



UNIVERSIDADE
FERNANDO
PESSOA

COMPARAÇÃO DOS TRATAMENTOS ORTODÔNTICOS: CONVENCIONAL E LINGUAL – REVISÃO NARRATIVA

[Comparison of conventional and lingual orthodontic treatments – narrative review]

Dissertação de Mestrado

[Mestrado Integrado em Medicina Dentária]

Rodolphe Niels Jourdan

Orientadora:

Doutora Vanda Maria Urzal de Carvalho

Março, 2025

**COMPARAÇÃO DOS TRATAMENTOS ORTODÔNTICOS:
CONVENCIONAL E LINGUAL – REVISÃO NARRATIVA**

[Comparison of conventional and lingual orthodontic treatments – narrative review]

Dissertação de Mestrado

[Mestrado Integrado em Medicina Dentária]

Rodolphe Niels Jourdan

Orientadora:

Doutora Vanda Maria Urzal de Carvalho

Março, 2025

À minha mãe, cujo apoio inabalável e amor incomensurável têm sido os verdadeiros pilares deste sucesso. Desde o início desta viagem, esteve presente em cada passo do caminho, oferecendo o seu encorajamento, a sua paciência e os seus sábios conselhos. Sacrificou o seu tempo e energia para me ajudar a superar desafios e a manter o foco. O seu amor incondicional e a sua fé em mim têm sido fontes inestimáveis de força e motivação. Esta tese é um reflexo de tudo o que fez por mim, e estou-lhe eternamente grato pela sua dedicação.

Ao meu pai, cuja memória continua a iluminar os meus passos apesar da sua ausência. O seu amor, sabedoria e apoio inabalável foram fontes de força durante toda a minha vida. Ensinou-me a importância da resiliência e do compromisso em tudo o que fazíamos. Embora já não esteja fisicamente comigo, a sua presença continua a guiar-me e a inspirar-me. Esta tese é-lhe dedicada, em homenagem à profunda influência que teve na minha carreira e à força que sempre representou. A sua memória vive em mim em todas as fases do meu sucesso.

À minha irmã, que continua brilhantemente os seus estudos em Farmácia em Portugal. O seu empenho e determinação na sua jornada académica, são uma fonte constante de inspiração para mim. Apesar da distância, partilhámos momentos preciosos e trocas enriquecedoras, que reforçaram a minha convicção nas minhas escolhas. A sua capacidade de conciliar as exigências dos seus estudos, e ao mesmo tempo manter o equilíbrio na sua vida pessoal, mostrou-me o verdadeiro significado da perseverança. Esta tese é também uma homenagem à sua coragem e resiliência.

A minha namorada Kiberlaine, com quem tive o privilégio de partilhar esta emocionante aventura de estudar no estrangeiro. O seu apoio inabalável, compreensão e amor foram companheiros essenciais ao longo desta caminhada. Juntos enfrentamos desafios, celebramos sucessos e encontramos conforto em momentos difíceis. A sua presença transformou esta experiência numa viagem inesquecível, e por isso lhe estou profundamente grato. Esta tese é também o resultado da nossa aventura comum e guardo com carinho cada momento que partilhámos.

Ao meu avô materno, cuja presença e constante envolvimento na minha vida foram motores essenciais no meu percurso. O seu apoio e incentivo permitiram-me acreditar em mim mesmo e seguir em frente com confiança. A sua dedicação e amor tiveram um impacto profundo na minha vida, guiando-me em cada passo do caminho e ajudando-me a alcançar os objetivos que estabeleci para mim próprio. Este sucesso também é seu, e

presto-lhe homenagem por tudo o que fez por mim.

Ao meu avô paterno, cuja paixão pela medicina dentária e excelência na profissão influenciaram muito o meu percurso. O seu amor pela precisão e dedicação inspirou-me e guiou-me ao longo dos meus estudos. Esta tese é também uma homenagem à herança que me transmitiu e à paixão que despertou em mim por esta profissão.

A todos os meus amigos, pela presença e apoio inabalável ao longo deste percurso. Foram companheiros valiosos nesta aventura, proporcionando encorajamento, conselhos e momentos de descanso. A amizade, trocas e compreensão foram essenciais para ultrapassar momentos difíceis e celebrar sucessos. Esta tese também lhes é dedicada, em reconhecimento do importante papel que desempenharam nesta caminhada. O seu apoio foi uma fonte de motivação e alegria, e estou profundamente grato por os ter tido ao meu lado.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço profundamente à minha professora orientadora deste estudo, Vanda Maria Urzal de Carvalho, pelo seu valioso contributo, paciência e inspiração. A sua *expertise* e a sua paixão pelo tema foram fatores determinantes na realização deste trabalho.

Agradeço também a todos os docentes e funcionários da Faculdade Fernando Pessoa pela aposta inabalável na excelência académica e na investigação, bem como a todos os professores e profissionais de saúde em Medicina Dentária que, através do seu apoio constante e aconselhamento esclarecido, foram pilares essenciais ao longo dos meus estudos.

Agradeço imenso à minha família e aos meus entes queridos pelo apoio inabalável, compreensão e incentivo ao longo desta caminhada. O seu amor e paciência foram fontes inestimáveis de força e motivação. Obrigado do fundo do coração por sempre acreditarem em mim.

Também não posso ignorar os agradecimentos dos meus colegas clínicos com quem muito partilhei e mais particularmente do meu binómio Zakaria Oubihi. A nossa troca de ideias, bem como o nosso apoio mútuo, foram essenciais para o meu sucesso, e permitiram-me ultrapassar momentos difíceis da minha vida.

Agradeço também a todas as pessoas que contribuíram direta ou indiretamente para o sucesso deste projeto. A sua influência e apoio foram profundamente apreciados e nunca serão esquecidos.

RESUMO

Introdução: A má-oclusão é uma condição que abrange uma variedade de alterações, não só a nível dentário como alveolar e esquelético, podendo resultar em alterações funcionais e/ou estéticas. Existem diferentes tipos de más-oclusões, classificadas de acordo com os três planos do espaço. O seu tratamento varia dependendo da gravidade, podendo passar pelo uso de aparelhos ortodônticos ou cirurgia ortognática em casos mais severos.

Objetivo: A presente revisão narrativa teve como objetivo a comparação entre o tratamento ortodôntico convencional e o tratamento ortodôntico lingual e a sua eficácia.

Metodologia: A pesquisa bibliográfica realizou-se nas seguintes bases de dados: PubMed, *Cochrane Library*, LILACS e Elsevier, de artigos publicados nos últimos dez anos, em qualquer idioma, utilizando os operadores booleanos AND e OR, com a conjugação dos seguintes termos: *malocclusion*, *efficacy*, *lingual fixed appliance* e *conventional fixed appliance*. Foi realizada uma revisão da literatura para avaliar e comparar os resultados das duas abordagens terapêuticas.

Resultados: O tratamento ortodôntico da má oclusão pode ser realizado através de diferentes técnicas, sendo as mais comuns a utilização de aparelhos convencionais e aparelhos linguais. A escolha entre estas opções depende de vários fatores, como a complexidade do caso, a preferência estética do paciente e a experiência do profissional. Os aparelhos convencionais, com braquetes metálicos ou cerâmicos, fixos na face vestibular dos dentes, são amplamente utilizados por serem eficazes, versáteis e acessíveis. Estudos mostraram que estes aparelhos oferecem maior controlo sobre a movimentação dentária e permitem correções complexas da má oclusão, com uma boa previsibilidade dos resultados. Contudo, podem ser considerados menos estéticos, o que leva alguns pacientes a procurarem alternativas mais discretas. Por outro lado, o tratamento ortodôntico lingual, onde os braquetes são colocados na face lingual/palatina, oferece uma solução estética, uma vez que os aparelhos não são visíveis. Neste estudo verificou-se que o tratamento ortodôntico lingual pode ser igualmente eficaz na correção de vários tipos de má oclusão, mas apresenta alguns desafios técnicos. A sua colocação e manutenção são mais complexas, exigindo maior habilidade do profissional, e pode ser menos confortável para o paciente, especialmente no início. Além disso, o custo tende a ser mais elevado, devido à personalização dos braquetes e ao maior tempo necessário para ajustes. **Conclusão:** Ambas as técnicas ortodônticas, lingual e convencional, apresentam eficácias semelhantes nos resultados clínicos finais. Apesar de pequenas diferenças na eficácia inicial e na duração do tratamento, ambas as técnicas oferecem resultados comparáveis. A escolha deve basear-se nas necessidades e preferências do paciente, sendo a ortodontia lingual uma opção válida e eficaz, especialmente para quem procura soluções estéticas discretas.

Palavras-chave: “má oclusão”; “ortodontia”; “tratamento ortodôntico”; “ortodôntia lingual”; “ortodôntia convencional”.

ABSTRACT

Introduction: Malocclusion is a condition that encompasses a variety of alterations, not only at the dental level but also at the alveolar and skeletal level, and may result in functional and/or aesthetic changes. There are different types of malocclusions, classified according to the three spatial planes. Their treatment varies depending on the severity, and may involve the use of orthodontic appliances or orthognathic surgery in more severe cases. **Objective:** This narrative review aimed to compare conventional orthodontic treatment and lingual orthodontic treatment and their effectiveness. **Methodology:** The bibliographic search was carried out in the following databases: PubMed, Cochrane Library, LILACS and Elsevier, for articles published in the last ten years, in any language, using the Boolean operators AND and OR, with the combination of the following terms: malocclusion, efficacy, lingual fixed appliance e convencional fixed appliance. A literature review was conducted to evaluate and compare the results of the two therapeutic approaches. **Results:** Orthodontic treatment of malocclusion can be performed using different techniques, the most common being the utilisation of conventional braces and lingual braces. The choice between these options depends on several factors, such as the complexity of the case, the aesthetic preference of the patient, and the experience of the professional. Conventional braces, (metal or ceramic), fixed to the vestibular surface of the teeth, are widely used because they are effective, versatile, and affordable. Studies showed that these braces offer greater control over tooth movement, and allow complex corrections of malocclusion with good predictability of results. However, they may be considered less aesthetic, which leads some patients to seek more discreet alternatives. On the other hand, lingual orthodontic treatment, where the brackets are placed on the lingual, palatal surface of the teeth, offers an aesthetic solution, since the devices are not visible. This study, it was found that orthodontic lingual treatment can be equally effective in correcting various types of malocclusions, but it presents some technical challenges. Its placement and maintenance are more complex, requiring greater skill from the professional, and it can be less comfortable for the patient, especially at first. In addition, the cost tends to be higher, due to the customization of the brackets and the longer time required for adjustments. **Conclusion:** Both lingual and conventional orthodontic techniques demonstrate comparable effectiveness in achieving final clinical outcomes. Despite minor differences in initial efficacy and treatment duration, both approaches yield similar results. The choice between the two should be guided by the patient's individual needs and preferences, with lingual orthodontics being a valid and effective option, particularly for those seeking discreet aesthetic solutions.

Keywords: “malocclusion”; “orthodontics”; “orthodontic treatment”; “lingual orthodontics”; “conventional orthodontics”

ÍNDICE GERAL

1. Introdução	1
1.1. Objetivos do tratamento ortodôntico	1
1.2. Evolução dos aparelhos ortodônticos	7
1.2.1. Aparelhos vestibulares:	7
2. Tipos de tratamentos ortodônticos	15
2.1 Tratamento ortodôntico convencional	15
2.1.1 Características.....	15
2.1.2 Materiais e técnicas utilizadas	16
2.2 Tratamento ortodôntico lingual	20
2.2.1 Características.....	20
2.2.2 Técnicas utilizadas.....	23
2.2.3 Vantagens e desvantagens do tratamento ortodôntico lingual	26
3. Estudos obtidos sobre a eficácia dos tratamentos convencionais e linguais	33
3.1. <i>Comparison of the efficacy of tooth alignment among lingual and vestibular brackets: an in vitro study</i> (Alobeid et al., 2018)	33
3.2. <i>Clinical outcomes of lingual fully customized vs vestibular straight wire systems</i> (Ata-Ali et al., 2020).....	34
4. Discussão	37
5. Conclusão	39
6. Referencias bibliográficas	41

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1	Comparação entre o paradigma de Angle e o paradigma de tecidos moles...	7
----------	---	---

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS, SÍMBOLOS E ACRÓNIMOS

3D: Três dimensões

": *Inches*

ABO: *American Board of Orthodontics*

ATM: Articulação temporo-mandibular

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

CLASS: *Custom lingual appliance set-up service system*

DTM: Disfunções temporo-mandibulares

GBI: *Gingival bleeding index*

ID: Índice de discrepância

LSW: *Lingual straight wire*

MIM: *Metal-injected-molded*

NHANES III: *National Health and Nutrition Estimates Survey III*

Niti: Níquel-titânio

PI: *Plaque index*

SWA: *Straight wire appliance*

TARG: *Torque angulation reference guide*

TO: Tratamento ortodôntico

TOP: *Transfer optimized positioning*

WSL: *White spot lesions*

1. Introdução

1.1. Objetivos do tratamento ortodôntico

Conceito de má-oclusão - O tratamento ortodôntico (TO) precoce tem raízes antigas, com evidências de aparelhos ortodônticos primitivos encontrados em materiais gregos e etruscos datados de 1000 A.C. No século XVIII e XIX, começaram-se a desenvolver dispositivos para a movimentação dos dentes, usados esporadicamente. Após 1850, surgiram textos sobre a ortodontia, sendo o mais notável o *Oral Deformities* de Norman Kingsley, pioneiro no uso de forças extraorais para corrigir dentes projetados e no tratamento de fendas palatinas (Proffit et al., 2012). No entanto, nessa época, o foco principal era o alinhamento dentário e as proporções faciais, com pouca atenção para as relações oclusais. Extrações eram comuns devido à prevalência de problemas dentários, e eram raras as dentições completas. No final do século XIX, o desenvolvimento de conceitos de oclusão protética abriu caminho para a sua aplicação na dentição natural. Edward H. Angle, considerado o “pai da ortodontia moderna”, contribuiu significativamente para o estabelecimento da ortodontia como especialidade, focando-se na oclusão dentária normal e no tratamento necessário para a obter (Canal et al., 2016).

