

ALINHADORES ORTODÔNTICOS, A NOVA ERA DA ORTODONTIA DIGITAL: VANTAGENS E LIMITAÇÕES

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.623112526027>

Data de aceite: 07/03/2025

Maria Eduarda Pereira do Valle

Centro Universitário Faminas
Muriaé

<http://lattes.cnpq.br/3536016606056243>

Lorena Aparecida Nery Araújo

Centro Universitário Faminas
Muriaé

<http://lattes.cnpq.br/4500662130521362>

André Marques Godinho Matos

Centro Universitário Faminas
Muriaé

<http://lattes.cnpq.br/1277292810199648>

Leidyane Aparecida Vilela de Paula

Centro Universitário Faminas
Muriaé

<http://lattes.cnpq.br/0471546303104082>

Letícia Rocha Figueiredo

Centro Universitário Faminas
Muriaé

<http://lattes.cnpq.br/9343157976112321>

Elisa Gomes Gonzalez

Centro Universitário Faminas
Muriaé

<http://lattes.cnpq.br/1031331180032831>

Centro Universitário Faminas
Muriaé

João Vitor de Oliveira Pereira

Centro Universitário Faminas
Muriaé

Maxilaine de Lima Vaz Ferreira

Centro Universitário Faminas
Muriaé

Matheus de Paula Pessoa Dias

Centro Universitário Faminas
Muriaé

Mateus Antônio Mussolin

Centro Universitário Faminas
Muriaé

Bruno Gabriel Cunha Mantovani

Centro Universitário Faminas
Muriaé

Amanda Gripp Cabral

Centro Universitário Faminas
Muriaé

Trabalho de Monografia apresentada como requisito parcial à obtenção do título Bacharel em Odontologia, do Centro Universitário FAMINAS. Orientador: Prof. Ma. Luciana Corrêa Ribeiro Sabbo

Dedico este trabalho aos meus professores, que com seus ensinamentos foram verdadeiros mestres; aos amigos e familiares que me ajudaram a enfrentar os desafios durante a graduação, com bons conselhos e apoio.

"A mente que se abre a uma nova ideia
jamais voltará ao seu tamanho original" –

Albert Einstein

PEREIRA DO VALLE, Maria Eduarda. **Alinhadores Ortodônticos, A Nova Era da Ortodontia Digital: Vantagens e Limitações**. 2024. 30 folhas. Trabalho de Conclusão de Curso Bacharelado em Odontologia Centro Universitário FAMINAS.

RESUMO: Na época atual, uma parcela significativa dos pacientes que buscam tratamento ortodôntico expressa preferência por alinhadores transparentes em detrimento dos braquetes. Os principais desafios surgem na indicação apropriada para cada caso, no manejo do fluxo digital e no controle clínico. Dessa forma, é crucial que o ortodontista esteja proficientemente habilitado na técnica desde as etapas iniciais até a condução dos casos. Este estudo analisa a evolução da Ortodontia digital, explorando vantagens e limitações dos alinhadores, além de abordar inovações tecnológicas, mecânicas auxiliares e impacto clínico. Assim, para atender os objetivos propostos, foi conduzida uma busca de artigos nas bases de dados Scielo, PubMed e Biblioteca Virtual de Saúde, selecionando estudos publicados nos últimos 5 anos e disponíveis nos idiomas português, inglês e espanhol. Logo, observou-se que apesar das restrições, os alinhadores representam uma opção viável, especialmente quando combinados com técnicas auxiliares (attachments, mini-implantes, botões, elásticos), contribuindo para resultados satisfatórios e melhorias na qualidade de vida dos pacientes.

PALAVRAS-CHAVE: Ortodontia estética. Alinhadores ortodônticos. Aparelhos Ortodônticos removíveis. Aparelhos transparentes.

ORTHODONTIC ALIGNERS, THE NEW ERA OF DIGITAL ORTHODONTICS: ADVANTAGES AND LIMITATIONS

PEREIRA DO VALLE, Maria Eduarda. **Orthodontic Aligners, The New Era of Digital Orthodontics: Advantages and Limitations**. 2024. 30 sheets. Completion work for a Bachelor's or Technology course in Dentistry University Center FAMINAS

ABSTRACT: In the current era, a significant portion of patients seeking orthodontic treatment express a preference for clear aligners over traditional braces. The main challenges arise in appropriately indicating each case, managing the digital workflow, and clinical control. Therefore, it is crucial that the orthodontist is proficiently skilled in the technique from the initial stages to case management. This study analyzes the evolution of digital orthodontics, exploring advantages and limitations of aligners, as well as addressing technological innovations, auxiliary mechanics, and clinical impact. Thus, to meet the proposed objectives, a search for articles was conducted in the Scielo, PubMed, and Virtual Health Library databases, selecting studies published in the last 5 years and available in Portuguese, English,

and Spanish languages. Consequently, it was observed that despite the restrictions, aligners represent a viable option, especially when combined with auxiliary techniques (attachments, mini-implants, buttons, elastics), contributing to satisfactory outcomes and improvements in patients' quality of life.

