



LUANA PEREIRA DA SILVA

**FECHAMENTO DE ESPAÇOS COM ALINHADORES: ESTUDO
PILOTO**

**São Caetano do Sul
2021**

LUANA PEREIRA DA SILVA

**FECHAMENTO DE ESPAÇOS COM ALINHADORES: ESTUDO
PILOTO**

Monografia apresentada à Faculdade Sete Lagoas, como exigência parcial para obtenção do Título de Especialista pelo Programa de Pós-Graduação em ODONTOLOGIA.

Área de Concentração: Ortodontia

Orientador: Prof. Dr. Pedro Luis Scattaregi

**São Caetano do Sul
2021**

FICHA CATALOGRÁFICA

Silva, Luana Pereira

Fechamento de Espaços com Alinhadores: Estudo Piloto./ Luana Pereira da Silva. – São Caetano do Sul: [s.n.], 2021

40 p.; 30 cm; il.

Orientador: Prof. Dr. Pedro Luis Scattaregi

Monografia: (Especialização em Ortodontia) – FACSETE - Faculdade Sete Lagoas.

1. Alinhadores 2. Aparelhos Estéticos 3. Fechamento de Espaços

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE E COMUNICADO AO AUTOR A REFERÊNCIA DA CITAÇÃO.

São Caetano do Sul, 27 de Abril de 2021.

Assinatura: Luana Pereira da Silva

E-mail: luanapsilva21@hotmail.com



Faculdade Sete Lagoas

Portaria MEC 278/2016 - D.O.U. 19/04/2016
Portaria MEC 946/2016 - D.O.U. 19/08/2016

Luana Pereira da Silva

**FECHAMENTO DE ESPAÇOS COM ALINHADORES:
ESTUDO PILOTO**

Trabalho de conclusão de curso de especialização *Lato sensu* da Faculdade Sete Lagoas, como requisito parcial para obtenção do título de especialista em ortodontia.

Área de concentração: Ortodontia

Aprovada em 27/04/2021 pela banca constituída dos seguintes professores:

Prof. Dr. Pedro Luis Scattaregi
(Mestre - METODISTA)

Prof. Mariana dos Santos Fernandes Lopes
(Mestre - METODISTA e Doutora UNICAMP)

Profa. Mara Cinthia P. dos Santos Fernandes
(Mestre - UNICASTELO)

ESTE TRABALHO É DEDICADO

A Deus pela oportunidade de viver e ter e fazer parte deste projeto, me permitir e me ajudar a ultrapassar todos os empecilhos encontrados em minha trajetória de vida.

Aos meus pais, minha tia Josilene e minha sogra pelo apoio e incentivo para o aprimoramento em minha vida acadêmica.

A minha irmã Samara pelo entusiasmo, estímulo e que sempre me demonstrou que em tudo necessitamos do foco para alcançarmos todos os nossos objetivos e que jamais devemos enxergar as dificuldades, mas sim as conquistas tão sonhadas.

Ao meu esposo Wagner e minha filha Sofia pela paciência de muitas vezes me ausentar com o objetivo de proporcionar o melhor a eles através dos estudos e sendo referencial a minha pequena e linda filha Sofia.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Pedro Luis Scattaregi por ser um excelente orientador e que pelas correções realizadas me demonstrou o caminho e trajeto a ser seguido, pelos ensinamentos que me proporcionaram o melhor desempenho neste trabalho.

A Prof^a Mariana dos Santos Fernandes por ser, de fato, uma orientadora, exemplar e facilitadora me dando sempre um feedback acerca do que era almejado.

A Prof^a Mara Cinthia P. S. Fernandes pelo apoio, incentivo, clareza em todas as informações passadas de maneira a contribuir para minha formação.

Em especial ao Prof. Dr. Alex Casati Lopes e a empresa Pluri Alinhadores Dentais pela contribuição e disponibilidade para a realização deste estudo permitindo a realização de todo o fluxo digital até a confecção dos alinhadores *in office*.

Aos funcionários, e todos os amigos da especialização Tamiris, Denise e Felipe pela ajuda, troca de informações, união, que colaboraram para o desenvolvimento em meu processo de formação profissional.

Aos pacientes pela confiança em meus atendimentos, colaborando assim, para minha formação.

SUMÁRIO

RESUMO	vi
ABSTRACT	vii
1 INTRODUÇÃO	01
2 REVISÃO DA LITERATURA	03
3 PROPOSIÇÃO.....	13
4 MATERIAL E MÉTODO	15
5 RESULTADOS	25
6 DISCUSSÃO	29
6.1 Considerações Gerais	30
6.2 Conceitos Biomecânicos	31
6.3 Fechamento de Espaços com Alinhadores.....	32
7 CONCLUSÃO	35
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	37

SILVA, L. P. Fechamento de espaços com alinhadores: estudo piloto. 2021. 40p.
[Monografia] (Especialização em Ortodontia) – Faculdade Sete Lagoas, São Caetano do Sul, 2021.

RESUMO

Os aparelhos estéticos surgiram devido à maior demanda de pacientes adultos que buscam o tratamento ortodôntico. Com os avanços tecnológicos os alinhadores vão ao encontro e tentam suprir as exigências dos pacientes que buscam, cada vez mais, tratamentos mais rápidos, confortáveis e estéticos. Desde o seu início demonstraram eficiência nas más-oclusões com pequenos apinhamentos, entretanto, atualmente podemos ver que já é possível a realização do tratamento de más oclusões mais complexas, como nos casos com extrações de pré-molares, muitas vezes associado à mecânica com recursos auxiliares. Com o objetivo de demonstrar o fechamento de espaços decorrentes das extrações, o estudo piloto feito em tyodont, pudemos demonstrar o possível fechamento dos espaços decorrentes de extrações de pré-molares por meio da biomecânica com os alinhadores.

Palavras-chaves: Alinhadores, Aparelhos estéticos, Fechamento de espaços.

SILVA, L. P. **Closing spaces with aligners: pilot study.** 2021. 40p. [Monografia] (Especialização em Ortodontia) – Faculdade Sete Lagoas, São Caetano do Sul, 2021.

ABSTRACT

With technological advances and patients' demand for more and more aesthetic treatments, and following this evolution, aligners fulfill these requirements by demonstrating that tooth movement is possible gradually through them. Aesthetics, comfort and easy cleaning are requirements that increase the demand for aligners. At first they arose with the intention of treating malocclusion with small crowding. Nowadays, we can see that it is already possible to carry out the treatment of more complex malocclusions, such as cases with extraction of premolars, and that they can do mechanics with auxiliary resources or not. In order to demonstrate the closure of spaces resulting from extractions, the pilot study done on the typodont, we can demonstrate the possible closure of spaces resulting from extractions of premolars as an expected goal of treatment with aligners.

Keywords: Aligners, Aesthetic Appliances, Closure of Spaces.

1 INTRODUÇÃO



1 INTRODUÇÃO

Ao longo dos anos, a odontologia vem passando por diversas transformações e a Ortodontia tem se aproveitado dessas mudanças e possibilitado aos pacientes uma grande gama de tratamentos.

Desde as descobertas de Edward Hartley Angle, com a criação do sistema de bandas e bráquetes numa filosofia conservadora, às mudanças de diagnóstico propostas por Tweed com as extrações, a ortodontia busca incessantemente por resultados funcionais, estéticos e estáveis, bem como o desenvolvimento de recursos que sejam mais confortáveis, eficientes e extremamente estéticos para suprir a demanda cada vez mais exigente do mercado. Com o passar do tempo, as bandas, bráquetes e fios metálicos começaram a perder espaço à colagem dos tubos, bráquetes e fios estéticos e, atualmente para os alinhadores.

Os alinhadores ortodônticos surgiram então, como mais uma ferramenta dentro do arsenal ortodôntico para a correção da má-oclusão. Com a intenção de tornar o tratamento ortodôntico mais estético o uso da tecnologia digital 3D para planejamento e impressão de placas removíveis transparentes avançaram de forma avassaladora e ocupam posição de destaque nas mídias sociais e meios de comunicação em geral. Por meio de diversos *softwares* o ortodontista consegue simular o plano de tratamento e apresentar ao paciente uma prévia dos resultados finais desejados.

Entretanto, independente dessas inovações que surgem, o diagnóstico dos problemas de falta de espaço e inclinações excessivas ainda são resolvidos, muitas vezes, com o recurso de extrações dentárias. Nestes casos o desafio passa a ser a biomecânica empregada para alcançar o melhor posicionamento dos dentes ao final do tratamento.

Baseado nisso, a proposta deste trabalho foi avaliar, por meio de um estudo piloto realizado em typodont, o fechamento dos espaços decorrentes das extrações de pré-molares com alinhadores avaliando a perda de ancoragem, angulação dos caninos e inclinação dos incisivos.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2 REVISÃO DA LITERATURA

Bollen et al² em 2003 constataram que os avanços tecnológicos contribuíram para a movimentação dentária de forma gradativa por meio de alinhadores produzidos de forma sequencial pela empresa Align Technology, Santa Clara, Califórnia, o *Invisalign*. Os autores realizaram um estudo comparativo para avaliar 2 tipos de materiais (rígido e macio) e 2 protocolos de ativação (1 semana e 2 semanas) para esta técnica de alinhadores. Foram incluídos na amostra 51 pacientes distribuídos em pares (PAR) e comparados de acordo com a pontuação, em alta x baixa e extração x não extração. Foram selecionados aleatoriamente para um alinhador rígido ou macio e um tempo de ativação de 1 ou 2 semanas e observados até o final da série de alinhadores da prescrição inicial. Como resultado observaram que em relação a troca de alinhadores a cada duas semanas houve maior probabilidade de conclusão da série inicial, representando 37% dos casos quando comparados com os alinhadores da troca semanal, 21%. Os aparelhos rígidos concluíram 32% e os macios 27%, o que não caracterizou relevância estatística. A taxa de conclusão foi mais alta, 46% entre os pacientes com pontuações PAR inferiores a 15 e nenhuma extração planejada, e mais baixa (0%) entre os indivíduos que tiveram 2 ou mais pré-molares extraídos. Todos os que completaram sua série inicial de alinhadores exigiram uma série adicional de alinhadores ou aparelhos fixos para atingir os objetivos originais do tratamento. Este estudo exploratório propõe que os indivíduos com um regime de ativação de 2 semanas, sem extrações e uma pontuação PAR baixa são mais propensos a completar sua série inicial de alinhadores.

