



BAHIANA
ESCOLA DE MEDICINA E SAÚDE PÚBLICA

CURSO DE ODONTOLOGIA

KALIANDRA SILVA COSME

**ALINHADORES TRANSPARENTES: VANTAGENS E DESVANTAGENS NO
TRATAMENTO ORTODÔNTICO – Uma revisão de literatura**
CLEAR ALIGNERS: ADVANTAGES AND DISADVANTAGES IN ORTHODONTIC
TREATMENT – A literature review

SALVADOR
2024.2

KALIANDRA SILVA COSME

**ALINHADORES TRANSPARENTES: VANTAGENS E DESVANTAGENS NO
TRATAMENTO ORTODÔNTICO – Uma revisão de literatura**
CLEAR ALIGNERS: ADVANTAGES AND DISADVANTAGES IN ORTHODONTIC
TREATMENT – A literature review

Artigo apresentado ao Curso de Odontologia da Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública como requisito parcial para obtenção do título de Cirurgião Dentista.

Orientadora: Prof. Me. Tatiana Dantas da Costa Lyra

SALVADOR

2024.2

Dedico este trabalho, antes de tudo, à espiritualidade que me guiou e inspirou em cada passo, iluminando meu caminho, fortalecendo minha determinação e auxiliando minha evolução até aqui. Aos meus pais, Elaine e Waldemar, cujo empenho e amor incondicional me deram a base e o apoio para que eu pudesse alcançar esta difícil conquista. À minha prima, Alícia, que foi meu porto seguro e presença constante, oferecendo-me escuta e amparo nos momentos mais desafiadores desta jornada. E dedico também à minha afilhada, Melícia, todo o meu esforço sempre foi e sempre será por você.

AGRADECIMENTOS

À espiritualidade, por me guiar durante as adversidades dessa jornada.

Aos meus pais, Elaine e Waldemar, cujos ensinamentos e apoio incondicional me moldaram ao longo da vida. A cada sacrifício e palavra de encorajamento, vocês mostraram o verdadeiro significado de perseverança, amor e gentileza. Não teria chegado até aqui sem o amor imensurável de vocês, que são meu alicerce e minha maior inspiração.

À minha prima Alícia, minha alma gêmea, que sempre esteve ao meu lado com um amor que transcende palavras. Compartilhar a vida com você é um verdadeiro presente, nossa conexão é um elo profundo que nenhuma distância ou tempo pode quebrar. Sou eternamente grata por tudo que você fez e faz por mim, esse CRO também é seu!

À minha afilhada Melícia, que é o meu farol de luz, iluminando minha vida com sua pureza e amor. Sua presença me lembra, a cada dia, o verdadeiro significado do amor genuíno. Você é minha força constante, aquela que me motiva a seguir adiante pelos caminhos mais lindos da vida.

Aos meus tios, Aline e Marcelo, a confiança e o amor que sempre demonstraram foram fundamentais para que eu chegasse até aqui. Sou profundamente grata por cada gesto de cuidado e por acreditarem em mim de forma tão genuína.

À minha querida avó Carminha, não há palavras suficientes para expressar minha gratidão por tudo o que você fez por mim ao longo dessa jornada. Seu amor incondicional e indescritível foi meu maior refúgio, a cada gesto seu, como preparar minhas comidas com tanto carinho, cortar minhas frutas com cuidado, me oferecer seu apoio constante, você tornou os momentos difíceis mais leves e as vitórias ainda mais doces. Sua presença foi essencial em cada passo que dei durante a faculdade e sua dedicação me ensinou o verdadeiro significado de amor e cuidado.

À família Portela, por torcerem por mim a cada conquista, me mostrando um amor incondicional.

Ao meu namorado, Lucas, sua presença foi fundamental em cada momento desta jornada. Agradeço pelo incentivo, pelas palavras de conforto nos dias difíceis, pela alegria e paz que você traz para minha vida. Sua confiança em mim e em meus sonhos me fortaleceu a cada passo.

Às minhas amigas de vida, Beatriz, Camila, Daniele e Nayara, sou imensamente grata pela amizade que ao longo dos anos se consolidou como um laço inquebrável. Pela força e apoio que ofereceram nos momentos mais desafiadores, pelas risadas compartilhadas e pela constante presença em minha

jornada. Cada uma de vocês foi uma fonte de consolo e inspiração, fazendo com que nunca me sentisse sozinha, independentemente das circunstâncias.

À família Cosme, em especial, minha prima Kahena, que sempre esteve ao meu lado. Você mostrou que embora sejamos unidas por laços de sangue, o amor de irmã transcende o nosso vínculo.

Ao meu padrasto, Dário, que entrou em minha vida nos momentos finais desta trajetória, mas cuja presença, apoio e carinho foram essenciais e marcantes, trazendo leveza, e força quando mais precisei.

As minhas parceiras de trajetória, Aninha, Beatriz, Ellen e Mylla, pelos momentos compartilhados e pelo apoio mútuo em cada desafio.

À minha orientadora, Prof^a. Tatiana Lyra, minha eterna gratidão pela orientação excepcional e dedicação incansável durante o desenvolvimento deste trabalho. Sua paciência, sabedoria e comprometimento foram fundamentais para que eu pudesse amadurecer e avançar em minha pesquisa, sempre com o apoio generoso e visão crítica que me desafiaram a alcançar meu melhor. A sua orientação não apenas enriqueceu este trabalho, mas também deixou uma marca profunda no meu percurso acadêmico e pessoal.

Aos meus amores da sala de radiografia, Lili, Geo e Norma, agradeço de coração pelo apoio constante, pelas incontáveis vezes em que se prontificaram a ajudar nas radiografias para endodontia, sempre com paciência, aliviando a pressão dos atendimentos mais difíceis. Agradeço pelos biscoitos que mais do que apenas matar a fome, foram gestos de cuidado e amizade. Acima de tudo, sou grata pela folha de arruda, um pequeno símbolo, que trouxe o realinhamento necessário para seguir em frente mesmo nos dias mais difíceis, quando tudo parecia desmoronar.

Aos professores João Dantas e Maurício Lago, cuja expertise e dedicação foram essenciais para o meu crescimento acadêmico. Sou profundamente grata pelo esforço em tornar acessível o entendimento da Endodontia, desmistificando seus desafios, revelando a beleza e a complexidade dessa especialidade que muitas vezes é vista como desafiadora.

À Dr. Marcelo Fontes e Dr^a. Flávia Spínola, por todos os ensinamentos e por mostrarem que o mundo da Ortodontia vai muito além dos muros da faculdade. Serei eternamente grata pela oportunidade.

Aos amigos, pelo convívio de vários anos, pelas palavras carinhosas de incentivo e ajuda no desenvolvimento deste trabalho.

À Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública e a todos que de alguma forma, contribuíram para o meu êxito profissional.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
2	METODOLOGIA	11
3	REVISÃO DE LITERATURA	12
3.1	História dos alinhadores transparentes	12
3.2	Tecnologia CAD-CAM	12
3.3	Setup virtual	13
3.4	Indicações e limitações biomecânicas dos alinhadores transparentes	14
3.5	Recursos auxiliares	16
3.5.1	Attachments	16
3.5.2	Mini-implantes	17
3.5.3	Botões ortodônticos	17
3.5.4	Desgastes interproximais	18
3.6	Vantagens e desvantagens	18
4	DISCUSSÃO	22
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	26
	REFERÊNCIAS	27
	ANEXO A - DIRETRIZES PARA AUTORES	30
	ANEXO B - ARTIGOS REFERENCIADOS	32

RESUMO

Com o progresso da sociedade e o crescente interesse pela busca da perfeição estética, os alinhadores transparentes ficaram mais em evidência, no final da década de 90, com o sistema *Invisalign*[®], como uma alternativa aos aparelhos fixos tradicionais com *brackets* e arcos. Esses alinhadores atendem às expectativas de pacientes que buscam um tratamento ortodôntico mais discreto e mais confortável. Entre as principais vantagens dos alinhadores está o processo de confecção, que utiliza a tecnologia CAD/CAM e escaneamento intraoral, substituindo os moldes e modelos de gesso, etapa de grande desconforto para o paciente. Além disso, por serem removíveis, os alinhadores facilitam a higienização diária. Contudo, por ser um recurso removível, o sucesso do tratamento depende da colaboração do paciente, sendo essa a principal desvantagem do uso dos alinhadores. O objetivo deste trabalho é apresentar, por meio de uma revisão de literatura, as vantagens e desvantagens do uso de alinhadores transparentes no tratamento ortodôntico. A partir dessa revisão, foram identificadas inúmeras situações em que os alinhadores são vantajosos pela praticidade e rapidez do tratamento, assim como casos em que apresentam limitações para a intervenção terapêutica. Por fim, ressalta-se a importância de disseminar os prós e contras do uso de alinhadores, permitindo que o dentista avalie e recomende o aparelho que melhor atenda às necessidades de cada paciente.

PALAVRAS-CHAVE: Alinhadores Estéticos Transparentes. Invisaling. Aparelhos Ortodônticos Removíveis.

ABSTRACT

With the progress of society and the growing interest in the pursuit of aesthetic perfection, clear aligners became more prominent in the late 1990s with the *Invisalign*[®] system, as an alternative to traditional fixed braces with brackets and wires. These aligners meet the expectations of patients seeking a more discreet and comfortable orthodontic treatment. Among the main advantages of aligners is the manufacturing process, which uses CAD/CAM technology and intraoral scanning, replacing molds and plaster models, a stage of great discomfort for the patient. Furthermore, because they are removable, aligners facilitate daily hygiene. However, as a removable resource, the success of the treatment depends on the patient's cooperation, which is the main disadvantage of using aligners. The objective of this work is to present, through a literature review, the advantages and disadvantages of using clear aligners in orthodontic treatment. Through this review, numerous situations were identified in which aligners are advantageous due to the practicality and speed of treatment, as well as cases where they present limitations for therapeutic intervention. Finally, the importance of disseminating the pros and cons of using aligners is emphasized, allowing the dentist to evaluate and recommend the appliance that best fits the needs of each patient.

KEY-WORDS: Transparent Aesthetic Aligners. Invisaling. Orthodontic Appliances Removable.

1 INTRODUÇÃO

A preocupação com dentes apinhados e irregulares remota à antiguidade, datando de pelo menos 1.000 anos a.C. Escavações arqueológicas em sítios gregos e etruscos revelaram aparelhos ortodônticos primitivos, testemunhando os esforços antigos para corrigir essas desordens dentárias. Essas descobertas arqueológicas não apenas evidenciam a longa existência do problema, mas também indicam uma consciência precoce da importância da estética dental, uma vez que, já naquela época, reconheciam os efeitos negativos da má aparência causada pelos dentes tortos.¹

À vista disso, com o avançar das pesquisas dentro da Odontologia, foram desenvolvidos métodos capazes de promover a harmonização dentária. Dessa forma, a prática clínica ortodôntica tradicional envolve dispositivos fixos chamados de “*brackets*”, por vezes não estéticos, para alinhar os dentes, o que impacta o convívio social do paciente, podendo causar constrangimento ao sorrir.²

Com o progresso da sociedade e o crescente interesse pela busca da perfeição estética, os alinhadores transparentes surgiram como uma alternativa aos sistemas de “*brackets*” e arcos, uma vez que atendem às expectativas tanto de adultos quanto de adolescentes que buscam um tratamento ortodôntico mais atraente esteticamente, quase imperceptível e mais cômodo.³

Assim como no tratamento tradicional, o tratamento com alinhadores transparentes abrange uma ampla gama de tipos de aparelhos com diferentes modos de ação, aplicabilidades e vários tratamentos de más oclusões. Dessa forma, existe no mercado vários sistemas e marcas diferentes, todos baseados no uso de alinhadores plásticos termoformados transparentes que se encaixam sobre a arcada de forma justa para que promova a movimentação dos dentes.^{4,5}

Embora as movimentações dentárias realizadas por alinhadores ortodônticos compartilhem princípios biológicos e biomecânicos semelhantes aos aparelhos tradicionais, os aspectos relacionados ao planejamento, fabricação, instalação e monitoramento desses alinhadores diferem do padrão ortodôntico convencional.⁵

Nesse viés, as vantagens do tratamento com os alinhadores são a facilidade para a higienização, por permitir a remoção do aparelho durante a escovação, estética e menor ocorrência de consultas emergenciais. No entanto, existem limitações e desvantagens que podem atrapalhar o sucesso do tratamento, como a

necessidade de uso do alinhador por um longo período. Com isso, este trabalho tem como objetivo explorar por meio de uma revisão bibliográfica, as vantagens e desvantagens, a fim de fornecer um entendimento mais abrangente dessa técnica, visando oferecer uma real perspectiva da efetividade dos alinhadores para uma melhor escolha das diferentes formas de tratamento.⁴

2 METODOLOGIA

A pesquisa em questão adota como modelo de estudo uma revisão de literatura. Esta abordagem metodológica é descrita pela utilização de fontes bibliográficas de outros autores para a obtenção de resultados específicos sobre um tema pré-determinado. Dessa forma, é essencial a aplicação de um método claro e reproduzível para garantir a qualidade e a aplicabilidade clínica dos resultados obtidos.

A condução desta revisão de literatura envolveu uma pesquisa nas bases de dados PubMed, Scielo e Google Acadêmico, entre os períodos de 2007 a 2024, utilizando as palavras chaves “clear aligners”, “orthodontic treatment” e “efficacy of clear aligners” como estratégia de busca para padronizar o tema dos artigos selecionados.

Os critérios de inclusão adotados para essa revisão envolveram uma seleção de artigos em inglês e português que exploraram as vantagens, biomecânica e desvantagens no uso dos alinhadores transparentes. Foram excluídos estudos que não abordaram especificamente o tema dos alinhadores ortodônticos, assim como textos que não estavam integralmente disponíveis nas bases de dados selecionados.