KEYWORDS: Aesthetic orthodontics. Orthodontic aligners. Removable orthodontic appliances. Transparent appliances.

LISTA DE SIGLAS

3D BVS	Tridimensional
CAD/CAM	Biblioteca Virtual em Saúde
DeCS	Computer-aided-design and computer-aided-manufacturing Descritores em Ciência da Saúde
Pubmed	Serviço da U. S. National Library of Medicine
Scielo	Scientific Electronic Library Online

1 | INTRODUÇÃO

Frequentemente as pessoas buscam tratamentos ortodônticos visando aprimorar a estética facial, uma vez que o sorriso harmônico possui grande influência na vida das pessoas, exercendo impacto tanto no âmbito social, profissional e pessoal (MALTAGLIATI; MONTES, 2007). Uma parcela significativa dos pacientes que necessitam de correção ortodôntica expressa preferência pela utilização de alinhadores transparentes em vez dos braquetes metálicos ou estéticos (WALTON *et al.*, 2010). Nesse contexto, de acordo com Rossini *et al.* (2014), a introdução do uso de alinhadores transparentes foi uma resposta a essas demandas.

Durante as últimas décadas, a ortodontia passou por uma revolução impulsionada pelos avanços tecnológicos. Os scanners tridimensionais e intraorais expandiram significativamente as capacidades de diagnóstico e planejamento, juntamente com a produção digital de aparelhos (ROSSINI *et al.*, 2014). Estes progressos, em conjunto com o aumento da demanda por cuidados ortodônticos entre pacientes adultos e a busca por abordagens personalizadas, resultaram em uma crescente procura por alinhadores transparentes, tais dispositivos tornaram-se uma opção comum em consultórios odontológicos (WERNECK *et al.*, 2012; CASTROFLORIO *et al.*, 2023).

O uso de alinhadores invisíveis apresenta vantagens significativas, destacando-se pela melhoria estética, resultando em maior aceitação por parte dos pacientes e melhor bem-estar. Estes dispositivos demonstraram causar menos desconforto quando comparados aos tratamentos com aparelhos fixos tradicionais, além de contribuírem para uma melhor saúde gengival e periodontal devido à maior facilidade na higienização bucal.

Adicionalmente, a ausência de limitações alimentares é um benefício associado a essa modalidade terapêutica (D'APUZZO *et al.*, 2019; RODRIGUES; MELO, 2019).

Contudo, surgem alguns desafios a serem enfrentados, como a necessidade de colaboração do paciente e restrições biomecânicas, principalmente na realização de translação, extrusão e rotação dentária em especial nos dentes arredondados, bem como no fechamento de espaços resultantes de extrações. Há também uma limitação no controle dos movimentos das raízes, ajuste de contatos oclusais e manejo de grandes discrepâncias verticais e anteroposteriores (ROSSINI *et al.*, 2014; D'APUZZO *et al.*, 2019).

Embora inicialmente os alinhadores ortodônticos serem recomendados para casos mais simples (alinhamento e nivelamento), atualmente esses dispositivos possibilitam tratar de casos progressivamente mais difíceis. Isso é influenciado pelo sistema específico utilizado e pela habilidade do ortodontista em explorar a biomecânica a seu favor, outrossim, vai depender do planejamento virtual e da utilização de recursos auxiliares (como botões, elásticos, desgaste interproximal e ancoragem esquelética com mini-implantes), isso com objetivo de aprimorar a previsibilidade da movimentação dentária (RODRIGUES; MELO, 2019; D'APUZZO *et al.*, 2019; ROSSINI *et al.*, 2014).

Vale salientar que a literatura mostra que há pontos positivos e negativos no tratamento com alinhadores ortodônticos, e almeja-se perante o exposto que o presente estudo possa auxiliar na análise das últimas inovações tecnológicas aplicadas na ortodontia digital. Destacando a importância desempenhada pelos aparelhos transparentes nessa área, explorando suas vantagens e limitações no contexto atual.