Clements et al³ em 2003 avaliaram os efeitos da rigidez do material e frequência de troca dos alinhadores estéticos no tratamento ortodôntico. A amostra consistiu de 51 pacientes. Os pacientes foram divididos de acordo com o método pontuação em pares (PAR) que consistiu no pré-tratamento e necessidade de extrações. Quatro protocolos de tratamento foram realizados: ativação de 1 semana com material macio, ativação de 1 semana com material rígido, ativação de 2 semanas com material macio e ativação de 2 semanas com material rígido. Os pacientes continuaram com seus protocolos até que a série de alinhadores fosse concluída ou até que fosse determinado que o alinhador não estava se encaixando bem ao final do estudo. Pontuação pré-tratamento e necessidade de extrações

(PAR) ponderada e (IMII) índices médios de irregularidade dos incisivos foram usados para medir o pré-tratamento e modelos de estudo até o seu término, e a melhora média foi comparada entre os 4 grupos. Além da avaliação dos 4 grupos de tratamento, foram realizadas comparações individuais da pontuação PAR para determinar quais componentes oclusais experimentaram maior correção com os alinhadores. As porcentagens de fechamentos absolutos dos espaços de extração foram avaliadas e os escores de sangramento papilar antes e durante o tratamento foram comparados. Embora nenhuma diferença estatística tenha sido observada entre os 4 grupos de tratamento, houve uma tendência devido a menor pontuação PAR na frequência de 2 semanas e IMII ponderadas e maior fechamento do espaço de extração. O alinhamento dos dentes anteriores obteve um resultado satisfatório, entretanto a oclusão foi a que menos melhorou. Quando analisado o fechamento de espaços decorrente de diferentes locais, a extração dos incisivos teve uma porcentagem significativamente maior de fechamento do que as extrações dos pré-molares superiores ou inferiores. Uma diminuição estatisticamente significativa na pontuação média de sangramento papilar foi encontrada durante o tratamento quando comparada com as pontuações pré-tratamento, embora essa diferença não tenha sido clinicamente significativa.

Lagravère e Mir⁹ em 2005 realizaram uma revisão sistemática da literatura com o objeto de determinar os efeitos do tratamento ortodôntico com o sistema Invisalign, *Align Technology*. Foram revisados ensaios clínicos que avaliaram os efeitos do tratamento do *Invisalign* em pacientes sem crescimento. Não foi levado em consideração ensaios que envolvessem cirurgia ou outro tratamento ortodôntico fixo ou removível simultâneo. Foram identificados 22 artigos e consultadas as bases de dados eletrônicas: PubMed, MEDLINE, MEDLINE In-Process & Other Non-Indexed Citations, Evidence Based Medicine Reviews, EMBASE Excerpta Médica, Thomsen's ISI Web of Science e LILACS. Na busca bibliográfica foi utilizado "*Invisalign*" como o único termo de pesquisa e posteriormente, "ensaios clínicos", "humanos" e "efeitos do tratamento *Invisalign*" como critérios de seleção dos resumos. Apenas dois artigos publicados atenderam a esses critérios de inclusão, embora depois de ler os artigos originais, os autores determinaram que eles não avaliaram adequadamente os efeitos do tratamento *Invisalign*. Ambos os artigos identificaram questões metodológicas e implicações clínicas. Os estudos

inadequadamente conduzidos que os autores encontraram, representaram apenas um nível inferior de evidência (nível II). Consequentemente os autores descobriram que nenhuma conclusão importante poderia ser feita em relação aos efeitos do tratamento dos aparelhos *Invisalign*. Futuros ensaios clínicos randomizados prospectivos são necessários para apoiar, com evidências científicas sólidas, as alegações sobre os efeitos do tratamento do *Invisalign*. Os ortodontistas terão que confiar em sua experiência clínica, nas opiniões de especialistas e na limitada evidência publicada sobre os aparelhos *Invisalign*.

Göz ⁶ em 2006 evidenciou que a terapia *Invisalign* consiste em um método de tratamento ortodôntico que utiliza placas de poliuretano transparentes removíveis. Porém observou – se que sua aplicabilidade em casos de extração é limitada. Este relato de caso documenta o tratamento com *Invisalign*® de um paciente no qual quatro pré-molares tiveram que ser extraídos devido ao apinhamento dentário. O propósito da paciente era submeter-se a um tratamento para resolver o apinhamento anterior da forma mais imperceptível possível. Os achados diagnósticos foram: constrição da arcada superior e mandibular com apinhamento dentário anterior; proclinação e anteposição dos anteriores; neutroclusão com overjet de 6 mm e overbite de 1 mm. Foram feitas radiografias que comprovaram uma inclinação mesial dos caninos inferiores e pré-molares e uma relação esquelética leve de Classe II com uma configuração craniofacial vertical. A extração dos quatro primeiros pré-molares e colocação dos attachments (compósito Tetric Ceram®). Depois que os alinhadores *Invisalign*® foram usados, o segmento anterior foi verticalizado e retraído, o apinhamento resolvido e os arcos bem alinhados. A neutroclusão do paciente foi mantida, apresentando boa intercuspidação entre caninos e pré-molares, bem como uma boa relação anterior tanto no plano sagital como vertical foram alcançadas. O tratamento ativo teve uma duração de 1 ano e 8 meses e meio e envolveu 43 alinhadores maxilares e 28 alinhadores mandibulares. Pôde – se então concluir que nos casos com indicação ampliada para esta nova modalidade de tratamento, deve-se levar em consideração a importância de um diagnóstico e planejamento de tratamento abrangentes, meticolosos, prudente e um conhecimento sólido dos fundamentos biológicos e mecânicos.

Baldwin et al¹ em 2008 descreveram o movimento dos dentes adjacentes aos espaços de extrações de pré-molares durante o fechamento do espaço com aparelhos alinhadores e, em seguida, aparelhos fixos. Em uma amostra de pacientes

tratados com alinhadores foram selecionados 24 indivíduos submetidos a extrações de pelo menos 1 pré-molar e foi avaliada a inclinação do dente adjacente ao espaço das extrações por meio de modelos e radiografias panorâmicas. Os exames foram realizados em 3 tempos distintos do tratamento: T0, inicial, T2, após os alinhadores e T3, após o aparelho fixo. Além disso, os registros dos prontuários foram revisados para obter informações sobre o tempo de tratamento. Como resultado observou-se que o tratamento com alinhadores proporcionou uma inclinação significativa dos dentes adjacentes aos locais das extrações dos pré-molares, entretanto esses dentes ficaram com uma verticalização acentuada que foi corrigida com o aparelho fixo. O tratamento com alinhador seguido de tratamento com aparelho fixo teve uma duração de 40 meses. Com isso concluíram que o tratamento de modalidade dupla, alinhadores e aparelhos fixos podem demandar mais tempo do que o tratamento apenas com aparelhos fixos.

Kravitz, et al⁸ em 2009 avaliaram a eficácia da movimentação dentária com alinhadores de poliuretano removíveis (*Invisalign, Align Technology, Santa Clara, Califórnia*). A amostra consistiu de 37 pacientes tratados com alinhadores *Invisalign*, sendo analisados 401 dentes anteriores, 198 maxilares e 203 mandibulares por meio de medidas em modelos virtuais. Os modelos pré e pós tratamento foram sobrepostos e, por meio de um programa, realizadas as medidas tendo como referência os dentes posteriores que não foram movimentados. Os tipos de movimentos estudados foram expansão, contração, intrusão, extrusão, inclinação méso-distal, inclinação vestibulo-lingual e rotação. A precisão média do movimento dentário com *Invisalign* foi de 41%. O movimento mais eficaz foi a contração lingual, 47,1% e o movimento menos eficaz foi a extrusão 29,6%, sendo a extrusão dos incisivos centrais superiores 18,3% e inferiores 24,5%, seguido por inclinação méso-distal dos caninos inferiores, 26,9%. A precisão da rotação dos caninos foi significativamente menor do que a de todos os outros dentes, com exceção dos incisivos laterais superiores. Em movimentos rotacionais maiores que 15°, a precisão de rotação dos caninos superiores caiu significativamente. A inclinação lingual da coroa foi significativamente mais precisa que a inclinação vestibular da coroa, particularmente para os incisivos superiores. Não ocorreu nenhuma diferença estatística na precisão entre os dentes superiores e inferiores do mesmo tipo de dente para nenhum movimento estudado. Contudo temos muito que aprender e explorar acerca da biomecânica e a eficácia do sistema *Invisalign*. Uma melhor

compreensão da capacidade do *Invisalign* de mover os dentes pode auxiliar o ortodontista a selecionar os pacientes de maneira eficaz para o tratamento, orientar o sequenciamento adequado do movimento e reduzir a necessidade de refinamento do caso.