A avaliação dos textos procedeu por meio de uma leitura inicial dos títulos e resumos dos artigos considerados elegíveis, seguida pela leitura completa daqueles que atenderam aos critérios de seleção estabelecidos. A apresentação dos resultados foi realizada de maneira descritiva, organizando as informações em cada segmento correspondente.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 História dos alinhadores transparentes

Em 1940, Harold Kesling foi o pioneiro ao desenvolver um alinhador de borracha flexível, fabricado a partir de um enceramento laboratorial dos dentes em oclusão classe I para corrigir leves apinhamentos, permitindo refinar os estágios finais do tratamento ortodôntico, realizando pequenos movimentos na arcada.⁶

Em 1964, Henry Nahoum aperfeiçoou a técnica de Kesling, ao desenvolver um aparelho que apresentava firme adaptação ao modelo de gesso do paciente, ao ser confeccionado a vácuo. Essa nova técnica seccionava os dentes apinhados anteriores do modelo, que foram reposicionados com cera, conforme o resultado desejado. A partir disso, inúmeros materiais termoplastificados poderiam ser formados a vácuo sobre o molde para fabricar o alinhador que iria promover a movimentação dentária.⁷

No entanto, ao longo desses avanços, o princípio básico de produzir pequenos movimentos dentários com aparelhos transparentes individuais não mudou. Fabricar aparelhos fazendo moldes, vazando modelos, seccionando dentes individuais, reorganizando-os no alinhamento adequado para obter um modelo final e repetindo esse processo a cada consulta clínica era um processo extremamente trabalhoso e demorado.⁷

Foi apenas no final da década de 90, com o avanço da tecnologia e da ortodontia, que a empresa *Align Technology*[®] lançou o sistema *Invisalign*[®], o primeiro aparelho a usar design auxiliado por computador (CAD) e fabricação auxiliada por computador (CAM), tecnologia que permite que múltiplas configurações dentárias sejam criadas a partir de uma única impressão. Desse modo, o processo integral de fabricação desses aparelhos implica no processamento digital e na utilização de um software exclusivo denominado de *Clincheck*[®]. Esse software permite ao dentista visualizar digitalmente o planejamento, fornecido pela empresa, e apresentá-lo ao paciente para que este tenha noção do possível resultado final.⁶

3.2 Tecnologia CAD-CAM

O termo CAD/CAM vem do inglês *Computer Aided Design* e *Computer Aided Manufacturing*, que em português significa, respectivamente, desenho ou projeto assistido por computador (CAD) e fabricação assistida por computador (CAM).⁸

Na odontologia, a tecnologia CAD/CAM permite a manipulação de imagens tridimensionais (3D) por meio de programas de computador e a impressão 3D de dispositivos personalizados em diferentes materiais. Entre as possibilidades do seu uso na Ortodontia estão a fabricação mais precisa e eficiente de alinhadores (*setup virtual*), acessórios personalizados e moldeiras para colagem indireta, além da remoção virtual de “*brackets*”, para a confecção de aparelhos de contenção.⁹

Todo sistema CAD/CAM é composto por 3 fases: aquisição de imagens, desenho/projeto e manufatura. Atualmente, a aquisição de imagens é feita por meio de *scanners* que podem ser intra ou extraorais. Com os *scanners* extraorais a imagem é obtida a partir de modelos de gesso, na qual, o procedimento de moldagem é realizado de forma convencional, e o vazamento do modelo de gesso ainda são necessários. Com os *scanners* intraorais as imagens são obtidas diretamente das arcadas dentárias dos pacientes, assim como o registro de oclusão. Dessa forma a aquisição de imagens é realizada de maneira mais rápida e fácil, além de que os *scanners* intrabucais capturam as imagens com projeção de luz laser ou luz estruturada, não havendo interação com tecidos biológicos. Com isso, a aquisição de imagens feita através do escaneamento é encaminhada para o software, onde haverá a manipulação e planejamento das imagens (CAD). Contudo, é importante salientar que, ao contrário dos movimentos dentários biológicos, os movimentos virtuais são ilimitados e, muitas vezes, os resultados podem não ser realistas.^{8,9}

A incorporação do escaneamento intrabucal na prática clínica requer um investimento inicial em conhecimento e treinamento técnico. A seleção do equipamento deve considerar elementos como a necessidade de opacificação da superfície, a velocidade e precisão do escaneamento, o tamanho da ponta da câmera e a habilidade de produzir imagens coloridas. Além disso, alguns sistemas são fechados, portanto, proíbem interface gratuita com os *softwares* de CAD e podem apresentar custos adicionais de atualização. No entanto, não é imprescindível dispor de *scanner* em consultório para trabalhar em fluxo digital, visto que esse serviço pode ser terceirizado.^{9,10}

3.3 Setup virtual

Tradicionalmente, o *setup* era realizado no modelo de gesso a partir da separação das coroas e reposicionamento em cera. Com a tecnologia digital, o

processo de simulação do tratamento se tornou mais rápido e prático. Atualmente, o método mais utilizado de fabricação digital emprega a tecnologia CAD/CAM e protocolo de fluxo digital de trabalho para a produção dos alinhadores transparentes.^{7,9}

Dessa forma, o processo se inicia através da aquisição digital da arcada do paciente por meio de uma abordagem direta, com *scanners* intraorais, ou por meio de uma abordagem indireta, através da impressão da arcada em massas de polivinil siloxano (PVS) de alta qualidade que, posteriormente, serão digitalmente escaneados. Ambos os meios de abordagem fornecem uma representação digital da dentição do paciente que constitui a estrutura básica para o planejamento virtual dos movimentos desejados.⁷

Após a aquisição dos modelos virtuais, o planejamento do tratamento ortodôntico e as manipulações da movimentação dentária são realizados usando plataformas CAD. Dessa forma, algoritmos de computador segmentam as coroas clínicas do modelo 3D digitalizado que permitem a manipulação sequenciada dos dentes em variadas direções para que o posicionamento final desejado seja alcançado, resultando em múltiplos modelos virtuais sequenciais com os dentes nas posições planejadas para cada etapa do tratamento.⁷

A impressão de modelos 3D de cada um desses modelos de configuração virtual gera modelos físicos seriais por meio da tecnologia CAM. Com isso, a série correspondente de alinhadores transparentes é então termoformada nas cópias físicas e, posteriormente, aparadas e polidas. Com a finalização do acabamento das placas, o cirurgião-dentista irá decidir qual o melhor protocolo para cada caso em específico, onde o período de uso de cada alinhador pode variar de acordo com a necessidade do tratamento.⁷

3.4 Indicações e limitações biomecânicas dos alinhadores transparentes

Apesar do avanço da tecnologia computadorizada digital, em especial no diagnóstico e planejamento ortodôntico, a previsibilidade da movimentação dentária está associada à biomecânica da força aplicada aos dentes, cujo elemento dentário está alheio aos tipos de dispositivos ortodônticos, mas subordinado à direção da linha de ação da força, aplicada distante ou não do seu centro de resistência. Se essa mesma linha de ação da força passar distante do centro de resistência dos

dentes, provocará momentos neles, com tendências rotacionais, e inclinações dentárias controladas ou descontroladas.^{11,12}