1.1 Objetivos

1.1.1 *Objetivo Geral*

O objetivo central do trabalho é analisar a evolução da ortodontia digital, destacando a importância desempenhada pelos alinhadores ortodônticos nessa área, explorando suas vantagens e limitações no contexto atual.

1.1.2 *Objetivos Específicos*

Objetiva-se explorar as inovações tecnológicas na ortodontia digital, incluindo avanços em escaneamento intraoral, software de planejamento e fabricação de alinhadores; Avaliar as vantagens dos alinhadores ortodônticos, abordando aspectos de estética, conforto para o paciente, facilidade de higienização e liberdade alimentar; Analisar as limitações e desafios na prática clínica, incluindo a necessidade de cooperação ativa do paciente no uso adequado e limitações biomecânicas que possam surgir; Avaliar o impacto dos alinhadores no fluxo de trabalho, considerando aspectos como tempo de tratamento, ajustes frequentes

e treinamento da equipe; Avaliar a importância da colaboração do paciente para o sucesso do tratamento com alinhadores ortodônticos, incluindo a adesão às orientações de uso e cuidados com os dispositivos.

2 | METODOLOGIA

O presente trabalho trata-se de uma revisão de literatura de caráter qualitativo, com busca nas bases de dados Scielo, PubMed e Biblioteca Virtual de Saúde (BVS), foram selecionados artigos publicados nos últimos 5 anos (de 2019 a 2023) e disponíveis nos idiomas português, inglês e espanhol. A estratégia de busca foi realizada por meio dos Descritores em Ciências de Saúde (DeCS), utilizando os termos: Ortodontia estética; Alinhadores Ortodônticos; Aparelhos Ortodônticos removíveis; Aparelhos transparentes (Aesthetic Orthodontics; Orthodontic aligners; Removable orthodontic appliances; Transparent appliances).

Foram exploradas as combinações destes descritores para garantir a abrangência na busca de artigos relevantes nas bases de dados supracitadas, usando o operado booleano “E”, ademais, usou-se os descritores em inglês “Aesthetic Orthodontics”, “Orthodontic aligners”, “Removable orthodontic appliances” e “Transparent appliances”, usando o operador booleano “AND”. Ao término das pesquisas, encontrou-se um total de quinhentos e onze (n=511) artigos. Em seguida, fez-se a leitura dos títulos, e apenas vinte (n=20) estavam relacionados a ortodontia digital e as limitações e vantagens dos alinhadores ortodônticos. Seguidamente, depois da leitura completa destes textos, foram selecionados seis (n=6) que tiveram maior relação com o tema do estudo presente. Todos esses dados citados foram estruturados na tabela abaixo.

Descritores	BVS	Scielo	PubMed
Base de dados			
Ortodontia estética e alinhadores ortodônticos	15	0	0
Aparelhos ortodônticos removíveis e aparelhos transparentes	114	1	0
Ortodontia estética e Alinhadores ortodônticos e Aparelhos Ortodônticos removíveis e Aparelhos transparentes	10	0	0
Ortodontia estética e Alinhadores ortodônticos e Aparelhos Ortodônticos removíveis	10	0	0
Aesthetic Orthodontics AND Orthodontic aligners	29	2	236
Removable orthodontic appliances AND Transparent appliances	11	0	9
Aesthetic Orthodontics AND Orthodontic aligners AND Removable orthodontic appliances	16	1	52
Aesthetic Orthodontics AND Orthodontic aligners AND Removable orthodontic appliances AND Transparent appliances	1	0	4
Número total de artigos encontrados (n = 511)			
Número de artigos pré-selecionados após leitura do título	9	0	11

Número de artigos selecionados após leitura completa	3	0	3
Número de artigos selecionados na pesquisa manual	10		
Número total de artigos selecionados (n= 16)			

Tabela 1- Análise da revisão bibliográfica

Fontes: Autoria própria (2024)

Outrossim, vale salientar que dez (n=10) artigos de relevância histórica foram incluídos fora do período pré-determinado para a pesquisa, foram encontrados por meio de uma busca manual na literatura cinzenta.

