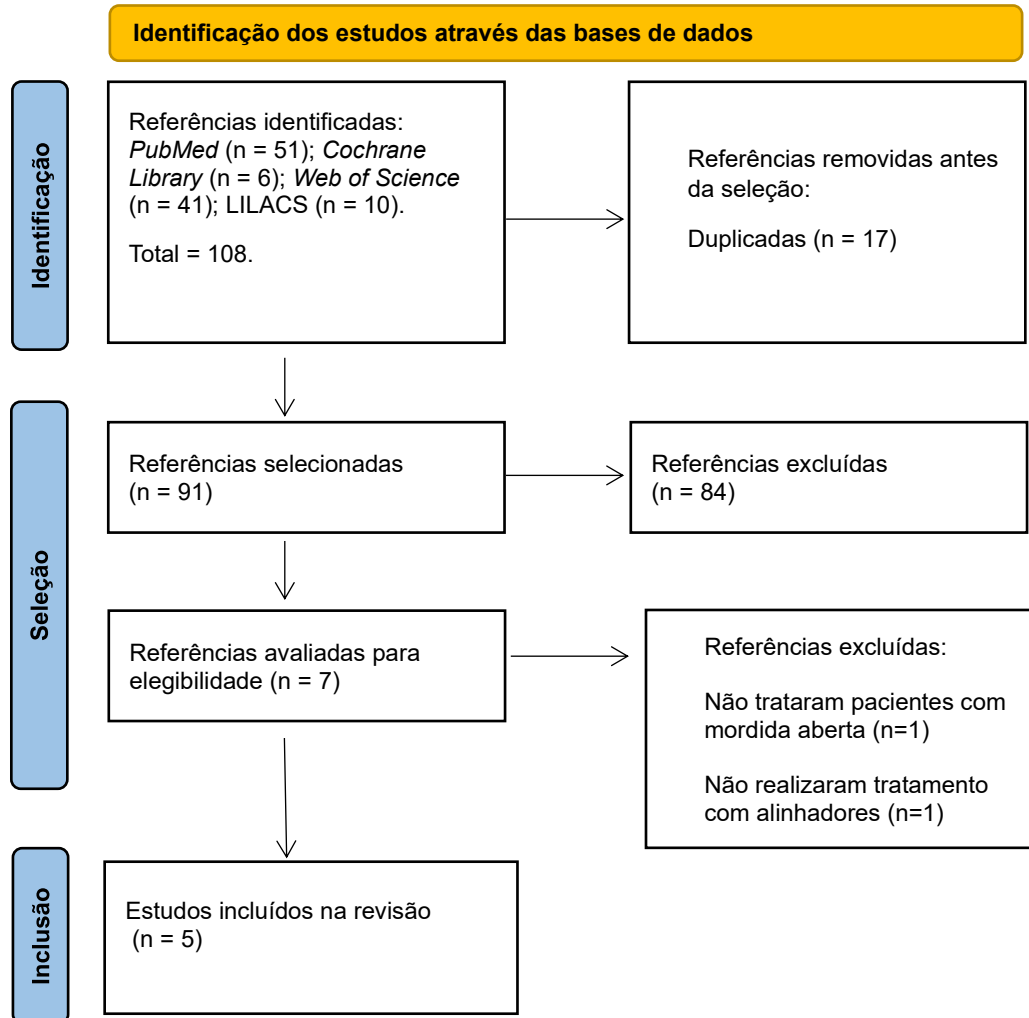
2. Resultados

A triagem inicial das bases de dados eletrônicas resultou num total de 108 artigos. Após a remoção dos estudos duplicados, foram avaliados os títulos e resumos dos 91 artigos. Por fim, após uma revisão abrangente foram identificados sete artigos potencialmente relevantes. Os textos completos desses artigos foram obtidos e submetidos a uma avaliação minuciosa. Destes, cinco cumpriram os critérios de inclusão e foram incorporados nesta revisão sistemática. O fluxograma do processo de seleção dos dados pode ser verificado na figura 1.

Esta análise científica compreendeu um conjunto de estudos realizados entre 2017 e 2022, incluindo pesquisas de Khosravi et al. (2017), Moshiri et al. (2017), Garnett et al. (2019), Harris et al. (2020) e Suh et al. (2022). Duas investigações específicas destacam a aplicação de alinhadores, em conjunto com o protocolo Invisalign G4, para todos os pacientes, oferecendo uma abordagem atualizada nos pacientes com MAA (Garnett et al., 2019; Suh et al., 2022).

Figura 1

Fluxograma Prisma.



Os tamanhos das amostras dos estudos variaram significativamente, com um estudo (Khosravi et al., 2017) envolvendo apenas 12 participantes, enquanto outra pesquisa (Suh et al., 2022) apresentou uma amostra maior, de 69 pacientes adultos. A média de idade dos participantes variou de 28 anos (Moshiri et al., 2017) a 35 anos (Garnett et al., 2019), com predomínio do sexo feminino. Ressalta-se que apenas o estudo realizado por Garnett incorporou um grupo controle na sua amostra (Garnett et al., 2019). A duração média do tratamento variou de 1 ano e 2 meses a 1 ano e 7 meses (Moshiri et al., 2017; Harris et al., 2020). Resultados detalhados são apresentados na tabela IV para referência e comparação. Os estudos indicaram aumento das medidas de *overbite*, variando de 1,3mm a 3,4mm (Khosravi et al., 2017; Moshiri et al., 2017). O teste ANOVA apresentou o p-valor inferior a 0,01 em relação aos valores médios de *overbite*, significando variação substancial entre as amostras incluídas (cf. Tabela 4).

Na avaliação do viés, todos os estudos apresentaram resultado moderado. Os dois estudos mais antigos, realizados em 2017, tiveram pior desempenho na avaliação do viés por terem amostras reduzidas e por terem sido realizados em mais de um local (Khosravi et al., 2017; Moshiri et al., 2017). Embora os três estudos mais recentes tenham tido melhor avaliação, apenas o estudo de Garnett recebeu avaliação de baixo risco de viés no domínio 2, referente à seleção dos participantes (Garnett et al., 2019; Harris et al., 2020; Suh et al., 2022). Os resultados da avaliação do viés dos estudos são apresentados na figura 2.

Tabela 4
Resultados obtidos

Autor / Ano	Khosravi et al., 2017		Moshiri et al., 2017		Garnett et al., 2019		Harris et al., 2020		Suh et al., 2022	
Tipo de estudo	Estudo Retrospectivo		Estudo Retrospectivo		Estudo Retrospectivo		Estudo Retrospectivo		Estudo Retrospectivo	
Grupo (n)	G1: 12		G1: 30		G1: Fixed appliance - 17 G2: Aligners - 36		G1: 45		G1 : 69	
Idade – ano (média)	34		28.8		G1: 32.8 / G2: 35.3		30.7		33	
Gênero (%)	♀ – 44% ♂ – 66%		♀ – 73.3% ♂ – 26.6%		G1: ♀ – 47% G2: ♀ – 75%		♀ – 91% ♂ – 9%		♀ – 77% ♂ – 23%	
T1/T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2
<i>Overbite</i> (mm)	-1.1 ±1.0	0.2 ±0.9*	-1.8 ±1.2	1.5 ±0.9*	G1: -1.3 ±1.2 G2: -1.5 ±1.2	G1: 0.4 ±0.9 G2: 0.7 ±0.9	-1.21 ±1.1	2.1 ±0.7*	-2.2 ±1.3	1.0 ±0.8*
LAFH (mm)	71.6 ±6.9	71.6 ±7.4	74.3 ±5.3	72.8 ±5.2*	G1: 70.2 ±5.0 G2: 68.8 ±6.4	G1: 70.0 ±5.2 G2: 69.0 ±6.2	115.9 ±7.2	114.8 ±7.3*	72.6 ±5.4	72.0 ±5.6*
L1-MP (mm)	42.8 ±3.6*	43.5 ±4.1*	38.3 ±2.8	39.1 ±3.1 *	G1: 41.5 ±3.6 G2: 40.7 ±3.7	G1: 41.4 ±3.6 G2: 41.5 ±3.6	41.0 ±3.5	41.5 ±3.6*	37.3 ±3.3	38.7 ±3.8*
L6-MP (mm)	33.1 ±2.9	33.3 ±3.7	31.3 ±2.5	30.7 ±2.4 *	G1: 32.3 ±3.5 G2: 31.4 ±3.5	G1: 32.5 ±4.0 G2: 31.3 ±3.6	33.2 ±3.1	32.8 ±3.0*	33.8 ±2.7	33.7 ±2.8*
U1-PP (mm)	29.6 ±3.7	30.3 ±3.8	30.7 ±2.8	31.2 ±2.6	G1: 30.9 ±2.3 G2: 31.0 ±3.2	G1: 31.4 ±2.6 G2: 32.0 ±3.0	69.0 ±4.7	70.5 ±4.6*	29.8 ±2.8	31.0 ±2.9*
U6-PP (mm)	23.5 ±3.4	23.6 ±3.6	25.4 ±2.2	25.0 ±2.3	G1: 25.2 ±1.8 G2: 24.8 ±2.7	G1: 24.9 ±2.2 G2: 24.8 ±2.7	63.8 ±3.6	63.3 ±3.75*	24.9 ±2.3	24.6 ±2.4*
Dispositivo Acessório	<i>Attachments</i>		IPR, Elásticos		G1: TAD, TPA, LA, BB G2 : IPR		Attachments, IPR, Elásticos,		IPR, Elásticos	
Duração (anos)	-		1.75		1.6		1.2		1.4	

G1: grupo 1; G2: grupo 2; ♀: feminino; ♂: masculino; T1: tempo 1; T2: tempo 2; LAFH: *lower anterior facial Heights*; L1-MP: distância do incisivo inferior ao plano mandibular; L6-MP: distância do primeiro molar inferior ao plano mandibular; U1-PP: distância do incisivo superior ao plano palatino; U6-PP: distância do primeiro molar superior ao plano palatino; IPR: *interproximal reduction*; TAD: *temporary anchorage devices*; TPA: *transpalatal arches*; LA: *lingual arches*; BB: *bite block*; *: p-valor < 0,05.

Tabela 5

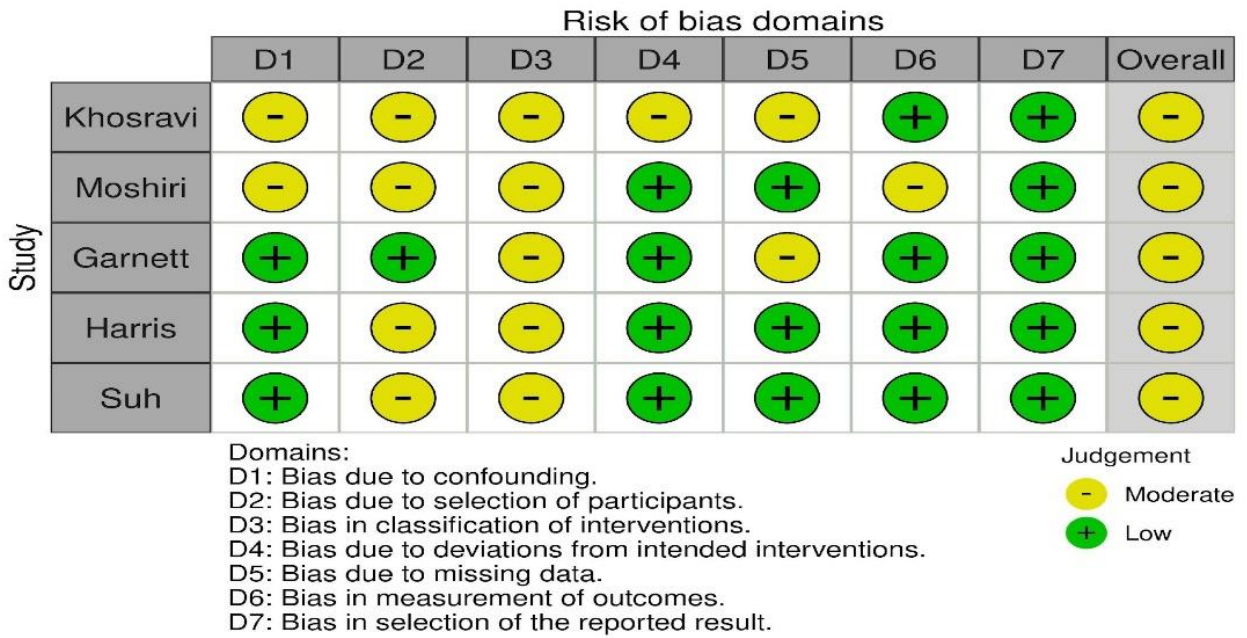
Teste ANOVA

	Amostra (N)	Overbite (média)	SD	Limite inferior	Limite superior
Khosravi et al., 2017	12	1.3	0.6	0.918776	1.68122
Moshiri et al., 2017	30	3.4	1.4	2.87723	3.92277
Garnett et al., 2019	36	2.2	1.5	1.69248	2.70752
Harris et al., 2020	45	3.2	1	2.89957	3.50043
Suh et al., 2022	69	3.3	1.4	2.96368	3.63632

ANOVA: *p-valor < 0.01.