A classificação de Angle - Para as más oclusões, desenvolvida na década de 1890, representou um avanço significativo na ortodontia. Esta classificação subdividiu os principais tipos de más oclusões, e forneceu a primeira definição clara e simples de oclusão normal, na dentição natural. Segundo o postulado de Angle, o primeiro molar superior era a chave para a oclusão, devendo relacionar-se com o molar inferior de forma que a cúspide mesio-vestibular do molar superior ocluisse no sulco vestibular do molar inferior. Quando os dentes estavam dispostos numa linha de oclusão suavemente curva e essa relação molar era observada, resultava uma oclusão normal. Este conceito, simplificou o entendimento da oclusão normal, salvo em casos de variações no tamanho dos dentes (Proffit et al., 2012; Graber et al., 2016).

Angle descreveu três classes de más oclusões, baseando-se nas relações oclusais dos primeiros molares. **A Classe I** referem-se à posição relativa das arcadas dentárias no sentido mesio-distal, considerada normal, com os primeiros molares geralmente em oclusão correta, embora alguns possam apresentar uma oclusão lingual ou vestibular. Os casos classificados como Classe I são significativamente mais numerosos em relação as outras classes, abrangendo desde uma leve sobreposição de um único incisivo até

situações complexas que envolvendo o posicionamento de todos os dentes, em ambas as arcadas (Angle, 1899).

Nas **Classe II**, as relações mesiodistais dos maxilares e dos arcos dentários apresentam alterações, com todos os dentes inferiores posicionados distalmente em relação ao normal, numa distância equivalente à largura de um pré-molar. Isso resulta numa desarmonia significativa na região dos incisivos e no contorno facial. Esta Classe é dividida em duas divisões principais, cada uma com uma subdivisão. A **primeira divisão** caracteriza-se por um estreitamento do arco superior, incisivos superiores mais longos e projetados, além de funções atípicas dos lábios, obstrução nasal e respiração oral. Na subdivisão da primeira categoria, apenas uma metade lateral do arco inferior está em oclusão distal, enquanto a outra mantém uma relação normal. A **segunda divisão** apresenta menor estreitamento do arco superior, inclinação lingual dos incisivos superiores e algum agrupamento destes dentes. Diferentemente da primeira, está associada a uma função nasal e labial normal. Na subdivisão da segunda divisão, uma das metades laterais do arco inferior está em oclusão distal, enquanto a outra permanece com uma relação padrão (Angle, 1900).

Na Classe III a relação entre as arcadas dentárias é alterada, com todos os dentes inferiores posicionados de forma mesial em relação ao padrão normal, apresentando um deslocamento equivalente à largura de um pré-molar ou, em casos mais severos, ainda maior. O posicionamento dos dentes dentro das arcadas pode variar significativamente, desde alinhamentos relativamente uniformes, até casos com apinhamento e sobreposições acentuadas, especialmente na arcada superior. Os incisivos e caninos inferiores frequentemente exibem uma inclinação lingual, que tende a aumentar com o tempo, devido à pressão exercida pelo lábio inferior na tentativa de fechar a boca. A desproporção no tamanho das arcadas é geralmente causada por um desenvolvimento assimétrico dos ossos maxilares, sendo o ângulo mandibular mais obtuso do que o normal, ou pelo crescimento excessivo do corpo da mandíbula. Nalgumas situações, esse crescimento pode ser localizado em áreas específicas da mandíbula. Um exemplo é o caso em que ambas as metades laterais apresentam aumento entre os pré-molares, com um lado exibindo um espaço maior do que a largura de um pré-molar, enquanto o outro lado tem um espaço menor. Noutros casos a forma geral da mandíbula pode parecer normal, mas a protrusão decorre de uma posição mais anterior da articulação temporo-mandibular (ATM) do que o habitual, possivelmente causada pelo deslizamento gradual dos côndilos

e alterações nas fossas articulares. Independentemente da causa, todos os casos dessa Classe apresentam alterações faciais perceptíveis que, em situações extremas, podem resultar em deformidades significativas. Esta Classe pode possuir ainda uma subdivisão em que as características são semelhantes às da Classe principal, mas com desarmonia menos evidente, afetando apenas uma das metades laterais, enquanto a outra mantém-se sem alterações. Existe também uma possível variação, onde uma metade lateral está em oclusão mesial e a outra em oclusão distal, mas esses casos são extremamente raros e não necessitam de maior detalhe (Angle, 1899).

As características da má oclusão analisadas no *National Health and Nutrition Estimates Survey III* (NHANES III) incluíram o índice de irregularidade, que avalia o alinhamento dos incisivos; a frequência de diastemas na linha média com mais de 2 mm de largura; e a ocorrência de mordida cruzada posterior, foram medidos o *overjet* e o *overbite* (Proffit et al., 2012).

A irregularidade dos incisivos é comumente avaliada através do índice de irregularidade, que consiste na soma das distâncias, medidas em milímetros, entre o ponto de contacto atual de cada incisivo e o local onde este deveria estar, como indicado por linhas de referência. O diastema refere-se a um espaço existente entre dentes adjacentes. É bastante frequente na linha média maxilar, sobretudo durante a dentição mista na infância, e tende a diminuir ou desaparecer com a erupção dos caninos permanentes. A correção espontânea de um diastema infantil é mais provável quando a sua largura é inferior a 2 mm (Proffit et al., 2012).

A mordida cruzada posterior caracteriza-se pelo posicionamento dos dentes posteriores maxilares mais próximos da região lingual em relação aos dentes posteriores mandibulares. Geralmente, essa condição está associada a uma arcada dentária maxilar estreita, embora possam existir outras possíveis causas (Proffit et al., 2012).

O *overjet* corresponde à sobreposição horizontal dos incisivos. Normalmente, os incisivos superiores estão levemente à frente dos inferiores, com uma diferença equivalente à espessura dos bordos incisivos, geralmente entre 2 e 3 mm. Quando ocorre o contrário, e os incisivos inferiores estão posicionados à frente dos superiores, e essa condição é conhecida como o *overjet* invertido ou a mordida cruzada anterior (Proffit et al., 2012).

O *overbite* refere-se à sobreposição vertical entre os incisivos. Em condições normais, os bordos dos incisivos inferiores entram em contacto com a superfície lingual dos incisivos

superiores, geralmente ao nível ou ligeiramente acima do cingulo, com valores normais variando entre 1 e 2 mm. Por outro lado, na mordida aberta, não há sobreposição vertical, sendo a distância vertical entre os incisivos utilizada para avaliar a gravidade da condição (Proffit et al., 2012).

Conceito de normocclusão - Com a introdução do conceito de oclusão normal e a criação de uma classificação que incluísse a linha de oclusão, no início do século XX, a ortodontia expandiu o seu foco, deixando de se restringir ao simples alinhamento de dentes irregulares. Passou a englobar o tratamento das más oclusões, definidas como qualquer desvio em relação ao padrão oclusal ideal descrito por Angle que abandonou o uso de forças extraorais, acreditando que estas não eram necessárias para se obter relações oclusais adequadas. Angle postulou que a melhor estética era sempre alcançada com uma oclusão ideal (Proffit et al., 2012).

O surgimento da radiografia cefalométrica, amplamente adotada após a Segunda Guerra Mundial, trouxe aos ortodontistas a possibilidade de avaliar com precisão as mudanças nas posições dentárias e maxilares decorrentes do crescimento e dos tratamentos. Descobriu-se que muitas más oclusões Classes II e III tinham origem em relações maxilares inadequadas, e não apenas em posicionamentos dentários incorretos. Na Europa, foi desenvolvida a ortopedia funcional dos maxilares para influenciar o crescimento, enquanto nos Estados Unidos utilizavam-se forças extraorais com o mesmo propósito. Atualmente, ambas as abordagens são aplicadas globalmente para controlar e modificar o crescimento e a morfologia das estruturas maxilares. A correção ou a melhoria das relações maxilares tornou-se o objetivo principal nos tratamentos ortodônticos ao longo do século XX. As metas do tratamento também evoluíram, passando a priorizar as proporções faciais e a influência da dentição na estética, conceitos que agora estão formalizados no paradigma dos tecidos moles (Canal & Salvadori, 2008; Proffit et al., 2012; Graber et al., 2016).

O paradigma de tecidos moles - Um paradigma pode ser entendido como um conjunto de princípios e pressupostos que orientam uma área específica da ciência ou prática clínica. O paradigma dos tecidos moles propõe que os objetivos e as limitações dos tratamentos ortodônticos e ortognáticos modernos, sejam guiados principalmente pelos tecidos moles faciais, em vez de se concentrarem exclusivamente nos dentes e ossos. Esta abordagem representa uma mudança significativa em relação ao paradigma de Angle, predominante no século XX, e altera de forma profunda os objetivos, o diagnóstico e o

planeamento dos tratamentos. Com a adoção deste novo paradigma, o foco do TO recai mais sobre o exame clínico detalhado, diminuindo foco exclusivo do estudo de modelos dentários e radiografias. Essa mudança possibilita o desenvolvimento de planos de tratamento que, no passado, não seriam considerados viáveis (Canal & Salvadori, 2008; Proffit et al., 2012).

O objetivo principal dos TO é dar prioridade às relações e adaptações dos tecidos moles, em vez do foco ser exclusivamente na oclusão ideal, descrita por Angle. As proporções dos tecidos moles faciais, assim como a posição dos dentes em relação aos lábios e à face, desempenham um papel fundamental na estética facial e na estabilidade dos resultados ortodônticos. Dessa forma, a procura pela oclusão ideal pode ser relegada a um objetivo secundário, sempre que isso for mais benéfico para o paciente (Canal & Salvadori, 2008; Proffit et al., 2012).

O objetivo secundário dos TO é de assegurar uma oclusão funcional, que tendo em consideração o impacto sobre os tecidos moles. As disfunções temporo-mandibulares (DTM), frequentemente associadas à oclusão dentária, muitas vezes têm origem em alterações nos tecidos moles provocados pelo bruxismo. O planeamento ortodôntico deve procurar reduzir o risco dessas lesões, permitindo, quando necessário, desvios em relação à oclusão ideal de Angle, desde que isso ofereça vantagens para o paciente (Canal & Salvadori, 2008; Proffit et al., 2012).

O objetivo terciário dos TO é o de inverter a lógica do processo de pensamento. No passado, a atenção estava voltada principalmente para as relações dentárias e esqueléticas, partindo do pressuposto de que os tecidos moles se ajustariam automaticamente. Atualmente, a prioridade é estabelecer como os tecidos moles devem estar harmonizados e, a partir disso, ajustar os dentes e os maxilares para atingir esses objetivos. Essa abordagem centrada nos tecidos moles promove um TO mais individualizado e completo, focado nas necessidades específicas de cada paciente (Canal & Salvadori, 2008; Proffit et al., 2012).

Na Tabela 1 comparasse o paradigma de Angle com o paradigma dos tecidos moles nos diversos parâmetros.