Foram incluídos estudos que aprofundem sobre as vantagens e limitações dos alinhadores ortodônticos; Artigos publicados nos últimos 5 anos garantindo atualização do tema, exceto artigos que possuam relevância histórica; Artigos nos idiomas inglês, português e espanhol; Pesquisas publicadas em revistas científicas revisada por pares; Pesquisas clínicas. Foram excluídos artigos e estudos científicos não relacionados com vantagens e limitações dos alinhadores ortodônticos; Estudos publicados há mais de 5 anos, a menos que tenham relevância histórica; Idiomas diferente de inglês, português ou espanhol, a menos que haja traduções confiáveis; Fontes não científicas; Estudos que carecem de dados detalhados sobre a ortodontia digital.

3 | REVISÃO DE LITERATURA

3.1 História da ortodontia digital

A origem dos alinhadores invisíveis tem seu início em 1945, quando o Dr. H. D. Kesling apresentou a primeira proposta de um dispositivo para posicionar os dentes, fabricado por moldagem a vácuo, para realizar pequenos ajustes dentários. Esse processo exigia um trabalho minucioso, que envolvia reposicionar manualmente os dentes em cera e criar uma série de moldes invisíveis, produzidos por vácuo, para cada movimento dentário até alcançar o alinhamento desejado. Embora essa técnica fosse capaz de corrigir pequenos desalinhamentos dentários, o trabalho intenso exigido limitou sua aplicação em larga escala, especialmente para problemas de má oclusão mais complexos (PHAN; LING; 2007).

Somente em 1997, quando dois estudantes de pós-graduação da Universidade de Stanford inovaram ao introduzir gráficos de imagens computadorizadas tridimensionais (3D) na ortodontia, desenvolvendo o primeiro sistema de alinhadores invisíveis personalizados em larga escala utilizando tecnologia CAD-CAM (computer- aided-design and computer-aided-manufacturing). Essa nova abordagem tecnológica revolucionou a prática odontológica e ortodôntica, oferecendo uma solução mais eficiente e personalizada para correções dentárias (PHAN; LING; 2007).

3.2 Comparação entre alinhadores ortodônticos e aparelhos ortodônticos fixos convencionais:

A relevância atribuída à estética pela sociedade contemporânea impulsionou um aumento na demanda por tratamento ortodôntico como uma alternativa para corrigir discrepâncias dentárias e esqueléticas. Neste contexto, é evidente que os aparelhos ortodônticos exercem influência significativa na aparência dos pacientes, motivando uma evolução na ortodontia ao longo dos últimos anos para atender a essas demandas estéticas. Isso se deve, em parte, ao fato de que os aparelhos ortodônticos fixos tradicionais, compostos por bandas, braquetes, fios e ligaduras, frequentemente são associados a uma deterioração geral da estética facial (COUTO; ABREU, 2020).

Uma alternativa desenvolvida para atender à exigência estética dos pacientes que preferem evitar os aparelhos ortodônticos fixos convencionais são os alinhadores ortodônticos. Implementados no final do ano de 1990, fazem uso da tecnologia de impressão 3D, CAD/CAM, feitos de material plástico transparente, com espessura geralmente inferior a 1 milímetro (mm), que cobrem a coroa do dente até a gengiva marginal. A produção dos alinhadores ocorre por meio do escaneamento digital das arcadas dentárias do paciente e a geração de modelos tridimensionais. O alinhador permite a movimentação dentária por placa em até 0,25 a 0,30 mm ao longo de um período de duas semanas em média, e o tratamento implica em sucessivas trocas dessas placas, seguindo uma sequência cronológica, que necessita da cooperação dos pacientes, já que para ser eficaz, cada placa deve ser utilizada por 20 a 22 horas diárias. Além de aprimorar a estética, a introdução destes dispositivos removíveis no mercado também aborda questões relacionadas na melhora da higienização e de possíveis desconfortos associados aos acessórios metálicos dos aparelhos convencionais (COUTO; ABREU, 2020).

Os dispositivos ortodônticos de caráter fixo têm a potencialidade de favorecer o acúmulo de placa bacteriana e contribui para o comprometimento da saúde gengival, uma vez que elementos como braquetes, bandas e ligaduras ortodônticas podem significativamente comprometer a eficácia da higiene oral, limitando tanto a escovação quanto a autolimpeza provida naturalmente pela saliva e pela língua. Na eventualidade de os pacientes não conseguirem manter padrões adequados de higiene bucal, a placa bacteriana acumulada pode ocasionar a desmineralização do esmalte dentário e a ocorrência de gengivite. Por outro lado, os dispositivos ortodônticos removíveis, que podem ser retirados da cavidade oral para facilitar a escovação e a profilaxia, apresentam uma associação com um risco significativamente reduzido de desenvolvimento de cárie dentária e gengivite (JIANG, *et al.*, 2018).