Simon et al¹⁴ em 2014 investigaram a eficácia do tratamento ortodôntico realizado com o sistema *Invisalign*®, por meio da influência dos auxiliares, *attachment* e *power ridge* e do estagiamento (movimento por alinhador). A amostra consistiu de 30 pacientes onde foram obtidos modelos de gesso posicionados e fixados em uma plataforma para serem digitalizados por meio de um scanner a laser onde foram divididos em 3 grupos conforme os seguintes movimentos dentários: grupo 1, Torque incisivo > 10 °, grupo 2, giroversão do pré-molar > 10 ° e grupo 3, distalização molar > 1,5 mm. Os grupos 1 e 3 foram subdivididos em 2 subgrupos: o subgrupo (a) os movimentos foram realizados com o uso de um acessório, enquanto no subgrupo (b) não foram utilizados auxiliares, exceto torque dos incisivos por meio dos *Power Ridges*. Todos os movimentos dentários foram realizados em um desenho de boca aberta (Programas utilizados nesse estudo). Para analisar a eficácia clínica, os modelos de gesso pré-tratamento e final foram escaneados a laser e o movimento dentário alcançado foi determinado por meio de um algoritmo de correspondência superfície / superfície. Os resultados foram comparados com a quantidade de movimento dentário prevista pelo *ClinCheck*®. Como resultados os autores encontraram que a eficácia dos movimentos média geral foi de 59% (DP = 0,2). A precisão média para o torque dos incisivos superiores foi de 42% (DP = 0,2). A giroversão de pré-molar apresentou a menor precisão com aproximadamente 40% (DP = 0,3). A distalização de um molar superior foi o movimento mais eficaz, com eficácia de aproximadamente 87% (DP = 0,2). Sendo assim, puderam concluir que, o torque dos incisivos, a giroversão dos pré-molares e a distalização dos molares podem ser realizados usando os alinhadores *Invisalign*®. O estagiamento (movimento / alinhador) e a quantidade total de movimento planejado têm um impacto significativo na eficácia do tratamento.

Rossini et al¹² em 2015 avaliaram as evidências científicas correlacionadas à eficácia do tratamento com alinhador transparente (TAT) no controle da movimentação dentária ortodôntica. As bases de dados PubMed, PMC, NLM, Embase, Cochrane Central Register of Controlled Clinical Trials, Web of Knowledge, Scopus, Google Scholar e LILACs foram pesquisados de janeiro de 2000 a junho de

2014 para evidenciar todos os artigos revisados por pares potencialmente relevantes para a revisão. As deficiências metodológicas foram destacadas e a qualidade dos estudos foi classificada usando a Ferramenta Cochrane para avaliação de Risco de Viés. Onze artigos relevantes foram selecionados (dois ensaios clínicos randomizados (ECR), cinco prospectivos não randomizados e quatro retrospectivos não randomizados e o risco de viés foi moderado para seis estudos e pouco claro para os outros. A quantidade de intrusão média relatada foi 0,72 mm. A extrusão foi o movimento de maior dificuldade para se controlar (30% de precisão), seguido pela rotação. A distalização do molar superior revelou a maior previsibilidade (88%) quando um movimento de corpo de pelo menos 1,5 mm foi prescrito. Observou-se diminuição do índice de Little (arco mandibular: 5 mm; arco superior: 4 mm) nos arcos de alinhamento. Entende-se que TAT alinha e nivela os arcos; é eficaz no controle da intrusão anterior, na inclinação vestibulo-lingual posterior e dos movimentos de corpo dos molares superiores de cerca de 1,5 mm. Já nos casos de extrusão anterior, inclinação vestibulo-lingual anterior e rotação de dentes arredondados, em particular, não demonstrou eficácia. Entretanto, os resultados desta revisão devem ser interpretados minuciosamente com muita cautela devido ao número, qualidade e heterogeneidade dos estudos.

Dai, Xu e Shu ⁴ em 2019 correlacionaram os movimentos dentários alcançados e previsíveis dos primeiros molares superiores e incisivos centrais em casos de extração de primeiros pré-molares tratados com *Invisalign*. O estudo incluiu 30 pacientes entre adultos e adolescentes sendo 26 mulheres e 04 homens com idades entre 13,6 e 23,6 anos que receberam tratamento de extração do primeiro pré-molar superior e a utilização do *Invisalign*. Foi realizada a sobreposição virtual dos modelos pré e pós tratamento. Os movimentos dentários alcançados e previstos dos primeiros molares superiores e incisivos centrais foram comparados usando o método estatístico teste T pareado. Análises de modelos lineares de efeitos mistos foram usadas para explorar a influência da idade (comparados resultados alcançados entre adolescentes versus adultos), *attachments* (G6 otimizado versus 3 mm vertical, 3 mm horizontal e 5 mm horizontal) e apinhamento inicial nas diferenças entre movimento dentário previsto e alcançado (DMDPA). Demonstrou-se que os primeiros molares obtiveram maior inclinação mesial, translação mesial e intrusão do que o previsto. Já os incisivos centrais obtiveram menor retração e maior torque de coroa lingual e extrusão do que o planejado. Os adolescentes apresentaram maior

DMDPA na translação méso-distal dos primeiros molares e translação vestibulo-lingual dos incisivos centrais e menor DMDPA na translação ocluso-gengival dos primeiros molares e torque coronário dos incisivos centrais do que os adultos. O grupo de *attachment* vertical de 3 mm apresentou maior DMDPA na translação méso-distal dos primeiros molares em comparação ao grupo de fixação otimizado para G6. O apinhamento inicial teve correlação inversa com o DMDPA na angulação e translação méso-distal dos primeiros molares. O domínio da ancoragem do primeiro molar e a retração do incisivo central não foram totalmente alcançados conforme previsto no tratamento de extração do primeiro pré-molar com *Invisalign*. Idade, inserção e apinhamento inicial são fatores que ocasionam nas diferenças entre o movimento dentário previsto e o obtido.

Haouili et al⁷ em 2020 realizaram esta pesquisa com a intenção de fornecer uma atualização sobre a precisão do movimento dentário com *Invisalign* (*Align Technology*, Santa Clara, Califórnia). Neste estudo clínico prospectivo foram inseridos 38 pacientes tratados com *Invisalign Full* ou *Invisalign Teen*. Todos os dentes, do incisivo central ao segundo molar, foram mensurados em modelos digitais criados a partir de exames intraorais. Os valores preditos foram determinados sobrepondo o inicial e final. Os modelos *ClinCheck* finais e os valores alcançados foram determinados pela sobreposição dos modelos *ClinCheck* iniciais e os modelos digitais escaneados pós-tratamento. Os dentes individuais foram sobrepostos com uma melhor finalidade e medida através dos programas de comparações (versão 8.1; *GeoDigm*, Falcon Heights, Minn). Os tipos de movimentos dentais estudados consistiram em ponta da coroa méso-distal, ponta da coroa vestibulo-lingual, extrusão, intrusão e rotação mesial-distal. Como resultado a precisão média do *Invisalign* para todos os movimentos dentais foi de 50%. A maior precisão geral foi alcançada com uma ponta de coroa vestibulo-lingual (56%), enquanto a menor precisão geral ocorreu com a rotação (46%). As precisões para rotação mesial da mandíbula final. O primeiro molar (28%), a rotação distal do canino superior (37%) e a intrusão dos incisivos inferiores (35%) foram particularmente baixas. Pôde ser analisado uma melhora acentuada e significativa na precisão geral, porém, os pontos fortes e fracos do movimento dentário com *Invisalign* continuam relativamente os mesmos.

Machado¹⁰ em 2020 avaliou os sistemas de forças que influenciam no fechamento de espaços com o auxílio dos alinhadores, enfatizando características

positivas e negativas. Vantajosos por serem mais estéticos, confortáveis e de fácil higienização, os alinhadores quando comparado aos aparelhos fixos, apresentaram algumas dificuldades e limitações. A primeira e mais importante é a extrema cooperação que os pacientes devem ter. Demonstraram ser mais efetivos em casos com boa oclusão posterior com diastemas anteriores e em mordidas abertas anteriores. No entanto, os tratamentos das mordidas profundas apresentaram maiores dificuldades. Outro ponto a se considerar é a anatomia dentária, pois dentes com coroas curtas e expulsivas apresentaram maior dificuldade de controle dos movimentos extrusivos, devido à falta de retenção. Para minimizar este efeito negativo, os *attachments* surgiram para otimizar a retenção e estabilizar as placas com maior área de contato na superfície dentária, permitindo com exatidão que a movimentação ocorra de forma planejada e de forma ativa. Não apenas para retenção, mas as hierarquias de movimentos determinaram o tipo de *attachment* a ser utilizado. Com formatos diferentes possibilitaram controle rotacional, vertical e horizontal dos dentes, porém podem comprometer na estética, já que são resinas coladas nas faces vestibulares. Outro ponto importante foi o estagiamento sequencial com alternância de períodos ativos e inativos que permitiram movimentos de translação. Entretanto, recursos auxiliares como elásticos no controle intrusivo dos alinhadores e mini-placas ou mini-implantes foram necessários para eficácia dos movimentos, principalmente em casos mais complexos como nas extrações em que a ancoragem é crítica. Como conclusão, o tratamento com alinhadores é uma realidade, todavia depende da escolha do melhor caso aliada a experiência profissional com um planejamento adequado e um sistema de forças pré-estabelecido.