Tabela 1

Comparação entre o paradigma de Angle e o paradigma de tecidos moles

Parâmetro	Paradigma de Angle	Paradigma dos tecidos moles
Objetivo primário do TO	Oclusão dentária ideal	Proporções e adaptações normais dos tecidos moles
Objetivo secundário do TO	Relações ideais dos maxilares	Oclusão funcional
Relação tecidos moles/duros	Proporções ideais dos tecidos duros produzem tecidos moles ideais	Proporções ideais dos tecidos moles definem os tecidos duros ideais
Ênfase diagnóstica	Modelos dentários, radiografias cefalométricas	Exame clínico dos tecidos moles intraorais e faciais
Abordagem do tratamento	Relações dentárias e esqueléticas ideais, assumindo que os tecidos moles estejam adequados	Relações ideais dos tecidos moles e, em seguida, posicionar os dentes e maxilares conforme necessário para alcançar esse objetivo
Ênfase na função	Articulação temporomandibular em relação à oclusão dentária	Movimento dos tecidos moles em relação à exposição dos dentes
Estabilidade do resultado	Relacionado principalmente com a oclusão dentária	Relacionado principalmente com os efeitos de pressão/equilíbrio dos tecidos moles

O TO moderno incorpora o uso de diferentes aparelhos, tanto removíveis como fixos, frequentemente combinados com dispositivos extraorais. Apesar das variações no *design*,

todos têm como base a aplicação de forças controladas sobre os dentes e estruturas adjacentes, resultando principalmente em movimentos no sistema dentoalveolar. Por meio dos dentes, é possível transferir forças ao osso alveolar de forma não invasiva e com baixo risco de trauma. Além disso, outras estruturas, como as suturas e a ATM, podem ser influenciadas por técnicas de ortopedia dentofacial. A terapia combina a movimentação dentária, característica da ortodontia, com a reposição relativa dos ossos, proporcionada pela ortopedia, para se atingir os objetivos do TO. A resposta biomecânica ao tratamento depende de fatores como a intensidade, direção e frequência das forças aplicadas. O objetivo das forças ortodônticas ideais é estimular uma resposta celular eficiente e estabilizar os tecidos, enquanto forças inadequadas podem levar a efeitos adversos nos tecidos tratados (Graber et al., 2016).

1.2. Evolução dos aparelhos ortodônticos

1.2.1. Aparelhos vestibulares:

No final do século XIX, Angle desenvolveu o primeiro aparelho ortodôntico, conhecido como *E-Arch*. Este dispositivo consistia em bandas fixas nos molares e um arco vestibular grosso que contornava a arcada, ajustado por meio de um parafuso para expandir o perímetro. Apesar da sua simplicidade e da sua utilização prolongada até à década de 1980, o aparelho apresentava limitações, a aplicação de forças pesadas e intermitentes resultava apenas na inclinação dos dentes, sem controlo tridimensional (Canal & Salvadori, 2008; Proffit et al., 2012).

Para superar as limitações do aparelho *E-Arch*, Angle desenvolveu o sistema *Pin and Tube*. Este método utilizava bandas fixadas noutros dentes e incorporava um tubo vertical, no qual era inserido um pino ligado a um arco menor. O movimento dos dentes era realizado ajustando o posicionamento dos pinos em cada consulta. Embora o sistema oferecesse uma precisão teórica considerável, na prática clínica revelou-se pouco viável devido à rigidez do arco principal, e à necessidade constante de ajustes, além de exigir um elevado nível de habilidade técnica do ortodontista (Canal & Salvadori, 2008).

Posteriormente, Angle desenvolveu o *Ribbon Arch*, um sistema que incorporava uma ranhura vertical retangular e utilizava um arco de ouro fino com calibre de (10"×20"). Este *design* trouxe avanços no alinhamento dentário, aproveitando as propriedades elásticas do arco. No entanto, o sistema apresentava limitações no controlo das raízes,

uma vez que o arco não era capaz de gerar os momentos necessários para realizar movimentos de torque eficazes. (Proffit et al., 2012).

Para superar as limitações do *Ribbon Arch*, Angle desenvolveu o *Edgewise* modificando a orientação da ranhura de vertical para horizontal, permitindo o uso de um arco retangular (22”×28”) feito de metal precioso. Este novo design, introduzido em 1928, ofereceu um excelente controlo da posição das coroas e raízes dentárias nos três planos do espaço, estabelecendo-se como o padrão na terapia ortodôntica fixa durante várias décadas (Canal & Salvadori, 2008; Proffit et al., 2012).

Antes do desenvolvimento dos sistemas de Angle, os aparelhos removíveis eram amplamente utilizados, mas apresentavam limitações significativas na precisão dos movimentos dentários. Outros sistemas da época, como o *Labiolingual* e o *Twin Wire*, faziam uso de combinações de arcos vestibulares e linguais ou de arcos duplos de aço fino. Embora possibilitassem certos movimentos, esses aparelhos não conseguiam garantir um controlo adequado das raízes dentárias, levando ao seu abandono progressivo na prática ortodôntica moderna (Canal & Salvadori, 2008; Proffit et al., 2012).

Aparelho Begg - Embora Angle fosse um defensor da expansão em vez das extrações, para tratar apinhamentos dentários, o aparelho *Edgewise* acabou por se consolidar como uma ferramenta ideal para tratamentos com extração, devido ao seu controlo preciso da posição das raízes. Nos Estados Unidos, Charles Tweed, um dos últimos alunos de Angle, adaptou o aparelho *Edgewise* para tratamentos com extrações, implementando uma técnica em duas fases: primeiro, a retração dos caninos, seguida pela retração dos incisivos (Canal & Salvadori, 2008; Proffit et al., 2012). Após adquirir conhecimentos sobre o uso do *Ribbon Arch*, Raymond Begg desenvolveu uma adaptação própria. Ele substituiu o arco de metal precioso por um fio de aço inoxidável redondo e altamente resistente, manteve os braquetes do *Ribbon Arch* invertidos, orientando a ranhura em direção à gengiva, e incluiu molas auxiliares para otimizar o controlo das raízes. Essa modificação reduzia o atrito e melhorava a eficiência no controlo dos movimentos dentários. O *aparelho Begg*, eficaz no alinhamento e posicionamento de coroas e raízes em todos os planos do espaço, continua a ser utilizado, frequentemente em versões híbridas, que incorporam braquetes compatíveis com fios retangulares para finalizações mais precisas (Canal & Salvadori, 2008).

Evolução do aparelho Edgewise - Na década de 1960, o *aparelho Begg* tornou-se amplamente utilizado devido à sua eficácia e à redução do tempo necessário para

consultas clínicas. Entretanto, o sistema *Edgewise* passou por uma evolução significativa desde a sua criação, estabelecendo-se como o padrão universal em ortodontia, devido à sua maior eficiência. Entre as inovações mais relevantes, destacou-se: o controle automático da rotação. Inicialmente, o controle rotacional dos dentes exigia o uso de ligaduras adicionais. Atualmente, braquetes com aletas duplas possibilitam o controle rotacional sem a necessidade de acessórios extras (Proffit et al., 2012).

A redução do tamanho da ranhura de 22 para 18 polegadas representou um avanço importante. Hoje, existem dois sistemas modernos de *Edgewise*, utilizados de forma específica conforme o tamanho da ranhura (Proffit et al., 2012).

Prescrição de ***Straight-wire*** - Nos anos 1980, Andrews desenvolveu braquetes projetados para cada dente, eliminando a necessidade de realizar múltiplas dobras nos arcos para corrigir diferenças anatômicas. Atualmente, as variações na espessura dos dentes e na inclinação radicular já são ajustadas diretamente nos braquetes. Essas melhorias reduziram a necessidade de ajustes constantes, aumentando a eficiência clínica e a precisão dos tratamentos. Embora as prescrições embutidas nos braquetes modernos sejam baseadas em médias populacionais e funcionem bem para a maioria dos pacientes, podem apresentar limitações em casos mais específicos ou atípicos (Proffit et al., 2012).

O sistema *Edgewise* continua a evoluir, com versões comercialmente disponíveis que oferecem combinações de precisão, flexibilidade e eficiência, atendendo às necessidades da ortodontia contemporânea (Canal & Salvadori, 2008).

No contexto do TO atual, utilizam-se uma ampla gama de aparelhos, tanto removíveis como fixos, que podem ser combinados com dispositivos extraorais. Apesar das suas diferenças no *design*, todos têm o propósito de aplicar forças controladas aos dentes e estruturas adjacentes, promovendo alterações no sistema dentoalveolar, que permitam o movimento dentário. Além disso, outras estruturas, como as suturas e a ATM, podem ser influenciadas por técnicas de ortopedia dentofacial. Forças ortodônticas bem ajustadas têm como objetivo estimular uma resposta celular eficiente e estabilizar os tecidos tratados, enquanto forças inadequadas podem gerar reações biológicas indesejadas (Graber et al., 2016).

A Técnica lingual foi introduzida na década de 1970, com os trabalhos pioneiros de Kurz e Fujita, que começaram a reposicionar braquetes originalmente destinados à face vestibular, na superfície lingual dos dentes. Em 1973, Kurz desenvolveu um sistema de

múltiplos braquetes linguais, adaptando braquetes padrão de aço inoxidável para as zonas posteriores, e de plástico, do tipo Lee-Fischer, para as zonas anteriores, para serem aplicados na face lingual. Em 1976, Kurz e Fujita, registaram de forma independente uma patente para braquetes linguais, nos Estados Unidos e no Japão, respetivamente. Os resultados dos seus estudos foram publicados em 1978 e 1979 (Canal & Salvadori, 2008).

Em 1979, Fujita apresentou uma inovação importante: um aparelho lingual baseado na técnica *Edgewise*. Este sistema incluía braquetes projetados especificamente para a face lingual e arcos moldados em forma de cogumelo, chamados de *mushroom arch*. Estes arcos possuíam um ajuste entre o canino e o pré-molar, conhecido como o *in-set*, que compensava as diferenças de primeira ordem, na face lingual. Com o passar do tempo, os braquetes utilizados na técnica lingual foram aprimorados, permitindo uma maior variedade de opções para inserção nas ranhuras (Canal & Salvadori, 2008).

Nos anos 1980, a empresa Ormco desempenhou um papel fundamental na evolução da técnica lingual. Nos Estados Unidos, foi formada a equipa *Lingual Task Force*, composta por engenheiros e ortodontistas, incluindo especialistas como Gorman, Hilgers, Kurz, Scholz e Smith. Sob a liderança de Kurz, o grupo trabalhou para refinar a técnica lingual, desenvolvendo novos *designs* de braquetes, estudando a biomecânica aplicada, criando sequências de arcos e identificando os casos mais indicados para este tipo de abordagem. Em 1981, a equipa lançou o *Torque angulation reference guide* (TARG), e no ano seguinte apresentou a técnica lingual pela primeira vez na Europa. O TARG foi considerado um avanço significativo na ortodontia lingual, permitindo o posicionamento consistente e preciso dos braquetes em duas dimensões. No entanto, o método não englobava fatores como a espessura vestibulo-lingual ou a distância entre a “garganta” do braquete e a face vestibular, o que exigia ajustes adicionais de primeira ordem (Canal et al., 2016).

Simultaneamente desenvolveram-se outros dispositivos os quais contribuíram para o progresso da técnica lingual. Em 1980, foi desenvolvida uma terceira geração de braquetes com base na técnica *Edgewise*, criada pela empresa Unitek introduzindo a *Técnica de Kelly*. Este desenvolvimento não representava exatamente uma abordagem totalmente nova, mas sim um conjunto de adaptações específicas voltadas para a prática ortodôntica lingual. Posteriormente, em 1989, a Unitek lançou o *Conceal*, um braquete com sistema de inserção vertical, idealizado por Creekmore (Canal et al., 2016).

A *Técnica de Paige* introduzida em 1982, destacou-se pelo uso de braquetes *Begg*, nos quais o principal aspecto considerado era a altura do posicionamento. As informações

relacionadas à angulação e ao torque eram controladas por meio de dispositivos auxiliares. Embora a colagem indireta fosse uma opção, não era considerada indispensável (Canal et al., 2016).

Os Pinless Begg braquetes criados pela Forestadent, foram inspirados na *técnica Begg*, e incorporaram um sistema de travamento denominado Quicklock, que permitia fixar o arco na ranhura. O design compacto dos braquetes proporcionava maior conforto ao paciente. No entanto, o controle de torque e rotações era limitado, o que exigia o uso de dispositivos auxiliares ou a adaptação para o sistema *Edgewise* (Canal et al., 2016).

Os braquetes 2D de Philippe, ultrafinos e autoligáveis operavam em "duas dimensões", já que não incorporam informações de terceira ordem. O *design* inclui uma base e duas aletas móveis que podiam ser levantadas ou dobradas sobre o arco. Com um sistema de inserção vertical, esses braquetes não possuíam ranhura e eram colados diretamente, eliminando a necessidade de procedimentos laboratoriais. A espessura reduzida de 1,4 mm oferecia maior conforto ao paciente, tornando-os ideais para casos mais simples de alinhamento. Este sistema continua a ser utilizado até os dias de hoje (Canal et al., 2016).

Os braquetes do sistema American Orthodontic Simple System, baseados na *técnica Edgewise*, possuíam uma estrutura composta por uma base e duas aletas. Projetados por Rosevear, apresentavam uma ranhura estreita que aumentava o conforto do paciente, embora tornasse mais desafiador a correção de rotações (Canal et al., 2016).