Figura 2

Avaliação do viés com a ferramenta ROBINS-I.



II. DESENVOLVIMENTO DO CORPO DO TEXTO

1. Mordida Aberta Anterior

Quando em oclusão dentária existe espaço entre alguns dentes superiores e inferiores, denomina-se mordida aberta. Este tipo de má oclusão pode ser posterior, nos casos em que todos os dentes estão em contacto, com exceção de alguns dentes posteriores. Porém, também pode acontecer a situação inversa, em que os dentes posteriores estão em contacto e o sector anterior não se relaciona diretamente (Lenzi et al., 2011; Moyers, 1991).

Um paciente com mordida aberta anterior (MAA) deve ser acompanhado pois trata-se de um problema complexo, em que os possíveis planos de tratamento devem ser avaliados com cuidado. A MAA é definida pela falta de contacto entre os incisivos maxilares e mandibulares quando o paciente está em oclusão dos dentes posteriores (Gu et al., 2022). Um paciente adulto com esta má-oclusão torna-se um desafio ainda maior quando comparado com uma criança ou um adolescente, devido aos adultos não terem o potencial de crescimento que os jovens possuem (Sarver et al., 1995).

A classificação da MAA pode ser dentária ou esquelética (Nahoum, 1977). Geralmente quando é um problema leve ou moderado, envolve mais a parte dentária. Quando se torna um problema de âmbito severo, frequentemente é possível identificar uma associação da parte dentária e esquelética, envolvendo não apenas a falta de contacto dos dentes anteriores, mas também uma alteração dos valores, fora do padrão de normalidade, em relação ao ângulo do plano mandibular, altura do terço inferior da face e rotação anti-horária do plano mandibular (Burford & Noar, 2003).

A prevalência desta má oclusão é considerada alta e varia em uma larga escala, entre 1,5% e 11% (Proffit et al., 1998). Esta variabilidade ocorre devido à diferença étnica e à idade dentária. Alhammadi e colaboradores demonstram, num estudo realizado em 2018, diferentes taxas de prevalência de MAA em dentição permanente, conforme os continentes e a etnia. Estes autores observaram uma maior taxa no continente africano, cerca de 6,34%, e uma prevalência menor na Ásia, com um valor de 4,01%. Em relação às etnias, os achados foram: 7,82% de prevalência entre os indivíduos de origem negra, 4,52% para os indivíduos caucasianos e 3,27% para os indivíduos mongóis (Alhammadi et al., 2018).

A prevalência da MAA em dentição mista e em dentição permanente também varia. Segundo Alhammadi, as crianças em fase de dentição mista possuem uma prevalência maior de MAA, em comparação com indivíduos já com a dentição permanente. A percentagem na dentição mista é em média de 5,9%, enquanto na dentição permanente a prevalência é de 4,93%. Isto pode ser explicado pelo fato de a dentição estar em plena transformação e movimentação, podendo reduzir a má oclusão após a estabilização da oclusão e o crescimento das arcadas (Alhammadi et al., 2018).

Deve-se observar que, independente da etnia ou dos dados demográficos, o diagnóstico precoce da MAA é algo a ser estudado com atenção para que este tipo de problema seja sanado desde o início. A literatura mostra-nos a possibilidade de identificar uma mordida aberta por meio de ferramentas que identificam um modelo, com até 93% de chance, de desenvolvimento de MAA em crianças. Este pode ser medido através da altura do terço inferior da face, da altura do processo alveolar mandibular, da direção e espessura da sínfise, do ângulo goníaco e do eixo facial (Urzal et al., 2014).

Em síntese, tradicionalmente quatro tratamentos são tidos em consideração para a solução da MAA: tratamentos preventivos e de observação; tratamentos interceivos; terapias ortodônticas com o intuito de camuflar o problema e ortodontia aplicada com tratamentos cirúrgicos (Mcgrath et al., 2008).

i. Tratamentos preventivos e de observação

Quando o paciente é avaliado e o diagnóstico é feito precocemente, é possível intervir antes da instalação da má oclusão, ou seja, agir de forma preventiva para que o problema não aconteça futuramente. Alguns pontos são sinais que podem ajudar a alertar no momento da tomada de decisão, entre intervir ou não. Um fator importante é o posicionamento da língua. Por ser um músculo forte, com a má posição e movimentação, a língua pode empurrar de forma contínua as estruturas em redor, promovendo forças que possivelmente irão gerar a abertura do espaço entre os incisivos anteriores (Straub, 1960). Nestas situações, os aparelhos como a terapia miofuncional são indicados para que haja uma reeducação da função e dos movimentos da língua, criando condições para os dentes voltarem para a sua correta posição (inclinação), através do movimento fisiológico em direção ao palato (Proffit & Mason, 1975).

O uso de uma grelha lingual também pode ser eficaz nos pacientes com hábitos parafuncionais relacionados com a protusão lingual, principalmente nos movimentos de deglutição (Mcgrath et al., 2008). Outro fator importante a ser considerado é o funcionamento adequado das vias aéreas, que devem estar sempre limpas, para que o paciente não venha a desenvolver respiração oral e consequentemente má oclusão, como é o caso da MAA. Em tais circunstâncias, será preciso corrigir, não só os dentes, mas também os hábitos orais externos que possam contribuir para uma recidiva (Vig & Columbus, 1998).

ii. Tratamentos intercetivos

Os tratamentos para a MAA são direcionados para um problema de origem vertical. Contudo, em muitos casos este problema atinge outras dimensões, como a sobreposição de problemas transversais e sagitais (Mcgrath et al., 2008). Alguns dispositivos podem ser utilizados no tratamento ortodôntico intercetivo, como o arco transplatino modificado (*Vertical holding appliance*), o arco extra-oral (*High-pull headgear*), a máscara facial (*Vertical chin cup*), o elevador de mordida posterior, o bloco de mordida (*spring-loaded bite block*), o dispositivo de correção vertical ativo, o regulador de Fränkel IV, entre outros (Erbay et al., 1995; Mcgrath et al., 2008).

iii. Camuflagem da má oclusão

Uma das possibilidades de tratamento é o uso de aparelho fixo nos pacientes adultos com MAA esquelética leve a moderada. É efetuado um alinhamento dos dentes com o objetivo de conseguir fechar a mordida com movimentação (extrusão e intrusão) e inclinação dentária. Para alcançar este resultado utilizam-se: exodontias, elásticos, aplicação de mini-implantes ou mini-placas (Mcgrath et al., 2008).

iv. Ortodontia aplicada com tratamentos cirúrgicos

Em casos de MAA severa, são necessárias outras abordagens além do tratamento ortodôntico. Quando se está perante um paciente com um elevado grau de má oclusão, com envolvimento grave da parte esquelética, sugere-se a junção do tratamento ortodôntico com o tratamento cirúrgico. Neste caso, por exemplo, é possível planejar tratamentos como uma cirurgia de impactação tipo Le Fort I, ou com cirurgia bimaxilar (Jensen & Ruf, 2010; Turvey et al., 1988).

2. Hábitos parafuncionais e Terapia miofuncional

A etiologia da MAA é de origem multifatorial (Lenzi et al., 2011), podendo ser classificada como de origem hereditária ou não hereditária. Quando se identifica a origem hereditária, muitas vezes a má oclusão apresenta-se como um problema esquelético (Sarver et al., 1995). Contudo, os fatores para-funcionais podem influenciar também o crescimento e desenvolvimento do setor ósseo, sendo importante a identificação da sua causa. Alguns hábitos podem ter grande importância na ocorrência desta má oclusão, como, por exemplo, deglutição atípica, sucção não nutritiva com dedo ou chupeta, interposição lingual e respiração oral (Burford & Noar, 2003). Com a interrupção dos hábitos parafuncionais, quando o paciente ainda é muito jovem, pode existir alteração do crescimento e da mudança dentária, o qual provoca um fechamento espontâneo da mordida, podendo ser completo, principalmente se está na transição da dentição mista para a permanente (Bowden, 1966).

A terapia oral miofuncional e o posicionamento lingual são estudados desde 1918, com a intenção de corrigir os hábitos, para que o crescimento esquelético e motor não seja influenciado por fatores prejudiciais (Camacho et al., 2015). Define-se como terapia oral miofuncional o tratamento das disfunções dos músculos da face, para se obterem funções orofaciais adequadas (Moeller, 2012). Na literatura existem estudos que mostram a efetividade deste tipo de tratamento, quando bem indicado e aplicado precocemente (Pompeia et al., 2017). O tratamento é composto pelo uso de aparelhos miofuncionais e exercícios funcionais, com a intenção de restaurar a harmonia facial, prevenir e tratar dismorfoses e promover funções orofaciais adequadas (Shah et al., 2021). Para que o tratamento tenha sucesso e seja evitada uma MAA mais grave, e não haja necessidade de tratamentos mais invasivos no futuro, é necessário a cooperação dos pacientes e responsáveis, pois tais dispositivos são eficazes quando utilizados na infância (Maciel & Leite, 2005).

Os blocos de mordida posterior são aparelhos funcionais, que podem ser aplicados de forma passiva nos pacientes em crescimento com MAA de 3 a 4 mm (Burford & Noar, 2003). Originam uma limitação de movimento e rotação da mandíbula no sentido horário (Iskan & Sarisoy, 1997). Quando está presente mais de um tipo de má oclusão, como, por exemplo, a associação da MAA com um padrão esquelético Classe II, pode ser indicado um aparelho

como o *Twin Block*, em que há a correção da discrepância antero-posterior e mantém-se o controlo vertical (Burford & Noar, 2003).

3. Tratamento com aparelho fixo

O tratamento com aparelhos fixos para pacientes com problemas de origem vertical começou a ser estudado há muito tempo e está descrito na literatura (Schudy, 1968). Quando a MAA não é diagnosticada em fase precoce, é necessário além da correção dentária uma correção esquelética. Os braquetes aplicados nos dentes superiores e inferiores são a opção mais utilizada na correção da MAA (Burford & Noar, 2003). Em casos de origem dentária este tipo de aparelho pode ser utilizado concomitante com elásticos intermaxilares, tendo como objetivo principal causar uma extrusão dos incisivos (Reichert et al., 2014). Os elásticos utilizados com os aparelhos fixos podem ter várias formas de uso, dependendo de cada caso. Podem ser elásticos de Classe II ou de Classe III, por exemplo, pois a correção pode ter de ser realizada em mais de uma dimensão. Contudo na literatura há relatos que tal terapêutica deve ser utilizada com precaução, para que não haja extrusão dos dentes posteriores e, conseqüentemente, perda do controlo da dimensão vertical. Para se evitar um aumento vertical posterior, pode-se indicar a associação de arcos transpalatino com o uso do aparelho fixo, limitando assim a extrusão dos molares maxilares (Burford & Noar, 2003).