Dessa forma, o movimento dentário é mediado pelo ligamento periodontal (LPD), que liga o dente ao osso adjacente, e ocorre através da reabsorção e formação do osso circundante, onde diversas células têm um papel crucial, tais como os osteoblastos, osteoclastos e os osteócitos. A carga induzida nos dentes inicia uma cascata inflamatória que acarreta na reabsorção de osteoclastos e deposição óssea por osteoblastos em áreas de compressão e áreas de tensão, respectivamente e em alterações no ambiente químico, libertando agentes, como prostaglandinas e citocinas. A inflamação que ocorre durante a movimentação dentária precisa ser bem controlada, uma vez que a inflamação desregulada leva à destruição do tecido traduzindo-se em reabsorção radicular.^{13,14}

Por conseguinte, o ligamento periodontal é capaz de resistir às forças aplicadas durante a função mastigatória pois, são forças intermitentes durando cerca de um segundo. Nestas forças de curta duração, o fluido tissular não se comprime e por isso o dente não chega a deslocar-se para dentro do espaço do LPD, portanto a força aplicada é transmitida ao osso alveolar que responde flexionando-se. A flexão óssea durante a função normal origina uma corrente pizoelétrica que estimula os mecanismos de reparação e regeneração óssea através dos quais o osso se adapta às funções requeridas.^{14,15}

Contrariamente, forças leves e prolongadas, como a força aplicada pelos aparelhos ortodônticos conduzem ao aparecimento de dor e necrose dos elementos celulares do ligamento periodontal, tornando possível o movimento dentário. Por se tratar de uma força que é mantida por um período, permite que o fluido escoe para o espaço do ligamento, comprimindo-o contra o osso. Outras forças leves prolongadas também têm potencial para movimentar dentes, como é o caso da força exercida pelos lábios, bochechas e língua em repouso.^{14,15}

O estudo do mecanismo dos movimentos dentários é importante para perceber e antecipar a maneira como o dente vai reagir à força aplicada, assim como para prever o resultado da força que será empregada por um dispositivo ortodôntico específico.¹⁴

Os alinhadores transparentes, juntamente com o uso de recursos auxiliares, são capazes de realizarem uma gama de movimentos dentários como a intrusão e extrusão, rotação, inclinação, expansão e translação. Dessa forma, esses

movimentos são indicados em casos de má oclusão dentária com 1 a 5 mm de apinhamento ou espaçamento dentário, problemas de mordida profunda, quando a sobremordida pode ser reduzida pela intrusão, arcadas atrésicas de origem não esquelética, que podem ser resolvidas com limitada inclinação dos dentes.^{12,14}

Contudo, a movimentação dentária através dos alinhadores possui certas limitações, apesar do uso de recursos auxiliares, como os *attachments* e botões, ainda não é possível tratar casos de apinhamento ou diastemas superiores a 5 mm, rotações dentárias maiores que 20 graus, dentes impactados e extrusões complexas.^{12,14}

3.5 Recursos auxiliares

O tratamento com alinhadores transparentes não se resume apenas ao uso dos alinhadores em si, com o avanço desses aparelhos, foram criados recursos auxiliares como *attachments*, mini-implantes e botões ortodônticos que possuem a finalidade de tentar ampliar as indicações e superar as limitações dos alinhadores. Contudo, suas indicações são específicas e limitadas, por isso, é necessário avaliar cada tipo de arcada para que a aplicação desses recursos melhore a eficiência do tratamento.¹⁴

3.5.1 Attachments

Os *attachments* foram projetados para ajudar a direcionar a força do alinhador e movimentar os dentes de forma mais eficiente, permitindo um controle de movimento mais preciso e previsível. Além disso, o uso dos *attachments* pode melhorar a eficiência do planejamento ortodôntico com alinhadores transparentes, reduzindo o tempo total do tratamento.^{16,17,18}

O tamanho do *attachment* é importante no sentido de que quanto menor o *attachment* mais estético ele é. Mas, conforme o tamanho diminui, reduz a habilidade de produzir forças previsíveis devido à menor área de superfície.¹⁹

É importante lembrar que os *attachments* não funcionam como agentes ativos que produzem forças, mas sim atuam de maneira passiva, “entrando no caminho” do aparelho. Quando o alinhador é instalado, forças ortodônticas vão ocorrer em resposta ao padrão de não correspondência entre a estrutura do dente e do alinhador. Esse padrão de não coincidência é crítico durante as simulações para produzir as áreas ativas de *attachments* que vão entrar em contato com a placa. A

localização do *attachment* deve ser determinada após análise das distâncias em relação ao centro de resistência do dente nos três planos do espaço.¹⁹

3.5.2 Mini-implantes

No contexto da ancoragem ortodôntica, de fundamental importância para o sucesso do tratamento ortodôntico, pode-se caracterizá-la como a natureza e o nível de resistência proporcionados por uma unidade anatômica ao deslocamento. Os sistemas de ancoragem podem ser classificados em dois tipos: intraorais, como as barras palatinas ou extraorais, como máscaras faciais que interferem na estética e na sociabilidade do paciente.^{20,21}

Para superar estas adversidades surgiram os dispositivos temporários de ancoragem, nos quais podemos incluir os mini-implantes, sendo que as suas vantagens contemplam uma manipulação facilitada, mecânica de tratamento mais simples, diminuição do tempo de tratamento e maior conforto para o paciente durante o tempo de tratamento.^{20,22}

Os mini-implantes podem ter diversas utilidades, apresentando-se como dispositivos que podem ser utilizados para realizar movimentos como intrusão, extrusão, mesialização e distalização e erupção de dentes impactados, aplicando pressão em todos os dentes ou apenas em um.²⁰

3.5.3 Botões ortodônticos

Devido às limitações dos alinhadores transparentes, existe a necessidade de se incorporar ao planejamento ortodôntico, recursos que auxiliem na movimentação dentária, a fim de aumentar a eficácia do tratamento. Dessa forma, quando indicado o uso do sistema de botões e elásticos, os alinhadores devem ser fabricados com o recorte exato do local onde será instalado o botão.