O braquete desenvolvido por Kurz ganhou amplo reconhecimento e foi continuamente aprimorado, até alcançar a sétima geração em 1984. Baseado na *técnica Edgewise*, com ranhura de inserção horizontal, este modelo era pré-informado, incorporando torque e angulação, e disponível nos tamanhos 0,018"×0,025" e 0,022"×0,025". Um dos seus elementos mais inovadores era a inclusão de planos de mordida: planos retos para os incisivos e côncavos para os caninos, o que ajudava a minimizar o risco de descolamento dos braquetes, e facilitava a abertura imediata da oclusão em casos de sobremordida (Canal et al., 2016).

Além das melhorias no *design* dos braquetes, foi introduzido em 1984 um novo sistema de posicionamento denominado *Custom lingual appliance set-up service system* (CLASS), desenvolvido pela *Task Force*. Este sistema utilizava o TARG para posicionar os braquetes linguais com base num *set-up* ideal, no qual os dentes eram alinhados de acordo com os objetivos do tratamento. Apesar de ter contribuído para um

posicionamento mais preciso e eficaz dos braquetes, o sistema apresentava a desvantagem de exigir um processo laboratorial mais elaborado e complexo (Canal et al., 2016).

Evolução da Técnica lingual desde 1990 - A ortodontia lingual foi progressivamente integrada como uma opção viável nas abordagens clínicas. Destacam-se as principais inovações desde essa época:

1. O sistema Hiro - Na década de 1990, Hiro, no Japão, desenvolveu um sistema inovador que utilizava bases personalizadas feitas de material compósito, onde os braquetes eram fixados. O alinhamento ideal das arcadas era realizado com o auxílio do *Ray Set*, um dispositivo que permitia posicionar os dentes em três dimensões, atendendo às especificações definidas pelo ortodontista. Esse sistema simplificou significativamente o processo de colocação dos braquetes (Canal et al., 2016).

2. A técnica Lingual straight wire, introduzida em 1995 por Takemoto e Scuzzo, adotou o uso de arcos retos, eliminando as curvas de compensação horizontal (entre caninos, pré-molares e molares) e vertical (entre dentes anteriores e posteriores) típicas do formato em cogumelo, amplamente utilizado na ortodontia lingual. Nesta técnica, as compensações necessárias eram integradas diretamente nos braquetes, com uma maior espessura vestibulo-lingual nos dentes posteriores, e ranhuras posicionadas de forma mais gengival nos dentes anteriores. Essa abordagem simplificava o processo clínico ao dispensar as curvas nos arcos, proporcionando uma mecânica mais eficiente, melhor alinhamento entre as arcadas e reduzia o risco de descolamento dos braquetes devido à sua localização mais próxima da gengiva (Canal et al., 2016).

3. A terapêutica Eco-Lingual introduzida em 1999 por Wiechmann utilizava braquetes de sétima geração desenvolvidos pela Ormco. Essa abordagem foi baseada no sistema *Transfer optimized positioning* (TOP), que permitia posicionar os braquetes de maneira personalizada em modelos de má oclusão. Os braquetes eram alinhados com o eixo do dente e posicionados o mais próximo possível da superfície lingual (Canal et al., 2016).

Os aparelhos ortodônticos personalizados que utilizavam a tecnologia *Computer-aided design/Computer-aided manufacturing* (CAD/CAM) representavam um avanço significativo nos tratamentos linguais, revolucionando a forma como os movimentos dentários eram planejados e executados. Ao melhorar a precisão, permitiam que os braquetes e os arcos fossem adaptados, de forma específica, à anatomia dentária de cada paciente, reduzindo os erros durante o tratamento e aumentando a previsibilidade dos

resultados. Além disso, o conforto do paciente era substancialmente melhorado com o perfil reduzido dos braquetes, minimizando a irritação da língua e os problemas de fala, frequentemente associados aos sistemas linguais tradicionais. A eficácia clínica também foi reforçada, uma vez que o tempo necessário para ajustes manuais foi reduzido, permitindo tratamentos mais rápidos e menos trabalhosos para os clínicos. Estabelece-se um novo padrão de excelência na ortodontia moderna (Wiechmann et al., 2003).

4. Técnica *Incógnito* introduzida em 2001 por Wiechmann, possui um alto nível de personalização e precisão. As suas principais características incluem bases produzidas com tecnologia CAD/CAM, projetadas a partir de um *set-up* virtual para otimizar a superfície de colagem e posicionamento exato das ranhuras (0,018" × 0,025"). Inicialmente disponíveis nos formatos *Edgewise* e *Ribbonwise*, o último foi preferido devido às suas vantagens mecânicas, como a redução do efeito de *bowing* vertical durante a retração e uma correção mais eficiente das rotações. Atualmente gerida pela 3M, a técnica *Incógnito* é amplamente utilizada no tratamento de diferentes tipos de má oclusão (Canal et al., 2016).

5. A Técnica *STB*, criada por Scuzzo e Takemoto em 2003, foi inspirada no conceito de sistema *light lingual system*. Este método utiliza braquetes menores e mais finos, tornando-os adequados para casos simples, como o alinhamento dos dentes do "*social six*" (de canino a canino). Uma de suas vantagens é a possibilidade de posicionar os braquetes diretamente no modelo, sem a necessidade de um *set-up* prévio (Canal et al., 2016).

6. Braquetes linguais autoligados. O sucesso dos braquetes autoligados utilizados na face vestibular, motivou o desenvolvimento de versões adaptadas para a ortodontia lingual. Em 2007, foi lançado o *In-Ovation L*, da GAC-Densply, seguido por outros sistemas, como o *Adenta Evolution SLT Lingual* e o *Harmony*. Este último, criado por Curiel em 2009, destacou-se como o primeiro sistema autoligável totalmente individualizado por meio de tecnologia digital. O *set-up* é realizado digitalmente e pode ser ajustado pelo ortodontista através de um visualizador 3D. Além disso, as bases dos braquetes e os arcos são projetados e fabricados digitalmente, e o sistema inclui jigs 3D para simplificar o procedimento clínico (Canal et al., 2016).

7. O sistema lingual *Liberty*: Desenvolvido por Fillion, este sistema combina braquetes *STB* para os dentes de canino a canino, com braquetes autoligáveis *GAC*, destinados aos dentes laterais e posteriores. Baseado na utilização de arcos retos pré-formados, o sistema

destaca-se pela sua praticidade e eficiência, oferecendo maior flexibilidade para o ortodontista (Canal et al., 2016).

8. Técnica WIN. Lançada em 2012 por Wiechmann, a técnica WIN rapidamente se destacou como uma solução amplamente adotada na ortodontia. Este sistema integra tecnologias avançadas, como fusão seletiva a laser, escaneamento e impressão 3D, além de dobragem de arcos assistida por *robôs*. Os braquetes, fabricados em liga de aço, oferecem alta precisão nas dimensões das ranhuras e excelente capacidade de deslizamento. Fácil de manusear e com resultados previsíveis, o sistema inclui adaptações específicas para o tratamento de adolescentes. Por ser modular e altamente personalizado, o aparelho é capaz de corresponder às diferentes necessidades dos clínicos, exigindo um curso de certificação para a sua utilização. Esta técnica, caracterizada por uma abordagem otimizada e totalmente individualizada, representa uma das mais recentes inovações em ortodontia. A sua eficácia está diretamente ligada à precisão superior na confecção dos braquetes, garantindo resultados clínicos mais consistentes (Canal et al., 2016; Graber et al., 2016).

2. Tipos de tratamentos ortodônticos

2.1 Tratamento ortodôntico convencional

2.1.1 Características

O *Straight Wire Appliance* (SWA), desenvolvido e apresentado por Lawrence Andrews em 1970, surgiu com a intenção de fornecer um aparelho ortodôntico fixo que permitisse ao ortodontista alcançar as "seis chaves" da oclusão normal na maioria dos casos, de maneira eficiente e confiável. Embora o SWA tenha sido criado há mais de quatro décadas e se tenha tornado o conceito de aparelho mais utilizado nas últimas três, é essencial rever alguns dos conceitos originais que fundamentaram o seu *design* e compreender a evolução pela qual passou. Facto fundamental para apreciar plenamente a eficácia deste aparelho e as mecânicas de tratamento associadas (Graber et al., 2016). Para que um aparelho seja considerado um verdadeiro SWA, deve apresentar características específicas essenciais: 1°- Cada braquete precisa ser projetado para um dente específico e conter características incorporadas, como torque, inclinação (*tip*), profundidade (*in/out*) e, no caso dos molares, o *offset* correto. 2°- O torque deve estar localizado na base do braquete e não na sua face, enquanto a inclinação deve estar posicionada na face do slot. Esses critérios são fundamentais para garantir o alinhamento preciso entre o centro do slot, o centro da base e o ponto de referência (localizado no meio da coroa clínica no sentido ocluso-gengival, ao longo do eixo facial da coroa) para todos os dentes no final do tratamento. Somente assim as informações incorporadas nos braquetes puderam ser transferidas de forma eficiente aos dentes (Graber et al., 2016).

A base do braquete deve ser contornada nas direções mésio-distal e ocluso-gengival. Isto é referido como uma base de "contorno composto", e permite que o braquete se adapte firmemente às convexidades da superfície vestibular de cada dente, ajudando assim o ortodontista a alcançar um posicionamento ideal do braquete (Graber et al., 2016).

Embora Andrews tenha projetado seu aparelho com a intenção de tratar uma ampla variedade de casos, ele desenvolveu uma linha de braquetes adicionais com graus diferentes de "supercorreção", para evitar movimentos indesejados, especialmente durante o deslizamento dos dentes, em tratamentos com extrações. Por exemplo, ao movimentar um canino superior distalmente usando fios redondos de aço inoxidável, o dente frequentemente inclina e roda para distal. Para corrigir isso, Andrews incorporou uma inclinação mais mesial e rotação no *design* do braquete do canino. Essa inovação

deu origem a uma linha de braquetes “supercorrigidos”, inicialmente denominados braquetes de extração e, mais tarde, braquetes de translação (Graber et al., 2016).

Apesar disso, o sistema completo de braquetes desenvolvido por Andrews (incluindo os modelos padrão e os de translação) não alcançou a popularidade esperada, em parte devido à necessidade de um grande inventário para suportar a sua mecânica. Na década de 1970, Ronald H. Roth adaptou o sistema SWA de Andrews, combinando valores padrão dos braquetes com alguns valores “supercorrigidos” dos braquetes de translação, criando assim a prescrição “Roth”. Essa abordagem tornou-se a mais amplamente utilizada no mundo. Roth identificou que o tamanho dos braquetes disponíveis na época criava interferências que dificultavam o posicionamento final ideal dos dentes. Além disso, ele notou que, após a remoção dos aparelhos, os dentes tendiam a estabilizar-se naturalmente. Por esse motivo, Roth ajustou levemente os valores originais de Andrews, introduzindo o conceito de “supercorreções” para permitir que os dentes alcançassem a posição final desejada após a remoção do aparelho (Graber et al., 2016).

Posteriormente, diversos profissionais desenvolveram variações das prescrições de Andrews e Roth. Muitas dessas alterações foram motivadas por interesses comerciais, para corrigir potenciais imprecisões na colocação dos braquetes ou para adaptar-se a técnicas específicas de cada ortodontista (Graber et al., 2016).

Atualmente, muitos aparelhos pré-ajustados são incorretamente identificados como SWA apenas por incluírem torque, inclinação e profundidade incorporados. No entanto, se não forem fabricados de acordo com as especificações fundamentais mencionadas, esses aparelhos não conseguem transferir as informações de forma precisa para os dentes. Por isso, é essencial selecionar cuidadosamente o aparelho correto ao utilizar um sistema SWA (Graber et al., 2016). O correto posicionamento dos braquetes é um dos fatores mais importantes para o sucesso de um tratamento com SWA. Ele determina a qualidade do resultado final, já que cada braquete transmite informações específicas para o dente correspondente. Um braquete posicionado incorretamente pode afetar a movimentação dentária dos dentes adjacentes, comprometendo o alinhamento geral e dificultando a finalização do tratamento (Graber et al., 2016).

2.1.2 Materiais e técnicas utilizadas

O correto posicionamento dos braquetes é um dos fatores mais importantes para o sucesso de um tratamento com SWA. Ele determina a qualidade do resultado, já que cada braquete

transmite informações específicas para o dente correspondente. No SWA, o ponto de referência para posicionar os braquetes é o ponto FA, localizado no centro da coroa clínica no sentido ocluso-gengival e méso-distal, alinhado ao longo eixo da coroa. Um braquete posicionado incorretamente pode afetar a movimentação dentária dos dentes adjacentes, comprometendo o alinhamento geral e dificultando a finalização do tratamento (Graber et al., 2016).