Alguns pacientes possuem pro-inclinação dos incisivos superiores, além de MAA, o que geralmente ocorre nos casos de má oclusão sagital Classe I ou Classe II e biprotrusão. Para estas situações é necessário realizar o movimento de retro inclinação dos incisivos, o que causa a extrusão dentária porque há uma movimentação em torno do centro do eixo de rotação do dente, aumentando assim o valor de *overbite* (Sarver et al., 1995). Existe a possibilidade de fechamento da mordida com exodontias planeadas, concomitantemente ao uso de aparelhos fixos. Isto devido a uma possível distalização dos dentes, uma retroinclinação dos incisivos e aumento do ângulo interincisivo (Richardson & Richardson, 1993). Porém a altura facial pode não se alterar se o posicionamento mandibular permanecer inalterado (Nahoum, 1977).

4. Os alinhadores

Há muitas décadas já se estudaram terapias com alinhadores invisíveis (Bichu et al., 2023). Em 1945, o professor e pesquisador Harold D. Kesling desenvolveu a primeira ideia sobre o

tratamento com alinhadores invisíveis. Criou um aparelho de borracha a partir de ceras com o formato das arcadas dos pacientes. Este dispositivo permitia obter um alinhamento desejável e também poderia conter os dentes alinhados, após o tratamento ortodôntico tradicional. Inicialmente foi desenvolvido com a intenção de realizar pequenas e limitadas correções ortodônticas. Contudo, no seu estudo Kesling, sugeriu que poderia conseguir resultados mais abrangentes se houvesse uma sequência de aparelhos, para proporcionar maiores movimentos (Kesling, 1945).

Em 1964, Henry Nahoum aprimorou a técnica de Kesling, desenvolvendo a tecnologia com materiais feitos a vácuo. Conseguiu assim maior estabilidade entre os dispositivos e o modelo em gesso, tendo feito previamente um tipo de enceramento no modelo (Nahoum, 1964). Assim as pesquisas começam antes da tecnologia do Sistema *Invisalign* ser aprovada para uso pela *Align Technology*, em 1998. Até chegar ao aparelho que temos acesso nos dias atuais, as teorias foram avançando e as técnicas foram desenvolvidas por diversos investigadores (McNamara, et al., 1985; Ponitz, 1971; Sheridan et al., 1993).

Enquanto alguns sistemas permaneceram com correções limitadas, outros dispositivos evoluíram de modo a serem uma opção de tratamento, para más oclusões complexas e severas. Para chegar ao objetivo requerido, os sistemas de alinhadores associaram o uso de *attachments* (pequenos pontos de força fixados nos dentes em resina composta) aos alinhadores, ou seja, o planeamento é composto pela série de alinhadores, que são substituídos progressivamente, e *attachments*, sendo confeccionados pelos clínicos a partir de uma goteira que serve como modelo (*template*) (Weir, 2017).

Os alinhadores são uma boa opção, relativamente à estética e ao conforto, para pacientes adultos que não estão dispostos a usar os tradicionais aparelhos fixos (Lombardo et al., 2020). Foi realizado um estudo para estimar de forma subjetiva as percepções sociais de pacientes adultos, avaliando a competência social e a habilidade intelectual. Os resultados mostraram que o julgamento sobre as características pessoais de um indivíduo, é influenciado pela aparência dentária e pelo tipo de aparelho ortodôntico que utiliza. É possível observar que adultos sem aparelhos ou com alternativas invisíveis são identificados com maior habilidade intelectual, quando comparados com os que usam aparelhos fixos metálicos (Jeremiah et al., 2011).

Outra vantagem dos alinhadores que tem sido estudada é relativa à saúde periodontal do paciente ortodôntico (Rossini et al., 2015b). Quanto existe um tratamento ortodôntico em curso, a saúde periodontal depende de vários fatores nomeadamente: a resistência do hospedeiro, a presença de condições sistêmicas e a quantidade e composição da placa bacteriana. Além disso, também há interferência dos hábitos de vida, sendo o fumo e a higiene oral, fatores relevantes, para que haja um periodonto saudável (Cantekin et al., 2011). A literatura evidencia um aumento do índice de placa bacteriana e uma diminuição da qualidade da saúde oral em pacientes com aparelhos fixos (Boke et al., 2014; Kaygisiz et al., 2015).

Uma revisão sistemática de 2015 evidenciou que pacientes tratados com alinhadores, quando comparados com os pacientes que utilizaram o tratamento fixo convencional, possuíram menos placa bacteriana e um biofilme com melhor composição, além de menores índices periodontais, como: índice gengival, índice de sangramento papilar, sangramento à sondagem e profundidade de bolsa periodontal. Portanto, para facilitar a higiene oral os alinhadores proporcionam melhores condições para o tecido periodontal (Rossini et al., 2015b). Por outro lado, uma *Umbrella review*, publicada recentemente, aponta resultados comparáveis entre o alinhador e o aparelho fixo, quando se faz uma análise a longo prazo. Assim, o estudo concluiu que não há indicação para alinhadores apenas por se tratar de um paciente com maior risco de doença periodontal (Di Spirito et al., 2023).

Apesar da higiene ser facilitada com o uso de alinhadores, comparado com o tratamento ortodôntico fixo, uma hipótese a ser estudada é o acumular de agentes patogênicos existentes nas goteiras, como por exemplo, *Streptococcus Mutans* e *Porphyromonas Gingivalis*. Como os alinhadores recobrem totalmente o dente e o tecido periodontal por mais de vinte horas diárias, este fator torna-se relevante e deve ser analisado. Portanto, algumas alternativas como o uso de agentes antimicrobianos associados aos alinhadores estão a ser estudados para se contornar qualquer possibilidade de aumento bacteriano, e evitar posteriormente, possíveis prejuízos teciduais (Bichu et al., 2023; Wang et al., 2023).

Atualmente, o tratamento com alinhadores é planejado a partir de *softwares* que simulam a movimentação dentária, e desenvolvem os dispositivos por meio da tecnologia *computer-aided design - computer-aided manufacturing (CAD-CAM)* (Weir, 2017). Com a variedade

de marcas e de sistemas de alinhadores, é possível identificar diferenças entre os tipos de tratamento em que cada sistema se pode agrupar; por exemplo os aparelhos de movimentação dentária, as alternativas diretas ao consumidor e aos sistemas complexos e abrangentes. Nos dias atuais há no mercado mais de 27 marcas de sistemas diferentes de alinhadores (Weir, 2017). Com a rápida evolução das novas técnicas, existe uma certa dificuldade na avaliação da eficácia deste tipo de terapêutica, visto que os dispositivos estão sempre a serem alterados (Rossini et al., 2015a).

Em outubro de 2011, a *Align Technology* anunciou a tecnologia do protocolo G4 do Sistema *Invisalign*. Sendo uma inovação em termos clínicos, esta nova geração de forças inteligentes permitiu a resolução de tratamentos considerados difíceis até ao momento. O protocolo G4 tem por objetivo aperfeiçoar a terapêutica dos alinhadores em pacientes com mordida aberta, produzir movimentos mais previsíveis nos dentes laterais superiores e melhorar o controlo em relação às raízes dos caninos e dos incisivos centrais. Basicamente o avanço ocorria na otimização e precisão dos *attachments*, projetados e personalizados através da modelagem virtual, com o intuito de permitir um movimento de extrusão dos dentes anteriores melhor planeado (Align Technology, 2011).

i. Tipos de alinhadores

Dispositivos com movimentação dentária menor são descritos como um tipo de alinhador mais barato e rápido, quando comparados aos tradicionais tratamentos ortodônticos; possuindo grandes limitações de movimentação e tendo uma indicação muito restrita. Alguns exemplos de marcas deste grupo são: *Originator*, *Simpli 5*, *MTM Clear Aligner* e *Clearguide System* (Weir, 2017).

Para pacientes que gostariam de fazer um tratamento à distância, há um grupo de alinhadores, denominados como alternativas diretas ao consumidor. Esta alternativa foi desenvolvida para ter um custo reduzido e poder ser acompanhado de forma remota pelo clínico. Uma das marcas que ainda disponibiliza este tipo de tratamento é a *Crystal Braces* (Weir, 2017).

Com o avanço tecnológico, alguns sistemas de alinhadores mais complexos e abrangentes possuem, cada vez mais, a capacidade de tratar pacientes com problemas ortodônticos mais severos. Facto que possibilita a ampliação de opções terapêuticas. Atualmente há diferentes marcas que utilizam a tecnologia CAD-CAM no seu sistema de alinhadores, como por

exemplo: *Invisalign*, *ClearCorrect*, *ClearPath*, *eCligner*, *K Line*, *Orthocaps*, entre outras (Weir, 2017).

Estes sistemas mais sofisticados incorporam o planejamento interativo realizado a partir da tecnologia computacional 3D, a movimentação 3D em CAD-CAM e o desenho digital / fabricação do aparelho, além da definição do posicionamento dos *attachments* fixados com resina composta e projetados para tarefas complexas em todos os planos do espaço. A referência de sistema de alinhadores ainda hoje é a tecnologia do Sistema *Invisalign*. Este foi o precursor da tecnologia, aprovado em 1998, lançado comercialmente pela companhia *Align Technology* em 1999, e continua a ser o mais complexo dos sistemas (AlMogbel, 2023). Além de toda a tecnologia de CAD-CAM, este sistema oferece também o uso de *scanners*, modelo 3D, ampla gama de acessórios, rampas de mordida e cortes precisos para a implementação de botões e elásticos (Weir, 2017).

ii. Material dos alinhadores

Os alinhadores foram definidos para serem confeccionados num material de polímero termoplástico (AlMogbel, 2023). O material utilizado na fabricação dos alinhadores pode influenciar o seu desempenho clínico. Isto ocorre devido às forças geradas sobre o aparelho a curto ou longo prazo (Bichu et al., 2023). O material deve ser elástico o suficiente para conseguir retornar ao seu formato original, após a aplicação de forças de curto prazo. Além disso, como fica sujeito a impacto de cargas a longo prazo, durante todo o tratamento ortodôntico, os alinhadores devem ser compostos por materiais resistentes, capazes de se manter de forma contínua para promover as forças ortodônticas necessárias (Zhang et al., 2011). Portanto procura-se sempre um material que apresente um comportamento elástico linear (Bichu et al., 2023).

Atualmente diferentes materiais podem ser usados na confecção dos alinhadores, como o poliéster, o poliuretano e o polipropileno (Zhang et al., 2011) sendo influenciados pela sua forma de produção. Esta produção pode ser feita de duas formas: a forma convencional de termoformação a vácuo; ou em impressão 3D. Depende de um modelo físico com moldagem do material termoplástico, enquanto a técnica em impressão 3D é feita de forma direta sem modelos físicos (Macrì et al., 2022).

Os alinhadores passaram por uma evolução também em relação os materiais utilizados. No princípio, as goteiras eram produzidas com um plástico de camada única, nomeadamente, monofásico. Nos dias atuais os materiais incorporam múltiplas camadas, sendo desenvolvidos com uma parte macia e uma parte dura. A parte macia confere ao alinhador a elasticidade e um assentamento suave, a parte dura proporciona durabilidade e resistência (Bichu et al., 2023). Uma possibilidade para alcançar melhores resultados, são as combinações de diferentes tipos de polímeros. Com esta mistura podem-se obter propriedades químicas e físicas mais eficazes (Ma et al., 2016).

