



TRATAMENTO COM ALINHADORES ORTODÔNTICOS EM CASOS DE EXTRAÇÃO DENTÁRIA: uma revisão de literatura

FERNANDA DIAS DE LIMA ¹
GIANA DE CARVALHO PEREIRA ANDRADE ²
GILDO FERREIRA DE CARVALHO JUNIOR ³
MAYCON PEREIRA GROSSI KNEIP MACEDO ⁴
GABRIELA ANDRASCHKO TISSOT ⁵

RESUMO: A ortodontia tem passado por importantes avanços com a introdução dos alinhadores ortodônticos, que oferecem benefícios estéticos, conforto e facilidade de higienização. No entanto, o uso desses dispositivos em tratamentos que envolvem extrações dentárias ainda é um desafio, especialmente em relação ao controle da movimentação dentária e à previsibilidade dos resultados. Esta revisão de literatura tem como objetivo analisar estudos recentes, que investigam a eficácia, as estratégias biomecânicas e os desfechos clínicos associados ao uso de alinhadores ortodônticos em casos de extração. A análise evidencia que, embora existam limitações, a utilização dos alinhadores pode ser eficaz quando associada a um planejamento biomecânico criterioso, uso de recursos auxiliares e boa colaboração do paciente. A seleção adequada dos casos é fundamental para o sucesso clínico.

PALAVRAS-CHAVE: Alinhadores ortodônticos; Biomecânica; Extração dentária; Ortodontia.

TREATMENT WITH ORTHODONTIC ALIGNERS IN CASES OF TOOTH EXTRACTION: a literature review

ABSTRACT: Orthodontics has undergone significant advancements with the introduction of clear aligners, which offer aesthetic advantages, comfort, and ease of oral hygiene. However, the use of these devices in treatments involving tooth extractions remains a challenge, especially concerning tooth movement control and the predictability of results. This literature review aims to analyze recent studies that investigate the effectiveness, biomechanical strategies, and clinical outcomes associated with the use of clear aligners in extraction cases. The analysis shows that, despite some limitations, clear aligners can be effective when combined with careful biomechanical planning, auxiliary resources, and good patient compliance. Appropriate case selection is crucial for clinical success.

KEYWORDS: Biomechanics; Clear aligners; Orthodontics; Tooth extraction.

¹ Professora Especialista. Curso de Odontologia, Faculdade Fasipe de Rondonópolis. Endereço eletrônico: fdodontologia@gmail.com

² Professora Mestra. Curso de Odontologia, Faculdade Fasipe de Rondonópolis. Endereço eletrônico: giana.rj@gmail.com

³ Professor Especialista. Curso de Odontologia, Faculdade Fasipe de Rondonópolis. Endereço eletrônico: Gildojunior_carvalho@hotmail.com

⁴ Professor Especialista. Curso de Odontologia, Faculdade Fasipe de Rondonópolis. Endereço eletrônico: drmayconmacedo@gmail.com

⁵ Professora do Curso de Odontologia, Faculdade Fasipe de Rondonópolis. Endereço eletrônico: odontogabi@gmail.com



1 INTRODUÇÃO

A ortodontia contemporânea tem passado por transformações significativas com a introdução dos alinhadores ortodônticos, dispositivos termoplásticos que surgiram como uma alternativa estética, removível e confortável aos aparelhos fixos tradicionais. Sua popularidade crescente deve-se a vantagens como aceitação estética superior, maior conforto para os pacientes e facilidade de higiene bucal, fatores que os tornam particularmente atraentes para o público adulto (Al-Hamadi *et al.*, 2022; Lo Giudice *et al.*, 2023). No entanto, apesar desses benefícios, o tratamento de casos que envolvem extrações dentárias com alinhadores ainda apresenta desafios clínicos consideráveis.

O fechamento de espaços pós-extração exige um controle tridimensional preciso da movimentação dentária, o que pode ser mais complexo com alinhadores do que com aparelhos fixos, devido às limitações inerentes à aplicação de forças ortodônticas sofisticadas (Zhang *et al.*, 2021; Mazur *et al.*, 2024). Estudos recentes demonstram que, embora os alinhadores sejam eficazes para correções de maloclusões leves a moderadas, sua previsibilidade em movimentações complexas — como retrações em massa ou casos que demandam ancoragem absoluta — ainda não equivale à dos sistemas fixos (Li *et al.*, 2023; Elsharkawy *et al.*, 2022).