Robertson et al ¹¹ em 2020 analisaram a eficácia dos alinhadores *Clear Align* avaliando: (a) previsibilidade e (b), partindo desse ponto foi feita uma comparação do resultado do tratamento da terapia do alinhador com a terapia com aparelhos fixos. Tratou-se de uma pesquisa bibliográfica onde foram consultadas as bases de dados MEDLINE, Embase, Web of Science e LILACS, na busca de artigos publicados entre janeiro de 2014 a abril de 2019. Três revisores avaliaram os artigos de forma independente. A avaliação da qualidade dos estudos observacionais e do ensaio de controle randomizado foi realizada com o uso da ferramenta ROBINS e da ferramenta Cochrane de risco de viés, respectivamente. O instrumento GRADE foi usado para avaliar o nível de certeza para cada resultado identificado. Nesse estudo

7 artigos foram selecionados (um ensaio clínico randomizado e seis coortes retrospectivos). A maioria dos estudos, seis dentre sete, tiveram um risco moderado de viés e um apenas de alto risco de viés. No entanto foi identificado um 'nível baixo a moderado' de certeza em relação à eficiência dos movimentos dentários específicos da terapia do alinhador. Portanto, nesse estudo foi verificado que os alinhadores *Clear Align* podem produzir resultados clinicamente aceitáveis que podem ser comparáveis à terapia com aparelho fixo para inclinação vestibulo-lingual dos incisivos superiores e inferiores em más-oclusões leves a moderadas. No entanto, alguns cenários clínicos potenciais deixaram de ser avaliados. A maioria dos movimentos dentários pode não ser previsível o suficiente para ser realizada com apenas um conjunto de alinhadores *Clear Align*, apesar dos recentes avanços na tecnologia.

3 PROPOSIÇÃO



3 PROPOSIÇÃO

A proposta do presente trabalho foi, por meio de um estudo piloto, avaliar a confiabilidade dos movimentos dentários durante o fechamento de espaços com alinhadores após as extrações de primeiros pré-molares.

4 MATERIAL E MÉTODO

4 Material e Método

4.1 Material

Para a realização deste estudo piloto foi utilizado um typodont da empresa Orto'Art - Piracicaba – SP, com uma má-oclusão de classe I de Angle e apinhamento anterior superior e inferior, conforme figuras 4.1 A, B e C.



Figura 4.1 – Typodont Orto'Art: lado direito (A), frontal (B) e lado esquerdo (C).

Todo o processo para confecção dos alinhadores foi possível devido a colaboração da empresa Pluri Alinhadores Dentais que cedeu espaço, equipamentos e conhecimento técnico essenciais e fundamentais na elaboração deste trabalho.

Com o propósito de avaliar a confiabilidade dos movimentos dentários com o uso de alinhadores após as extrações de primeiros pré-molares foram realizados escaneamentos com escaner *3Shape TRIOS™*, da empresa *3Shape*, situada em Copenhague, Dinamarca. As imagens foram processadas em arquivos do tipo STL (*Standard Triangle Language*) e exportadas para dentro do programa *Ortho Analyzer* onde os modelos foram preparados para o desenvolvimento do *setup* e o planejamento virtual realizado no ícone *Clear Aligner Studio* da mesma empresa, conforme figura 4.2 A e B.



Figura 4.2 A e B – 3Shape TRIOS™ (A) e Programa Clear Aligner Studio, 3Shape (B).

Para a confecção dos alinhadores *in-office* foi necessário primeiro obter um modelo físico por um Processo Digital de Luz (PDL), com resina sensível a luz Ultra Violeta (UV), em arranjos específicos conseguidos por meio da impressora W3D – da empresa Wilcos, figuras 4.3 A, B e C. Todo esse processo ainda passa por uma curadora, *Photon Flash Maxx – Essense Dental*, para finalizar a confecção do modelo conferindo à ele rapidamente maior dureza, figura 4.3 D. Em seguida inicia-se o processo de confecção dos alinhadores, sendo produzidos em placas de acetato 0,6mm de espessura em plastificadora a vácuo PlastVac P7 da empresa Bioart, figura 4.3 E e F.

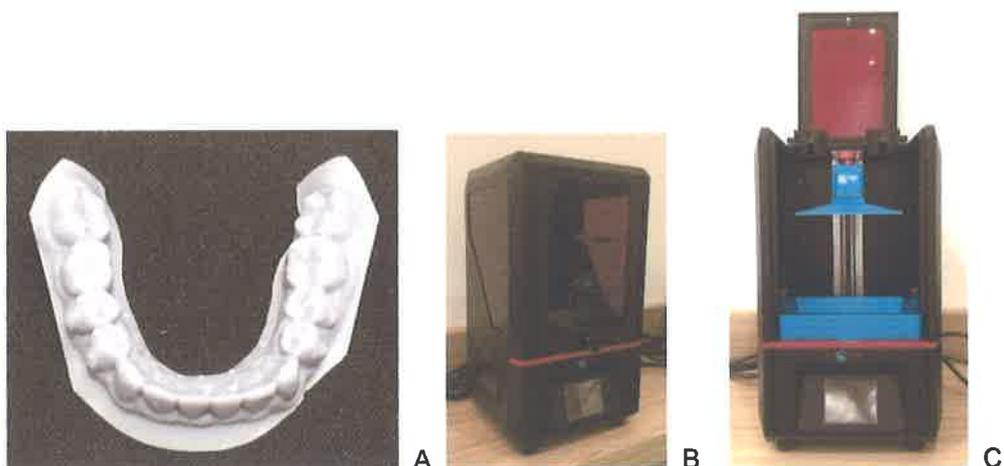




Figura 4.3 A-E– Modelo físico (A), Impressora W3D - Wilcos (B e C), Curadora Photon Flash Maxx – Essense Dental (D), Plastificadora PlasVac P7- Bioart (E) e Alinhadores, resultado das placas prensadas à vácuo nos modelos em resina (F).

4.2 Método

O estudo piloto utilizou-se do typodont Orto'Art com uma má-oclusão de classe I de Angle e apinhamento anterior superior e inferior, que foi escaneado pelo escaner *3Shape TRIOS™* e submetido ao programa *Clear Aligner Studio*, ambos da empresa *3Shape* – Dinamarca para as devidas simulações e programações dos movimentos dentários desejados. O tratamento foi planejado com a realização de extrações de primeiros pré-molares devido a proclinação dos incisivos e apinhamentos generalizados, tanto no arco superior como inferior. Portanto, a estratégia do planejamento foi manter ancoragem posterior para diluir o apinhamento anterior, bem como promover a verticalização dos incisivos durante o fechamento dos espaços, como demonstrado pelo *Clear Aligner Studio*, figuras 4.4 A, B e C.



Figura 4.4 – *Clear Aligner Studio*, *3Shape*: inicial (A), Após extrações de primeiros pré-molares (B) e Após fechamento dos espaços (C).

Após a realização do planejamento no programa *Clear Aligner Studio* iniciou-se o processo de confecção dos alinhadores *in-office*. Primeiro, a partir do escaneamento inicial foram gerados os *setups*, que representaram os modelos digitais com os estagiamentos dos movimentos programados no *software*. Foram selecionados 3 *subsetups* para a impressão dos modelos físicos na impressora W3D da empresa *Wilcos*, por um Processamento Digital de Luz (DLP), em conjunto com um display LCD de resolução 2K e um recipiente preenchido com resina sensível a luz UV e que, portanto endurece em arranjos específicos e permitiu a construção de impressões plásticas, camada por camada. Este método de endurecimento da resina resulta em impressões muito mais precisas, já que a resina é menos propensa a deformar ou distorcer. Em seguida inicia-se a confecção dos alinhadores.

Com os 3 *subsetups* escolhidos, os modelos foram impressos e as placas prensadas à vácuo. Foram estampadas 4 pares de placas, sendo 1 par referente ao template dos *attachments* (placa de 0,3mm de espessura) e 3 alinhadores sequenciais (placa de 0,6mm de espessura).

Para a instalação dos *attachments* foi aplicado o adesivo *Single Bond* da empresa 3 M e fotopolimerizado por 10 segundos cada dente. Em seguida, o *template* foi preenchido com duas resinas diferentes, a resina *Filtek Bulk* da empresa 3m na cor A1 e a resina *Ortho Bite* de cor azul da empresa FGM (*Dentscare*) para melhor visualização, sendo polimerizada por 15 segundos cada dente, conforme figuras 4.5 A-D.

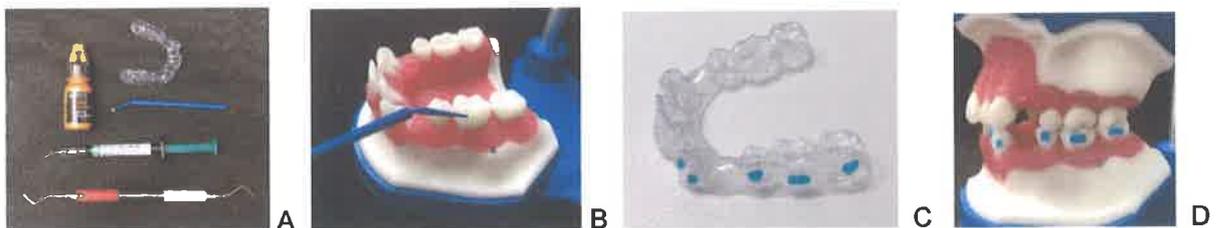


Figura 4.5 – Materiais para confecção dos *attachments* (A), aplicação do adesivo *single bond* 3M (B), *template* com resina *Ortho Bite* azul (C) e *attachments* instalados no manequim, hemiarco superior com resina da cor A1, *Filtek Bulk* 3M e hemiarco inferior com resina azul *Ortho Bite* (D).

Com o intuito de observar a movimentação dos dentes que foram programados no *Clear Aligner Studio*, o typodont foi submerso em um recipiente próprio com água pré-aquecida a 42° por 10 minutos para cada alinhador e posteriormente foi submerso em outro recipiente com água fria para estabilização dos movimentos, figuras 4.6 A e B.