A tecnologia com materiais para impressão 3D pode evitar problemas que estão presentes nos processos de formação térmica, ou seja, com o processo digital há melhorias nas propriedades mecânicas, dimensionais e estéticas do material (Ryu et al., 2018). Alguns dos materiais investigados para a utilização com a impressão 3D são: acrilonitrila-butadieno-estireno, materiais estereolitográficos, ácido polilático, poliamida, poliamida preenchida com vidro, fotopolímeros, policarbonatos, entre outros (Bichu et al., 2023; Prasad et al., 2018).

iii. Biomecânica dos alinhadores

Para que haja movimentação dentária é fundamental que o alinhador mantenha a força ideal com um nível de *stress* aceitável. Isto explica-se pelo fato da movimentação ocorrer devido à interação entre o aparelho e o complexo biológico, envolvendo o ligamento periodontal e o osso em redor do dente. A tensão criada é transmitida a todo o periodonto circundante, adaptado conforme as tensões provocadas (Li et al., 2021). As forças biológicas geradas pelos alinhadores, são a chave mestra para o tratamento, pois há uma ligação geral entre a interface do aparelho e os dentes, além das tensões específicas realizadas em determinados pontos previamente definidos (AlMogbel, 2023). A partir do desenvolvimento da tecnologia em *CAD-CAM*, a rápida prototipagem permitiu um avanço biomecânico, em consequência de um planeamento mais preciso do tratamento, assim como da especificidade da fabricação do aparelho (Barone et al., 2017).

A biomecânica envolvida nos alinhadores transparentes refere-se ao uso de dispositivos odontológicos personalizados, com formatos específicos, projetados para guiar os dentes para as posições desejadas. Esses alinhadores são ajustados para aplicar as forças necessárias na movimentação adequada dos dentes (AlMogbel, 2023). As forças que causam a

movimentação dentária são aplicadas sob pressão na superfície dentária, fazendo com que haja o deslocamento para o local requerido. Este tratamento ortodôntico requer o uso de múltiplos alinhadores sequenciais, conhecidos como goteiras ou placas invisíveis, que são substituídas progressivamente, gerando um movimento leve e contínuo a partir do formato inicial das arcadas, até à forma final do objetivo do tratamento. Assim, os movimentos incrementais são provocados por dois fatores mecânicos: o efeito de moldagem da forma e os elementos auxiliares (Upadhyay & Arqub, 2022).

Os elementos auxiliares são os *attachments* fixados nos dentes ou os *power ridges*, que recebem/transmitem o direcionamento das forças. Adquire-se deste modo um movimento mais preciso e direcionado, tendo maior previsibilidade do tratamento. A disposição desses elementos auxiliares irá especificar a aplicação das forças, proporcionando um direcionamento estratégico, baseado no plano de tratamento (Simon et al., 2014; Upadhyay & Arqub, 2022). A tensão (força/área) provocada pelo efeito de moldagem é maior comparada com a força obtida pelos elementos auxiliares, isto devido ao tamanho da área de superfície abrangida. Enquanto o efeito de moldagem alcança a sua grande área de atuação, os elementos acessórios fornecem pontos específicos de tensões. Por isso a importância dessas duas forças que atuam concomitantemente (Upadhyay & Arqub, 2022).

iv. Indicações dos alinhadores

Os alinhadores são conhecidos por uma alta taxa de aceitação entre os pacientes adultos, principalmente os mais preocupados com a aparência. Algumas profissões, como artistas e pessoas em que a própria imagem influencia o seu trabalho, tendem a optar pela opção dos alinhadores pela facilidade, pelo conforto e pela sua capacidade de “transparência” (Thai et al., 2020). Um estudo realizado em 2003 pelo departamento de ortodontia e ortopedia dento-facial da Universidade de Berlim, avaliou o perfil de 89 pacientes que utilizavam o tratamento ortodôntico com alinhadores. O resultado do estudo mostrou que o perfil mais interessado neste tipo de tratamento foram mulheres, entre 20 e 29 anos, com alta necessidade estética, tendo apenas 3% dos pacientes com necessidade exclusiva de correção da má-oclusão (Meier et al., 2003). Portanto, as indicações frequentemente são direcionadas para pacientes com alto grau de exigência da aparência.

Por outro lado, a indicação não deve ser limitada ao nível de exigência estética do paciente, devendo a avaliação do paciente ser realizada com rigor, para se ter a certeza de um plano de tratamento bem estruturado e de um diagnóstico correto. Não há um tipo de desalinhamento específico que não possa ser tratado com o alinhador, porém é importante definir a severidade do problema, pois pode não existir indicação para os alinhadores, mesmo com dispositivos auxiliares. Tanto por questões esqueléticas como por necessidade de tratamentos mais invasivos, por exemplo, tratamentos cirúrgicos. Assim, os alinhadores são indicados para diversos casos, como: apinhamento, diastema, mordida aberta, mordida profunda, problemas transversais e sagitais, além de má posicionamento e rotação dentária (AlMogbel, 2023).

Por serem dispositivos móveis e devido à sua simplicidade de inserção e remoção, o alinhador tem sido uma boa alternativa para pacientes que apresentam hábitos de higiene deficientes, tanto para adultos como para crianças e adolescentes (Lynch et al., 2023). Com o uso correto, conforme a orientação do clínico, o paciente permanece com o aparelho grande parte do dia (mais ou menos 22 horas diárias), tendo a necessidade de removê-lo apenas para se alimentar e higienizar (Timm et al., 2021). Facto que permite realizar com facilidade a remoção e/ou desorganização da placa bacteriana, favorecendo assim o controlo do biofilme da cavidade oral e evitando possíveis doenças periodontais e cáries (Lynch et al., 2023).

5. Dispositivos associados aos alinhadores

A aplicação da biomecânica dos alinhadores associados a outros dispositivos possibilita a correção de más oclusões mais complexas e casos mais avançados. Nalguns pacientes consegue-se evitar possíveis intervenções cirúrgicas (Robertson & El-Bialy, 2022; Sabouni et al., 2023). Existem dispositivos, como os *attachments*, os botões e as rampas, que são utilizados para reter o aparelho e proporcionar movimentos específicos solicitados (Upadhyay & Arqub, 2022). Elásticos, mini-implantes, *interproximal enamel reduction* (IPR) também são alguns dos métodos que podem ser adicionados ao planeamento para que o tratamento tenha maior eficácia, e consiga alcançar o seu objetivo (De Felice et al., 2020; Liu et al., 2021; Wang et al., 2022).

Os *attachments* são os principais dispositivos associados aos alinhadores e variam de forma, tamanho e posição, de acordo com o planeado pelo clínico (Kravitz et al., 2009). Com o auxílio dessa pequena estrutura, a terapêutica alcança movimentos mais complexos,

específicos e previsíveis (Djeu et al., 2005; Rossini et al., 2015a; Simon et al., 2014). Não seria possível obter movimentos de extrusão dentária sem a presença de *attachments* específicos para este fim (Costa et al., 2020). Outro movimento que é mais previsível quando se faz a aplicação dos *attachments* são os movimentos de corpo, por exemplo, para distalizar molares superiores (Simon et al., 2014). Contudo, a literatura evidencia que para se conseguir uma extrusão severa, além do emprego de *attachments* específicos, é importante acrescentar botões e elásticos em determinados dentes (Boyd, 2005).

Estas técnicas mais sofisticadas, como associar o uso de elásticos inter-arcos aos alinhadores, pode favorecer a eficácia do resultado, pois proporcionam forças auxiliares vitais para o tratamento (Djeu et al., 2005; Machado, 2020; Wang et al., 2022). Um tipo de caso em que existe melhoria com o uso dos elásticos são os casos de pacientes Classe II, que necessitam de uma correção sagital. Nesta situação há um reforço da ancoragem, sendo facilitada a movimentação requerida (Dai et al., 2019; Wang et al., 2022). Um dos motivos de se associar o uso de elásticos e botões com os alinhadores é o ganho da curva de Spee, gerado a partir do equilíbrio de forças, ou seja, as forças extrusivas dos elásticos contrapõem-se com as forças intrusivas causadas pelo alinhador, produzindo assim também uma melhor adaptação do aparelho. Além disso, o uso de elásticos intermaxilares pode proporcionar um controlo maior, quando se trata de um caso no qual se necessita realizar o fechamento de espaço (Machado, 2020).

Com o objetivo de se contornarem algumas desvantagens biomecânicas, e de se obterem melhores condições de ancoragem, atualmente é possível integrar o tratamento dos alinhadores com os mini-implantes (Liu et al., 2021). Esta associação proporciona a obtenção de alguns movimentos que individualmente seriam difíceis de estabelecer apenas com o alinhador, como os movimentos de corpo e de torque, envolvendo a raiz dentária (Gomez et al., 2015). Um estudo recente mostra a eficácia da união do tratamento com alinhadores e o uso de *temporary anchorage devices* (TAD), com mini-implante e elásticos, no tratamento de um paciente com Classe II, divisão 2, mordida profunda complexa, e canino ectópico vestibular (Wang & Gao, 2024). Neste caso clínico é possível observar o auxílio da ancoragem proporcionada pelo mini-implante para se conseguir distalizar os molares superiores e inclinar os dentes anteriores.

Outro dispositivo aplicado nos alinhadores são as rampas de mordida. Diferente dos *attachments*, que necessitam do preenchimento com resina composta, as rampas de mordida são extensões dos próprios alinhadores, com o objetivo de causar uma interferência oclusal e gerar espaço inter-arcadas. Também são consideradas opções de dispositivos, e podem contribuir no tratamento quando são adicionadas aos alinhadores, principalmente em casos com uma mordida profunda, por exemplo, quando há interferência dos dentes anteriores e abertura de espaço para os dentes posteriores poderem extruir. Com essas rampas, há melhorias em relação à previsibilidade do plano de tratamento (Greco & Rombolà, 2022).

O IPR é um desgaste direcionado e específico, realizado nas faces proximais dos dentes, de forma manual ou com auxílio do motor, através de lixas ou brocas de pontas finas (Pindoria et al., 2016). Nos tratamentos com alinhadores, o IPR é programado através de *software* e implementada desde o planeamento inicial. Este tratamento juntamente com os alinhadores pode proporcionar mais espaço nas arcadas e, conseqüentemente facilitar a movimentação dentária, embora haja alguma dificuldade na reprodução exata do desgaste, como definido no plano de tratamento (De Felice et al., 2020). Embora o IPR possa ser um dos muitos fatores a influenciar a eficácia do tratamento, o que geralmente acontece é uma redução de estrutura menor do que a planeada (Hariharan et al., 2022).

6. Recidivas, estabilidade e contenção dos alinhadores

O tratamento da MAA tem como meta eliminar o espaço vertical entre os incisivos. A recidiva e instabilidade deste tratamento ocorre após o término da correção do *overbite*, podendo ressurgir a falta de contacto entre os dentes anteriores, ou a diminuição de interposição da arcada superior com a inferior (Greenlee et al., 2011). Alguns hábitos parafuncionais que dão origem à MAA, quando não interrompidos, podem causar retrocesso no posicionamento dentário, mesmo havendo bons resultados após o seu término. É importante identificar com precisão as causas do problema e interrompê-las, antes de iniciar o tratamento, ou fazer isto em concomitância com a terapêutica escolhida. Do mesmo modo é necessário o acompanhamento a longo prazo, após o término da correção, e não apenas as medições dos resultados (Bondemark et al., 2007). Os principais relatos de recidiva da MAA estão vinculados ao posicionamento lingual, ao padrão de crescimento e à instabilidade após tratamentos cirúrgicos (Huang et al., 1990; Isaacson, 1974). Um dos principais desafios para

se manter a estabilidade, é conseguir permanecer com o controlo da dimensão vertical, depois de remover o aparelho (Greenlee et al., 2011).

O alinhador tem uma biomecânica para atingir o alinhamento dentário, mas também é utilizado no pós-tratamento, com a função de contenção, para manter a longevidade (Almogbel, 2023). Devido à espessura do alinhador e em conjunto com as forças mastigatórias, os alinhadores podem ser uma boa escolha de contenção para pacientes com mordida aberta anterior (Boyd, 2007). As contenções a vácuo podem ser melhor aceites pelos pacientes adultos por serem mais estéticas (Gu et al., 2022). Contudo, um estudo recente verificou que não há diferença significativa de valores cefalométricos quando comparadas com a contenção fixa. Após um ano de tratamento com alinhadores, 6% de pacientes com MAA podem apresentar recidivas (Suh et al., 2023). Sendo assim, é de grande importância um acompanhamento após o tratamento.