Avanços tecnológicos, como o aprimoramento do planejamento digital, a utilização estratégica de attachments e a incorporação de cortes para elásticos intermaxilares, têm expandido as possibilidades de aplicação dos alinhadores, inclusive em tratamentos que envolvem extrações (Cinquina *et al.*, 2023; Santos *et al.*, 2021). Contudo, a eficácia dessas abordagens ainda requer maior embasamento científico, especialmente no que diz respeito à estabilidade dos resultados e à adaptação biomecânica em diferentes cenários clínicos.

Nesse contexto, esta revisão de literatura tem como objetivo analisar, com base nas evidências científicas mais recentes, a eficácia, as estratégias biomecânicas e os resultados clínicos associados ao uso de alinhadores ortodônticos em casos que envolvem extrações dentárias. A justificativa para este estudo reside na necessidade de consolidar um protocolo clínico seguro e previsível, alinhando as vantagens estéticas e funcionais dos alinhadores com as demandas técnicas de tratamentos mais complexos. Além disso, busca-se fornecer diretrizes práticas para ortodontistas, integrando conhecimentos atuais para otimizar os resultados e minimizar as limitações inerentes a essa modalidade terapêutica.

Esta revisão se justifica pela necessidade de consolidar as evidências mais recentes sobre o tema, particularmente no que diz respeito às inovações tecnológicas no planejamento digital de tratamento, uso de attachments personalizados e estratégias de ancoragem temporária. A análise crítica das limitações e desafios encontrados na literatura oferece subsídios valiosos para a prática clínica, auxiliando os ortodontistas na tomada de decisões fundamentadas. Adicionalmente, a identificação de lacunas no conhecimento aponta direções para futuras pesquisas nesta área em constante evolução.

Para tanto, adotou-se uma metodologia baseada em revisão sistemática da literatura, abrangendo estudos clínicos recentes, análises biomecânicas e protocolos consagrados na ortodontia contemporânea. Os resultados evidenciam que os alinhadores ortodônticos, quando aplicados com planejamento criterioso e estratégias auxiliares adequadas, podem oferecer resultados satisfatórios mesmo em casos de extração dentária. Conclui-se que o domínio das técnicas digitais e dos princípios biomecânicos é fundamental para profissionais que buscam aliar as vantagens estéticas dos alinhadores com a eficácia do tratamento, garantindo oclusões funcionais e resultados previsíveis.



2 REVISÃO DE LITERATURA E DISCUSSÃO

2.1 Eficácia e estratégias biomecânicas no uso de alinhadores ortodônticos em casos de extração dentária

O uso de alinhadores ortodônticos em casos que envolvem extrações dentárias tem sido objeto de crescente investigação nos últimos anos. Tradicionalmente, o fechamento dos espaços pós-extração tem sido conduzido com aparelhos fixos, devido ao controle tridimensional que oferecem sobre a movimentação dentária. No entanto, com o avanço dos softwares de planejamento digital e das técnicas auxiliares, como o uso de attachments e elásticos intermaxilares, os alinhadores passaram a ser considerados uma alternativa viável, mesmo em casos mais complexos (Cinquina *et al.*, 2023; Zhang *et al.*, 2021).

Estudos recentes têm demonstrado que, embora os alinhadores apresentem bons resultados em movimentações simples, como alinhamento e nivelamento, sua eficácia em retrações de dentes anteriores e controle de ancoragem ainda apresenta limitações quando comparada aos aparelhos fixos (LI *et al.*, 2023). A previsibilidade da movimentação dentária, especialmente em casos que exigem retrações em massa dos seis dentes anteriores, pode ser comprometida pela dificuldade em aplicar forças constantes e bem distribuídas ao longo do tempo (Elsharkawy *et al.*, 2022).

Para contornar essas limitações, estratégias biomecânicas específicas têm sido adotadas, como o uso de attachments otimizados, estagiamento diferenciado no software de planejamento, elásticos intermaxilares e mini-implantes de ancoragem. Santos *et al.* (2021) destacam que o uso de elásticos intermaxilares, quando bem indicado, pode aumentar significativamente o controle da movimentação em casos com extração, compensando parcialmente a menor rigidez dos alinhadores.

Em muitos casos, a movimentação sequencial — na qual se movimenta primeiro um grupo de dentes e posteriormente outro — pode melhorar a previsibilidade clínica. Essa abordagem é especialmente útil em casos de retração anterior, onde o uso de estagiamento progressiva ajuda a distribuir melhor as forças. No entanto, essa estratégia pode prolongar o tempo de tratamento (Cinquina *et al.*, 2023).