Os botões são dispositivos colados diretamente ao dente e possuem a função de ancoragem associados a elásticos que são indicados para problemas transversais, rotação e extrusão dentárias. Dentre as desvantagens desse sistema, podemos ressaltar a dificuldade, por parte do indivíduo, de inserir e remover os elásticos e a necessidade de colaboração do paciente, quesito que influencia diretamente no resultado do tratamento.²³

3.5.4 Desgastes interproximais

Os alinhadores ortodônticos são reconhecidamente uma das formas mais estéticas disponíveis e estão em constante processo de inovação. Os softwares de planejamento têm se tornado cada vez mais precisos e otimizados. Contudo, apesar de toda a evolução, a realização de desgastes interproximais ainda é um procedimento comum no tratamento com alinhadores, visto que pontos de contatos justos dificultam o movimento dentário promovido pela força do alinhador.^{24,25}

Os desgastes interproximais são classificados como a remoção seletiva de esmalte na região interproximal com o objetivo de criar espaço necessário para o movimento dentário. Entretanto, os desgastes devem ser realizados com cautela e precisão, evitando desgastes desnecessários e excessivos, que podem influenciar no aumento da incidência de cárie, problemas periodontais pela proximidade das raízes e pontos de contato deficientes.²⁵

Posto isso, torna-se nítido que o sucesso do tratamento com alinhadores transparentes não depende apenas de um bom planejamento virtual, mas de um conjunto de fatores como a colaboração do paciente, conhecimento biomecânico para garantir uma movimentação eficiente e segura e o uso correto dos recursos auxiliares.¹⁸

3.6 Vantagens e desvantagens

A literatura analisada ressalta que a ortodontia evoluiu a fim de oferecer opções de tratamento mais confortáveis, eficazes e visualmente discretos. Com isso, os alinhadores transparentes surgiram como o padrão ouro de um tratamento harmônico com a estética dentária, por serem termoplastificados com um material transparente que se justapõe a coroa. Dessa forma, os alinhadores possuem como principal vantagem a praticidade de serem removíveis e praticamente imperceptíveis ao sorrir, possibilitando um maior conforto ao paciente.²⁶

Além disso, as evoluções tecnológicas têm possibilitado ao ortodontista aprimorar a precisão do diagnóstico e do plano de tratamento. Sendo assim, através de *scanners* e do sistema CAD/CAM, tornou-se possível a visualização prévia do possível tratamento finalizado, sendo isso uma grande vantagem para o paciente, que consegue constatar em tempo real a perspectiva do seu futuro sorriso.²⁷

Ao comparar o uso dos alinhadores com o sistema de *brackets* e arcos, a ortodontia plástica, por ser removível, está associada a uma melhor higienização,

consequentemente, sendo relacionada a um menor índice de placa bacteriana e sangramento gengival. Com isso, reduzindo o risco de desenvolver lesões de mancha branca e inflamações, além de causarem poucas lesões orais, por não possuírem dispositivos metálicos intraorais. Portanto, o tratamento ortodôntico com alinhadores pode ser recomendado para pacientes com alto risco de desenvolvimento de cárie e doença periodontal. Ademais, a literatura afirma que o uso de alinhadores está relacionado a um menor consumo de analgésicos durante a intervenção ortodôntica.^{27,28,29}

Por conseguinte, o tratamento se torna mais cômodo quando há a redução do tempo de cadeira, pois os alinhadores são pré-fabricados e utilizam poucos recursos que necessitam de manutenção. Dessa forma, as consultas se encurtam e se espaçam, uma vez que o paciente recebe um número maior de placas transparentes em um único atendimento. Devido a isso, a visita ao ortodontista se torna menos recorrente, com menos consultas emergenciais, tendo o agendamento conforme a necessidade de cada paciente, não exigindo visitas obrigatórias em curtos períodos como no tratamento convencional.^{26,30}

Apesar das limitações do uso dos alinhadores, esse aparelho permite a utilização de recursos auxiliares como botões, elásticos e mini-implantes que ampliam a sua indicação e melhoram a eficácia do tratamento. Entretanto, mesmo com o uso desses recursos, os alinhadores transparentes possuem como principal desvantagem a dificuldade de executar alguns movimentos dentários e a correção a certos tipos de maloclusões. Assim, os movimentos rotacionais e verticais são considerados os mais difíceis de serem obtidos, sendo necessário realizar desgastes interproximais em rotações inferiores a 1,5 graus para criar pequenos espaços que permitam a movimentação dentária, e para rotações acima dessa angulação, é preciso utilizar recursos auxiliares como mini-implantes ou botões associados a elásticos, porém sem garantir a resolução do problema.²⁹ Dessa forma, para movimentos de extrusão dentária, também é indicado o uso desses recursos, utilizando *attachments* e ancoragem esquelética para possibilitar o movimento dentário, sendo essa movimentação mais eficaz em incisivos inferiores e pouco eficaz em região de molares. Por outro lado, os movimentos vestibulo-lingual e transversais são mais fáceis a serem executados, sendo a inclinação de incisivos o movimento mais previsível, na qual a força de movimentação é disposta por toda a superfície de contato entre o alinhador e o dente. Além disso, é possível se obter

uma boa resposta no aumento de largura intercaninos na presença de apinhamentos. Diante disso, para o tratamento ortodôntico de casos leves a moderados, os alinhadores podem ser considerados como uma boa alternativa, mesmo que necessite usar dispositivos auxiliares. Contudo, para casos complexos, como grandes rotações, há poucas evidências científicas que sustentem a eficácia do tratamento com alinhadores transparentes.²⁹

Outra desvantagem é que para que o profissional possa utilizar alinhadores de uma marca específica na sua prática clínica, é necessário que ele realize cursos de credenciamento autorizado pelo fabricante, havendo um custo econômico elevado para que o ortodontista se mantenha atualizado com a marca de alinhador de sua preferência, como também, o tratamento com a ortodontia plástica possui custo mais elevado em comparação a ortodontia metálica convencional, limitando o seu acesso a uma parcela da população que possui maior aporte financeiro.²⁷

A incapacidade do ortodontista de administrar e controlar o progresso do tratamento, tendo em vista que o seu sucesso depende da cooperação do paciente, onde os objetivos estipulados no plano de tratamento só serão alcançados se forem utilizados todos os alinhadores de forma correta e assídua. Com isso, é possível afirmar que o tratamento com alinhadores não é indicado para todo o tipo de paciente, aqueles que não são colaboradores e responsáveis com a frequência do uso, é preferível realizar a correção ortodôntica com aparelhos convencionais não móveis. Contudo, vale ressaltar que na maioria dos casos, mesmo que o paciente utilize os alinhadores de forma precisa, o planejamento virtual não alcança os movimentos clinicamente esperados, sendo necessário refinamento do tratamento com a confecção de um jogo adicional de alinhadores. Além disso, a criação de expectativas no paciente sobre os resultados pode gerar frustração quando o planejamento final não é alcançado, tornando imprescindível uma comunicação clara desde o início do tratamento para evitar desentendimentos e ajustar as expectativas à realidade clínica.^{31,32}

Durante o tratamento, o paciente não pode realizar nenhuma alteração que modifique a anatomia dentária ou a posição dos dentes na arcada, uma vez que os alinhadores são fabricados em série com base no scanner intraoral feito antes do início da terapia ortodôntica. Qualquer alteração exigiria um novo scanner, prolongando o tempo de tratamento. Além disso, há um grande risco de perda dos alinhadores, o que também atrasa o tratamento, já que seria necessário realizar um

novo scanner e solicitar alinhadores adicionais ao fabricante. Por fim, no que diz respeito à fala, os alinhadores podem causar dificuldades nos primeiros dias após a colocação, mas esses efeitos tendem a desaparecer rapidamente conforme o paciente se adapta ao aparelho.^{26,31,33}