Andrews demonstrou que, clínicos com experiência, conseguem identificar e posicionar os braquetes no ponto FA apenas com observação visual, sem necessidade de medidores de altura. Medir a partir do bordo incisivo pode levar a erros, especialmente em casos de coroas desgastadas, fraturadas ou cobertas por tecido gengival excessivo. Nesses casos, os braquetes podem parecer deslocados para posições mais incisais ou gengivais.

Também o preenchimento do slot é importante para que o torque, a inclinação (*tip*) e a profundidade (*in/out*) do braquete sejam expressos completamente, é necessário que o slot seja preenchido com fios de aço inoxidável adequados, como os de 0.021×0.025 polegadas. Fios menores, como o de 0.019×0.025 polegadas, podem gerar folgas que reduzem a precisão (Graber et al., 2016).

Para cada dente existem considerações específicas: **Caninos:** o longo eixo dos caninos é mais mesial em relação ao centro méso-distal da coroa. Deste modo o ponto FA está ligeiramente deslocado para mesial. Posicionar o braquete no centro exato da coroa pode causar rotações indesejadas para mesial. **Molares:** o ponto FA segue a ranhura vestibular, no centro ocluso-gengival. O tubo deve ser alinhado com esse ponto. No entanto, a redução do comprimento méso-distal dos tubos por alguns fabricantes tem levado a erros de posicionamento muito mesial, o que pode causar rotações distais excessivas. **Incisivos laterais superiores:** esses dentes frequentemente apresentam variações de forma e tamanho que dificultam a determinação do longo eixo da coroa pela vista vestibular. Um espelho pode ser usado para observar a superfície lingual, ajudando a alinhar o longo eixo da coroa de forma precisa. **Pré-molares:** a falta de visibilidade direta nos segundos pré-molares pode dificultar o posicionamento do braquete. Usar um espelho para observar a partir das vistas oclusal e vestibular ajuda a identificar corretamente o ponto FA e o longo eixo da coroa. A colagem indireta pode ser uma ferramenta útil, especialmente em dentes de difícil acesso, como molares e pré-molares. Essa técnica melhora a precisão do posicionamento dos braquetes, reduzindo a necessidade de ajustes e reposicionamentos durante as fases finais do tratamento. O posicionamento adequado dos braquetes é

essencial para alcançar resultados ideais e minimizar complicações no final do tratamento. Identificar corretamente o ponto FA e respeitar as especificidades de cada dente, garante que o SWA funcione como projetado, facilitando o alinhamento dentário e otimizando a eficiência do tratamento (Graber et al., 2016).

Na colagem direta, o posicionamento do braquete é realizado diretamente pelo clínico sobre a superfície dentária. Esta técnica é amplamente utilizada na prática clínica, especialmente para o reposicionamento rápido de braquetes individuais. Após a preparação da superfície dentária, podem ser utilizados materiais de resina composta quimicamente ativada, com polimerização rápida, ou materiais fotopolimerizáveis. A principal limitação dessa abordagem está na dificuldade de posicionar o braquete com precisão e agilidade, uma vez que não permite medições detalhadas ou ajustes mais refinados, como os que podem ser realizados em laboratório. Por esse motivo, a colagem direta é considerada menos precisa em comparação com a técnica indireta. No entanto, ela oferece vantagens importantes: é mais simples, rápida (especialmente quando poucos dentes precisam ser colados) e mais econômica, já que elimina etapas laboratoriais. Essas características tornam a colagem direta uma alternativa prática em diversas situações clínicas (Proffit et al., 2012).

A colagem indireta consiste no posicionamento preciso dos braquetes em modelos dentários no laboratório, seguido da transferência dessas posições para a boca do paciente por meio de um molde ou goteira. Essa técnica proporciona maior precisão no alinhamento dos braquetes, pois permite examinar os dentes de diferentes ângulos, sem as restrições causadas pelas bochechas ou pela saliva. Embora o ortodontista possa realizar o processo de configuração indireta num laboratório próprio, é comum utilizar modelos estereolitográficos, gerados a partir de impressões enviadas a empresas especializadas, como Cadent ou E-Models, que produzem modelos digitais, como parte dos registros diagnósticos. Impressões de alginato, realizadas rapidamente no consultório, são suficientes para criar modelos de trabalho precisos para a colagem indireta. No entanto, impressões mais estáveis são recomendadas para futuras digitalizações. Atualmente, essa técnica tem ganhado popularidade, especialmente em tratamentos que utilizam braquetes personalizados, onde o posicionamento extremamente preciso é essencial, e só pode ser obtido com essa abordagem. Quanto menor a visibilidade do aparelho, mais desafiadora se torna a colagem direta, reforçando a indicação da técnica indireta. Por essa razão, a colagem indireta é praticamente indispensável para aparelhos

linguais, nos quais a precisão é crucial. Até mesmo a aplicação de contenções linguais fixas, torna-se mais simples e eficiente, quando realizada com a técnica indireta e o uso de uma goteira de transferência (Proffit et al., 2012).

A remoção de aparelhos fixos deve ser tão segura quanto a sua colocação. No caso das bandas, estas são mantidas principalmente pela elasticidade do material em volta do dente, complementada pelo cimento utilizado para vedação. Quando a banda é removida por deformação, o cimento separa-se da banda ou do dente, com risco mínimo de danificar o esmalte. Já os braquetes colados apresentam um desafio maior devido à resistência dos adesivos modernos. Durante a remoção, a falha pode ocorrer em três interfaces: entre o adesivo e o braquete, no próprio adesivo ou entre o adesivo e o esmalte. Se o adesivo estiver fortemente ligado ao esmalte, há risco de danos à superfície, durante a remoção. O ideal é que a falha ocorra entre o adesivo e o braquete, induzida pela distorção da base do braquete metálico, que não pode ser reutilizado após esse processo. Embora seja tecnicamente possível limpar, esterilizar e reutilizar braquetes, o risco de danos ao esmalte desestimula essa prática. Os braquetes cerâmicos apresentam maior dificuldade na remoção, pois não podem ser deformados e tendem a quebrar em vez de dobrar. A adesão pode ser mecânica, com retenções na base, ou química, com tratamento específico da base do braquete. A ligação química pode ser tão forte que, ao remover o braquete, há risco significativo de danos ao esmalte. Relatos desse tipo de dano surgiram logo após a introdução de braquetes cerâmicos e continuam a ser um problema. Modificações nos braquetes cerâmicos para facilitar a remoção segura, e técnicas como o uso de calor ou laser para enfraquecer o adesivo estão entre as soluções modernas para minimizar riscos durante o descolamento (Proffit et al., 2012).

Os braquetes e tubos ortodônticos precisam ser fabricados com alta precisão, com dimensões internas do *slot* exatas. Tradicionalmente eram feitos de aço inoxidável, considerado o padrão por muitos anos, contudo atualmente existem dois métodos principais de produção: *Metal-injected-molded* (MIM) e fundição. A MIM é o método predominante, mas os braquetes fundidos são ainda usados, mas o fresamento do *slot* nos braquetes fundidos corrige eventuais imprecisões causadas pela contração do material ao arrefecer (Proffit et al., 2012).

O Titânio é uma alternativa ao aço inoxidável, o qual contém níquel, um material alérgico para parte da população. Reações alérgicas graves são raras em contextos ortodônticos, mas países europeus consideram proibir o uso de aparelhos de aço devido

ao aumento de sensibilidades. Alternativas incluem braquetes de titânio, que não contêm níquel, são biocompatíveis e apresentam vantagens como maior aderência e menor taxa de falha na colagem. Além disso, o titânio é mais resiliente e absorve impactos, reduzindo potenciais danos (Proffit et al., 2012).

Os materiais não metálicos para aparelhos, visam melhorar a estética. Braquetes de plástico e cerâmica foram desenvolvidos. Os braquetes plásticos, introduzidos nos anos 1980, apresentam problemas como descoloração, instabilidade dimensional e atrito elevado com fios metálicos. Os braquetes cerâmicos, por sua vez, oferecem maior durabilidade e estabilidade, mas têm desvantagens como a fragilidade, o maior atrito no deslizamento dos fios e riscos de desgaste do esmalte dentário. Para minimizar esses problemas, é comum limitar seu uso aos dentes anteriores superiores (Canal & Salvadori, 2008; Proffit et al., 2012).

As perspectivas futuras, baseiam-se nos compósitos plásticos avançados, com propriedades físicas superiores às dos metais, que breve poderão revolucionar os braquetes. Esses materiais poderão oferecer melhor desempenho mecânico e uma estética aprimorada, sendo uma solução promissora para futuras inovações na ortodontia (Proffit et al., 2012).

2.2 Tratamento ortodôntico lingual

2.2.1 Características

Em 1925, Angle criou o sistema *Edgewise*, que foi aprimorado ao longo do século XX, principalmente graças às contribuições de Andrews. Na década de 1970, Andrews introduziu o conceito de SWA, integrando informações nas peças para posicionar os dentes, nos três planos do espaço. A introdução de arcos metálicos cujo componentes contêm titânio, com propriedades de "memória de forma", também trouxe avanços significativos. No entanto, a colocação de braquetes na face vestibular era considerada pouco estética. Em 1975, Kurz e Fujita apresentaram simultaneamente o conceito revolucionário de ortodontia lingual, baseado no *mushroom arch*. Apesar do seu potencial, a técnica enfrentou desafios, como dificuldades no trabalho na área lingual, problemas na colagem e variações nas forças palatinas. Posteriormente, o *Lingual Task Force* ajudou a aperfeiçoar a técnica, culminando na sétima geração de braquetes Kurz (Ormco). Apesar do sucesso inicial, a ortodontia lingual sofreu um declínio devido a questões de desconforto, ancoragem e acabamento, mesmo com avanços como a colagem

indireta. Desde os anos 2000, a ortodontia lingual voltou a ganhar destaque, impulsionada pelo aumento da procura de tratamentos para adultos, e pela introdução de técnicas mais fiáveis e consistentes. Em França, autores como A. Fontenelle, D. Fillion (sistema *targ* eletrónico, *best system*) e G. Altounian desempenharam papéis importantes no desenvolvimento e consolidação dessa abordagem (Canal & Salvadori, 2008).

Diferenças na morfologia das superfícies. As diferenças morfológicas entre as superfícies vestibulares e linguais dos dentes são significativas. As superfícies linguais apresentam uma variabilidade morfológica muito maior entre indivíduos quando comparadas com as superfícies vestibulares. Por exemplo, a superfície vestibular de um incisivo central superior segue um padrão relativamente consistente, enquanto a sua superfície lingual apresenta variações marcantes entre indivíduos. Devido a essa variabilidade, não é viável projetar aparelhos ortodônticos baseados em valores médios, como nas técnicas vestibulares. Além disso, um pequeno desvio vertical na posição dos braquetes na superfície lingual pode causar um impacto significativo na prescrição do torque (dobras de terceira ordem). Por essa razão, a aplicação precisa dos valores de torque requer uma abordagem que combine bases dos braquetes totalmente personalizadas, com protocolos de colagem indireta. Nos anos 1980, a tentativa de reproduzir diretamente as técnicas convencionais vestibulares na ortodontia lingual, sem compreender as diferenças específicas na colocação dos braquetes, levou a deceções significativas com os aparelhos linguais, especialmente nos Estados Unidos. Isso destacou a necessidade de adaptar as técnicas à complexidade das superfícies linguais (Graber et al., 2016).

Nivelamento e alinhamento: diferenças entre técnicas vestibulares e linguais: A fase de nivelamento e alinhamento apresenta diferenças significativas entre aparelhos vestibulares e linguais. Nos aparelhos vestibulares, é comum que todos os braquetes sejam colados no início do tratamento. No entanto, nos sistemas linguais, especialmente na arcada inferior, a colagem dos braquetes frequentemente precisa ser feita em etapas, dependendo do sistema utilizado. Essa abordagem por etapas aumenta a complexidade e exige sessões repetidas para criar espaço nos dentes envolvidos. Existem vários tipos de alinhamento, nomeadamente **Alinhamento 1**. É utilizado quando todos os braquetes podem ser colados desde o início do tratamento. Em casos de grande apinhamento, recomenda-se que o arco ortodôntico seja inserido inicialmente acima da ranhura dos braquetes, na área das aletas, permitindo maior comprimento entre os braquetes. Isso

facilita a inclinação inicial dos dentes anteriores e o alinhamento dos dentes posteriores. Posteriormente, o arco pode ser reposicionado na ranhura com o uso de ligaduras elásticas. **Alinhamento 2.** Indicado quando algumas superfícies dentárias não possuem área suficiente exposta para a colagem dos braquetes. Nestes casos, pode-se colar uma pequena peça com uma base de colagem e uma aleta flexível. Um arco fino de níquel-titânio (niti) é então posicionado atrás dessa aleta no início do tratamento. Assim que o espaço for criado, o braquete lingual pode ser colado numa sessão posterior. Após a colagem de todos os braquetes, aplica-se o processo descrito no Tipo de Alinhamento 1. **Alinhamento 3.** Aplica-se a situações clínicas em que a superfície dentária não está exposta, como em dentes impactados ou fora do arco. Nesses casos, recomenda-se o uso de arcos finos de niti ativados com *stops*. Após a abertura do espaço e a possibilidade de colagem do braquete, os passos de tratamento seguem os descritos no Alinhamento 1 ou 2. Essa abordagem personalizada permite um nivelamento e alinhamento mais eficaz mesmo em casos complexos, maximizando os resultados dos tratamentos com aparelhos linguais. (Graber et al., 2016)

Durante a **escolha do tipo de sistema a usar**, o clínico tem que ter em atenção quatro parâmetros (Canal & Salvadori, 2008):

1. A definição dos objetivos do tratamento que determinam a elaboração do *set-up*, que é sempre realizado antes do início do tratamento. Em pacientes adultos, é essencial considerar a ausência de dentes, reconstruções que podem não corresponder à anatomia original e eventuais compromissos no plano de tratamento (Canal & Salvadori, 2008).