III. DISCUSSÃO

Para traçar uma estratégia de tratamento eficaz e determinar a terapêutica mais adequada, a identificação precoce da MAA constitui um fator crucial. Este diagnóstico não apenas se agiliza os processos de planejamento, mas também amplia o espectro dos tratamentos disponíveis, permitindo uma exploração mais abrangente de soluções para o problema (Arat et al., 2008; Matsumoto et al., 2012).

1. O mecanismo e eficácia dos alinhadores

O resultado dos cinco estudos incluídos mostrou a redução da MAA, confirmando assim a hipótese proposta. No entanto, existem divergências entre os estudos sobre como esse resultado foi obtido. Khosravi e colaboradores mostram, nas suas pesquisas, que a extrusão dos incisivos é o principal mecanismo de fechamento da mordida anterior (Khosravi et al., 2017). Enquanto os estudos de Moshiri e Harris evidenciaram que a causa do aumento da sobremordida é gerada não apenas pela extrusão dos incisivos, mas também pela intrusão dos molares (Harris et al., 2020; Moshiri et al., 2017). A pesquisa realizada por Suh demonstrou o fechamento da mordida aberta com uma forte relação entre a extrusão dos incisivos superiores e a mordida aberta de origem dentária, enquanto a extrusão dos incisivos inferiores, a redução do ângulo do plano mandibular e a diminuição a altura facial inferior tiveram uma correlação moderada, com a resolução da mordida aberta esquelética (Suh et al., 2022). Garnett e colaboradores relataram que os principais fatores para a correção de uma mordida aberta envolvem a retroinclinação dos incisivos inferiores e superiores, controle vertical eficaz e prevenção da extrusão de molares posteriores (Garnett et al., 2019).

Na sua discussão, Khosravi faz uma comparação dos valores da sua pesquisa obtidos com o tratamento através dos alinhadores *versus* os valores apresentados numa revisão sistemática, realizada sobre a correção da MAA com o uso de aparelho fixo (Greenlee et al., 2011; Khosravi et al., 2017). Assim os autores relataram que os alinhadores podem cumprir o seu papel na correção da MAA, mas talvez não alcancem valores superiores aos constatados através da terapêutica com aparelhos fixos. Contudo, os resultados do estudo de Khosravi e do estudo de Suh e colaboradores apresentaram sucesso para pacientes com MAA leve e moderada (Khosravi et al., 2017; Suh et al., 2022).

Diferentemente, Garnett e colaboradores concluíram que os alinhadores são eficazes, mesmo no tratamento da MAA severa em adultos hiperdivergentes, sem necessitar do uso de dispositivos acessórios. Este estudo faz a avaliação com um grupo controle, utilizando aparelho fixo como tratamento convencional, e evidencia que não houve diferença significativa no resultado do *overbite* entre os dois grupos avaliados, tendo uma alteração de 2,3 mm no grupo dos alinhadores e 1,8mm no grupo controle. Para alcançar esse resultado houve extrusão dos incisivos superiores e inferiores menor que 1 mm nos dois grupos, contudo o grupo dos alinhadores apresentou uma extrusão ligeiramente maior, contribuindo assim para uma correção mais eficaz. Com o protocolo G4 foi possível utilizar *attachments* específicos para extrusão dos incisivos inferiores, o que ajudou a nivelar o plano oclusal e obter uma curva de Spee plana, já que muitos pacientes a apresentavam invertida, causada também por hábitos como a protrusão da língua contra os incisivos (Garnett et al., 2019).

Moshiri, no seu trabalho, define dois ângulos a serem avaliados: um ângulo entre o plano que une os pontos *Sella* e *Násion* (SN) ao plano oclusal da maxila (MxOP); e o outro ângulo entre o plano SN e o plano oclusal da mandíbula (MnOP). A partir da análise destes ângulos (SN-MxOP e SN-MnOP), os autores salientam que, houve uma diminuição do ângulo do plano oclusal mandibular e um aumento do ângulo do plano oclusal maxilar, confirmando que o fechamento da mordida se realizou com a intrusão dos molares e a extrusão dos incisivos. O estudo também evidenciou uma rotação anti-horária do plano mandibular e uma diminuição da altura facial anterior de 1,5 mm. Assim, o valor do *overbite* aumentou consideravelmente, atingindo a média positiva de 3,4 mm (Moshiri et al., 2017). Parecido com Moshiri, Harris e colaboradores, encontraram uma diferença de valores de *overbite* pré e pós-tratamento da MAA de 3,27 mm. Afirmaram que a alteração dentária é maior quando comparada com a alteração esquelética no estudo, além de ressaltarem que houve extrusão dos incisivos e intrusão dos molares, tanto superiores como inferiores (Harris et al., 2020).

O estudo de Suh e colaboradores, apresentou uma diferença de *overbite* também próxima ao estudo de Moshiri e de Harris. A média da alteração foi de 3,3 mm. O valor positivo de *overbite* foi alcançado em 94% dos casos tratados. O atual estudo mostra que a intrusão de 1 mm dos molares maxilares originou um aumento de sobremordida de 1,2 mm (Suh et al., 2022). Um resultado um pouco menor que a previsão de estudos apresentados na literatura, em que cada 1mm de intrusão molar ganha-se 2-3mm de sobremordida (Kassem & Marzouk,

2018; Kim *et al.*, 2018; Kuhn, 1968; Schudy, 1968). O estudo de Suh também avaliou os valores cefalométricos do tratamento da MAA entre grupos de pacientes Classe I, II e III de Angle. Com essa análise foi possível visualizar a diferença do mecanismo de tratamento, principalmente no grupo com Classe III, que se distinguiu dos demais grupos. O grupo com Classe II teve bons resultados em relação à retroinclinação dos incisivos maxilares, à redução do ângulo mandibular e à intrusão dos molares maxilares. Os pacientes com Classe III tinham uma MAA esquelética menos grave e conseguiram o fechamento com a extrusão e a retroinclinação dos incisivos inferiores, além do controle da dimensão vertical ser mantido (Suh *et al.*, 2022).

2. Aparelho fixo e a dimensão vertical

Na literatura existem evidências da dificuldade de se manter a dimensão vertical, com o uso dos aparelhos fixos, principalmente em pacientes com faces longas e hiperdivergentes (Garnett *et al.*, 2019; Moshiri *et al.*, 2017; Sassouni & Nanda, 1964; Subtelny, 1980; Suh *et al.*, 2022; Taibah & Feteih, 2007). Segundo Moshiri e colaboradores, o desafio do tratamento de pacientes com MAA ocorre por, geralmente, estar presente um elevado valor do ângulo do plano mandibular. Isto é uma preocupação, pois há a necessidade da atenção para que não haja aumento da altura facial por extrusão dos molares (Moshiri *et al.*, 2017; Suh *et al.*, 2022). Harris ressaltou que a literatura afirma uma dificuldade de controle da dimensão vertical quando se trata do uso de aparelhos fixos, por existir a extrusão dos dentes posteriores (Harris *et al.*, 2020). Contrariamente do que é descrito na literatura, Garnett revelou não haver diferenças significativas, no seu estudo do ângulo do plano mandibular, entre os pacientes que receberam o tratamento com aparelho fixo ou com alinhadores, mantendo-se assim o controle da dimensão vertical preservada em ambos os grupos (Garnett *et al.*, 2019).

3. Alinhadores e a dimensão vertical

O estudo de Moshiri e colaboradores mostrou que a mordida foi fechada com os alinhadores sem perder o controle da dimensão vertical. Os autores atribuíram o ocorrido à interposição do material dos alinhadores sobre a oclusão dentária, gerando uma resposta de forças musculares intrusivas, principalmente no setor dos primeiros molares, causando uma rotação anti-horária do plano mandibular (Harris *et al.*, 2020; Iscan & Sarisoy, 1997; Moshiri *et al.*, 2017). Moshiri afirmou que o alcance de redução substancial nos valores do plano oclusal

requer planeamento, especificamente com a colocação deliberada de acessórios (*attachments*) destinados a este fim (Moshiri et al., 2017). Por outro lado, Harris e colaboradores, relataram que todos os alinhadores induzem um efeito intrusivo devido à cobertura dos dentes posteriores, sem a necessidade de um planeamento específico. Assim, além de não perder o controlo da dimensão vertical, os alinhadores podem provocar a diminuição da dimensão vertical. Esta redução foi justificada pela dureza do material dos alinhadores, que fazem a cobertura total dos dentes. Portanto, caso este efeito não seja desejado são necessárias algumas providências para que a movimentação não ocorra, como, por exemplo, em pacientes com mordida profunda (Harris et al., 2020).

Suh e colaboradores observaram que, mesmo utilizando elásticos para a correção sagital na Classe II, o controlo da dimensão vertical foi mantido com os alinhadores. Por outro lado, é necessário a programação de movimentos, que anulem uma possível extrusão causada pelos elásticos na correção de pacientes com Classe III. Apesar do valor da intrusão dos molares ter sido pequeno, dos 69 pacientes tratados com alinhadores, em 55 obteve-se uma intrusão dos molares, mantendo-se o controlo vertical sem acessórios de ancoragem (Suh et al., 2022).

4. Dispositivos acessórios

No estudo de Moshiri apesar dos dentes inferiores terem sofrido alterações verticais assim como os superiores, apenas os inferiores tiveram resultados estatisticamente significativos. Facto que se justifica possivelmente por ter sido efetuado, concomitantemente, maior IPR nos dentes inferiores, resultando melhores condições de extrusão dentária. Os investigadores identificaram que o uso de elásticos verticais e de IPR poderiam ter um papel relevante no tratamento com alinhadores (Moshiri *et al.*, 2017). Garnett e colaboradores também evidenciaram o ganho de espaço no grupo que recebeu o tratamento com alinhadores, causado provavelmente pelo uso de IPR, facilitando a extrusão dentária (Garnett et al., 2019).

A utilização de elásticos anteriores permite conseguir uma sobremordida positiva, uma correção da inclinação do plano oclusal e a obtenção da inclinação mesial dos dentes posteriores (Moshiri et al., 2017). Esta técnica com o uso de elásticos denomina-se *Multiloop edgewise archwire* (MEAW). Aqui o fechamento da mordida ocorre devido à extrusão dos dentes anteriores (Chua et al., 1993; Endo et al., 2006; Kim, 1987; Moshiri et al., 2017).

Garnett e colaboradores optaram por usar alguns dispositivos para ajudar a manter controle da dimensão vertical no tratamento com aparelhos fixos, pois identificaram a possibilidade deste acontecimento principalmente nos pacientes hiperdivergentes. Os dispositivos usados foram os TAD, arco transpalatino, arco lingual e elevador de mordida. Em contrapartida, o grupo em que o tratamento foi efetuado com alinhadores não precisou receber estes dispositivos, devido a já ter um controle realizado pelo próprio material dos alinhadores, mesmo com o uso de elásticos para a correção sagital de Classe II ou Classe III (Garnett et al., 2019).

5. Outros fatores a influenciar o tratamento

i. Habilidade do profissional

Nos próximos estudos deve-se ter em consideração a experiência do clínico. Atualmente sabe-se que existe grande importância em relação à curva de aprendizagem nos tratamentos de pacientes com MAA, principalmente no que se refere à habilidade na utilização da tecnologia com alinhadores. Os estudos conduzidos por Khosravi e Garnett envolveram três e cinco profissionais, respectivamente, experientes com a tecnologia dos alinhadores. Nas suas investigações, os autores concordaram que esta prática clínica pode ter influenciado os resultados positivos das pesquisas (Garnett et al., 2019; Khosravi et al., 2017).