4 DISCUSSÃO

A introdução da tecnologia digital CAD/CAM (*Computer Aided Design e Computer Aided Manufacturing*) contribuiu para o aprimoramento do diagnóstico, planejamento e execução de diversos tratamentos na odontologia.^{9,34}

O sistema CAD/CAM é composto por 3 pilares: aquisição das imagens digitais referente às arcadas dentárias do paciente, a visualização e manipulação dessas imagens em *softwares* específicos e a impressão 3D de arquivos, sejam eles dispositivos desenhados ou modelos em que os aparelhos serão confeccionados.^{8,9}

No campo da ortodontia, esse sistema pode ser empregado para o posicionamento virtual de *brackets*, confecção de aparelhos sob medida, como o tratamento com alinhadores transparentes, extrações dentárias virtuais para análise de espaço, além da possibilidade de sobreposição de imagens da tomografia com as obtidas pelo *scanner* intraoral, permitindo a visualização das inclinações radiculares e da espessura do osso alveolar.^{9,35,36}

Diante desse cenário, a substituição da moldagem convencional com gesso para o escaneamento intraoral, reduziu o grau de erros que é atribuído ao número de etapas para moldagem, manipulação dos materiais e o grau de distorções.^{10,36} Contudo, para que haja essa substituição, a precisão, percepção do paciente, exigência de tempo e fiabilidade dos *scanner* intraorais devem ser comparáveis ou superiores a técnica de moldagem convencional.³⁷

O escaneamento intraoral através da tecnologia CAD/CAM apresenta como principais vantagens a visualização imediata de ambas as arcadas do paciente, além de que o arquivo digital originado do escaneamento pode ser reproduzido sempre que necessário, sem ocupar espaço físico nos consultórios, redução do tempo de atendimento, e o aumento do conforto do paciente, uma vez que não há necessidade de utilizar matérias de moldagem.^{10,36} Além de zerar o armazenamento de modelos de gesso e diminuir o descarte de lixo.³⁴

Apesar desses benefícios, o fluxo digital de trabalho ainda é pouco utilizado na prática clínica ortodôntica, devido ao elevado custo dos *scanners* intraorais e à necessidade do ortodontista possuir conhecimento técnico para assegurar uma digitalização adequada das arcadas.^{9,10} No entanto, não é imprescindível dispor de um *scanner* em consultório para trabalhar em fluxo digital, uma vez que esse serviço pode ser terceirizado.⁹

A manipulação virtual de modelos 3D, etapa integrante do sistema CAD/CAM, permite a execução do *setup* digital em todos os casos ortodônticos, desde os mais simples até os mais complexos, esse processo envolve a segmentação e o reposicionamento dos dentes na direção desejada, resultando na criação de modelos virtuais sequenciais com os dentes nas posições planejadas.^{7,38} Dessa forma, esse método aprimora a comunicação entre profissionais e pacientes ao possibilitar, em tempo real, a demonstração detalhada do tratamento por meio de imagens tridimensionais.³⁹ Com essa previsibilidade de resultados, o paciente sente-se mais confiante em aceitar o tratamento ortodôntico, uma vez que não é mais necessário imaginar o resultado final do processo.³⁸

A utilização de modelos digitais para a realização de *setups* virtuais trouxe diversas vantagens para o ortodontista, como a economia de tempo, uma vez que a construção do *setup* virtual exige menos tempo em comparação ao *setup* convencional com segmentações em modelos de gesso.³⁹ Além disso, os *setups* com modelos digitais podem ser integrados às imagens de tomografias computadorizadas, permitindo a visualização das raízes dentais durante a execução do planejamento.³⁸

Dentre as limitações dos *setups* virtuais, há necessidade de um *software* específico para a confecção do planejamento digital requer uma curva de aprendizado, demandando do ortodontista muito esforço e tempo disponível para trabalhar em diferentes programas disponíveis, além de aumentar os custos, visto que cada programa pode necessitar de uma licença específica para o seu uso.^{40,41}

Os estudos demonstram que a eficácia dos alinhadores na correção de casos simples e moderados é um consenso positivo entre os pesquisadores. Os alinhadores são eficientes para tratamentos ortodônticos leves e moderados.^{5,29} No entanto, para casos de maior complexidade, o uso de alinhadores não é vantajoso, sendo mais eficaz a abordagem por meio da ortodontia fixa tradicional.²⁹

A literatura afirma que dentro das suas indicações e limitações, o alinhador removível é o mais vantajoso para pacientes que buscam uma maior estética, praticidade e conforto.⁴² Assim, a escolha do uso do aparelho transparente deve ser baseada na etiologia e necessidades específicas de cada caso, além das preferências do paciente.²⁶ Dessa forma, na maioria dos casos, os pacientes antes de decidirem realizar o tratamento ortodôntico, levam em consideração o tempo de

duração da correção, o quanto aquele aparelho irá influenciar na sua estética facial e o desconforto causado.⁵

Mesmo havendo uma significativa evolução na área da ortodontia, com diversos estudos e pesquisas clínicas com avanços tecnológicos, os alinhadores estéticos possuem como desvantagem certas limitações para tratar alguns tipos de maloclusões.⁴³ A eficácia dos alinhadores na realização de alguns movimentos é incompatível com o movimento previsto no planejamento virtual.²⁹ Diante dessa situação, é necessário refinar o tratamento por meio da utilização de placas adicionais para corrigir movimentos que não foram alcançados como planejado.³² Dessa forma, o uso das placas adicionais representa a principal desvantagem para o paciente, tendo em vista que o tempo de tratamento aumentará.³² Além disso, é imprescindível que o ortodontista mantenha uma comunicação clara com o paciente, explicando que nem sempre as movimentações previstas no planejamento serão alcançadas por completo. Dessa forma, evitando a criação de expectativas irreais e a conseqüente frustração caso o resultado final não corresponda ao esperado.

Os alinhadores conseguem realizar uma movimentação significativa e favorável no aumento da largura de caninos a molares na presença de apinhamentos, rotações até 1,5 graus, sendo necessário realizar desgastes interproximais, movimentações no sentido vestibulo-lingual e transversais, sendo a movimentação de incisivos inferiores o mais fácil a ser obtido.²⁹ Em relação a extrusão e verticalização dentária, rotações acima de 1,5 graus, Tarosso²⁷ e Ribeiro²⁹ concordam que são movimentações limitadas, de difícil controle e com uma baixa taxa de resolução, mesmo utilizando recursos auxiliares que melhorem a eficiência do alinhador. Nesse contexto, a principal desvantagem do tratamento ortodôntico com alinhadores é a não resolução das limitações biomecânicas, mesmo com a inclusão dos *attachments* e dos recursos auxiliares nas movimentações dentárias.¹²

Em estudo recente, Romero²⁸ afirmou que uma das vantagens do uso de alinhadores é o conforto e facilidade de higienização bucal, por ser um aparelho removível, sendo essa vantagem diretamente associada a menores índices de placa, inflamação e biofilme. Tarosso²⁷, reitera que o fato de os alinhadores serem removíveis causa uma melhor limpeza oral e menores índices de cárie e doenças periodontais. Além disso, Vale³³ alega que os alinhadores são menos susceptíveis a causar lesões orais, visto que não apresentam dispositivos metálicos como arcos e

brackets, um grande benefício da ortodontia plástica em comparação com a ortodontia fixa.