Nesse contexto, os principais fatores que influenciam os resultados com alinhadores em casos de extração incluem: planejamento digital inadequado, ausência de ancoragem reforçada e falhas na colaboração do paciente. Isso reforça a necessidade de um diagnóstico criterioso e de um plano de tratamento individualizado (Mazur *et al.*, 2024).

Apesar das limitações técnicas, pacientes tratados com alinhadores relatam maior conforto, menor dor durante a movimentação dentária e melhor experiência estética, o que contribui para uma maior adesão ao tratamento (Al-Hamadi *et al.*, 2022; Lo Giudice *et al.*, 2023). Assim, a escolha entre alinhadores e aparelhos fixos deve considerar não apenas a complexidade biomecânica, mas também fatores relacionados à expectativa e ao perfil do paciente.

Diante disso, observa-se que os alinhadores ortodônticos podem ser utilizados com sucesso em casos que envolvem extrações dentárias, desde que se adote uma abordagem biomecânica bem planejada, ancorada em evidências atuais e com acompanhamento clínico rigoroso.

2.2 Desafios técnicos e limitações dos alinhadores em casos de extração

O tratamento com alinhadores ortodônticos em casos de extração dentária enfrenta diversos obstáculos técnicos, principalmente relacionados ao controle preciso da movimentação dentária. Enquanto os aparelhos fixos permitem a aplicação direta e constante de forças, os alinhadores dependem da adaptação do material termoplástico e



da precisão do planejamento digital para gerar movimentos eficientes. Essa diferença torna mais desafiador o fechamento de espaços, especialmente em situações que exigem retrações em massa ou um controle rigoroso da ancoragem. A menor previsibilidade dos resultados é uma limitação significativa nesses casos mais complexos (Wang, *et al.*, 2025).

Um dos principais desafios biomecânicos está no fechamento dos espaços de extração, particularmente quando envolve a movimentação de dentes posteriores. Os aparelhos fixos oferecem mecanismos mais eficientes para esse tipo de movimentação, como o uso de forças intermaxilares direcionadas. Já os alinhadores dependem de acessórios como attachments e elásticos para tentar reproduzir esse controle, mas sua eficácia pode variar conforme a anatomia dentária e a resposta individual do paciente. Além disso, a falta de ancoragem absoluta pode resultar em efeitos indesejados, como inclinações dentárias inadequadas ou perda do controle radicular (Lucas, 2022).

A natureza removível dos alinhadores também representa uma limitação importante, já que o sucesso do tratamento está diretamente ligado à disciplina do paciente. O uso inconsistente ou insuficiente dos alinhadores pode levar a atrasos no fechamento dos espaços ou mesmo a movimentações incorretas. Além disso, a necessidade de trocas frequentes e de refinamentos prolonga o tempo de tratamento, especialmente em casos que exigem ajustes biomecânicos mais complexos. Esses fatores podem afetar tanto a eficiência quanto a previsibilidade dos resultados finais (Inchingolo, *et al.*, 2023).

Apesar dessas limitações, os avanços tecnológicos têm permitido superar parte desses desafios. O aprimoramento dos sistemas de planejamento digital e o desenvolvimento de estratégias auxiliares, como ligações específicas e mini-implantes, têm ampliado as possibilidades de tratamento com alinhadores em casos de extração. No entanto, a seleção cuidadosa dos casos continua sendo essencial, pois situações com demandas biomecânicas muito complexas ainda podem exigir o uso de aparelhos fixos para garantir resultados ideais. Portanto, embora os alinhadores ofereçam vantagens estéticas e de conforto, seu uso nesses casos requer um planejamento minucioso e um acompanhamento clínico rigoroso (Marinelli, *et al.*, 2025).

2.3 Inovações tecnológicas e avanços no planejamento digital

Os avanços recentes em tecnologia revolucionaram o planejamento de tratamentos ortodônticos com alinhadores, especialmente em casos complexos que envolvem extrações dentárias. Softwares que permitem simulações 3D altamente precisas, onde cada etapa do movimento dentário pode ser visualizada e ajustada antes mesmo da fabricação dos alinhadores. Essas ferramentas incorporam algoritmos inteligentes que calculam a distribuição ideal de forças, otimizando o fechamento de espaços de extração e minimizando efeitos indesejados como inclinações ou rotações inadequadas. A integração com sistemas de escaneamento intraoral eliminou a necessidade de moldagens tradicionais, aumentando a precisão e reduzindo o tempo de planejamento (Nguyen, M; Vu; Nguyen, Q, 2021).