No que se refere à duração das sessões e às visitas de emergência, observou-se uma discrepância entre os pacientes submetidos à terapia com alinhadores e aqueles tratados com aparelhos ortodônticos fixos convencionais. Os indivíduos tratados com

alinhadores apresentam uma menor duração das sessões, isso se deve ao fato de que os aparelhos fixos demandam mais tempo durante as consultas devido à fase de detalhamento e finalização do tratamento. Além disso, os ajustes necessários nos fios e/ou braquetes contribuem significativamente para o aumento do tempo total na cadeira. Por outro lado, as visitas de emergência são menos frequentes nos tratamentos com alinhadores, uma vez que estes possuem menos componentes passíveis de quebra, ademais, a remoção dos alinhadores durante as refeições reduz o risco de danos causados pela mastigação (ZHENG, *et al.*, 2017).

Sendo assim, durante a consulta inicial de busca por tratamento ortodôntico, em virtude de obter um resultado funcional e esteticamente satisfatório, o dentista precisa conduzir uma avaliação minuciosa e elaborar um plano de tratamento personalizado de acordo com as necessidades específicas do paciente, considerando também as indicações e restrições de cada tipo de dispositivo ortodôntico (COUTO; ABREU, 2020).

3.3 Limitações e desafios dos alinhadores ortodônticos

O tratamento ortodôntico por meio de alinhadores apresenta uma gama de benefícios em comparação com os aparelhos convencionais. No entanto, algumas desvantagens se destacam, como a necessidade de cooperação do paciente e possíveis erros na indicação da técnica, os quais representam os principais obstáculos para o sucesso dos tratamentos utilizando alinhadores transparentes baseados em sistemas CAD/CAM. Além disso, equívocos durante a etapa de setup virtual podem ocorrer, como por exemplo um sequenciamento incorreto de movimentos dentários ocasionando um estagiamento inadequado das fases do tratamento, falta de programação de mecânicas acessórias, tais como attachments, botões, recortes para elásticos e mini-implantes. Dessa forma, a cooperação do paciente, a correta seleção dos casos apropriados, o planejamento virtual e o manejo clínico estão intimamente interligados para assegurar o êxito do tratamento (TAVARES; MELO; ACCORSI, 2021).

É crucial compreender detalhadamente quais movimentos dentários podem ser mais facilmente alcançados com o uso de alinhadores e quais não podem, a fim de garantir a eficácia dessa personalização na prática clínica. Esse conhecimento deve estar incorporado ao processo de setup virtual e no sequenciamento do caso. Desse modo, é essencial reconhecer as limitações dos alinhadores para evitar possíveis desapontamentos ao término do tratamento, os quais, frequentemente, levam alguns profissionais a abandonarem essa técnica em suas práticas clínicas. De modo geral, os alinhadores demonstram maior eficácia em movimentos nos quais a ativação envolve o pressionamento do plástico em direção à coroa dentária, isto é, o alinhador tem maior facilidade em “empurrar” um dente, comparado a “puxar” o mesmo. Por outro lado, enfrentam consideráveis dificuldades em

movimentos que exigem a tração dos dentes, como na extrusão dos dentes anteriores para correção de mordida aberta anterior (TAVARES; MELO; ACCORSI; 2021).

Devido ao fato de os alinhadores cobrirem toda a superfície coronária do dente, torna-se desafiador determinar os pontos de aplicação de força e torque, resultando em limitações na execução de movimentos complexos, como a extrusão e a rotação de dentes arredondados. Esses fatores podem explicar por que muitos ortodontistas relatam a necessidade de novas moldagens ou escaneamentos durante o tratamento, visando ao refinamento do caso ou à transição para aparelhos fixos para finalizar o tratamento. Além disso, vale salientar que todos os movimentos dentários na mandíbula tendem a ser mais difíceis devido à densidade óssea superior encontrada nessa região em comparação com a maxila, o que dificulta a movimentação dos dentes (GUSS; 2019).

Apesar das dificuldades em tratar algumas más oclusões com os alinhadores ortodônticos, seu uso não é inviabilizado completamente. Isso porque há a opção de combinar o tratamento com uma ampla variedade de mecânicas auxiliares, como ancoragem esquelética, colocação de attachments, ajustes nos alinhadores, colagem de botões, uso de elásticos intra ou intermaxilares, e mini-implantes, os quais são sugeridos como elementos auxiliares eficazes para controlar efeitos adversos, minimizando, portanto, as restrições desse dispositivo ortodôntico (GUSS; 2019).