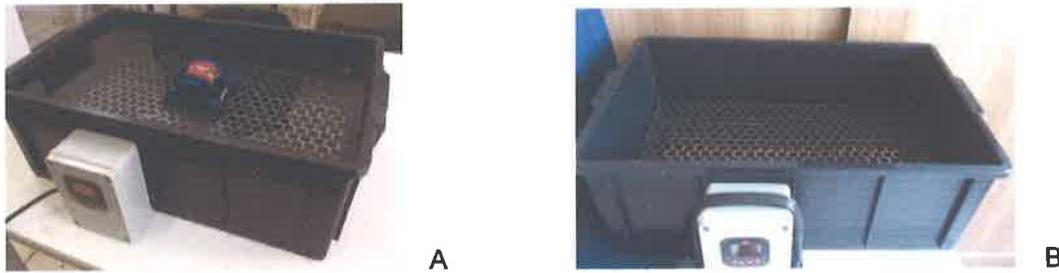


Figura 4.6 – Banheira e ebulidor para imersão de typodonts (A) e recipiente para resfriamento (B).

Por se tratar de um manequim e não um caso real optou-se por reduzir o número de alinhadores já que não haveria resposta biológica. Pela dimensão do espaço a ser fechado, esse procedimento foram selecionados 3 subsetups, sendo que cada um deles representou a simulação no *Clear Aligner Studio* para movimento de translação de 2mm e 4mm de rotação, totalizando 3 pares de alinhadores para cada arcada, sabendo-se que o fechamento dos espaços não serão totalmente concluídos.

Os resultados foram analisados de maneira digital (Quantitativo) e também analógica (Qualitativo). Para confrontar e garantir maior confiabilidade, o método analógico foi realizado por meio de referências no próprio manequim de acordo com a descrição a seguir.

4.2.1 Método Qualitativo – Visual

Para efeito comparativo e de avaliação da eficácia do tratamento, esta análise foi baseada apenas na observação visual das imagens geradas após o escaneamento inicial. O programa *Clear Aligner Studio* gerou 20 subsetups iniciais onde foram selecionados os subsetups 1, 3 e 6, os modelos foram impressos e as placas estampadas, de acordo com as figuras 4.7 A-C. Além disso, na ferramenta de sobreposição do *Clear Aligner Studio* pôde-se realizar a comparação do antes e depois do fechamento completo dos espaços, embora não tenha sido objeto deste estudo, mas apenas ilustrativo. Pudemos distinguir os movimentos por meio das

diferentes cores, sendo em azul o posicionamento final desejado, conforme figuras 4.8 A e B.



Figura 4.7 A-C – Set ups no Software Clear Aligner Studio: subsetup 1 (A), subsetup 3 (B) e subsetup 6 – Final (C), lado direito.

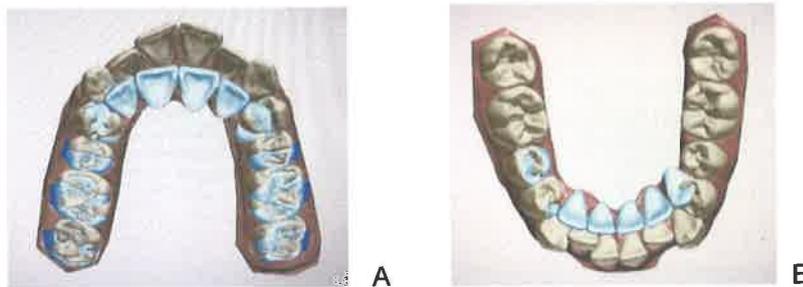


Figura 4.8 A e B – Sobreposição no Clear Aligner Studio – Início e Final na maxila (A) e Início e Final na mandíbula (B), visão oclusal.

4.2.2 Método Quantitativo - Mensurações

Além do comparativo visual entre os *subsetups* 1, 3 e 6 no *Clear Aligner Studio* na troca dos alinhadores, propusemos uma análise específica da ancoragem do segmento posterior, a angulação dos caninos e a inclinação dos incisivos durante a retração anterior.

4.2.2.1 Ancoragem

Para avaliar se houve migração do segmento posterior durante a mecânica de fechamento de espaço, como referência foi utilizado um mini-implante de 1,5 x 6 x 2mm inserido na base do tyodont e um fio de aço .019" x .025" no slot perpendicular a base superior do manequim até a base inferior, ambos da empresa Morelli. Com uma régua marcou-se a ponta de cúspide méso-vestibular do primeiro molar superior (CMV6) e sulco méso-vestibular do primeiro molar inferior (SMV6) com lapiseira 0,5mm tendo como orientação o próprio fio de aço retangular. 019" x .025", de acordo com as figuras 4.9 A-E.

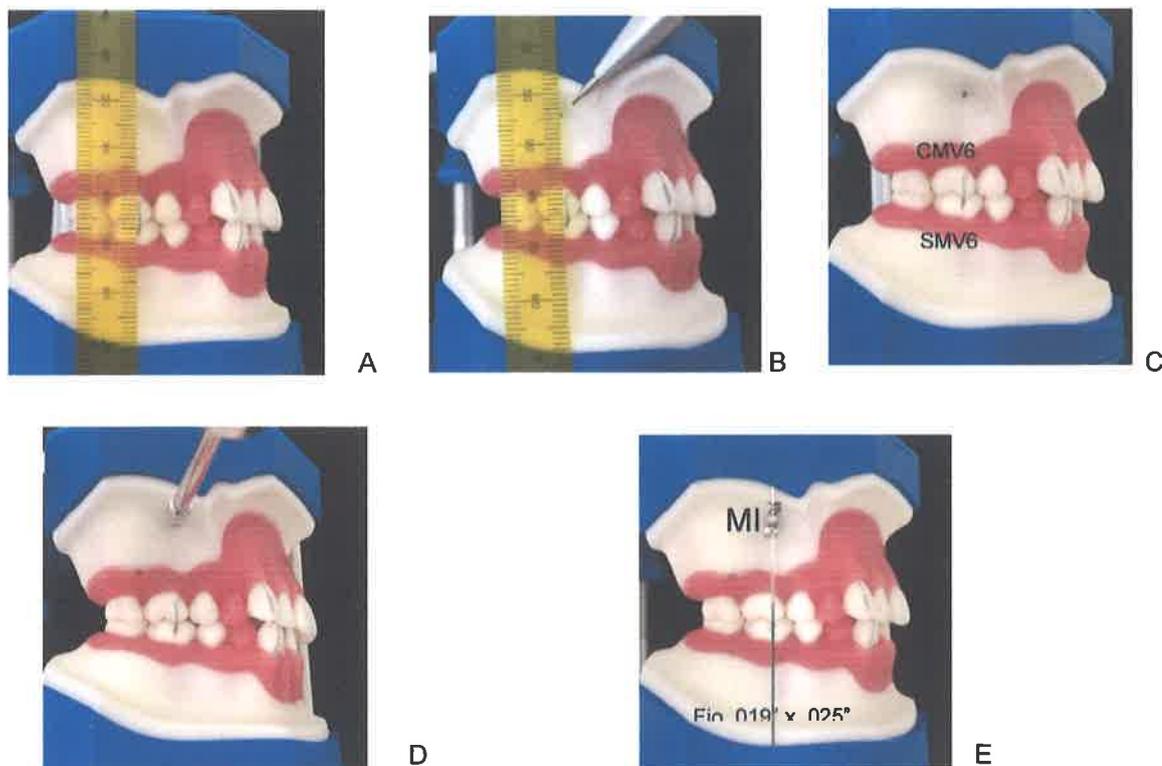


Figura 4.9 A-E – Ancoragem: Sequência para instalação do mini-implante e inserção do fio de aço vertical 0.019" x 0.025".

Dessa forma, as medições foram realizadas entre os *subsetups* 1 e 6 medindo a distância do fio de aço .019" x .025" fixado no mini-implante à linha de referência dentária CMV6 e SMV6, linha preta, conforme figuras 4.10 A e B.

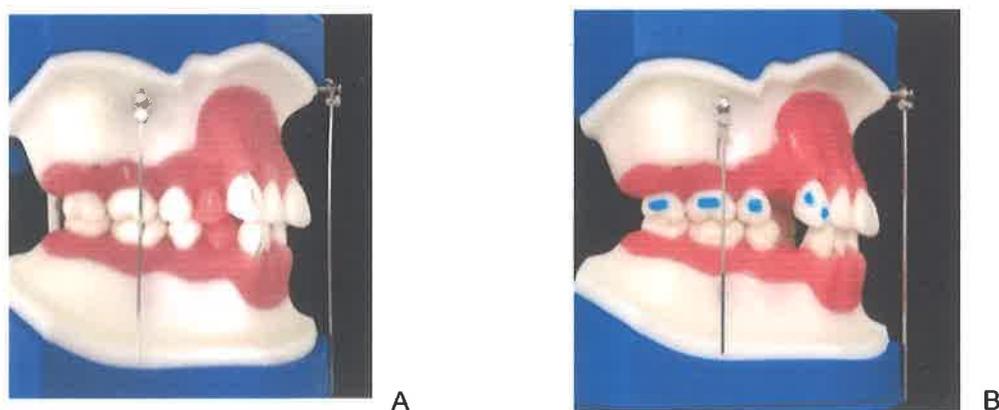


Figura 4.10 A e B – Ancoragem: *subsetup* 1 (A) e *subsetup* 6 (B). Demonstrando manutenção da ancoragem.

4.2.2.2 Angulação dos Caninos

Com o intuito de verificar o controle da angulação dos caninos durante a distalização e retração nos 3 estágios foram elaborados 2 ângulos, um para o canino superior (CS) e outro para o canino inferior (CI). Inicialmente foram marcados os pontos Cúspide Vestibular (CV) e Cervical (C), traçando uma linha unindo os pontos e estendendo-se até a base superior do manequim, representando o longo eixo dentário (LED). Uma outra linha vertical foi traçada em vermelho (LV'), à partir do fio retangular .019" x .025" fixado ao mini-implante (LV) e transferida paralelamente até o longo eixo dentário dos caninos, superior e inferior, formando os ângulos do canino superior (CS) e canino inferior (CI) respectivamente, conforme demonstrado esquematicamente nas figuras 4.11 A e B e no tyodont nas figuras 4.12 e 4.13 A e B.