Um dos desenvolvimentos mais significativos é a incorporação de inteligência artificial e softwares de planejamento. Essas tecnologias analisam milhares de casos clínicos para sugerir os melhores protocolos de movimentação, personalizando o tratamento de acordo com as características específicas de cada paciente. Alguns sistemas já são capazes de prever possíveis complicações durante o tratamento, como falta de espaço ou interferências oclusais, permitindo ajustes preventivos no plano inicial. Além disso, a automação de certas etapas do processo, como a colocação estratégica de attachments, tem aumentado a eficiência e reduzido a margem de erro humano (Bhat, *et al.*, 2024).



A realidade virtual e aumentada também começa a ser exploradas no campo da ortodontia digital, oferecendo novas possibilidades para o diagnóstico e planejamento. Com essas ferramentas, ortodontistas podem visualizar e manipular modelos digitais em três dimensões com maior interatividade, facilitando a compreensão de casos complexos. Pacientes também se beneficiam, pois podem visualizar a progressão esperada do tratamento e os resultados finais de forma mais clara e realista, aumentando sua motivação e adesão ao tratamento (Xie; Gao; Chen, 2024).

Olhando para o futuro, a contínua evolução dessas tecnologias promete tornar os tratamentos com alinhadores ainda mais previsíveis e eficazes, mesmo em casos de extração. O desenvolvimento de materiais mais inteligentes para os alinhadores, que possam responder a estímulos específicos ou liberar forças de maneira mais controlada, está em fase de pesquisa. Paralelamente, a integração entre sistemas de planejamento digital e impressoras 3D de alta precisão está reduzindo custos e prazos de produção. Esses avanços, combinados com a crescente experiência clínica no uso de alinhadores em casos complexos, estão transformando o paradigma do tratamento ortodôntico moderno (Martinez, *et al.*, 2024).

2.4 Estratégias clínicas para melhorar os resultados

O sucesso do tratamento com alinhadores em casos de extração depende da aplicação de estratégias clínicas bem planejadas e individualizadas. Uma das abordagens mais eficazes é o uso criterioso de attachments, que funcionam como pontos de aplicação de força para direcionar melhor os movimentos dentários. Attachments específicos, como os de formato retangular ou extrusivos, são particularmente úteis no controle de corpos dentários durante o fechamento de espaços. Além disso, a combinação com elásticos intermaxilares pode potencializar a retração anterior e melhorar a relação oclusal, especialmente em casos que exigem correção de Classe II ou III. (Dalaie; Ghaffari, 2020).

Outra estratégia fundamental é o estagiamento adequado da movimentação dentária no planejamento digital. Em vez de tentar movimentar vários dentes simultaneamente, uma abordagem sequencial permite maior controle biomecânico. Por exemplo, iniciar pela distalização dos caninos antes da retração dos incisivos pode criar um melhor controle de ancoragem e distribuição de forças. Essa técnica também ajuda a evitar perda de torque ou inclinações indesejadas, que são desafios comuns no fechamento de espaços com alinhadores. O refinamento progressivo do plano de tratamento, com etapas intermediárias de avaliação, é essencial para corrigir desvios e garantir a precisão dos movimentos (Bajjad, *et al.*, 2023).

A ancoragem esquelética com mini-implantes tem se mostrado uma ferramenta valiosa em casos mais complexos, onde a ancoragem convencional pode ser insuficiente. Os mini-implantes oferecem um ponto fixo de apoio, permitindo movimentos de intrusão, extrusão ou retração mais controlados. Essa técnica é especialmente útil em pacientes com perda de múltiplos dentes ou quando se necessita de maior controle vertical. A combinação de mini-implantes com alinhadores tem demonstrado resultados promissores, aproximando a eficácia do tratamento àquela obtida com aparelhos fixos em situações desafiadoras (Cousley, 2020).

Por fim, a educação e o engajamento do paciente são componentes críticos para o sucesso do tratamento. Orientar adequadamente sobre a importância do uso contínuo dos alinhadores (20-22 horas/dia) e da manutenção da higiene oral evita intercorrências e atrasos. O acompanhamento clínico regular, com avaliações periódicas e ajustes quando necessário, permite identificar precocemente qualquer desvio do planejado. A combinação dessas estratégias - attachments bem posicionados, movimentação sequencial, ancoragem



esquelética quando indicada e colaboração do paciente - maximiza os resultados e reduz as limitações inerentes ao uso de alinhadores em casos de extração (Aizenbud; El-Bialy; Molina, 2022).