3.4 Vantagens dos alinhadores ortodônticos

Nos últimos anos, o tratamento com alinhadores transparentes tem ganhado destaque e popularidade devido aos avanços tecnológicos e ao desenvolvimento de novas mecânicas acessórias que permitem uma ampla variedade de movimentos dentários. As principais vantagens desse tipo de tratamento incluem uma estética superior, resultando em uma maior aceitação por parte dos pacientes, e uma melhor qualidade de vida geral. Além disso, os pacientes relatam menos desconforto em comparação com o tratamento ortodôntico fixo tradicional, e observa-se uma melhora nos índices de saúde gengival e periodontal (D'APUZZO, *et al.*, 2019).

Pacientes com problemas periodontais têm se beneficiado especialmente desse tipo de terapêutica, com melhorias significativas em sua saúde periodontal ao longo do tratamento, além de apresentarem melhores índices de placa bacteriana e profundidade de sondagem de bolsa, devido à facilidade de higienização proporcionada pelos aparelhos removíveis. Vale salientar que é fundamental manter uma boa saúde bucal para garantir o sucesso da intervenção ortodôntica. Uma vantagem adicional é que os pacientes podem visualizar os resultados do tratamento antes de iniciar o processo, permitindo uma adaptação de acordo com suas preferências e necessidades específicas (D'APUZZO, *et al.*, 2019).

3.5 Mecânicas acessórias por trás dos alinhadores

Inicialmente, os alinhadores eram prescritos principalmente para corrigir pequenos desalinhamentos e fechamento de diastemas mínimos entre os dentes. No entanto, atualmente, uma grande variedade de casos, inclusive aqueles de complexidade moderada a extrema, pode ser tratada com sucesso utilizando alinhadores. Isso se deve à disponibilidade de terapias combinadas, onde os alinhadores transparentes contam com ajuda de dispositivos auxiliares, como mini-implantes, elásticos, botões e attachments (RODRIGUES; MELO, 2019).

Os alinhadores aplicam força empurrando os dentes, movendo-os para a posição correta. Para facilitar esse processo, attachments de resina são fixados nos dentes, proporcionando uma superfície para aplicação da força. Além disso, os attachments também podem aumentar a estabilidade do alinhador na boca e servir como ponto de ancoragem para determinados movimentos (RODRIGUES; MELO, 2019).

Segue abaixo as imagens de um attachment utilizado para correção de giroversão do dente 14, que foram alcançadas por meio do software Maestro 3D, Versão 05.

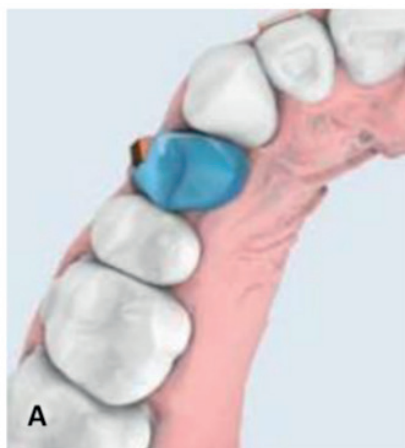


Figura 1 - A) Pré-molar inicialmente posicionado com giroversão.

Fonte: Tavares; Melo; Accorsi (2021)

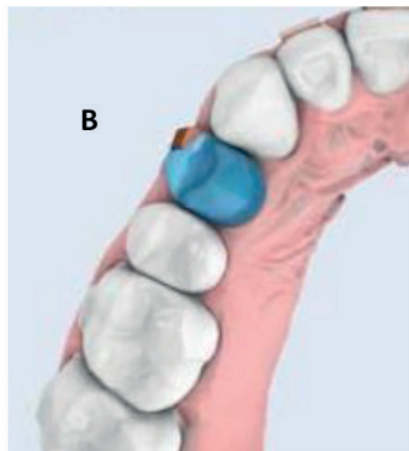


Figura 2- B) Rotação do dente alcançada mediante o uso de um attachment específico.