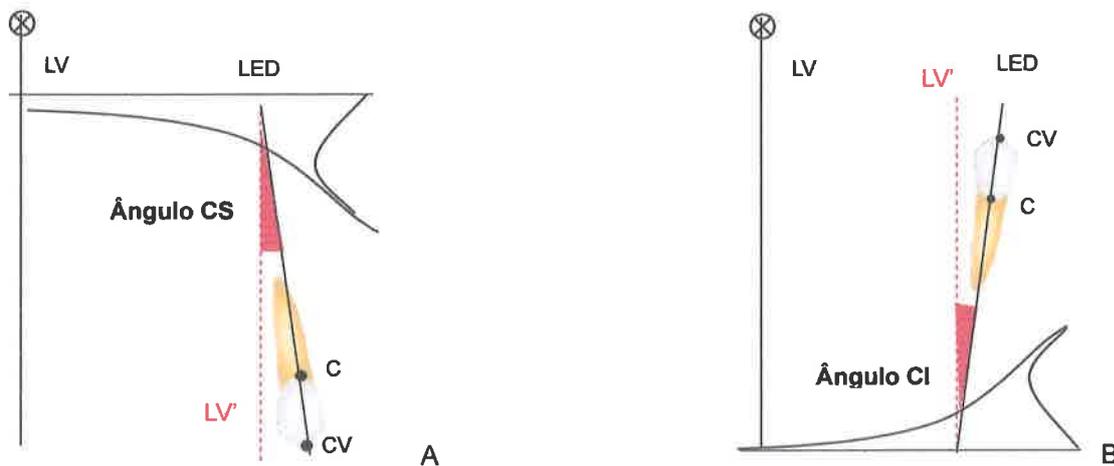


Figura 4.11 A e B – Pontos e Linhas de referência para avaliar a angulação dos caninos: superior (A) e inferior (B).

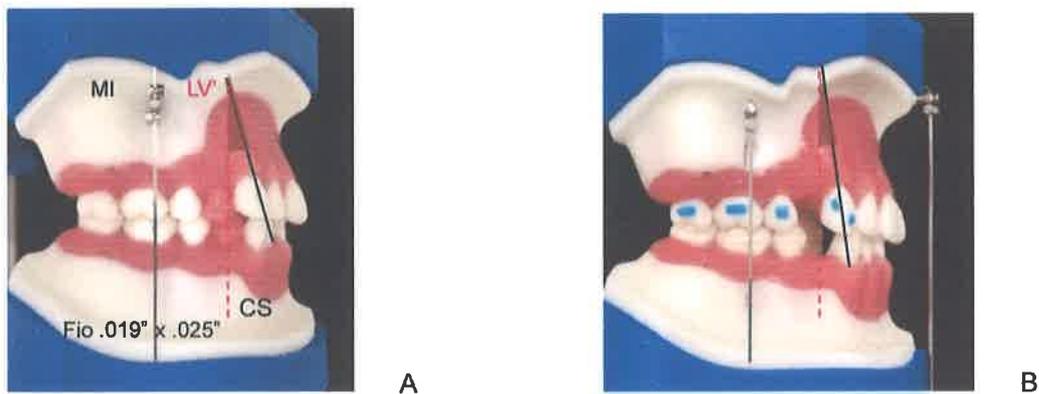


Figura 4.12 A - B – Ângulo Canino Superior (CS): *subsetup* 1 (A) e *subsetup* 6 (B).

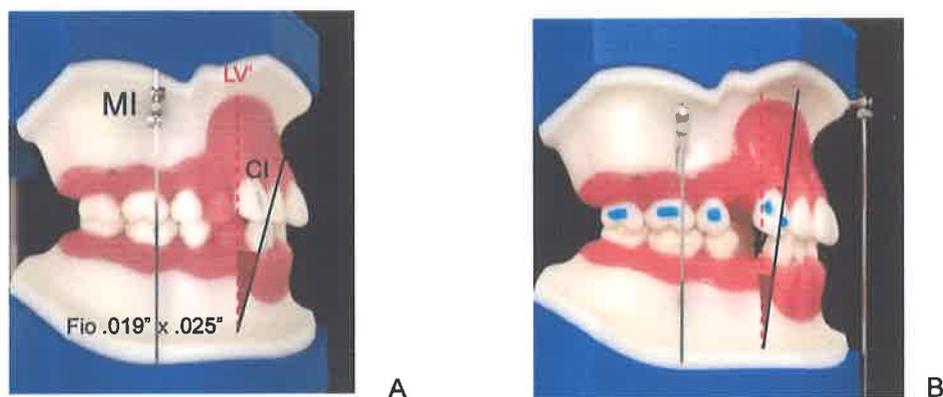


Figura 4.13 A - B – Ângulação do Canino Inferior: *subsetup* 1 (A) e *subsetup* 6 (B).

4.2.2.3 Inclinação dos Incisivos

Durante o fechamento dos espaços os dentes anteriores apresentam uma tendência a verticalização e o controle do torque nessa região é fundamental. Para essa análise foi inserido um mini-implante da Morelli 1,5 x 6 x 2mm na base superior e colocado um fio de aço .019" x .025" verticalmente estendendo-se da base superior até o arco inferior. Foi medido a distância da face vestibular dos incisivos, superior e inferior, perpendicularmente até o fio entre os *subsetup* 1 (A) e *subsetup* 6 (B), conforme figuras 4.14 A e B.

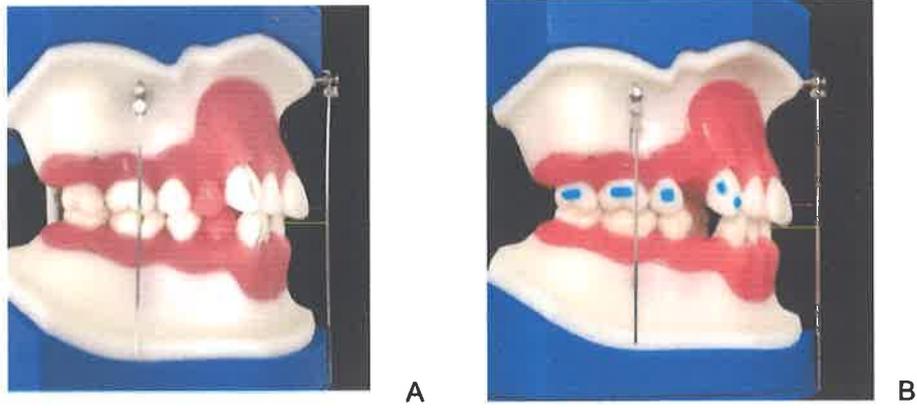


Figura 4.14 A-B – Linha que mede a inclinação dos incisivos superior (vermelha) e inferior (amarela): *subsetup* 1 (A) e *subsetup* 6 (B).

5 RESULTADOS



5 RESULTADOS

Para o método qualitativo – visual, pudemos observar pelas imagens do *Software Clear Aligner Studio* que houve uma redução do espaço das extrações, distalização dos caninos e ligeira verticalização dos incisivos, conforme as figuras 5.1 A-C.



Figura 5.1 A-C – *Set ups* no *Software Clear Aligner Studio*: *subsetup* 1 (A), *subsetup* 3 (B) e *subsetup* 6 – Final (C), lado direito.

Para as mensurações quantitativas encontramos que não foi observada a perda de ancoragem até o *subsetup* 6, figuras 5.2.

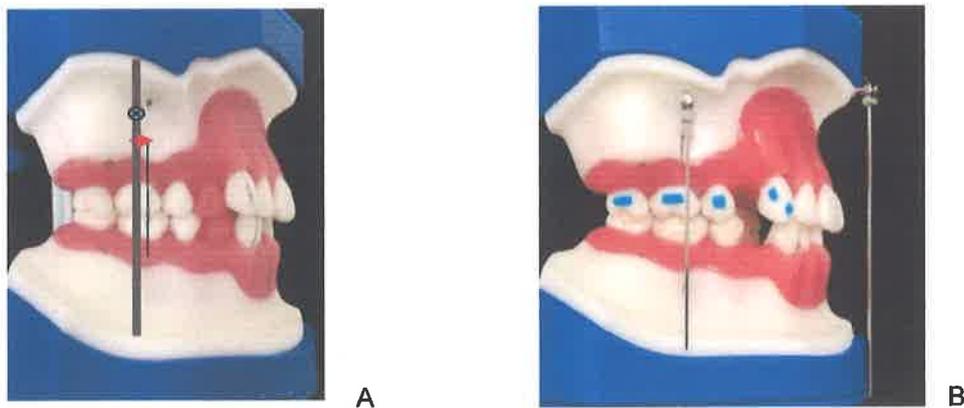


Figura 5.2 A e B – Ancoragem: *subsetup* 1 (A) e *subsetup* 6 (B). Seta vermelha demarcando a perda de ancoragem.

Durante a distalização dos caninos superiores e inferiores observamos uma redução do ângulo do longo eixo com a linha vertical (LV') paralela ao fio de referência com fio 019" x .025". Foi mais evidente no canino superior de acordo com figuras 5.3 e 5.4 A e B.