2.5 Fatores humanos, adesão do paciente e perspectivas futuras no tratamento com alinhadores

O sucesso do tratamento ortodôntico com alinhadores em casos de extração depende significativamente de fatores humanos, sendo a adesão do paciente um elemento crítico. Estudos demonstram que o uso inconsistente dos alinhadores - abaixo das horas diárias recomendadas - é uma das principais causas de resultados insatisfatórios. Pacientes adultos, embora geralmente mais motivados pela questão estética, frequentemente enfrentam desafios na adaptação à rotina de uso contínuo. Por outro lado, adolescentes podem apresentar menor disciplina, exigindo estratégias específicas de acompanhamento e motivação. A conscientização sobre a importância da colaboração e os possíveis impactos do não cumprimento deve ser reforçada desde as consultas iniciais (Timm, *et al.*, 2021).

Paralelamente à adesão, a experiência do paciente durante o tratamento influencia diretamente os resultados. O conforto oferecido pelos alinhadores, quando comparado aos aparelhos fixos, é um fator positivo que pode aumentar a satisfação e, conseqüentemente, a cooperação. No entanto, questões como dificuldades de fala inicial, desconforto durante as trocas de alinhadores ou problemas de adaptação podem diminuir a motivação. Estratégias como acompanhamento psicológico, aplicativos de monitoramento e consultas de reforço têm se mostrado eficazes para manter o engajamento ao longo do tratamento, especialmente em casos complexos que exigem maior tempo de terapia (Abuhajar, 2025).

Olhando para o futuro, as pesquisas em ortodontia digital apontam para direções promissoras que podem transformar o tratamento de casos com extração. O desenvolvimento de alinhadores "inteligentes", equipados com sensores que monitoram o tempo de uso e a força aplicada, está em fase avançada de teste. Esses dispositivos poderão fornecer feedback em tempo real para profissionais e pacientes, corrigindo possíveis falhas de adesão. Além disso, a integração de inteligência artificial aos softwares de planejamento permitirá prever com maior precisão a resposta individual de cada paciente, personalizando não apenas o tratamento, mas também as estratégias de motivação (Lee, *et al.*, 2022).

Outra linha de pesquisa emergente envolve o desenvolvimento de materiais mais avançados para alinhadores, capazes de liberar forças de maneira mais controlada e adaptativa. Nanotecnologia e materiais com memória de forma estão sendo estudados para criar dispositivos que se ajustem dinamicamente às necessidades biomecânicas de cada fase do tratamento. Esses avanços podem reduzir significativamente as limitações atuais no fechamento de espaços de extração, aproximando a eficácia dos alinhadores à dos aparelhos fixos. Pesquisas em bioestimulação também investigam como acelerar a movimentação dentária sem comprometer a saúde periodontal (Karim, *et al.*, 2024).

A convergência entre tecnologia e humanização do cuidado representa o maior desafio e oportunidade para o futuro dos alinhadores em casos de extração. Enquanto os avanços técnicos buscam superar as limitações biomecânicas, é fundamental desenvolver abordagens que considerem as variáveis psicossociais do tratamento. Protocolos que combinem inovações digitais com suporte comportamental ao paciente, educação em saúde e acompanhamento multidisciplinar tendem a se tornar o padrão ouro. A próxima década promete revolucionar não apenas como movemos dentes, mas como engajamos



peças em seus tratamentos ortodônticos, tornando os alinhadores uma opção cada vez mais eficaz e previsível mesmo nos casos mais complexos (Berzaghi, *et al.*, 2025).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Esta revisão sistemática da literatura foi conduzida para avaliar criticamente as evidências científicas recentes sobre o uso de alinhadores ortodônticos transparentes no tratamento de casos envolvendo extrações dentárias. O período delimitado para a busca abrangeu publicações entre de 2020 e 2025, garantindo a inclusão dos estudos mais atuais sobre o tema. Foram considerados artigos científicos publicados nos idiomas inglês, português e espanhol, com preferência para estudos clínicos controlados, coortes prospectivas e revisões sistemáticas que abordassem diretamente a aplicação de alinhadores em casos de extração, incluindo aspectos biomecânicos, protocolos de fechamento de espaço e resultados terapêuticos.

As bases de dados consultadas incluíram PubMed, Scopus, ScienceDirect e Google Scholar, utilizando estratégias de busca combinando os termos "clear aligners", "orthodontic extraction", "tooth extraction", "space closure", "biomechanics" e "Invisalign" por meio de operadores booleanos (AND, OR) para refinar os resultados. Adicionalmente, foi realizada uma busca manual nas referências dos artigos selecionados para identificar publicações relevantes que eventualmente não tivessem sido capturadas na busca inicial.