Fonte: Tavares; Melo; Accorsi (2021)

Outra forma de complementar o tratamento com alinhadores é o uso de alicates específicos para ativar os alinhadores, os quais são projetados para realizar pequenos ajustes nos alinhadores, criando protuberâncias que direcionam os dentes conforme necessário (SABBO, *et al.*, 2021). Além disso, elásticos podem ser empregados para um controle mais preciso dos movimentos, como a extrusão, que geralmente tem baixa eficácia com alinhadores, e até mesmo para rotações por meio da aplicação de binário. Para movimentos de intrusão dos molares, por exemplo, é possível utilizar mini-implantes ortodônticos para garantir uma ancoragem absoluta (RODRIGUES; MELO, 2019).

4 | DISCUSSÃO

Os alinhadores surgiram em resposta à demanda dos pacientes por opções de tratamento ortodôntico esteticamente mais agradáveis, em conjunto com o progresso tecnológico, representando um avanço significativo na prática odontológica (GUSS, 2019). Nos últimos anos, os alinhadores têm ganhado relevância e popularidade, especialmente entre os adultos, que representam o maior percentual de pacientes tratados com esse sistema (D'APUZZO, *et al.*, 2019).

É imprescindível que o cirurgião-dentista seja capaz de realizar uma avaliação minuciosa e um planejamento de tratamento apropriado, considerando as necessidades individuais do paciente, bem como as indicações e limitações de cada dispositivo ortodôntico. Contudo, devido à sua transparência e consequente estética aprimorada, os pacientes preferem os alinhadores ortodônticos, os quais também são reconhecidos por seu conforto e por proporcionarem uma abordagem simplificada no cuidado bucal. Ademais, permite ao

paciente e ao profissional uma avaliação detalhada das opções de tratamento por meio de um modelo virtual, antes mesmo do início do tratamento (MELKOS, 2005).

No entanto, vale salientar que estudos apontam que os aparelhos ortodônticos fixos convencionais ainda são considerados mais eficazes do que os alinhadores para a correção de discrepâncias oclusais. Tal resultado pode estar relacionado às limitações dos alinhadores em controlar certos movimentos dentários, como extrusão, fechamento de espaços de extrações ou rotação, os quais são mais desafiadores de serem executados com alinhadores (COUTO; ABREU, 2020).

Em relação aos movimentos rotacionais, a rotação dos primeiros molares é o único com excelente previsibilidade, enquanto os movimentos rotacionais dos incisivos laterais superiores, caninos e pré-molares são mais difíceis de controlar. Estudos *in vivo* e *in vitro* confirmam a baixa previsibilidade do movimento rotacional de dentes arredondados, especialmente dos caninos superiores (CASTROFLORIO, *et al.*, 2023).

Quanto aos movimentos lineares, a translação vertical tem se mostrado particularmente desafiadora com os alinhadores, com estudos demonstrando uma falta de correção de cerca de 50% para intrusão superior e inferior com Invisalign, e quanto mais severa a sobremordida pré-tratamento, mais desafiador pode ser alcançar a redução da mordida profunda. Além disso, a eficácia do sistema Invisalign parece ser mais evidente no fechamento da mordida do que na sua abertura, visto que o sistema Invisalign tem uma maior acurácia da extrusão dos incisivos e intrusão dos molares (CASTROFLORIO, *et al.*, 2023).

No que se refere a saúde periodontal, os indivíduos tratados com alinhadores ortodônticos apresentaram melhores parâmetros de saúde gengival a curto prazo em comparação com aqueles tratados com aparelhos ortodônticos fixos convencionais, devido à possibilidade de remoção dos alinhadores durante a escovação e uso do fio dental, facilitando a higiene bucal (COUTO; ABREU, 2020).

Apesar das limitações, os resultados clínicos com alinhadores são satisfatórios. Entretanto, é importante ressaltar que ainda não somos capazes de replicar completamente, em um ambiente virtual, as complexas interações biológicas e biomecânicas que ocorrem no mundo real durante o tratamento ortodôntico. Portanto, é essencial manter uma expectativa realista em relação aos resultados obtidos por meio do planejamento virtual e entender as limitações biológicas de cada paciente (CASTROFLORIO, *et al.*, 2023).

5 | CONCLUSÃO

Ao longo deste trabalho, foi realizada uma análise abrangente da evolução da ortodontia digital, com ênfase nos alinhadores ortodônticos, objetivando examinar vantagens, limitações e repercussões clínicas desses dispositivos. Embora garantam melhoria na estética facial e na higiene bucal, existem ainda desafios, incluindo limitações

biomecânicas e a necessidade de cooperação do paciente. Porém, a combinação de avanços tecnológicos e desenvolvimentos em mecânicas auxiliares tem ampliado as possibilidades de tratamento com alinhadores, tornando-os uma opção viável para uma variedade de casos. Logo, é crucial reconhecer as restrições e garantir uma abordagem integrada entre tecnologia, habilidade clínica e paciente para obter resultados satisfatórios.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, um agradecimento a Deus, por ser minha fortaleza e minha fonte de sabedoria e inspiração, me guiou e me acompanhou durante toda essa jornada acadêmica.