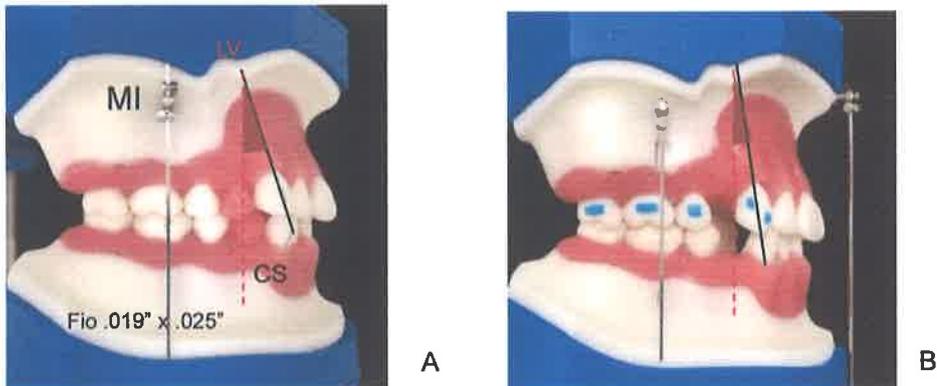


Figura 5.3 A - B – Ângulo Canino Superior (CS): *subsetup* 1 (A) e *subsetup* 6 (B).

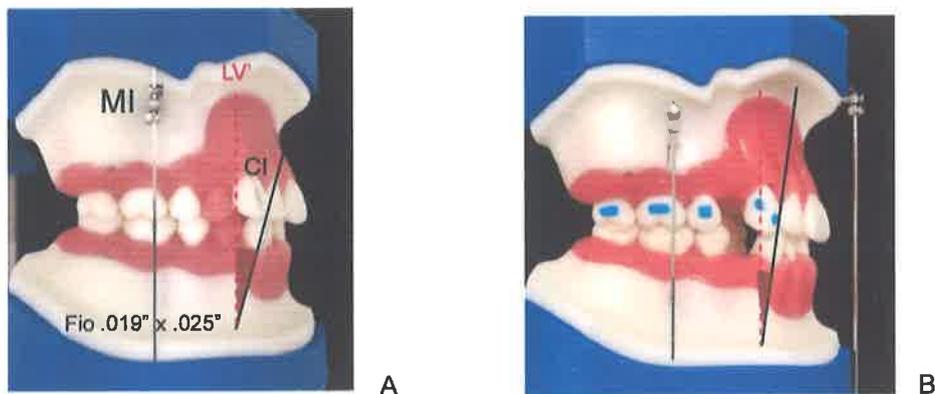


Figura 5.4 A - B – Ângulação do Canino Inferior: *subsetup* 1 (A) e *subsetup* 6 (B).

A inclinação dos incisivos superiores e inferiores reduziram, pois demonstraram afastamento da linha vertical anterior, caracterizando movimento de pêndulo e, portanto, ligeira verticalização, conforme figuras 5.5 A e B.

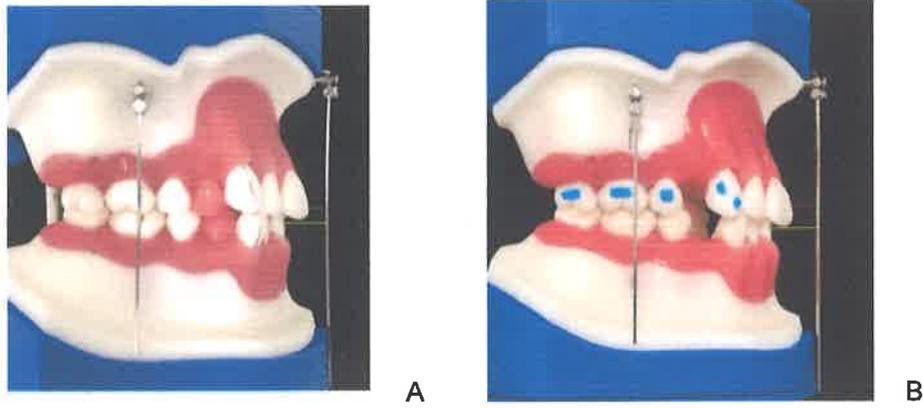


Figura 5.5 A-B – Linha que mede a inclinação dos incisivos superior (vermelha) e inferior (amarela): *subsetup* 1 (A) e *subsetup* 6 (B).

6 DISCUSSÃO



6 Discussão

Com o objetivo de tornar a leitura mais agradável e fácil, dividiremos o assunto em 3 tópicos:

6.1 Considerações Gerais

6.2 Conceitos Biomecânicos

6.3 Fechamento de espaços com alinhadores

6.1 – Considerações Gerais

Ao longo dos anos a Odontologia vem passando por várias transformações, junto a ela está a Ortodontia. Os alinhadores ortodônticos surgiram no mercado acompanhando a evolução tecnológica e devido à procura dos pacientes por tratamentos mais estéticos. Desde o primeiro dispositivo ortodôntico de plástico moldado a vácuo para alinhamento dentário proposto por Kesling em 1945 ocorreu um grande avanço e as possibilidades de tratamentos aumentaram. Onde anteriormente havia limitação e restrição à pequenos apinhamentos, agora propõe o tratamento dos casos mais complexos, inclusive também os casos de extrações dentárias^{2,6,10,12}.

Os alinhadores são placas de acetato removíveis geradas a partir de uma tecnologia 3D, onde se faz um planejamento virtual e apresenta-se uma simulação do tratamento que será realizado. Isto trouxe maior entendimento e esclarecimento aos pacientes e despertou uma alternativa de tratamento aos pacientes que não aceitam o aparelho fixo e vêem como grandes vantagens a estética, facilidade de higienização e conforto¹⁰.

Nos casos que apresentam discrepâncias ósseo-dentárias as extrações são recursos muitas vezes utilizados. Com isso devemos nos preocupar com a biomecânica para o fechamento dos espaços remanescentes das extrações. Independente do recurso escolhido existem 3 formas de se obter o fechamento dos espaços: ancoragem máxima com retração dos dentes anteriores, mesialização do segmento posterior ou combinação de ambos. O monitoramento e controle da biomecânica durante o fechamento de espaços torna-se um desafio ao ortodontista, pois demandará de um grande conhecimento da física aplicada na biologia.

6.2 - Conceitos Biomecânicos

A movimentação ortodôntica passa pelo entendimento de como atuam as forças e onde são aplicadas. Como trabalhamos na coroa dentária para a transmissão das forças às raízes e ligamento periodontal, há uma grande tendência de criarmos movimentos de inclinação descontrolada, bem como rotações. Muitas vezes não são os movimentos desejados e comprometem o tratamento.

Dessa forma, passa a ser fundamental os conhecimentos da física aplicados à biologia. Conceitos de força, de sua intensidade, frequência e duração, além do entendimento do centro de resistência, rotação e momento são necessários na curva de aprendizado da especialidade ortodôntica.

Entende-se por biomecânica a ciência que estuda o movimento de um corpo. Podemos também definir força como sendo a ação de um corpo sobre outro. Na ortodontia, esta força é transmitida pelo uso elásticos, molas e fios por meio dos bráquetes e acessórios colados aos dentes. Para que haja movimentação a linha de ação de força deve variar conforme o tipo de movimento desejado. Assim como um corpo de prova tem o seu centro de massa, os dentes possuem um centro de resistência que atua de forma semelhante ao centro de massa. Quando desejamos um movimento do corpo todo, a força deve incidir passando próximo ao centro de massa e, portanto, próxima ao centro de resistência do dente. Sendo assim, teremos um movimento chamado de translação. Qualquer que seja a linha de força que se afaste deste centro teremos inclinações descontroladas e rotações^{5,13}.

A posição do centro de resistência varia de acordo com o grupo de dentes, se uni ou multirradiculares e também com a inserção óssea radicular. Nos dentes unirradiculares o CR encontra-se no terço médio e cervical da raiz, enquanto que os multirradiculares 1 a 2 mm apicalmente à furca. Portanto, toda força que passa fora do centro de resistência irá proporcionar uma tendência rotacional, chamada de momento de força, que é proporcional à força aplicada e à distância da linha de ação da força ao centro de resistência. O fulcro é o ponto que pode ser localizado traçando linhas correspondentes ao longo eixo do dente em sua posição original e após sua movimentação, corresponde ao centro de rotação do movimento dental^{5,13}.

Sendo assim, estes conceitos devem fazer parte do aprendizado básico do ortodontista, pois independente da ferramenta utilizada estarão presentes e serão fundamentais para quem deseja obter resultados de excelência. Não compreendê-

los acarretará resultados muito distantes dos objetivos propostos para a obtenção de uma boa oclusão.

6.3 Fechamento de espaços com alinhadores

Para a abordagem do fechamento de espaços na ortodontia é importante primeiro estabelecer algumas diferenças entre os aparelhos fixos e os alinhadores. O fato dos alinhadores surgirem com grandes vantagens em relação a estética, conforto e facilitar a higienização fez com que os conceitos biomecânicos fossem deixados de lado e um apelo comercial proporcionou uma onda de controvérsias e incertezas quanto a sua efetividade. Com isso foi necessário o entendimento da biomecânica com os alinhadores, já que a ortodontia fixa está bem embasada na literatura em mais de um século de seu emprego^{2,10}.

Na ortodontia fixa a transmissão da força é realizada por meio dos bráquetes, na face vestibular ou lingual de um dente, sendo o fio que fica preso ao bráquete que exercerá uma força puxando o dente. Já o alinhador tem uma superfície plástica cobrindo toda a coroa do dente, e a força exercida será por meio do contato do plástico com o dente, sendo os movimentos programados em cada troca de alinhador. Isso trouxe uma mudança no modo de pensar na biomecânica a ser utilizada para alcançar os movimentos desejados¹⁰.