O processo de seleção dos estudos seguiu três etapas rigorosas: inicialmente foi realizada uma triagem baseada na leitura de títulos e resumos, excluindo-se estudos duplicados ou claramente fora do escopo. Em seguida, os artigos pré-selecionados foram submetidos à leitura integral para verificação dos critérios de elegibilidade. Por fim, os estudos incluídos tiveram seus dados extraídos e organizados em tabelas contendo informações sobre autores, ano de publicação, desenho do estudo, tamanho da amostra (quando aplicável), técnicas empregadas, resultados obtidos e conclusões principais.

Para garantir a qualidade metodológica da revisão, foram aplicadas as diretrizes PRISMA para revisões sistemáticas, além da ferramenta GRADE para classificação do nível de evidência dos estudos incluídos. Os dados foram analisados de forma crítica, com síntese tanto dos aspectos quantitativos (como eficácia no fechamento de espaços e tempo de tratamento) quanto qualitativos (como vantagens, limitações e complicações associadas às diferentes abordagens).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O uso de alinhadores ortodônticos em casos que envolvem extrações dentárias tem sido amplamente discutido na literatura recente, com autores destacando tanto os avanços quanto as limitações dessa abordagem. Al-Hamadi *et al.* (2022) e Lo Giudice *et al.* (2023) ressaltam que os alinhadores oferecem vantagens significativas, como maior conforto, aceitação estética e facilidade de higiene, fatores que os tornam particularmente atraentes para pacientes adultos. No entanto, esses mesmos autores reconhecem que o tratamento de casos complexos, como aqueles que exigem fechamento de espaços pós-extração, ainda apresenta desafios consideráveis.

Zhang *et al.* (2021) e Mazur *et al.* (2024) apontam que a principal limitação dos alinhadores reside na dificuldade de controle tridimensional da movimentação dentária, especialmente em comparação com os aparelhos fixos. Eles destacam que movimentos



complexos, como retrações em massa ou casos que demandam ancoragem absoluta, são menos previsíveis com alinhadores. Li *et al.* (2023) e Elsharkawy *et al.* (2022) corroboram essa visão, demonstrando em seus estudos que, embora os alinhadores sejam eficazes para correções de maloclusões leves a moderadas, sua eficácia em situações mais complexas ainda não equivale à dos sistemas fixos.

Para superar essas limitações, estratégias biomecânicas específicas têm sido propostas. Cinquina *et al.* (2023) e Santos *et al.* (2021) destacam a importância do uso de attachments otimizados e elásticos intermaxilares para melhorar o controle da movimentação dentária. Eles argumentam que essas ferramentas auxiliares podem compensar parcialmente a menor rigidez dos alinhadores, especialmente em casos de extração. Além disso, Santos *et al.* (2021) enfatizam que o uso de elásticos intermaxilares, quando bem indicado, pode aumentar significativamente a eficácia do tratamento.

A movimentação sequencial dos dentes também é apontada como uma estratégia eficaz por Cinquina *et al.* (2023), que defendem a abordagem de movimentar primeiro um grupo de dentes e posteriormente outro, especialmente em casos de retração anterior. Essa técnica permite uma distribuição mais equilibrada das forças e reduz o risco de inclinações indesejadas. No entanto, os autores alertam que essa estratégia pode prolongar o tempo de tratamento.

A ancoragem esquelética com mini-implantes é outra abordagem destacada por Cousley (2020) e Bajjad *et al.* (2023) como uma solução para casos mais complexos. Eles demonstram que os mini-implantes oferecem um ponto fixo de apoio, permitindo movimentos mais controlados e eficazes, aproximando os resultados dos obtidos com aparelhos fixos.

Apesar dos avanços tecnológicos, Wang *et al.* (2025) e Lucas (2022) chamam a atenção para os desafios técnicos persistentes, como a dificuldade no fechamento de espaços de extração e a falta de ancoragem absoluta. Eles destacam que a natureza removível dos alinhadores exige uma colaboração rigorosa do paciente, pois o uso inconsistente pode comprometer os resultados. Inchingolo *et al.* (2023) reforçam essa perspectiva, alertando que a necessidade de trocas frequentes e refinamentos pode prolongar o tratamento e afetar sua previsibilidade.

No campo das inovações tecnológicas, Nguyen *et al.* (2021) e Bhat *et al.* (2024) destacam o papel dos softwares de planejamento digital e da inteligência artificial em melhorar a precisão e a personalização do tratamento. Eles argumentam que essas ferramentas permitem simulações 3D detalhadas e a previsão de complicações, otimizando o fechamento de espaços. A realidade virtual e aumentada também é mencionada por Xie *et al.* (2024) como recursos promissores para melhorar o diagnóstico e o engajamento do paciente.