O tratamento com alinhadores transparentes possui como vantagem a significativa redução do tempo de atendimento clínico, por serem totalmente planejados previamente, permite que as consultas se encurtem e se espacem, uma vez que é possível entregar uma maior quantidade de placas em um único atendimento.^{27,30}

O sistema de alinhadores estéticos tem como marcante benefício a possibilidade de o paciente visualizar seu plano de tratamento virtual por meio de um software 3D. Isso permite a análise detalhada de cada etapa do tratamento, o que contribui para um aumento da motivação e adesão dos pacientes ao processo ortodôntico.^{27,33}

Outra desvantagem apontada pela literatura é a não possibilidade de realizar alterações na anatomia do dente ou em sua posição, uma vez que os alinhadores são fabricados em série conforme a posição dentária escaneada no início do tratamento, com isso, qualquer alteração nesse nível irá exigir impressões de novos alinhadores, impactando negativamente o tempo de tratamento.³³ Além disso, Ribeiro²⁹ relata que há aumento de fluxo salivar e distúrbios na fala durante o uso dos alinhadores, desvantagem que influencia no convívio social do paciente. Contudo, Rothier⁴⁴ e Cardoso³⁰ refutam esse fala e afirmam que os pacientes que utilizaram esse tipo de aparelho ortodôntico não perceberam alterações na fala em nenhuma fase do tratamento.

A principal desvantagem do uso de alinhadores é a falta de colaboração do paciente no uso adequado das placas, o que pode comprometer o sucesso do tratamento, a ponto de torná-lo ineficaz na correção do problema ortodôntico.^{5,45}

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise da literatura evidencia que o tratamento com alinhadores transparentes representa um avanço significativo na Ortodontia e na Odontologia como um todo. Os alinhadores têm se mostrado eficazes e vantajosos na prática clínica diária, proporcionando resultados satisfatórios para os pacientes. No entanto, é fundamental reconhecer que, embora sejam uma alternativa favorável, não substituem completamente a ortodontia fixa tradicional, que continua sendo a principal indicação para casos mais complexos. Além disso, existe a possibilidade de um tratamento híbrido que integra ortodontia plástica e fixa, com o intuito de expandir o conjunto de casos passíveis de tratamento com alinhadores.

A avaliação das vantagens e desvantagens dos alinhadores é crucial, especialmente em relação às suas limitações biomecânicas em determinadas maloclusões. Com isso, os alinhadores transparentes estão em constante evolução, permitindo o tratamento de casos cada vez mais amplos, com finalizações que atendem às expectativas dos pacientes.

No entanto, as desvantagens associadas aos alinhadores ortodônticos indicam que estes não são adequados para todos os pacientes. Aqueles que não se comprometem com o tratamento, especialmente no que diz respeito à troca correta das placas, não alcançarão os resultados esperados conforme o planejamento virtual. Ademais, embora os recursos auxiliares ampliem as possibilidades de uso dos alinhadores, eles não conseguem eliminar completamente as limitações biomecânicas. Diante disso, em casos mais complexos, mesmo com a utilização desses recursos, o tratamento com alinhadores plásticos não é recomendado.

REFERÊNCIAS

1. Viella OVL. O desenvolvimento da ortodontia no Brasil e no mundo. Ver. Dent. Press Ortodon. Ortop. Facial 2007;12(6):131-56. DOI: 10.1590/S1415-54192007000600013
2. Bispo ANS, Normande Neto VH, Marcelos PGCL. Uso de alinhadores invisíveis removíveis na dentição mista: uma revisão de literatura. Arch Health Invest 2022;11(5):859-65. DOI: <http://doi.org/10.21270/archi.v11i5.5877>
3. Pereira D, Fernandes M, Gaudênio F, Retto PF, Delgado AS. Ortodontia plástica – conceito e diferentes sistemas. O Jornal Dentistry 2014;10:20-30.
4. Weir T. Clear aligners in orthodontic treatment. Australian Dental Journal 2017;62(1):58-62. DOI: <https://doi.org/10.1111/adj.12480>
5. Cunha RMO, Sousa MA, Marigo G, Marigo M, Oliveira MX, Ferreira NS. Alinhadores transparentes: possibilidades e limitações. Revista Científica FACS 2022;22(1):37-43.
6. Hennessy J, Ebrahim J, Al-awadhi A. Clear aligners generations and orthodontic tooth movement. Journal of Orthodontic 2015;45:1-9. DOI: 10.1080/14653125.2015.1108725
7. Bichu YM, Alwafi A, Liu X, Andrew J, Ludwing B, Bichu AY, et al. Advances in orthodontic clear aligners materials. Bioactive Materials 2023;22:384-403. DOI: 10.1016/j.bioactmat.2022.10.006
8. Camargo IF, Manetti LP, Zeczkowski M, Neto Sundfeld D, Pini NIP, Mori AA, et al. Sistemas CAM/CAM e suas aplicações na odontologia: revisão de literatura. Rev Uningá 2018;55(S3):211-28. DOI: <https://doi.org/10.46311/2318-0579.55.eUJ240>
9. Cunha TMA, Barbosa IS, Palma KK. Orthodontic digital workflow: devices and clinical applications. Dental Press Journal of Orthodontics 2021;26(6):21-6. DOI: <https://doi.org/10.1590/2177-6709.26.6.e21spe6>
10. Abduo J, Elseyoufi M. Accuracy of Intraoral Scanners: A systematic review of influencing factors. Eur J Prosthodont Restaurador Dente 2018;26(3):101-21. DOI: 10.1922/EJPRD_01752Abduo21
11. Brezniak N. The clear plastic appliance: a biomechanical point of view. Angle Orthod 2008;78(2):381-2. DOI: 10.2319/0003-3219(2008)078[0381:TCPA]2.0.CO;2.
12. Vieira GM. Alinhadores invisíveis: biomecânica, limitações e a problemática da mensuração das forças aplicadas. Rev Clin Ortod Dental Press 2013;12(1):94-104.