Os autores do estudo de Suh salientaram as dificuldades do trabalho realizado com alinhadores: existe a posição esperada do dente, a posição programada no protocolo e a posição do dente no momento precedente à intervenção; ou seja, a movimentação planejada e a movimentação efetiva nem sempre coincidem. No seu estudo Suh identificou uma diferença significativa entre os movimentos de extrusão do incisivo programados e os movimentos reais. Além disto, sobrecorreções podem ser incluídas para se obter um melhor resultado final. Nesse estudo apenas um clínico avaliou e realizou todos os tratamentos, o que por um lado limita a amostra, mas por outro diminui a heterogeneidade em relação à experiência profissional (Suh et al., 2022). Isto deve-se à habilidade do profissional que determina as posições pretendidas e as possíveis movimentações ao longo do tratamento.

ii. Cefalometria

Avaliações realizadas por meio de exames cefalométricos são suscetíveis à subjetividade, podendo levar a imprecisões nos resultados (Khosravi et al., 2017; Suh et al., 2022). Este tipo de exame pode conter erros de leitura e interpretação, decorrente do posicionamento da cabeça do paciente, da movimentação durante a exposição à radiação e a outros desafios que envolvem a identificação das estruturas e a magnificação da imagem. Para contornar um pouco este problema, na pesquisa de Khosravi e colaboradores foi usado o software *Dolphin Imaging*, que realiza o cálculo automático das medidas lineares e angulares. Além disso utilizaram a mesma máquina de telerradiografia para realizar os exames de pré-tratamento e de pós-tratamento. Atualmente, tecnologias como a *cone beam computer tomography* (CBCT) têm sido empregues para aumentar a precisão nos resultados obtidos (Khosravi et al., 2017).

6. Avaliação estatística e análise do viés

O estudo utilizou a Análise de Variância (ANOVA) para avaliar as diferenças médias na sobremordida entre os vários grupos de estudo, permitindo a comparação de médias entre três ou mais grupos (Mishra et al., 2019). A significância no p-valor indica uma distinção estatística entre pelo menos dois dos estudos examinados (Kao & Green, 2008). Esta análise verificou a presença de tais diferenças estatísticas, representando uma limitação na realização de uma avaliação mais específica nas comparações dos resultados. Consequentemente, recomenda-se que estudos futuros adotem desenhos de ensaios clínicos padronizados e estruturados, para superar as limitações e facilitar avaliações mais precisas.

A avaliação de viés realizada usando a ferramenta Cochrane para estudos não randomizados (ROBINS-I) (Sterne et al., 2016) analisou sete domínios de classificação e revelou um risco moderado em todos os cinco estudos avaliados. No estudo de Khosravi quase 50% dos indivíduos inicialmente selecionados tiveram que ser excluídos devido à necessidade de tratamentos cirúrgicos, ou pela falta da análise cefalométrica no pós-tratamento, abrindo assim a possibilidade de possível erro de viés de seleção dos participantes (Khosravi et al., 2017). Esta categorização decorre da natureza observacional e retrospectiva destes estudos, levando à perda de dados e à redução do tamanho da amostra ao longo do tempo.

7. Limitações da literatura e expectativa para futuros trabalhos

Embora todos os estudos incluídos na pesquisa tenham demonstrado resultados positivos utilizando alinhadores para tratar a MAA, algumas limitações podem ser mencionadas na pesquisa, nomeadamente o tamanho das amostras. Apenas cinco estudos preencheram os critérios predefinidos para inclusão nesta revisão. Os tamanhos das amostras de cada estudo também foram pequenos para produzir resultados robustos. A menor amostra foi a do trabalho de Khosravi e colaboradores que só conseguiram apenas 12 pacientes com MAA. Embora os autores tenham apontado a eficácia do tratamento, os resultados deste estudo devem ser avaliados com cuidado, pois nem todos os pacientes conseguiram obter um resultado com *overbite* positivo (Khosravi et al., 2017). Moshiri também aponta a dificuldade de reunir um grande número de pacientes adultos com MAA, pois muitos pacientes já corrigiram este tipo de má oclusão na fase da infância e da adolescência (Moshiri et al., 2017).

Apenas um dos estudos incluídos incorporou um grupo controlo, tendo assim uma referência única de comparação de valores clínicos entre o tratamento com alinhadores e com aparelho fixo para pacientes com MAA (Garnett et al., 2019). Além disto, todos os estudos foram de natureza observacional e retrospectiva. O estudo retrospectivo é um tipo de pesquisa limitada por não conseguir controlar todas as possíveis variáveis (Harris et al., 2020; Moshiri et al., 2017; Suh et al., 2022). Porém pode gerar boas evidências científicas quando feito de forma padronizada e controlada, além de ser uma opção com custos inferiores (Khosravi et al., 2017). Outra dificuldade é a padronização dos planos de tratamento. Nos estudos de Moshiri e de Harris, foi referido que cada paciente teve um plano individual, sem que fosse possível seguir um padrão pré-determinado. Assim, cada paciente foi tratado com um plano indicado para o seu caso definido individualmente pelo clínico (Harris et al., 2020; Moshiri et al., 2017).

Esta atual revisão evidencia uma lacuna de evidência científica sobre o tema proposto. Portanto, existe a necessidade de realizar novos estudos como ensaios clínicos randomizados controlados prospectivos, com variáveis padronizadas e com grupos controlo distintos. Assim, talvez haja posteriormente comparações com teor estatístico e meta-análise, de forma a evidenciar com maior rigor a eficácia do tratamento com alinhadores para pacientes adultos com MAA. Observa-se ainda que, após a realização destes trabalhos, disponíveis na

literatura, a tecnologia dos alinhadores evoluiu originando melhorias nos protocolos, os quais podem influenciar os resultados obtidos por este tipo de tratamento.

Nas futuras pesquisas seria importante ter, além dos grupos controlos com outros tipos de tratamento, grupos separados pelo nível da MAA (leve, moderada e severa), pela origem do problema (dentária, alveolar e esquelética), pelos tipos de classificação de Angle (Classe I, II e III) e pelos tipos de perfil, pois o mecanismo de tratamento diferencia-se para cada situação (Suh et al., 2022). Estudos longitudinais que avaliem a recidiva causada nos tratamentos com alinhadores em pacientes com MAA também serão necessários. O uso de CBCT e *scanners* intraorais, podem oferecer soluções viáveis para pesquisas padronizadas. Tais métodos permitiriam a obtenção de dados mais objetivos, melhorando a precisão das avaliações dos estudos.

IV. CONCLUSÃO

A pesquisa indicou que, apesar da ausência de evidências científicas robustas, os estudos revistos sugerem a eficácia do tratamento com alinhadores em indivíduos adultos com MAA leve e moderada. No entanto existe a necessidade de ensaios clínicos randomizados, que incorporem variáveis padronizadas e utilizem grupo controle. A realização de tais ensaios aumentaria a confiabilidade dos resultados e forneceria evidências mais concretas sobre esta eficácia de tratamento.

Foi também possível concluir que os estudos dispostos na literatura atual apresentam algumas limitações metodológica, em relação ao tamanho da amostra, ao tipo de estudo e aos últimos protocolos publicados sobre a tecnologia dos alinhadores. É perceptível que este tratamento, por ser uma terapêutica recente, e por estar em constantes alterações, torna-se de difícil análise.

IV. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alhammadi, M. S., Halboub, E., Fayed, M. S., Labib, A., & El-Saaidi, C. (2018). Global distribution of malocclusion traits: A systematic review. *Dental Press Journal of Orthodontics*, 23(6), e1–e10. <https://doi.org/10.1590/2177-6709.23.6.40.e1-10.onl>

Align Technology, Inc. (2011, Outubro 7). Align Technology Introduces Invisalign G4. Disponível em <https://investor.aligntech.com/news-releases/news-release-details/align-technology-introduces-invisalign-g4/>.

AlMogbel, A. (2023). Clear Aligner Therapy: Up to date review article. *journal of orthodontic science*, 12(1), 37. https://doi.org/10.4103/jos.jos_30_23

Arat, Z. M., Akcam, M. O., Esenlik, E., & Arat, F. E. (2008). Inconsistencies in the differential diagnosis of open bite. *Angle Orthodontist*, 78(3), 415–420. <https://doi.org/10.2319/021907-80.1>

Azaripour, A., Weusmann, J., Mahmoodi, B., Peppas, D., Gerhold-Ay, A., Van Noorden, C. J. F., & Willershausen, B. (2015). Braces versus Invisalign®: Gingival parameters and patients' satisfaction during treatment: A cross-sectional study. *BMC Oral Health*, 15(1). <https://doi.org/10.1186/s12903-015-0060-4>

Barone, S., Paoli, A., Razionale, A. V., & Savignano, R. (2017). Computational design and engineering of polymeric orthodontic aligners. *International Journal for Numerical Methods in Biomedical Engineering*, 33(8). <https://doi.org/10.1002/cnm.2839>

Bichu, Y. M., Alwafi, A., Liu, X., Andrews, J., Ludwig, B., Bichu, A. Y., & Zou, B. (2023). Advances in orthodontic clear aligner materials. *Bioactive Materials*, 22, 384–403. <https://doi.org/10.1016/j.bioactmat.2022.10.006>

Boke, F., Gazioglu, C., Akkaya, S., & Akkaya, M. (2014). Relationship between orthodontic treatment and gingival health: A retrospective study. *European Journal of Dentistry*, 8(3), 373–380. <https://doi.org/10.4103/1305-7456.137651>

Bondemark, L., Holm, A.-K., Hansen, K., Axelsson, S., Mohlin, B., Brattstrom, V., Paulin, G., Pietila, T., & Bondemark, L. (2007). The Sahlgrenska Academy at Goteborg University, Faculty of Odontology. *National Health Service*, 77(1). <https://doi.org/10.2319/011006-16>

Bowden, B. D. (1966). The effects of digital and dummy sucking on arch widths, overbite, and overjet: A longitudinal study. *Australian Dental Journal*, 11(6), 396–404. <https://doi.org/10.1111/j.1834-7819.1966.tb03800.x>

Boyd, R. L. (2005). Increasing the predictability of quality results with Invisalign. *Illinois Society of Orthodontists*, 1–11.

Boyd, R. L. (2007). Complex orthodontic treatment using a new protocol for the Invisalign appliance. *Journal of clinical orthodontics:JCO*, 41(9), 525–547; quiz 523.

Burford, D., & Noar, J. H. (2003). The Causes, Diagnosis and Treatment of Anterior Open Bite. *Dental Update*, 30(5), 235–241. <https://doi.org/10.12968/denu.2003.30.5.235>