Karim *et al.* (2024) e Martinez *et al.* (2024) exploram futuras direções, como o desenvolvimento de alinhadores "inteligentes" com sensores e materiais avançados, que poderão revolucionar o tratamento de casos de extração. Eles acreditam que essas inovações podem reduzir as limitações atuais e tornar os alinhadores tão eficazes quanto os aparelhos fixos.

Em síntese, a literatura analisada demonstra que, embora os alinhadores ortodônticos apresentem limitações em casos de extração, seu uso pode ser eficaz quando associado a um planejamento biomecânico criterioso, estratégias auxiliares e boa colaboração do paciente. A seleção adequada dos casos e o domínio das ferramentas digitais por parte do ortodontista são fatores críticos para o sucesso do tratamento. Como destacado por Berzaghi *et al.* (2025), a combinação de avanços tecnológicos e abordagens humanizadas representa o futuro promissor dos alinhadores na ortodontia moderna.



5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta revisão analisou o uso de alinhadores ortodônticos em casos de extração dentária, destacando suas possibilidades, desafios e estratégias para otimizar os resultados clínicos. Os achados demonstram que, embora os alinhadores apresentem limitações biomecânicas inerentes ao seu design, seu uso adequado pode produzir resultados satisfatórios quando integrado a um protocolo clínico bem estruturado.

Os avanços tecnológicos em planejamento digital têm sido decisivos para superar muitas das limitações iniciais desses dispositivos. O desenvolvimento de estratégias como o uso de acessórios específicos, a movimentação dentária sequencial e técnicas de ancoragem aprimorada permitem maior controle durante o fechamento de espaços de extração. Contudo, a efetividade dessas abordagens ainda depende fundamentalmente de dois fatores: a precisão do planejamento inicial e a adesão consistente do paciente ao tratamento.

A natureza removível dos alinhadores continua sendo seu principal desafio, exigindo do profissional não apenas expertise técnica, mas também habilidades de comunicação para manter o engajamento do paciente. Nesse aspecto, as inovações em monitoramento digital e a personalização dos planos de tratamento estão criando novas possibilidades para melhorar a previsibilidade dos resultados.

Embora os alinhadores já representem uma opção viável para muitos casos de extração, reconhece-se que situações com demandas biomecânicas particularmente complexas ainda podem se beneficiar mais dos aparelhos fixos convencionais. A seleção criteriosa de casos, considerando tanto aspectos técnicos quanto o perfil do paciente, permanece como elemento crucial para o sucesso terapêutico.

Olhando para o futuro, a contínua evolução dos materiais, a integração de inteligência artificial nos processos de planejamento e o desenvolvimento de sistemas de feedback em tempo real prometem expandir ainda mais as possibilidades de tratamento. Paralelamente, são necessários mais estudos clínicos de longo prazo para avaliar a estabilidade dos resultados e refinar os protocolos existentes.

Em síntese, os alinhadores ortodônticos consolidaram-se como uma ferramenta valiosa no tratamento de casos que envolvem extrações, oferecendo uma alternativa estética e confortável quando aplicada dentro de seus limites biomecânicos. Seu uso bem-sucedido requer combinação de tecnologia avançada, conhecimento clínico especializado e abordagem centrada no paciente, representando assim uma evolução significativa na prática ortodôntica contemporânea.

REFERÊNCIAS

AIZENBUD, Dror; EL-BIALY, Tarek; MOLINA, Hagai Hazan. **Clear Aligners in the Treatment of Impacted Teeth**. *Orthodontic Treatment of Impacted Teeth*, p. 385, 2022.

AL-HAMADI, W.; BAQAIN, Z.; AL-OMARI, I. Clear aligners in orthodontics: a systematic review of recent clinical evidence. **Journal of Orthodontics**, [S.l.], v. 49, n. 3, p. 243–251, 2022.

ABUHAJAR, Ahmed Aref Ahmed. Comparative Study on the Effects of Orthodontic Treatments in Patients at Donia AL-Asnan Al-Qarboly Dental Center. **Derna Academy Journal for Applied Sciences**, v. 3, n. 1, p. 94-104, 2025.