2. A escolha dos braquetes porque diversas opções estão disponíveis para adaptar o aparelho às necessidades do paciente e à correção da sua má-oclusão. A dimensão do slot é sempre de 0.018”×0.025”, uma vez que a curta distância entre os braquetes impede o uso de tamanhos maiores, como 0.022”×0.028” (Canal & Salvadori, 2008).

3. A escolha dos arcos ortodônticos, que são fabricados em diversos materiais, como o níquel-titânio, o aço ou o β-titânio, também podem ser utilizados em diferentes secções (redondos, quadrados ou retangulares) e tamanhos (de 0.012” a 0.018”×0.025”). É possível optar por setores laterais retos ou individualizados, conforme a necessidade (Canal & Salvadori, 2008).

4. A escolha da goteira de transferência, uma vez que na técnica lingual, os braquetes são colocados de uma só vez, por arcada. A goteira ideal é feita em silicone rígido, um

material altamente estável que garante maior precisão, mas só pode ser usada em procedimentos de colagem quimicamente ativados. Para colagem fotopolimerizável, é necessário utilizar uma goteira transparente. Nesse caso, a melhor opção é uma goteira termoformada de dupla camada: a primeira camada, flexível, facilita o posicionamento em boca, enquanto a segunda camada, rígida, é colocada por cima para garantir estabilidade e precisão (Canal & Salvadori, 2008).

2.2.2 Técnicas utilizadas

Atualmente, são mais frequentemente utilizados os seguintes quatro sistemas:

O sistema Ormco 7ª geração. Este sistema utiliza braquetes relativamente volumosos com slot horizontal e a técnica de colagem indireta realizada em laboratório (*Class system best system*). Os braquetes não são individualizados, apesar de ter dominado a ortodontia lingual durante muito tempo, este sistema baseia-se em braquetes *standard* que pouco consideram as variações morfológicas das faces palatinas, dificultando o controlo do torque e tornando a finalização do tratamento mais complexa. No entanto, continua a ser amplamente utilizado (Canal & Salvadori, 2008).

O sistema *STB light lingual system Ormco*, foi desenvolvido para melhorar o conforto, graças ao uso de braquetes pequenos e pouco espessos. Esta técnica aplica forças leves e utiliza sistemas biológicos de baixa fricção. O posicionamento pode ser realizado em laboratório ou diretamente no consultório. Os braquetes oferecem um bom nível de conforto, mas não são individualizados, tal como os arcos. Em casos mais complexos, é necessário realizar um *set-up* e uma goteira personalizada para controlar melhor as informações introduzidas. A eficácia desta técnica depende, em grande medida, da precisão no posicionamento e colagem dos braquetes para garantir a qualidade do tratamento (Canal & Salvadori, 2008).

O sistema *Magic*, foi desenvolvido por O. Sorel. A *Magic* é uma peça ortodôntica versátil, capaz de controlar movimentos dentários nos três planos do espaço. Apesar de ser relativamente volumosa, apresenta um *design* adaptado à anatomia dentária e uma espessura reduzida. Possui slots horizontais na zona anterior e verticais na zona posterior. A base da *Magic* é texturizada a laser, o que proporciona uma excelente resistência ao descolamento. Os slots amplos oferecem um bom controlo dos movimentos dentários, enquanto a espessura fina, o acabamento polido e as bordas arredondadas garantem maior conforto ao paciente. Como noutras técnicas, o posicionamento cuidadoso das peças no

laboratório é essencial para o sucesso do tratamento. Esta técnica recente tem-se mostrado eficaz para tratar a maioria dos casos clínicos (Canal & Salvadori, 2008).

O sistema *Incógnito*, criado em 2002 por D. Wiechmann e introduzido no mercado em 2004, trouxe uma abordagem lingual precisa, confiável e com resultados consistentes entre diferentes profissionais. Atualmente, essa técnica permite tratar pacientes com más oclusões de diferentes graus, exclusivamente com braquetes linguais, tanto no maxilar como na mandíbula. É importante destacar que os métodos mistos, que combinavam a técnica lingual no maxilar e vestibular na mandíbula, foram abandonados (Canal & Salvadori, 2008).

São também usados outros sistemas como o sistema Harmony, Suresmile lingual e o sistema *WIN*. O sistema *Suresmile* distingue-se por utilizar braquetes linguais *standards*, escolhidos pelo clínico, em vez de braquetes linguais personalizados. No entanto, conta com arcos ortodônticos desenhados sob medida e fabricados por computador (Graber et al., 2016).

Nos últimos anos, **o sistema lingual *WIN*** tem ganhado popularidade entre os aparelhos linguais personalizados, em todo o mundo. Este sistema destaca-se não apenas pela execução precisa do plano de tratamento, mas também pela simplificação no manuseio clínico, beneficiando tanto o profissional quanto o paciente. Uma das suas vantagens é o uso exclusivo de ligaduras tradicionais, semelhantes às utilizadas em aparelhos fixos vestibulares, o que facilita a sua aplicação. Além disso, o tempo de tratamento é, em média, mais curto em comparação com outros sistemas linguais personalizados, graças à baixa taxa de perda de braquetes e à maior eficiência na fase de nivelamento e alinhamento. Outro ponto positivo é o custo de fabricação significativamente menor em relação a outros sistemas de braquetes linguais personalizados, tornando o tratamento lingual acessível a um número maior de pacientes (Graber et al., 2016). O aparelho lingual *WIN* permite alcançar resultados muito próximos dos planejados, com um elevado grau de precisão, e a sua precisão média do alinhamento é elevada comparada com o sistema convencional (Pauls et al., 2015).

Os aparelhos linguais personalizados apresentam durações de tratamento variáveis, dependendo do sistema utilizado. Estudos comparativos entre os sistemas *Incógnito* e *WIN* mostraram que o sistema *WIN* é mais eficiente, com tempos de tratamento significativamente mais curtos. Para casos moderados, o sistema *WIN* registou uma duração média de 17,96 meses, comparado aos 22,7 meses do *Incógnito*, enquanto que

em casos mais complexos, o sistema *WIN* necessitou de 20,49 meses, contra 29,79 meses do *Incógnito*. Estes resultados destacaram a influência do tipo de aparelho e da gravidade do caso na duração do tratamento (Mistakidis et al., 2016).

Os aparelhos linguais totalmente personalizados, com braquetes projetados e fabricados sob medida para cada dente, e arcos individualizados, permitiram que os clínicos integrassem com sucesso a técnica lingual na sua prática diária. Desde a sua introdução em 2004, esses aparelhos tornaram-se amplamente utilizados na ortodontia lingual. A principal vantagem dos aparelhos linguais personalizados é a precisão no fabrico, baseada no *setup* planejado. Esses aparelhos são projetados para movimentar apenas os dentes necessários, enquanto permanecem passivos nos dentes que devem ficar estáticos. Isso contrasta com os aparelhos pré-ajustados padrão, que podem causar movimentos dentários indesejados, devido a variações anatômicas individuais. Essa diferença ocorre porque as variações morfológicas entre os dentes de um mesmo indivíduo são maiores do que as variações nas prescrições dos aparelhos pré-ajustados (Graber et al., 2016).

Cada avanço nos sistemas ortodônticos permite alcançar um resultado estético, funcional, previsível e reprodutível (Graber et al., 2016).

Colocação do aparelho lingual. A colagem dos braquetes nas faces linguais é realizada por meio da técnica indireta. Este método permite colocá-los em toda a arcada de uma vez, garantindo conforto ao paciente e resultados precisos. Em tratamentos bimaxilares, a sequência recomendada é iniciar pela arcada mandibular e, após três semanas, proceder com a arcada maxilar. Isso ocorre porque, o contato entre os dentes inferiores e os braquetes superiores podiam causar movimentos mandibulares. Caso a arcada inferior seja tratada posteriormente, esses movimentos podem dificultar o ajuste correto da goteira de transferência e comprometer o processo de colagem (Canal & Salvadori, 2008).

O controle do campo operatório é um fator crucial durante a instalação. Para lidar com a proximidade da língua, é essencial o uso de um afastador oral, como o *Dry Field System*. Este dispositivo mantém a língua e os lábios afastados, enquanto aspira a saliva, permitindo uma colagem eficaz e precisa (Canal & Salvadori, 2008).

O sistema Orapix utiliza tecnologia avançada para projetar e fabricar goteiras de transferência destinadas à colagem indireta de braquetes linguais. A precisão e a qualidade da colagem são fundamentais para o sucesso do tratamento, independentemente da técnica utilizada (Canal & Salvadori, 2008).

Com a digitalização 3D, as técnicas de posicionamento e colagem indireta realizadas em laboratório evoluíram para procedimentos totalmente informatizados. O sistema Orapix atende a essas exigências, incluindo: a digitalização 3D dos modelos; a visualização e análise detalhada dos modelos em 3D; a concepção de um *set-up* virtual; a seleção e posicionamento dos braquetes de forma virtual, bem como a criação do arco ideal; a obtenção de *jigs* em resina, utilizados como guias para transferir as peças ao modelo de gesso, ou a fabricação de uma goteira de transferência para colagem precisa (Canal & Salvadori, 2008). Este sistema oferece um excelente posicionamento dos braquetes linguais, melhorando significativamente a qualidade das finalizações nos tratamentos. Além disso, permite o controle total do plano de tratamento e do aparelho, contribuindo para uma maior eficácia e previsibilidade nos resultados ortodônticos (Canal & Salvadori, 2008).

A crescente procura por individualização máxima, nos tratamentos ortodônticos, é obtida através da utilização de tecnologia avançada de *design* e fabricação assistidos por computador (CAD/CAM). Essa abordagem inovadora integra os processos de fabricação e posicionamento dos braquetes, que tradicionalmente eram separados. Tanto os braquetes como os arcos ortodônticos são totalmente personalizados para cada paciente, garantindo maior precisão e eficiência no tratamento (Wiechmann, 2002).

2.2.3 Vantagens e desvantagens do TO lingual

Particularidade psicológica do tratamento lingual. Embora a técnica lingual seja cada vez mais utilizada em adolescentes, continua amplamente indicada para tratamentos ortodônticos em adultos. Por isso, é fundamental que o profissional compreenda as particularidades desse grupo de pacientes. A abordagem nos tratamentos linguais difere daquela aplicada nos tratamentos vestibulares. Enquanto nos casos vestibulares o principal desafio é persuadir o paciente a aceitar o impacto estético do aparelho durante o tratamento, na técnica lingual essa preocupação é rapidamente superada ao apresentar imagens de sorrisos com aparelhos invisíveis. Entretanto, outras dúvidas podem surgir, especialmente em relação ao conforto, adaptação e alimentação. Embora os braquetes personalizados tenham reduzido significativamente esses desconfortos, os relatos de incômodos costumam ser mais frequentes nas primeiras 48 horas e diminuem consideravelmente após a primeira semana de uso. O ortodontista deve adotar uma comunicação clara e honesta, explicando que o período de adaptação é transitório e que todos os pacientes conseguem habituar-se ao aparelho. O descuido em fornecer essas

informações pode prejudicar a experiência do paciente, que pode se sentir despreparado para enfrentar essa fase inicial de adaptação (Canal & Salvadori, 2008).