- Camacho, M., Certal, V., Abdullatif, J., Zaghi, S., Ruoff, C. M., Capasso, R., & Kushida, C. A. (2015). Myofunctional therapy to treat obstructive sleep apnea: A systematic review and meta-analysis. *Sleep*, 38(5), 669–675. <https://doi.org/10.5665/sleep.4652>
- Cantekin, K., Celikoglu, M., Karadas, M., Yildirim, H., & Erdem, A. (2011). Effects of orthodontic treatment with fixed appliances on oral health status: A comprehensive study. *Journal of Dental Sciences*, 6(4), 235–238. <https://doi.org/10.1016/j.jds.2011.09.010>
- Chua, A.-L., Lim, J. Y. S., & Lubit, E. C. (1993). The effects of extraction versus nonextraction orthodontic treatment on the growth of the lower anterior face height. *American Association of Orthodontists*, 8 (1), 361–368.
- Costa, R., Calheiros, F. C., Ballester, R. Y., & Gonçalves, F. (2020). Effect of three different attachment designs in the extrusive forces generated by thermoplastic aligners in the maxillary central incisor. *Dental Press Journal of Orthodontics*, 25(3), 46–53. <https://doi.org/10.1590/2177-6709.25.3.046-053.oar>
- Dai, F. F., Xu, T. M., & Shu, G. (2019). Comparison of achieved and predicted tooth movement of maxillary first molars and central incisors: First premolar extraction treatment with Invisalign. *Angle Orthodontist*, 89(5), 679–687. <https://doi.org/10.2319/090418-646.1>
- De Felice, M. E., Nucci, L., Fiori, A., Flores-Mir, C., Perillo, L., & Grassia, V. (2020). Accuracy of interproximal enamel reduction during clear aligner treatment. *Progress in Orthodontics*, 21(1). <https://doi.org/10.1186/s40510-020-00329-1>
- Di Spirito, F., D'Ambrosio, F., Cannatà, D., D'Antò, V., Giordano, F., & Martina, S. (2023). Impact of Clear Aligners versus Fixed Appliances on Periodontal Status of Patients Undergoing Orthodontic Treatment: A Systematic Review of Systematic Reviews. *Em Healthcare (Switzerland)* (Vol. 11, Número 9). MDPI. <https://doi.org/10.3390/healthcare11091340>
- Djeu, G., Shelton, C., & Maganzini, A. (2005). Outcome assessment of Invisalign and traditional orthodontic treatment compared with the American Board of Orthodontics objective grading system. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 128(3), 292–298. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2005.06.002>
- Endo, T., Kojima, K., Kobayashi, Y., & Shimooka, S. (2006). Cephalometric evaluation of anterior open-bite nonextraction treatment, using multiloop edgewise archwire therapy. *Odontology*, 94(1), 51–58. <https://doi.org/10.1007/s10266-006-0061-5>
- Erbay, E., Uour, T., & Ulgen, M. (1995). The effects of Frankel's function regulator (FR-4) therapy on the treatment of Angle Class I skeletal anterior open bite malocclusion. *American Association of Orthodontists*, 8(1), 9–21.
- Eriksen, M. B., & Frandsen, T. F. (2018). The impact of patient, intervention, comparison, outcome (Pico) as a search strategy tool on literature search quality: A systematic review. *Journal of the Medical Library Association*, 106(4), 420–431. <https://doi.org/10.5195/jmla.2018.345>

- Garnett, B. S., 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. *Angle Orthodontist*, *89*(1), 3–9. <https://doi.org/10.2319/010418-4.1>
- Gomez, J. P., Peña, F. M., Martínez, V., Giraldo, D. C., & Cardona, C. I. (2015). Initial force systems during bodily tooth movement with plastic aligners and composite attachments: A three-dimensional finite element analysis. *Angle Orthodontist*, *85*(3), 454–460. <https://doi.org/10.2319/050714-330.1>
- Greco, M., & Rombolà, A. (2022). Precision bite ramps and aligners: An elective choice for deep bite treatment. *Journal of Orthodontics*, *49*(2), 213–220. <https://doi.org/10.1177/14653125211034180>
- Greenlee, G. M., Huang, G. J., Chen, S. S. H., Chen, J., Koepsell, T., & Hujoel, P. (2011). Stability of treatment for anterior open-bite malocclusion: A meta-analysis. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, *139*(2), 154–169. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2010.10.019>
- Gu, D., Leroux, B., Finkleman, S., Todoki, L., Greenlee, G., Allareddy, V., Jolley, C., Vermette, M., Shin, K., Kau, C. H., De Jesus-Vinas, J., Dolce, C., & Huang, G. (2022). Anterior openbite malocclusion in adults: Treatment stability and patient satisfaction in National Dental Practice-Based Research Network patients. *Angle Orthodontist*, *92*(1), 27–35. <https://doi.org/10.2319/071221-549.1>
- Hariharan, A., Arqub, S. A., Gandhi, V., Da Cunha Godoy, L., Kuo, C. L., & Uribe, F. (2022). Evaluation of interproximal reduction in individual teeth, and full arch assessment in clear aligner therapy: digital planning versus 3D model analysis after reduction. *Progress in Orthodontics*, *23*(1). <https://doi.org/10.1186/s40510-022-00403-w>
- Harris, K., Ojima, K., Dan, C., Upadhyay, M., Alshehri, A., Kuo, C. L., Mu, J., Uribe, F., & Nanda, R. (2020). Evaluation of open bite closure using clear aligners: a retrospective study. *Progress in Orthodontics*, *21*(1). <https://doi.org/10.1186/s40510-020-00325-5>
- Huang, G. J., Justus, R., Kennedy, D. B., & Kokich, V. G. (1990). Stability of anterior openbite treated with crib therapy. *The Angle orthodontist*, *60*(1), 17–24; discussion 25-6. [https://doi.org/10.1043/0003-3219\(1990\)060<0017:SOAOTW>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1043/0003-3219(1990)060<0017:SOAOTW>2.0.CO;2)
- Ingervall, B., & Helkimo, E. (1978). Masticatory muscle force and facial morphology in man. *Archives of Oral Biology*, *23*(3), 203–206. [https://doi.org/10.1016/0003-9969\(78\)90217-0](https://doi.org/10.1016/0003-9969(78)90217-0)
- Isaacson, R. J. (1974). Vertical anterior relapse. *American Journal of Orthodontics*, *65*, (6).
- Iscan, H. N., & Sarisoy, L. (1997). Comparison of the effects of passive posterior bite-blocks with different construction bites on the craniofacial and dentoalveolar structures. *American Journal of Orthodontics*, *65*(6), 565–585.
- Jensen, U., & Ruf, S. (2010). Success rate of anterior open-bite orthodontic-orthognathic surgical treatment. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, *138*(6), 716–719. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2010.02.028>

- Jeremiah, H. G., Bister, D., & Newton, J. T. (2011). Social perceptions of adults wearing orthodontic appliances: A cross-sectional study. *European Journal of Orthodontics*, 33(5), 476–482. <https://doi.org/10.1093/ejo/cjq069>
- Kao, L. S., & Green, C. E. (2008). Analysis of Variance: Is There a Difference in Means and What Does It Mean? *Journal of Surgical Research*, 144(1), 158–170. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2007.02.053>
- Kassem, H. E., & Marzouk, E. S. (2018). Prediction of changes due to mandibular autorotation following miniplate-anchored intrusion of maxillary posterior teeth in open bite cases. *Progress in Orthodontics*, 19(1). <https://doi.org/10.1186/s40510-018-0213-5>
- Kaygisiz, E., Uzuner, F. D., Yuksel, S., Tanerd, L., Çulhaoğlu, R., Sezgin, Y., & Ateş, C. (2015). Effects of self-ligating and conventional brackets on halitosis and periodontal conditions. *Angle Orthodontist*, 85(3), 468–473. <https://doi.org/10.2319/041714-289.1>
- Kesling, H. D. (1945). The philosophy of the tooth positioning appliance. *American Journal of Orthodontics and Oral Surgery*, 31(6), 297–304. [https://doi.org/10.1016/0096-6347\(45\)90101-3](https://doi.org/10.1016/0096-6347(45)90101-3)
- Khosravi, R., Cohanım, B., Hujuel, P., Daher, S., Neal, M., Liu, W., & Huang, G. (2017). Management of overbite with the Invisalign appliance. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 151(4), 691-699.e2. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2016.09.022>
- Kim, K., Choy, K., Park, Y. C., Han, S. Y., Jung, H., & Choi, Y. J. (2018). Prediction of mandibular movement and its center of rotation for nonsurgical correction of anterior open bite via maxillary molar intrusion. *Angle Orthodontist*, 88(5), 538–544. <https://doi.org/10.2319/102317-714.1>
- Kim, Y. H. (1987). Anterior openbite and its treatment with multiloop edgewise archwire. *The Angle orthodontist*, 57(4), 290–321. [https://doi.org/10.1043/0003-3219\(1987\)057<0290:AOAITW>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1043/0003-3219(1987)057<0290:AOAITW>2.0.CO;2)
- Kravitz, N. D., 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. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 135(1), 27–35. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2007.05.018>
- Kuhn, R. J. (1968). Control of anterior vertical dimension and proper selection of extraoral anchorage. *Angle Orthod*, 38(4), 340–349. [https://doi.org/10.1043/0003-3219\(1968\)038<0340:COAVDA>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1043/0003-3219(1968)038<0340:COAVDA>2.0.CO;2)
- Lenzi, J. M., Luiz, A., Dutra, T., Pereira, C. M., & Ayrton De Toledo, O. (2011). Dentistry / Odontologia Etiology and treatment of anterior open bite Etiologia e tratamento da mordida aberta anterior. *J Health Sci Inst*, 29(2), 92–95.
- Li, Y., Zhan, Q., Bao, M., Yi, J., & Li, Y. (2021). Biomechanical and biological responses of periodontium in orthodontic tooth movement: up-date in a new decade. *International Journal of Oral Science*, 13(1). <https://doi.org/10.1038/s41368-021-00125-5>

Liu, L., Zhan, Q., Zhou, J., Kuang, Q., Yan, X., Zhang, X., Shan, Y., Li, X., Lai, W., & Long, H. (2021). Effectiveness of an anterior mini-screw in achieving incisor intrusion and palatal root torque for anterior retraction with clear aligners. *The Angle orthodontist*, *91*(6), 794–803. <https://doi.org/10.2319/120420-982.1>

Lombardo, G., Vena, F., Negri, P., Pagano, S., Barilotti, C., Paglia, L., Colombo, S., Orso, M., & Cianetti, S. (2020). Worldwide prevalence of malocclusion in the different stages of dentition: A systematic review and meta-analysis. *European Journal of Paediatric Dentistry*, *21*(2), 115–122. <https://doi.org/10.23804/ejpd.2020.21.02.05>

Lynch, N. M., Shroff, B., Carrico, C. K., Sawicki, V., Sabol, M., & Lindauer, S. J. (2023). Clear aligner therapy in the mixed dentition: Indications and practitioner perspectives. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics:official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics*, *164*(2), 172–182. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2022.11.018>

Ma, Y. S., Fang, D. Y., Zhang, N., Ding, X. J., Zhang, K. Y., & Bai, Y. X. (2016). Mechanical Properties of Orthodontic Thermoplastics PETG/ PC2858 after Blending. *The Chinese journal of dental research*, *19*(1), 43–48. <https://doi.org/10.3290/j.cjdr.a35696>

Machado, R. M. (2020). Space closure using aligners. *Dental Press Journal of Orthodontics*, *25*(4), 85–100. <https://doi.org/10.1590/2177-6709.25.4.085-100.sar>

Maciel, C. T. V., & Leite, I. C. G. (2005). Aspectos etiológicos da mordida aberta anterior e suas implicações nas funções orofaciais*** Etiological aspects of anterior open bite and its implications to the oral functions. *Pró-Fono Revista de Atualização Científica*, *17*(3), 293–302.