Todas as vezes que o planejamento ortodôntico deseja fechar espaços, devemos analisar qual a forma adequada. É fundamental ressaltarmos a importância do controle de ancoragem, angulação e torque dos incisivos. Assim como para a ortodontia fixa, os alinhadores podem encontrar também limitações e dificuldades em alguns movimentos. A correção das rotações e extrusão são consideradas as mais difíceis e podem ser associadas às características deste dispositivo^{6,7,8,9,10,11,12,14}.

Alguns recursos auxiliares são indispensáveis na ortodontia fixa para o controle dos movimentos dentários. Ganchos, elásticos, botões, molas e ancoragem extra e intrabucais, além da ancoragem esquelética. Na ortodontia com alinhadores não é diferente. Para melhorar esse aspecto foram desenvolvidos os *attachments* que são verdadeiras ilhotas de resina coladas na face vestibular dos dentes com o objetivo de melhorar a retenção e controlar alguns movimentos de maior complexidade. Para a sua confecção são utilizados *templates*, placas de acetato com casulos em diversos formatos e, então preenchidos com resina e levados ao dente. Os *attachments* aumentam a superfície de contato da coroa do dente com o

plástico do alinhador, fazendo com que ocorra uma melhora significativa na retentividade e como consequência, que fique mais favorável à aplicação de determinadas forças durante o tratamento^{10,12}.

Existem vários tipos e formas diferentes de *attachments*, que variam de acordo com a empresa e o *software* utilizados, anatomia dentária e com as finalidades propostas. Podem ser passivos, de retenção ou otimizados. Os otimizados foram desenvolvidos por inteligência artificial, através de algoritmos, que determinaram maior previsibilidade dos movimentos. Enquanto que, com os bráquetes a extrusão é o mais fácil e previsível dos movimentos, com os alinhadores a superfície vestibular é expulsiva e a extrusão se torna um desafio porque os alinhadores escapam. Por essa razão, os *attachments* de retenção são fundamentais^{7,8,9,10, 12}.

Quando planejamos um caso com extrações dentárias, lembramos que para o fechamento de espaços são fundamentais o controle de ancoragem e torque anterior^{1,4}.

Visando o controle da ancoragem no tratamento fixo, vários são os recursos utilizados e poderíamos destacar os conjugados, barra palatina, arco lingual, ancoragem extrabucal, placa lábio-ativa e ancoragem esquelética com miniparafuso ou miniplaca. Estes recursos são escolhidos de acordo com alguns fatores, principalmente o padrão facial. Os alinhadores por recobrirem as oclusais dos dentes e associados com os *attachments* têm demonstrado uma possibilidade de controle ântero-posterior e vertical, e também podemos fazer uso de mini implantes como auxiliar em casos que necessitem ancoragem máxima⁴.

Em nosso estudo piloto pudemos demonstrar o controle de ancoragem posterior na fase de distalização dos caninos, provavelmente devido ao estagiamento programado no *software clear aligner studio*, onde determinamos primeiro o movimento de distalização dos caninos e como ancoragem os dentes posteriores e anteriores ficaram sem movimento. O uso dos *attachments* de retenção na vestibular dos molares, que os manteve ancorados e os otimizados na vestibular dos caninos, com o propósito de controle radicular foram também fundamentais para estes resultados.

Nos casos de extrações o controle tridimensional dos caninos são fundamentais, porém não são incomuns as rotações e as angulações negativas ocorrerem. Todavia, no que diz respeito ao controle radicular da distalização dos

caninos, a ortodontia com bráquetes lança mão de ganchos ou *power arms* para uma biomecânica adequada, respeitando o centro de resistência de cada dente. Nos alinhadores os *attachments* otimizados ajudam a fazer este controle radicular, embora também recursos auxiliares sejam bem vindos¹⁰.

Outro fator importante num tratamento ortodôntico é a dificuldade de controle do torque dos dentes anteriores. Os alinhadores caracterizam-se por gerar forças que promovem a inclinação dentária e para obter o controle de torque anterior são necessárias algumas manobras^{10,12}.

A ortodontia fixa utiliza-se recursos como a utilização de *high* torque dos bráquetes, efeitos nos arcos de retração como *gable*, curva acentuada e reversa, torção nos fios, mini-implantes, entre outros. A biomecânica com os alinhadores para a retração anterior se beneficia pelo próprio abraçamento que o plástico faz na superfície dos dentes, com o uso de *attachments* otimizados, que além de aumentarem a área de contato controlam torque e o maior estagiamento dos movimentos, permitindo que haja deslocamento de coroa e controle da raiz, portanto a translação dos dentes.

Outra forma de controle do movimento pode ser conseguido diminuindo a velocidade de troca de alinhadores, com espaçamento maior de 15 dias. Embora, devido a capacidade elástica dos alinhadores, a troca possa ser recomendada a cada 7 a 10 dias, outras variáveis como a idade, periodonto e condição sistêmica devem ser ponderadas³.

Contudo, na ortodontia com alinhadores podemos contar com o uso de alguns recursos que podem auxiliar em casos mais complexos, ressaltamos a importância do entendimento e conhecimento que o Ortodontista deve apresentar para conseguir trabalhar com os alinhadores e obter sucesso no tratamento.

7 CONCLUSÃO



7 CONCLUSÃO

O presente estudo mostrou que a técnica com alinhadores ortodônticos vem cada vez mais se expandindo, alcançando bons resultados e que é possível tratar casos mais severos, como com apinhamentos e que necessitem de extrações dentárias, tendo como vantagem a estética, facilidade de uso, higienização, liberdade na alimentação e conforto para o paciente.

Entretanto, novos estudos são fundamentais para a evolução, confiabilidade e desenvolvimento desta ferramenta principalmente nos movimentos dentários mais complexos como as rotações e controle dos torques.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Baldwin, D., K.; King, G.; Ramsay, D., S.; Huang, G.; Bollen, A., M. Tempo de ativação e rigidez do material de aparelhos ortodônticos removíveis sequenciais. Parte 3: Pacientes com extração de pré-molares. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v.133, n.6, p. 837-45, jun., 2008.
2. Bollen, A. M.; Huang, G.; King, G.; Hujoel, P.; Ma, T. Tempo de ativação e rigidez do material de aparelhos ortodônticos removíveis sequenciais. Parte:1 capacidade de concluir o tratamento. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**. Seattle, Wash e Hong Kong, v. 124, n.5, p.496-501, maio, 2003.
3. Clements, K. M.; Bollen, A. M.; Huang, G.; King, G.; Hujoel, P.; Ma, T. Tempo de ativação e rigidez do material de aparelhos ortodônticos removíveis sequenciais. Parte 2: melhorias dentais. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v.124, n.5, p. 502-508, Seattle, Wash e Hong Kong, maio, 2003.
4. Dai, F., F.; Xu, T. M.; Shu, G. Comparação do movimento dentário alcançado e previsto do primeiro maxilar molares e incisivos centrais: Tratamento de extração do primeiro pré-molar com Invisalign. **Angle Orthod**.v. 89, n.5, p.687-679, mar., 2019.
5. Ferreira, F. V. Ortodontia – **Diagnóstico e planejamento Clínico**. In: Biomecânica do movimento dental. Ferreira, F. V. Artes Médicas – Divisão Odontológica. 5ª ed. p.01- 362-98, dez., 2007.
6. Göz, M. H.G. Um caso de extração pré-molar usando o Sistema Invisalign. **J Orofac Orthop ©Urban & Vogel**. v.67, n.5, p.385 – 394, jun., 2006.
7. Haouili,N.; Kravitz,N., D.; Vaid, N., R.; Ferguson, D., J.; Makki, L. O Invisalign melhorou? Um estudo de acompanhamento prospectivo sobre o efeito fi cadência do movimento dentário com Invisalign. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**. v.158, n.3, p.420 - 425, set., 2020.
8. Kravitz,N. D.; Kusnoto,B.; BeGole,E.; Obrez, A.; Agran, A. Quão bem o Invisalign funciona? Um estudo clínico prospectivo avaliando a eficácia da movimentação dentária com Invisalign. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**. v. 135, n.1, p. 27-35, South Riding, Va, White Plains, Md e Chicago, Illinois, jan, 2009.

9. Lagravère, M., O.; Mir, C., F. Os efeitos do tratamento de Invisalign alinhadores ortodônticos: uma revisão sistemática. **J Am Dent Assoc.**v.136, n.14, p.1724-1729, dez., 2005.
10. Machado, R. M. Fechamento de espaços com alinhadores. **Dental Press J. Orthod**, v.25, n. 4, p.85-100, agos, 2020.
11. Robertson, L.; Kaur, H.; Romanyk, D.; Major, P.; Mir, C, F. Eficácia da terapia de alinhamento transparente para tratamento ortodôntico: uma revisão sistemática. **Orthod Craniofac.** v.23, n.2, p. 133–142, maio, 2020.
12. Rossini, G.; Parrini, S.; Castroflorio, T.; Deregibus, A.; Debernardi, C. L. Eficácia dos alinhadores claros no controle do movimento dentário ortodôntico: Uma revisão sistemática. **Angle Orthod.**v.85, n.5, p.881-889, set., 2015.
13. Sakima, M.T.; Sakima, P. R. T.; Sakima, T.; Júnior, L.G.G.; Pinto,A.S. Técnica do Arco Segmentado. **Rev Dental Press Ortodon Ortop Facial.** v.5, n.2, p.91-115 - mar./abr. – 2000.
14. Simon, M.; Keilig, L.; Schwarze, J.; Jung. B. A; Bourauel, C. Resultado do tratamento e eficácia de uma técnica alinhadora – em relação ao torque dos incisivos, de rotação dos pré-molares e distalização dos molares. **BMC Oral Health.**v.14, n.68, p.1-7, jun., 2014.