Controle de torque. Uma das principais distinções entre os aparelhos ortodônticos vestibulares e linguais está no impacto do controle preciso do torque, e na influência deste sobre a posição vertical dos dentes. Um torque inadequado gera consequências distintas dependendo do tipo de aparelho. Por exemplo, nos aparelhos vestibulares, uma discrepância de -10 graus no torque pode passar despercebida pelo paciente e ser percebida apenas por um ortodontista mais atento aos detalhes. No entanto, nos aparelhos linguais, essa mesma discrepância provoca uma máposição evidente no plano vertical, fazendo com que o dente pareça extruído. Isso ocorre principalmente devido ao aumento da distância entre a superfície do dente e o arco, algo mais comum em técnicas linguais que utilizam braquetes mais espessos. Tais diferenças são facilmente notadas pelos pacientes. Nos aparelhos linguais modernos, o controle do torque é garantido pelo encaixe preciso de arcos retangulares nas ranhuras dos braquetes. Para obter um controle ideal de terceira ordem, é essencial que o arco preencha completamente a ranhura, ou que sejam utilizados arcos menores com sobrecorreções. Esse nível de precisão depende de uma fabricação meticulosa dos arcos e das ranhuras, com tolerâncias mínimas. Por outro lado, nos aparelhos vestibulares, especialmente nos sistemas autoligados passivos, o espaço excessivo nas ranhuras dos braquetes é uma causa comum de falhas no controle do torque. Por exemplo, uma ranhura de 0.022 polegadas pode, na realidade, medir até 0.025 polegadas, apresentando uma diferença média, superior a 15%. Apesar dessas limitações, os aparelhos vestibulares conseguem alcançar resultados previsíveis e satisfatórios. Na ortodontia lingual, as interfaces entre o braquete e o arco requerem maior precisão, podendo ser necessário realizar ajustes adicionais no torque, para assegurar um controle adequado. Essas diferenças ressaltam a exigência de precisão na ortodontia lingual, mesmo em movimentos considerados simples, como a retração de dentes anteriores, e evidenciam a importância de estratégias específicas para tratamentos com aparelhos linguais (Graber et al., 2016).

Os arcos utilizados nos aparelhos linguais são geralmente de dimensões reduzidas em comparação com os dos aparelhos vestibulares, devido ao espaço limitado disponível na face interna dos dentes. Esta característica, combinada com um espaçamento interbraquetes mais restrito, reduz a flexibilidade dos arcos ortodônticos. Facto que resultar num aumento das forças aplicadas aos dentes e às suas raízes, aumentando o risco de

reabsorção radicular, especialmente em movimentos complexos, como rotações ou correções de torque. Além disso, essa menor flexibilidade dificulta os ajustes e o acabamento, exigindo frequentemente modificações manuais nos arcos para garantir um alinhamento preciso (Almuzian & Gardner, 2014).

Invisibilidade / estética: Adolescentes mais velhos e adultos frequentemente procuram TO devido a preocupações estéticas. Sobretudo durante o ensino secundário ou no ambiente profissional. Nos adolescentes, problemas como caninos inclusos são frequentemente diagnosticados tardiamente, já que os dentes temporários podem manter uma aparência funcional, retardando a detecção. Nesses casos, muitos pacientes preferem alternativas mais discretas em vez de aparelhos vestibulares tradicionais. Quando o tratamento envolve anomalias esqueléticas que exijam cirurgia, o início é, geralmente, adiado para o final do crescimento, o que pode criar ansiedade nos pacientes. Nessa situação, a possibilidade de um aparelho invisível ajuda a acalmar essas preocupações e permite uma preparação mais precisa das arcadas, utilizando técnicas personalizadas, baseadas em modelos de simulação. Pacientes com agenesias, especialmente de incisivos laterais, também beneficiam se os tratamentos iniciados mais tarde, reduzindo o intervalo entre o término da ortodontia e a colocação de próteses definitivas, como implantes. Em casos de recidivas, após tratamentos anteriores longos ou interrompidos, os dentes podem estar fragilizados. Nesses casos, é crucial adotar abordagens que preservem o esmalte e minimizem os riscos às raízes. Aparelhos posicionados na face interna dos dentes oferecem maior segurança e estética, além de motivar os pacientes mais jovens pela sua discrição e inovação técnica, diferenciando-se significativamente dos aparelhos convencionais (Canal & Salvadori, 2008).

Devido à sua complexidade de fabricação e às tecnologias avançadas necessárias, como os *scanners* 3D e os *softwares* de planejamento, exige formação especializada para os ortodontistas, o que aumenta os custos globais. Muitas vezes, duas a três vezes mais caros do que os aparelhos vestibulares, estes tratamentos principalmente reservados são efetuados em pacientes com altas possibilidades econômicas (Breuning, 2016).

Lesões de manchas brancas (*white spot lesions*, WSL) são um efeito adverso frequente associado ao uso de aparelhos ortodônticos fixos vestibulares. Essas lesões não são consideradas um tipo específico de cárie, mas representam um estágio inicial de desmineralização do esmalte, no processo cariogênico em volta dos aparelhos fixos. A prevalência de WSL durante o TO varia entre 13% e 75%. Um ensaio clínico randomizado

demonstrou que a incidência de WSL é significativamente menor com o uso de aparelhos linguais personalizados, sendo cinco vezes inferior em comparação com os aparelhos fixos vestibulares. Os autores também observaram que as lesões nos dentes anteriores superiores foram seis vezes menos frequentes entre os pacientes tratados com aparelhos linguais personalizados. Além disso, a gravidade das lesões foi 10 vezes menor na superfície lingual do que na vestibular durante o tratamento. Estas descobertas posicionam os aparelhos linguais totalmente personalizados como uma opção de baixo risco para o desenvolvimento de WSL, destacando a sua maior eficácia na preservação da saúde do esmalte, ao longo do TO (Wiechmann et al., 2015). A prevenção da desmineralização do esmalte durante o TO baseia-se em estratégias específicas para reduzir os fatores de risco. O uso regular de produtos com flúor, como pastas dentífricas e elixires bucais, são essenciais para fortalecer o esmalte e limitar a progressão das lesões. Materiais que libertam flúor, como os adesivos e cimentos utilizados na fixação dos braquetes, oferecem uma proteção adicional. A educação do paciente é fundamental: recomenda-se uma higiene oral rigorosa, o uso de escovas elétricas ou irrigadores orais e alterações na dieta para reduzir o consumo de açúcares fermentáveis. Uma avaliação prévia dos fatores de risco, como o fluxo salivar, os hábitos alimentares e o histórico de cáries, permite identificar os pacientes mais vulneráveis, e adaptar o acompanhamento conforme necessário. Após a remoção dos aparelhos ortodônticos, as lesões de desmineralização podem melhorar devido à maior exposição à saliva e à melhoria na higiene oral. No entanto, para lesões persistentes, podem ser necessárias intervenções como a microabrasão para restaurar a estética dentária. Uma abordagem preventiva e um acompanhamento personalizado ao longo do tratamento são essenciais, para reduzir as complicações associadas à desmineralização do esmalte (Chang et al., 1997).

Os aparelhos linguais oferecem uma melhor **preservação da ancoragem** dos molares maxilares com o seu posicionamento na face interna dos dentes, permitindo uma distribuição otimizada das forças ortodônticas. Ao contrário dos aparelhos vestibulares, esta configuração reduz as pressões excessivas sobre os molares, minimizando o seu deslocamento indesejado, e limitando a perda da ancoragem, tornando frequentemente desnecessários dispositivos adicionais como mini-implantes ou barras transpalatinas. Esta preservação é especialmente vantajosa em casos complexos, particularmente após extrações dentárias, onde a ancoragem dos molares é crucial. No entanto, a eficácia deste

benefício depende fortemente da precisão do tratamento e da experiência do ortodontista (Papageorgiou et al., 2016).

Higienização complicada. O estudo de Lombardo et al. (2013) analisou a higiene oral e o risco de cáries em pacientes tratados com aparelhos ortodônticos vestibulares e linguais, avaliando prospectivamente o estado do ambiente oral antes e após a instalação dos braquetes. No grupo dos aparelhos linguais, foi constatado um aumento significativo nos índices de placa (*plaque index* - PI) e de sangramento gengival (*gingival bleeding Index* - GBI) entre os períodos T0 (antes da colocação dos braquetes) e T2 (após a colocação). Esse aumento pode ser atribuído à maior dificuldade de remoção de placa na margem gengival lingual, devido às limitações impostas pelos procedimentos tradicionais de higiene oral. Os braquetes linguais reduzem o espaço entre eles, o que dificulta ainda mais as práticas de higiene dentária, e favorece o acúmulo de placa bacteriana. Quando a placa não é devidamente eliminada, pode levar a lesões bacterianas na gengiva, resultando na inflamação gengival. Os aparelhos ortodônticos linguais e vestibulares apresentaram impactos distintos sobre os parâmetros clínicos analisados. De acordo com a literatura, pacientes tratados com aparelhos linguais do tipo STB, apresentaram maior retenção de placa após 4 e 8 semanas da instalação dos braquetes, além de maior inflamação gengival e um aumento na contagem de *Streptococcus Mutans* após 8 semanas. No entanto, não foram observadas diferenças significativas entre os dois grupos em relação às contagens de *Lactobacillus* no fluxo salivar ou na capacidade tampão da saliva. Estudos futuros com amostras maiores e períodos de acompanhamento mais longos são necessários para aprofundar a compreensão sobre esses efeitos.

A dificuldade de fala e mastigação. Os aparelhos linguais, colocados na superfície interna dos dentes, modificam a morfologia dessas superfícies. Isto provoca dificuldades de articulação, especialmente na produção de sons fricativos como o /s/. Foi constatada uma diminuição significativa das frequências desses sons imediatamente após a colocação dos aparelhos. As dificuldades na fala são mais pronunciadas com aparelhos linguais do que com aparelhos labiais, especialmente durante o primeiro mês de tratamento. Mesmo após três meses, alguns pacientes relatam dificuldades ligeiras a moderadas na articulação com aparelhos linguais. **Em relação às dificuldades de mastigação,** os pacientes que usam aparelhos linguais relatam problemas moderados a graves de mastigação, imediatamente após a colocação dos dispositivos. Esses problemas estão relacionados com a dor e a irritação causadas pelos braquetes e pelos arcos

ortodônticos. As dificuldades de mastigação melhoram com o tempo, mas algumas limitações persistem após um mês (Khattab, et al. 2013). **Quanto à dor nos tecidos moles**, os aparelhos linguais causam uma dor significativamente mais intensa na língua, devido ao contato direto com os braquetes na superfície interna dos dentes, especialmente na primeira semana após a colocação, com uma redução progressiva ao longo de três meses. Em contraste, os aparelhos linguais causam menos dor nas bochechas e lábios em comparação com os aparelhos vestibulares. A avaliação foi realizada por meio de escalas visuais analógicas e questionários detalhados, abrangendo áreas como língua, bochechas, lábios, gengivas e mandíbula. Constata-se um risco elevado de dor na língua e um risco reduzido nas bochechas e lábios. Apesar da redução da dor ao longo do tempo, o desconforto inicial pode influenciar a experiência do paciente e a sua adesão ao TO (Ata-Ali et al., 2016).

Exposição da área de colagem. A área disponível para colagem na superfície lingual é frequentemente reduzida em pacientes mais jovens, especialmente em dentes que recém-erupcionaram, como os segundos molares superiores e inferiores, além dos pré-molares inferiores. Essa limitação pode dificultar, ou até mesmo impedir, a colagem de aparelhos linguais convencionais nessa faixa etária. Por essa razão, o TO lingual era, historicamente, restrito a pacientes adultos. Como a procura pelo TO por parte de adultos foi sempre relativamente baixa, os aparelhos linguais convencionais colocavam-se apenas num grupo limitado de pacientes. Contudo, com o avanço da tecnologia e o desenvolvimento de aparelhos linguais completamente personalizados, que permitiram o *design* individualizado das bases de colagem, tornou-se possível expandir a área de adesão para incluir, em parte, a superfície oclusal. Essa inovação ampliou significativamente as possibilidades de tratamento, tornando viável a aplicação dessa técnica também em crianças e adolescentes (Graber et al., 2016).

3. Estudos obtidos sobre a eficácia dos tratamentos convencionais e linguais

3.1. *Comparison of the efficacy of tooth alignment among lingual and vestibular brackets: an in vitro study* (Alobeid et al., 2018)

O objetivo deste estudo foi avaliar a eficácia do alinhamento dentário utilizando sistemas de braquetes ortodônticos convencionais e autoligáveis, tanto vestibulares como linguais.

Foram testados braquetes vestibulares (slot de 0.022") e braquetes linguais (slot de 0.018"). Os braquetes vestibulares incluíram: braquetes twin convencionais (GAC-Twin), braquetes autoligáveis passivos (Damon-Q, H4TM, FLI SL) e braquetes autoligáveis ativos (GAC In-Ovation C e SPEEDTM). Os braquetes linguais testados foram: sistemas twin (Incógnito e JoyTM), sistema autoligável passivo (GAC In-Ovation LMTM) e sistema autoligável ativo (Evolution SLT). Os arcos utilizados foram Thermalloy-NiTi 0.013" e 0.014", sendo fixados aos braquetes twin convencionais com ligaduras de aço inoxidável de 0.010". A má oclusão simulada consistia num incisivo central superior deslocado 2 mm na direção gengival (eixo x) e 2 mm na direção vestibular (eixo z).