Macri, M., Murmura, G., Varvara, G., Traini, T., & Festa, F. (2022). Clinical Performances and Biological Features of Clear Aligners Materials in Orthodontics. Em *Frontiers in Materials* (Vol. 9). Frontiers Media S.A. <https://doi.org/10.3389/fmats.2022.819121>

Matsumoto, M. A. N., Romano, F. L., Ferreira, J. T. L., & Valério, R. A. (2012). Open bite: diagnosis, treatment and stability. *Brazilian Dental Journal*, *23*(6), 768–778. <https://doi.org/10.1590/S0103-64402012000600024>

Mcgrath, C., Pang, H. N., Lo, E. C. M., King, N. M., Hagg, U., & Samman, N. (2008). Translation and evaluation of a Chinese version of the Child Oral Health-related Quality of Life measure. *International Journal of Paediatric Dentistry*, *18*(4), 267–274. <https://doi.org/10.1111/j.1365-263x.2007.00877.x>

McNamara, J. A., Kramer, K. L., & Juenker, J. P. (1985). Invisible retainers. *Journal of clinical orthodontics : JCO*, *19*(8), 570–578. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3862671>

Meier, B., Wiemer, K. B., & Miethke, R. R. (2003). Invisalign® - Ein Patientenprofil. Auswertung einer prospektiven Befragung. *Journal of Orofacial Orthopedics*, *64*(5), 352–358. <https://doi.org/10.1007/s00056-003-0301-z>

Mishra, P., Singh, U., Pandey, C., Mishra, P., & Pandey, G. (2019). Application of student's t-test, analysis of variance, and covariance. *Annals of Cardiac Anaesthesia*, *22*(4), 407. https://doi.org/10.4103/aca.aca_94_19

- Mizrahi, E. (1978). A review of anterior open bite. *British journal of orthodontics*, 5(1), 21–27. <https://doi.org/10.1179/bjo.5.1.21>
- Moeller, J. L. (2012). Orofacial Myofunctional Therapy: Why Now? *CRANIO®*, 30(4), 235–236. <https://doi.org/10.1179/crn.2012.035>
- Moshiri, S., Araújo, E. A., McCray, J. F., Thiesen, G., & Kim, K. B. (2017). Cephalometric evaluation of adult anterior open bite non-extraction treatment with invisalign. *Dental Press Journal of Orthodontics*, 22(5), 30–38. <https://doi.org/10.1590/2177-6709.22.5.030-038.oar>
- Moyers, R. E. (1991). *Ortodontia*. (4 ed.). Guanabara Koogan.
- Nahoum, H. I. (1964). The vacuum formed dental contour appliance. *NY State Dent*, 30(9), 385–390.
- Nahoum, H. I. (1977). Vertical proportions: a guide for prognosis and treatment in anterior open-bite. *American journal of orthodontics*, 72(2), 128–146. [https://doi.org/10.1016/0002-9416\(77\)90055-0](https://doi.org/10.1016/0002-9416(77)90055-0)
- Ngan, P., & Fields, H. W. (1997). Open bite: a review of etiology and management. *American Academy of Pediatric Dentistry*, 19(2), 91–98.
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., ... Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. Em *The BMJ* (Vol. 372). BMJ Publishing Group. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- Pindoria, J., Fleming, P. S., & Sharma, P. K. (2016). Inter-proximal enamel. *British Dental Journal*, 221(12), 757–763. <https://doi.org/10.1038/sj.bdj.2016.945>
- Pompeia, L. E., Rossetti, R. M., Faria, P. R., Ortolani, C. L. F., & Faltin Junior, K. (2017). Tratamento de mordida aberta anterior com terapia miofuncional – relato de caso. *Orthodontic Science and Practice*, 10(37), 75–81. <https://doi.org/10.24077/2017;1037-01700275>
- Ponitz, R. J. (1971). Invisible retainers. *American Journal of Orthodontics*, 59(3), 266–272. [https://doi.org/10.1016/0002-9416\(71\)90099-6](https://doi.org/10.1016/0002-9416(71)90099-6)
- Prasad, S., Kader, N. A., Sujatha, G., Raj, T., & Patil, S. (2018). 3D printing in dentistry. *Journal of 3D Printing in Medicine*, 2(3), 89–91. <https://doi.org/10.2217/3dp-2018-0012>
- Proffit, W. R., Fields, H. W., & Moray, L. J. (1998). Prevalence of malocclusion and orthodontic treatment need in the United States: estimates from the NHANES III survey. *The International journal of adult orthodontics and orthognathic surgery*, 13(2), 97–106. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9743642>
- Proffit, W. R., Fields, H. W., & Nixon, W. L. (1983). Occlusal Forces in Normal- and Long-face Adults. *Journal of Dental Research*, 62(5), 566–570. <https://doi.org/10.1177/00220345830620051201>

Proffit, W. R., & Mason, R. M. (1975). Myofunctional therapy for tongue-thrusting: background and recommendations. *Journal of the American Dental Association (1939)*, 90(2), 403–411. <https://doi.org/10.14219/jada.archive.1975.0075>

Reichert, I., Figel, P., & Winchester, L. (2014). Orthodontic treatment of anterior open bite: a review article--is surgery always necessary? *Em Oral and maxillofacial surgery* (Vol. 18, Número 3, pp. 271–277). <https://doi.org/10.1007/s10006-013-0430-5>

Richardson, M. E., & Richardson, A. (1993). The effect of extraction of four second permanent molars on the incisor overbite. *Emypttm Journal of OrtSodailia*, 15, 291–296.

Robertson, L. J., & El-Bialy, T. (2022). Non-surgical Treatment of a Late Adolescent Patient with Skeletal Class II Malocclusion Using Clear Aligners: A Case Report. *The Open Dentistry Journal*, 16(1). <https://doi.org/10.2174/18742106-v16-e2206276>

Rossini, G., Parrini, S., Castroflorio, T., Deregibus, A., & Debernardi, C. L. (2015a). Efficacy of clear aligners in controlling orthodontic tooth movement: A systematic review. *Em Angle Orthodontist* (Vol. 85, Número 5, pp. 881–889). Allen Press Inc. <https://doi.org/10.2319/061614-436.1>

Rossini, G., Parrini, S., Castroflorio, T., Deregibus, A., & Debernardi, C. L. (2015b). Periodontal health during clear aligners treatment: A systematic review. *European Journal of Orthodontics*, 37(5), 539–543. <https://doi.org/10.1093/ejo/cju083>

Ryu, J. H., Kwon, J. S., Jiang, H. B., Cha, J. Y., & Kim, K. M. (2018). Effects of thermoforming on the physical and mechanical properties of thermoplastic materials for transparent orthodontic aligners. *Korean Journal of Orthodontics*, 48(5), 316–325. <https://doi.org/10.4041/kjod.2018.48.5.316>

Sabouni, W., Muthuswamy Pandian, S., Vaid, N. R., & Adel, S. M. (2023). Distalization using efficient attachment protocol in clear aligner therapy—A case report. *Clinical Case Reports*, 11(1). <https://doi.org/10.1002/ccr3.6854>

Sarver, D. M., Weissman, S. M., & Birmingham, D. (1995). Nonsurgical treatment of open bite in nongrowing patients. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 8(4), 651–659.

Sassouni, V., & Nanda, S. (1964). Analysis of dentofacial vertical proportions. *American Journal of Orthodontics*, 50(11), 801–823. [https://doi.org/10.1016/0002-9416\(64\)90039-9](https://doi.org/10.1016/0002-9416(64)90039-9)

Schudy, F. F. (1968). The control of vertical overbite in clinical orthodontics. *The Angle orthodontist*, 38(1), 19–39. [https://doi.org/10.1043/0003-3219\(1968\)038<0019:TCOVOI>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1043/0003-3219(1968)038<0019:TCOVOI>2.0.CO;2)

Shah, S. S., Nankar, M. Y., Bendgude, V. D., & Shetty, B. R. (2021). Orofacial myofunctional therapy in tongue thrust habit: A narrative review. *International Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 14(2), 298–303. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10005-1926>

Sheridan, J. J., LeDoux, W., & McMinn, R. (1993). Essix retainers: fabrication and supervision for permanent retention. *Journal of clinical orthodontics : JCO*, 27(1), 37–45. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8478438>

Simon, M., Keilig, L., Schwarze, J., Jung, B. A., & Bourauel, C. (2014). Forces and moments generated by removable thermoplastic aligners: Incisor torque, premolar derotation, and molar distalization. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 145(6), 728–736. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2014.03.015>

Sterne, J. A., Hernán, M. A., Reeves, B. C., Savović, J., Berkman, N. D., Viswanathan, M., Henry, D., Altman, D. G., Ansari, M. T., Boutron, I., Carpenter, J. R., Chan, A. W., Churchill, R., Deeks, J. J., Hróbjartsson, A., Kirkham, J., Jüni, P., Loke, Y. K., Pigott, T. D., ... Higgins, J. P. (2016). ROBINS-I: A tool for assessing risk of bias in non-randomised studies of interventions. *BMJ (Online)*, 355. <https://doi.org/10.1136/bmj.i4919>

Straub, W. J. (1960). Malfunction of the tongue. *American Journal of Orthodontics*, 46(6), 404–424. [https://doi.org/10.1016/0002-9416\(60\)90067-1](https://doi.org/10.1016/0002-9416(60)90067-1)

Subtelny, J. D. (1980). Oral respiration: facial maldevelopment and corrective dentofacial orthopedics. *The Angle orthodontist*, 50(3), 147–164. [https://doi.org/10.1043/0003-3219\(1980\)050<0147:ORFMAC>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1043/0003-3219(1980)050<0147:ORFMAC>2.0.CO;2)

Suh, H., Garnett, B. S., Mahood, K., Boyd, R. L., & Oh, H. (2023). Short-term stability of anterior open bite treatment with clear aligners in adults. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics: official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics*, 164(6), 774–782. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2023.05.026>

Suh, H., Garnett, B. S., Mahood, K., Mahjoub, N., Boyd, R. L., & Oh, H. (2022). Treatment of anterior open bites using non-extraction clear aligner therapy in adult patients. *Korean Journal of Orthodontics*, 52(3), 210–219. <https://doi.org/10.4041/kjod21.180>

Taibah, S. M., & Feteih, R. M. (2007). Cephalometric features of anterior open bite. *World journal of orthodontics*, 8(2), 145–152. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17580508>

Thai, J. K., Araujo, E., McCray, J., Schneider, P. P., & Kim, K. B. (2020). Esthetic perception of clear aligner therapy attachments using eye-tracking technology. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 158(3), 400–409. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2019.09.014>

Timm, L. H., Farrag, G., Baxmann, M., & Schwendicke, F. (2021). Factors influencing patient compliance during clear aligner therapy: A retrospective cohort study. *Journal of Clinical Medicine*, 10(14). <https://doi.org/10.3390/jcm10143103>

Turvey, T. A., Phillips, C., Zaytoun, H. S., & Proffit, W. R. (1988). Simultaneous superior repositioning of the maxilla and mandibular advancement. A report on stability. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics: official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics*, 94(5), 372–383. [https://doi.org/10.1016/0889-5406\(88\)90126-6](https://doi.org/10.1016/0889-5406(88)90126-6)

Upadhyay, M., & Arqub, S. A. (2022). Biomechanics of clear aligners: hidden truths & first principles. *Em Journal of the World Federation of Orthodontists* (Vol. 11, Número 1, pp. 12–21). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/j.ejwf.2021.11.002>

- Urzal, V., Braga, A. C., & Ferreira, A. P. (2014). Diagnostic model of anterior open bite – A new way to predict skeletal type: A cross-sectional study. *International Orthodontics*, 12(3), 358–370. <https://doi.org/10.1016/j.ortho.2014.06.005>
- Urzal, V., & Ferreira, A. P. (2011). *Analysis of the Invisalign system in what concerns its advantages and limitations*. <https://www.researchgate.net/publication/233907293>
- Vig, K. W. L., & Columbus, D. (1998). Nasal obstruction and facial growth: The strength of evidence for clinical assumptions. *Em Am J Orthod Dentofacial Orthop* (Vol. 113).
- Wang, N., Yu, J., Yan, J., & Hua, F. (2023). Recent advances in antibacterial coatings for orthodontic appliances. *Em Frontiers in Bioengineering and Biotechnology* (Vol. 11). Frontiers Media S.A. <https://doi.org/10.3389/fbioe.2023.1093926>
- Wang, Q., Dai, D., Wang, J., Chen, Y., & Zhang, C. (2022). Biomechanical analysis of effective mandibular en-masse retraction using Class II elastics with a clear aligner: a finite element study. *Progress in Orthodontics*, 23(1). <https://doi.org/10.1186/s40510-022-00417-4>
- Wang, X., & Gao, J. (2024). Clear aligner treatment assisted by mini screw for an adult with Class II division 2 malocclusion and a right upper canine completely outside of the dental arch: A case report. *International Orthodontics*, 22(1), 100837. <https://doi.org/10.1016/j.ortho.2023.100837>
- Weir, T. (2017). Clear aligners in orthodontic treatment. *Australian Dental Journal*, 62, 58–62. <https://doi.org/10.1111/adj.12480>
- Wong, B. H., Scholz, R. P., & Turpin, D. L. (2002). Invisalign A to Z. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 121(5), 540–541. <https://doi.org/10.1067/mod.2002.123036>
- Zhang, N., Bai, Y., Ding, X., & Zhang, Y. (2011). Preparation and characterization of thermoplastic materials for invisible orthodontics. *Dental Materials Journal*, 30(6), 954–959. <https://doi.org/10.4012/dmj.2011-120>