À minha professora e orientadora Luciana Corrêa Ribeiro Sabbo, que sempre esteve disposta a me auxiliar.

À banca encarregada por avaliar este trabalho, formada por profissionais de excelência, que me incentivaram e foram meus exemplos de dedicação.

Às minhas amigas, Elisa Gomes Gonzalez, Leidyane Aparecida Vilela de Paula e Letícia Rocha de Figueiredo, que desde o começo tornaram minha jornada mais significativa e leve.

REFERÊNCIAS

CASTROFLORIO, Tommaso *et al.* Predictability of orthodontic tooth movement with aligners: effect of treatment design. **Progress in orthodontics**, v. 24, n. 1, p. 2, 2023.

COUTO, Bárbara Linhares Brazil; ABREU, Lucas Guimarães. Comparação entre alinhadores ortodônticos e aparelhos ortodônticos fixos convencionais: uma revisão sistemática e meta-análise. **Arquivos em Odontologia**, v. 56, 2020.

D'APUZZO, Fabrizia *et al.* Clear aligner treatment: different perspectives between orthodontists and general dentists. **Progress in orthodontics**, v. 20, p. 1-9, 2019.

GUSS, Natan Oliveira. Avaliação digital tridimensional da movimentação dentária com alinhadores transparentes. 2019.

JIANG, Qian *et al.* Periodontal health during orthodontic treatment with clear aligners and fixed appliances: A meta-analysis. **The Journal of the American Dental Association**, v. 149, n. 8, p. 712-720. e12, 2018.

MALTAGLIATI, Liliana Ávila; MONTES, Luciana Andrade do Prado. Análise dos fatores que motivam os pacientes adultos a buscarem o tratamento ortodôntico. **Revista Dental Press de Ortodontia e Ortopedia Facial**, v. 12, p. 54-60, 2007.

MELKOS, Aristides B. Advances in digital technology and orthodontics: a reference to the Invisalign method. *Medical science monitor*, v. 11, n. 5, p. PI39-PI42, 2005.

PHAN, Xiem; LING, Paul H. Clinical limitations of Invisalign. **Journal of the Canadian Dental Association**, v. 73, n. 3, 2007.

RIBEIRO, KARLA GODOY; ORTODONTIA, N. A. FACULDADE DE TECNOLOGIA DE SETE LAGOAS.

RODRIGUES, Ernesto D. Ortodontia Digital com Alinhadores Ortodônticos–Sistema Cleartek. **ISSN 2595-279X CDD-617-69**, p. 72, 2019.

ROSSINI, Gabriele *et al.* Diagnostic accuracy and measurement sensitivity of digital models for orthodontic purposes: A systematic review. **American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics**, v. 149, n. 2, p. 161-170, 2016.

ROSSINI, Gabriele *et al.* Periodontal health during clear aligners treatment: a systematic review. **European journal of orthodontics**, v. 37, n. 5, p. 539-543, 2014.

SABBO, Breno Minervini *et al.* Ativação de alinhadores ortodônticos com alicates—uma alternativa para obtenção de resultados. **Ortho Sci., Orthod. sci. pract**, p. 114-119, 2021.

TAVARES, Stenyo; MELO, Mauro; ACCORSI, Mauricio. Previsibilidade de movimentos dentários com alinhadores estéticos acelerando a curva de aprendizagem. **Ortho Sci., Orthod. sci. pract**, p. 113-119, 2021.

WALTON, Daniel K. *et al.* Orthodontic appliance preferences of children and adolescents. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, v. 138, n. 6, p. 698. e1-698. e12, 2010.

WERNECK, Eduardo César *et al.* Evaluation of the increase in orthodontic treatment demand in adults. **Brazilian Dental Science**, v. 15, n. 1, p. 47-52, 2012.

ZHENG, M. *et al.* Efficiency, effectiveness and treatment stability of clear aligners: A systematic review and meta-analysis. **Orthodontics & craniofacial research**, v. 20, n. 3, p. 127-133, 2017.