13. Li Y, Jacox LA, Little SH, Ko CC. Orthodontic tooth movement: The biology and clinical implications. *J Med Sci* 2018;34(4):207-14. DOI: 10.1016/j.kjms.2018.01.007
14. Correia MF. Biomecânica dos alinhadores: revisão bibliográfica [tese]. [Portugal]: Instituto Universitário Egas Moniz; 2022.
15. Proffit WR, Fields HW, Larson BE, Sarver DM. Contemporary orthodontics. (6a ed.) Philadelphia: Elsevier; 2019. 276-309.
16. Kravitz ND, Kusnoto B, Agran B, Viana G. Influence of attachment and interproximal reduction of the accuracy of canine rotation with Invisalign. A prospective clinical study. *Angle Orthod* 2008;78(4):682-7. DOI: 10.2319/0003-3219(2008)078[0682:IOAAIR]2.0.CO;2
17. K Simon M, Keilig L, Schwarze J, Jung BA, Bourauel C. Treatment outcome and efficacy of an aligner technique-regarding incisor torque, premolar derotation and molar distalization. *BMC oral health* 2014;68(14):324-32. DOI: 10.1186/1472-6831-14-68
18. Silva ITS, Alessio Junior LE. Descrição dos *attachments* utilizados no tratamento com alinhadores ortodônticos. *Revista Faipe* 2023;13(1):80-6.
19. Gomes DCBA. Descrição dos *attachments* utilizando no tratamento com alinhadores ortodônticos [tese]. [Belo Horizonte]: Universidade Federal de Minas Gerais; 2022.
20. Duarte JD. Conjugação de Invisalign com mini-implantes [tese]. [Portugal]: Instituto Universitário de Ciências da Saúde; 2018.
21. Santos ME, Silveira CA. Mini-implante interradiculares e mini-implantes extra-alveolares na movimentação ortodôntica. *Rev Cien Saúde* 2019;4(2):31-8.
22. Wheeler T, Patel N, McGorray S. 25. Effect of aligner material on orthodontic tooth movement. *Journal of Aligner Orthodontic* 2017;1(1):21-7
23. Ferreira LAS. Correção de má oclusão classe II de angle com alinhadores ortodônticos tipo Invisalign: revisão de literatura [tese]. [São José do rio Preto]: Faculdade de sete lagoas; 2020.
24. Zachrisson BU, Nyoygaard L, Mobarak K. Dental health assessed more than 10 years after interproximal enamel reduction of mandibular anterior teeth. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2007;131(2):162-9. DOI: 10.1016/j.ajodo.2006.10.001
25. Silva Junior RS, Guedes FP, Martins RP. Protocolo clínico de desgastes interproximais no tratamento com alinhadores ortodônticos. *Orthod Sci Pract* 2020;13(49):114-8. DOI: 10.24077/2019;1349-114118

26. Durand HPMA. Vantagens e desvantagens do tratamento ortodôntico com alinhadores: uma revisão sistemática [Mestrado]. [Portugal]: Instituição universitária de ciências da saúde; 2023.
27. Tarosso GP. Alinhadores estéticos versus aparelho ortodôntico fixo: vantagens e limitações [Mestrado]. [Portugal]: Instituto universitário Egas Moniz; 2022.
28. Romero ASL, Martin MA, Cortes JEI, Company JMM e Garcovich D. Periodontal health status, oral microbiome, white-spot lesions and oral health related to quality of life-clear aligners versus fixed appliances: A systematic review, meta-analysis and meta-regression. *Korean J Orthod* 2023;53(6):374-92. DOI: <https://doi.org/10.4041/kjod22.272>
29. Ribeiro SM, Aragón MLSC, Espinosa DSG, Shibasaki WMM e Normando D. Orthodontic aligners: between passion and science. *Dental Press J Orthod*. 2023;28(6):e23spe6. DOI: <https://doi.org/10.1590/2177-6709.28.6.e23spe6>
30. Cardoso LG, Maia JPC, Souza LTR, Coutinho LN, Paraguassú VNS, Almeida KMF e et al. A era da evolução na ortodontia: Sistema Invisalign®. *Id on Line Rev. Mult. Psic.* 2019;13(45):489-99. DOI: <https://doi.org/10.14295/idonline.v13i45.1750>
31. Midzyuta A. Biomecânica dos alinhadores ortodônticos [Mestrado]. [Portugal]: Instituto universitário Egas Moniz; 2021.
32. Potter NG. Alinhadores invisíveis no tratamento ortodôntico: uma revisão de literatura [Trabalho de conclusão de curso]. [Porto Alegre]: Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 2022.
33. Vale LSV. Alinhadores invisíveis: uma alternativa ortodôntica estética [Mestrado]. [Portugal]: Instituto universitário Egas Moniz; 2018.
34. Christensen LR. Digital workflows in contemporary orthodontics. *Apos Trends Orthod* 2017;7:12-8.
35. Moreira FC, Vaz LG, Jacob HB. O uso da tecnologia CAD/CAM na Ortodontia – setup ortodôntico e colagem indireta pelo sistema eXceed™. *Orthod. Sci. Pract.* 2019;12(47):145-151. DOI: 10.24077/2019;1247-145151
36. Teixeira TO, Rolim VCLB. A importância do fluxo digital na ortodontia. *Revista Ibero-Americana De Humanidades, Ciências E Educação*. 2022;8(5):2432–54. <https://doi.org/10.51891/rease.v8i5.5688>
37. Goracci C, Franchi L, Vichi A, Ferrari M. Accuracy, reliability, and efficiency of intraoral scanners for full-arch impressions: a systematic review of the clinical evidence. *Eur J Orthod*. 2016;38(4):422-8. DOI: 10.1093/ejo/cjv077.
38. Nunes MM. Planejamento virtual: uma nova aposta da Ortodontia. *Ortodontia SPO* 2020;53(2):130-43

39. Guimarães GS, Silva MMT, Morais LS. A ortodontia na era digital. *J Multidiscipl Dent.* 2021; 11(3):121-35. DOI: <https://doi.org/10.46875/jmd.v11i3.891>
40. Camardella LT, Ongkosuwito EM, Waard O, Breuning KH. A utilização do fluxo de trabalho digital no tratamento ortodôntico e orto-cirúrgico. *Orthod. Sci. Pract.* 2015;8(31):305-14.
41. Bezerra AS, Leite ARL, Rego MVN. A importância do Set up Digital na Ortodontia. *Orthod. Sci. Pract.* 2021;14(55):104-10. DOI:10.24077/2021;1455-104110
42. Simões ACM, Silva BA, Tognetti VM, Ferrari MV. Alinhadores: uma revisão de literatura a respeito de suas vantagens e desvantagens sob a perspectiva da estética e funcionalidade. *Ensaio USF.* 2022;5(1):61-9. DOI: <https://doi.org/10.24933/eusf.v5i1.163>
43. Elshazly TM, Keilig L, Alkabani Y, Ghoneima A, Abuzayda M, Talaat W, et al. Potential Application of 4D Technology in Fabrication of Orthodontic Aligners. *Front. Matter.* 2022;8:1-9. DOI: <https://doi.org/10.3389/fmats.2021.794536>
44. Rothier EKC. Afinal, o que podemos esperar do sistema Invisalign?. *Rev Clín. Ortod. Dental. Press.* 2013;12(6):6-14.
45. Medeiros Júnior DR, Silva AP, Andrade CM de O, Martins V da M, Dietrich L. Placas alinhadoras uma opção estética no tratamento ortodôntico: revisão de literatura. *Research. Society. Development.* 2021;10(10): e260101018557. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i10.18557>

ANEXO A - DIRETRIZES PARA AUTORES

ANEXO B - ARTIGOS REFERENCIADOS

Todos os artigos utilizados nessa revisão de literatura foram referenciados e encaminhados por e-mail.