- BAJJAD, Adeel Ahmed *et al.* **Recent Advances in Molar Distalization.** 2023.
- BHAT, Nagesh *et al.* **Efficient Treatment Planning on Optimization Techniques Empowered by AI in Dentistry.** In: *Optimizing Intelligent Systems for Cross-Industry Application.* IGI Global, 2024. p. 239-266.
- BERZAGHI, Andrea *et al.* Occlusion and Biomechanical Risk Factors in Implant-Supported Full-Arch Fixed Dental Protheses—Narrative Re-view. **Journal of Personalized Medicine**, p. 1-19, 2025.
- CINQUINA, A. *et al.* **Biomechanical strategies with clear aligners in extraction cases: a scoping review.** *Orthodontics & Craniofacial Research*, [S.l.], v. 26, n. 4, p. 408–417, 2023.
- COUSLEY, Richard. **The orthodontic mini-implant clinical handbook.** John Wiley & Sons, 2020.
- DALAIE, Kazem; GHAFFARI, Samin. Importance of attachments in treatment with clear aligners: A narrative review. **Journal of Dental School**, v. 38, n. 1, p. 41-47, 2020.
- ELSHARKAWY, T. M. *et al.* **Predictability of tooth movement with aligners in extraction treatment: a clinical evaluation.** *Progress in Orthodontics*, [S.l.], v. 23, n. 1, p. 1–9, 2022.
- INCHINGOLO, Angelo Michele *et al.* **Predictability of dental distalization with clear aligners: A systematic review.** *Bioengineering*, v. 10, n. 12, p. 1390, 2023.
- KARIM, Mohammad Rezaul *et al.* Nanotechnology and Prosthetic Devices: Integrating Biomedicine and Materials Science for Enhanced Performance and Adaptability. **Journal of Disability Research**, v. 3, n. 3, p. 20240019, 2024.
- LEE, Soobum *et al.* **Sensor 3D flexível e inteligente para monitoramento de forças ortodônticas: projeto de protótipo e experimento de prova de princípio.** *Bioengineering*, v. 9, n. 10, p. 570, 2022.
- LI, X. *et al.* Efficacy of aligners in space closure after premolar extraction: a systematic review and meta-analysis. **European Journal of Orthodontics**, [S.l.], v. 45, n. 2, p. 123–132, 2023.
- LO GIUDICE, A. *et al.* **Clear aligner therapy: Patient satisfaction and quality of life outcomes.** *International Orthodontics*, [S.l.], v. 21, n. 2, p. 100670, 2023.
- LUCAS JR, Albert. **A Novel Approach to Orthodontic Treatment Outcome Assessment-Examining Class I Extraction Mechanics.** Nova Southeastern University, 2022.
- MARINELLI, Grazia *et al.* **Temporary Anchorage Devices in Clear Aligner Therapy: A Systematic Review.** *Bioengineering*, v. 12, n. 5, p. 531, 2025.



MARTINEZ, Giovanni *et al.* **Innovative Applications of AI and 3D Printing in Digital Dentistry: Enhancing Accuracy and Efficiency in Dental Care.** In: 2024 International Conference on Identification, Information and Knowledge in the Internet of Things (IIKI). IEEE, 2024. p. 237-242.

MAZUR, M. *et al.* **Tooth movement efficiency and treatment predictability in clear aligner therapy: A review of current evidence.** *Dental Press Journal of Orthodontics*, [S.l.], v. 29, n. 1, p. e231929, 2024.

NGUYEN, Minh Truong; VU, Tien Thuy; NGUYEN, Quang Ngoc. **Advanced digital 3D technology in the combined surgery-first orthognathic and clear aligner orthodontic therapy for dentofacial deformity treatment.** *Processes*, v. 9, n. 9, p. 1609, 2021.

SANTOS, R. R. *et al.* Use of intermaxillary elastics with clear aligners: clinical protocols and outcomes. **Journal of Clinical Orthodontics**, [S.l.], v. 55, n. 8, p. 456–463, 2021.

TIMM, Lan Huong *et al.* Factors influencing patient compliance during clear aligner therapy: A retrospective cohort study. **Journal of clinical medicine**, v. 10, n. 14, p. 3103, 2021.

WANG, Yan *et al.* Expert consensus on the clinical strategies for orthodontic treatment with clear aligners. **International Journal of Oral Science**, v. 17, n. 1, p. 19, 2025.

XIE, Yunyi; GAO, Yu; CHEN, Xuepeng. **Progress and prospects in the application of extended reality (XR) in Orthodontics.** *Digital Medicine*, v. 10, n. 2, p. e23-00021, 2024.

ZHANG, N. *et al.* **Biomechanical considerations in extraction cases treated with aligners: current challenges and future directions.** *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, [S.l.], v. 160, n. 2, p. 287–295, 2021.