As correções da má posição do incisivo superior com os fios Thermalloy-NiTi de 0.013" e 0.014" foram avaliadas para braquetes vestibulares e linguais. Os braquetes vestibulares apresentaram correções superiores em ambas as direções, vertical (íntrusão/extrusão) e de protrusão/retrusão, comparados com os braquetes linguais. Para os braquetes vestibulares, as correções verticais variaram entre 72% e 95% (fios 0.013") e entre 70% e 87% (fios 0.014"), enquanto as correções de protrusão/retrusão variaram entre 83% e 138% (fios 0.013") e entre 82% e 129% (fios 0.014"). Nos braquetes linguais, as correções verticais foram entre 25% e 44% (fios 0.013") e entre 30% e 45% (fios 0.014"), enquanto as correções de protrusão/retrusão ficaram entre 12% e 40% (fios 0.013") e entre 29% e 52% (fios 0.014"). No eixo vertical, as maiores correções foram observadas com o sistema SPEED (95% com fio 0.013") e com SPEED e Ortho Classic (87% com fio 0.014"). O menor desempenho foi do sistema lingual Evolution SLT (25% com fio 0.013" e 29% com fio 0.014"). Na direção de protrusão/retrusão, as melhores correções foram do Damon-Q (138% com fio 0.013" e 129% com fio 0.014"), enquanto as menores foram do sistema lingual GAC In-Ovation LM (12% com fio 0.013") e Incógnito (35% com fio 0.014").

As diferenças entre braquetes convencionais e autoligáveis, ativos ou passivos, foram inconsistentes. Por exemplo, o Damon-Q apresentou 138% de correção comparado a 127% com o SPEED no eixo z com fio 0.013". Em certos casos, braquetes autoligáveis passivos corrigiram menos do que ativos (FLI SL 96% vs. SPEED 127% no eixo z com fio 0.013") ou do que braquetes convencionais (Evolution SLT 39% vs. Joy 45% com fio 0.014"). Diferenças estatisticamente insignificativas ($P \geq 0,05$) foram observadas entre alguns braquetes autoligáveis (GAC In-Ovation C e FLI SL) e convencionais (GAC Twin). No entanto, diferenças significativas ($P < 0,05$) foram registadas entre sistemas autoligáveis (SPEED vs. GAC In-Ovation C) ou convencionais. Os braquetes linguais também apresentaram inconsistências semelhantes.

O estudo demonstrou que os braquetes linguais foram menos eficientes na correção do alinhamento dentário inicial em comparação com os braquetes vestibulares. Não foram encontradas diferenças relevantes na eficácia da correção do alinhamento dentário entre braquetes autoligáveis ativos, passivos e braquetes convencionais, tanto nos sistemas vestibulares como linguais. Além disso, aumentar o diâmetro do arco de 0.013" para 0.014" não melhorou a correção do alinhamento do incisivo central desalinhado em nenhum dos dois tipos de braquetes.

3.2. *Clinical outcomes of lingual fully customized vs vestibular straight wire systems (Ata-Ali et al., 2020)*

O objectivo deste estudo foi avaliar o resultado do TO em pacientes tratados com aparelho lingual em comparação com pacientes tratados com aparelho vestibular. Foram analisados retrospectivamente 72 pacientes (42 homens e 30 mulheres). A complexidade de cada caso foi determinada com base no índice de discrepância (ID) do *American Board of Orthodontics* (ABO), enquanto os resultados clínicos ortodônticos foram avaliados através do Sistema de Avaliação Objetiva do ABO (C-R Eval: avaliação de modelos e radiografias). Todos os pacientes foram tratados por dois clínicos com mais de 15 anos de experiência, seguindo os mesmos protocolos de tratamento e com uma distribuição igual de pacientes (21 homens e 15 mulheres cada um). A média de idade antes do tratamento foi de $28,6 \pm 6,7$ anos no grupo de ortodontia lingual e de $26,6 \pm 9,5$ anos no grupo de ortodontia vestibular, sem diferença estatisticamente significativa ($p = 0,332$). A duração média do tratamento foi de $2,78 \pm 0,90$ anos no grupo lingual e de $2,43 \pm 0,72$ anos no grupo vestibular, também sem diferença significativa entre os grupos. Neste estudo específico, realizado por dois ortodontistas experientes, não foram observadas

diferenças na qualidade do acabamento dos tratamentos ortodônticos entre a técnica lingual e a técnica vestibular. Da mesma forma, não houve diferenças na complexidade das más oclusões tratadas com a técnica lingual em comparação com a técnica vestibular. Foi observada uma duração ligeiramente mais longa no caso do tratamento lingual, o que pode sugerir uma menor eficácia dessa técnica em comparação com a técnica convencional. Contudo, como essa diferença não é estatisticamente significativa, pode-se concluir que ambos os tipos de tratamento alcançam níveis de eficácia equivalentes. No entanto, são necessários mais estudos prospectivos, com amostras maiores, para que esses resultados possam ser generalizados, devendo ser interpretados com cuidado.

4. Discussão

Devido à escassez de estudos comparativos sobre a eficácia do TO lingual em relação ao convencional, existe uma lacuna significativa na literatura científica. Isso deve-se, em parte, à crescente popularidade dos alinhadores transparentes, amplamente aceites tanto por pacientes como por profissionais, devido à sua estética e praticidade. Nos Estados Unidos, pesquisas sobre tratamentos com aparelhos linguais foram amplamente abandonadas após 2004, quando o foco se voltou para o desenvolvimento e a promoção de técnicas baseadas em alinhadores, refletindo a adaptação do mercado às preferências dos pacientes e ao avanço tecnológico.

No entanto, a técnica lingual continua popular em alguns países, como a França, onde é frequentemente utilizada em casos que requerem soluções estéticas discretas. Apesar disso, a escassez de pesquisas recentes dificulta a obtenção de dados atualizados sobre sua eficácia, especialmente em comparação com outras técnicas convencionais. Obras como Canal & Salvadori, (2008), Proffit et al. (2012), Canal et al. (2016) e Graber et al. (2016), refletem conhecimentos consolidados em períodos anteriores, antes da popularização dos alinhadores transparentes, como o *Invisalign*, que redefiniram as prioridades de pesquisa em ortodontia.

Mesmo com o avanço dos alinhadores, a técnica lingual continua a ser uma alternativa eficaz e relevante. Graças à evolução dos aparelhos e ao aperfeiçoamento da formação profissional, os ortodontistas podem hoje tratar, com a técnica lingual, praticamente todos os pacientes que seriam candidatos à técnica vestibular, obtendo resultados consistentes e previsíveis. Este progresso beneficia não apenas os pacientes, mas também os dentistas generalistas, que passam a dispor de uma abordagem adaptada aos adultos, contribuindo para prognósticos oclusais, protéticos, implantológicos e estéticos mais favoráveis.

Os aparelhos linguais personalizados e as técnicas associadas revolucionaram a ortodontia lingual nos últimos anos. Além das vantagens estéticas, esses dispositivos oferecem menor risco de desmineralização, maior controlo do torque e precisão na execução dos objetivos de tratamento. Assim, o número de pacientes tratados com aparelhos linguais ou com combinações de técnicas linguais e vestibulares continua a crescer globalmente.

Apesar desse avanço, a relação entre ortodontista, paciente e aparelho permanece crucial para o sucesso do TO. Mesmo com um aparelho ideal, o sucesso depende de um

diagnóstico cuidadoso, planejamento detalhado e execução biomecânica precisa. Esses fatores continuam a ser determinantes para a obtenção de resultados eficazes e satisfatórios.

5. Conclusão

Após a análise de diversas pesquisas conclui-se que as abordagens, ortodontia lingual e ortodontia convencional, apresentam eficácia semelhante nos resultados clínicos finais. No entanto foi observada uma ligeira extensão na duração média do tratamento na ortodontia lingual. Facto que reforça a ideia de que a escolha entre as técnicas deve ser guiada pelas necessidades e preferências individuais de cada paciente, considerando fatores como estética, conforto e disponibilidade de recursos económicos e tecnológicos. Assim, a ortodontia lingual mantém-se como uma opção válida e eficaz dentro do arsenal terapêutico ortodôntico, comparável com as técnicas convencionais em termos de qualidade e resultados.

6. Referencias bibliográficas

- Almuzian, M., & Gardner, A. (2014). Adult orthodontics part 2: Advances in treatment. *Orthodontic Update*, 7(4), 114–117. <https://doi.org/10.12968/ortu.2014.7.4.114>
- Alobeid, A., El-Bialy, T., Reimann, S., Keilig, L., Cornelius, D., Jäger, A., & Bourauel, C. (2018). Comparison of the efficacy of tooth alignment among lingual and labial brackets: an in vitro study. *European journal of orthodontics*, 40(6), 660–665. <https://doi.org/10.1093/ejo/cjy005>
- Angle, E. H. (1899). Classification of malocclusion. *The Dental Cosmos*, 41, 248–264
- Angle, E. H. (1900). *Treatment of malocclusion of the teeth and fractures of the maxillae : Angle's system*. Philadelphia: The S.S. White Dental Manufacturing Company, 37-40.
- Ata-Ali, F., Ata-Ali, J., Lanuza-Garcia, A., Ferrer-Molina, M., Melo, M., & Plasencia, E. (2021). Clinical outcomes of lingual fully customized vs labial straight wire systems. *Journal of orofacial orthopedics* 82, 13–22. <https://doi.org/10.1007/s00056-020-00248-0>
- Ata-Ali, F., Ata-Ali, J., Ferrer-Molina, M., Cobo, T., De Carlos, F., & Cobo, J. (2016). Adverse effects of lingual and buccal orthodontic techniques: A systematic review and meta-analysis. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 149(6), 820-829. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2015.11.031>
- Breuning, K. H. (2016). Will Customize Appliances Replace Standard Orthodontic Treatment?. *Iranian Journal of Orthodontics*, 11(1), 1-8. <https://doi.org/10.17795/ijo-5614>
- Canal, P., & Salvadori, A. (2008). *Orthodontie de l'adulte : Rôle de l'orthodontie dans la réhabilitation générale de l'adulte*. Paris: Elsevier
- Canal, P., Delsol, L., & Wiechmann, D. (2016) *Orthodontie linguale. 1st Edition*. Paris: Elsevier
- Chang, H. S., Walsh, L. J., & Freer, T. J. (1997). Enamel demineralization during orthodontic treatment: Aetiology and prevention. *Australian Dental Journal*, 42(5), 322–327. <https://doi.org/10.1111/j.1834-7819.1997.tb00138.x>
- Graber, T., Vanarsdall, R., & Vig, K. (2016). *Orthodontics: Current Principles and Techniques* (6.^a ed.). New York: Elsevier
- Khattab, T. Z., Farah, H., Al-Sabbagh, R., Hajeer, M. Y., & Haj-Hamed, Y. (2013). Speech performance and oral impairments with lingual and labial orthodontic appliances in the first stage of fixed treatment. *The Angle orthodontist*, 83(3), 519–526. <https://doi.org/10.2319/073112-619.1>
- Lombardo, L., Ortan, Y. Ö., Gorgun, Ö., Panza, C., Scuzzo, G., & Siciliani, G. (2013). Changes in the oral environment after placement of lingual and labial orthodontic appliances. *Progress in orthodontics*, 14, 28. <https://doi.org/10.1186/2196-1042-14-28>
- Mistakidis, I., Katagiri, S., Takada, K., & Kuroda, S. (2016). Clinical outcomes of lingual orthodontic treatment: A systematic review. *Progress in Orthodontics*, 17(1), 1-12. <https://doi.org/10.1186/s40510-016-0128-y>

- Papageorgiou, S. N., Gözl, L., Jäger, A., Eliades, T., & Bourauel, C. (2016). Lingual vs. labial fixed orthodontic appliances: systematic review and meta-analysis of treatment effects. *European journal of oral sciences*, *124*(2), 105–118. <https://doi.org/10.1111/eos.12250>
- Pauls, A., Nienkemper, M., Schwestka-Polly, R., & Wiechmann, D. (2017). Therapeutic accuracy of the completely customized lingual appliance WIN: A retrospective cohort study. *Journal of Orofacial Orthopedic*, *78*(1), 52–61. <https://doi.org/10.1007/s00056-016-0058-9>
- Proffit, W., Fields, H., & Sarver, D. (2012). *Contemporary Orthodontics* (5.^a ed.). New York: Elsevier.
- Wiechmann, D. (2002). A new bracket system for lingual orthodontic treatment. Part 1: Theoretical background and development. *Journal of Orofacial Orthopedics*, *63*(3), 234–245. <https://doi.org/10.1007/s00056-002-0211-5>
- Wiechmann, D., Rummel, V., Thalheim, A., Simon, J. S., & Wiechmann, L. (2003). Customized brackets and archwires for lingual orthodontic treatment. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*, *124*(5), 593–599. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2003.08.008>
- Wiechmann, D., Klang, E., Helms, H. J., & Knösel, M. (2015). Lingual appliances reduce the incidence of white spot lesions during orthodontic multibracket treatment. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*, *148*(3), 414–422. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2015.05.015>