

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE MINAS GERAIS
Programa de Pós-graduação em Odontologia

Amanda Siqueira de Abreu Brito Guimarães

**EFICÁCIA DOS ALINHADORES *IN-OFFICE* NA OBTENÇÃO DE TORQUE DE
INCISIVOS E CANINOS MAXILARES**

Belo Horizonte
2023

Amanda Siqueira de Abreu Brito Guimarães

**EFICÁCIA DOS ALINHADORES *IN-OFFICE* NA OBTENÇÃO DE TORQUE DE
INCISIVOS E CANINOS MAXILARES**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Odontologia da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Odontologia, Área de Concentração: Ortodontia.

Linha de Pesquisa: Novos materiais ortodônticos. Desempenho laboratorial e avaliação clínica.

Orientador: Prof. Dr. Bernardo Quiroga Souki

Belo Horizonte

2023

FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada pela Biblioteca da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

G963e Guimarães, Amanda Siqueira de Abreu Brito
Eficácia dos alinhadores *in-office* na obtenção de torque de incisivos e caninos maxilares / Amanda Siqueira de Abreu Brito Guimarães. Belo Horizonte, 2023.
54 f. : il.

Orientador: Bernardo Quiroga Souki

Dissertação (Mestrado) - Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais.
Programa de Pós-Graduação em Odontologia

1. Má Oclusão. 2. Aparelhos ortodônticos removíveis - Eficácia. 3. Incisivo. 4. Dente Canino. 5. Torque. 6. Técnicas de movimentação dentária. I. Souki, Bernardo Quiroga. II. Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Programa de Pós-Graduação em Odontologia. III. Título.

SIB PUC MINAS

CDU: 616.314-089.23

Amanda Siqueira de Abreu Brito Guimarães

**EFICÁCIA DOS ALINHADORES *IN-OFFICE* NA OBTENÇÃO DE TORQUE DE
INCISIVOS E CANINOS MAXILARES**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Odontologia. Área de Concentração: Ortodontia.

COMPOSIÇÃO DA BANCA EXAMINADORA:

- 1- Prof. Dr. André Wilson Lima Machado – UFBA
- 2- Profa. Dra. Izabella Lucas de Abreu Lima – PUC Minas
- 3- Prof. Dr. Bernardo Quiroga Souki – PUC Minas

DATA DA APRESENTAÇÃO E DEFESA: 27 de junho de 2023

A dissertação, nesta identificada, foi aprovada pela Banca Examinadora

Prof. Dr. Bernardo Quiroga Souki
Orientador

Prof. Dr. Rodrigo Villamarim Soares
**Coordenador do Programa de Pós-graduação
em Odontologia**

AGRADECIMENTOS

Agradeço em especial aos meus pais, **Leda** e **Benilton**, pelo invariável prestígio à minha capacidade de realização, pela demonstração da importância do estudo e pelo amor incondicional. A minha gratidão e o meu amor a eles são imensuráveis.

Cumpre-me regradar, sem nenhuma titubeação, ao meu orientador e pessoa que me serve de exemplo profissional, **Prof. Dr. Bernardo Souki**, pelos ensinamentos, pela paciência comigo e pela precisa orientação. E, semelhantemente, aos professores **Dauro Oliveira**, **Flávio Almeida**, **Heloísio Leite**, **Izabella Lucas**, **Tarcísio Junqueira** e **Hélio Brito**, grandes mestres de ortodontia, pelas lições diárias, não raro imperdíveis aulas de excelência.

Não poderia deixar de gratular aos funcionários da PUC Minas, pelo apoio logístico e pela prestimosidade, à própria PUC Minas, minha segunda casa, pela formação ímpar e pela oportunidade de conhecer, conviver e aprender com tantas pessoas especiais durante os últimos três anos, e aos pacientes, pela confiança e pela oportunidade que me deram de aprender e de cuidar deles.

Também agradeço a:

- **Bruna**, minha irmã, amiga e parceira, pessoa com quem eu sempre pude contar em qualquer situação;
- **Edna**, minha tia, pessoa que me acompanha desde o meu primeiro minuto de vida e sempre me encorajou a seguir adiante;
- meus queridos amigos, em especial **Ana Cláudia**, **Ana Luiza** e **Bernardo**, aos quais sou muito grata pelo convívio, pelas palavras de carinho e de incentivo, e pelos momentos maravilhosos que me propiciaram nesses três anos;
- **Kamilla** e **Carol**, pelo acolhimento em Belo Horizonte e por não terem me permitido desistir da empreitada ora em conclusão;
- todos os integrantes das turmas XXIII e XXIV, principalmente minhas “afilhadas” **Júlia** e **Jaqueline**, pela amizade, compreensão, apoio e pelos momentos de alegria compartilhados, que me ajudaram imensamente;

- minhas amigas do Colégio Anchieta (Salvador/BA), pelo companheirismo, pela torcida e por me mostrarem que os momentos mais especiais são aqueles compartilhados com as pessoas que amamos.

Enfim, expresso minha gratidão a todos que participaram dessa trajetória e que contribuíram para o meu crescimento profissional e pessoal.

RESUMO

A procura dos pacientes por tratamentos das más oclusões de forma estética determinou um aumento da demanda pelos alinhadores plásticos removíveis nos últimos anos. Os alinhadores de fabricação industrial terceirizada, pioneiramente introduzidos para tratar más oclusões leves, passou a ser também utilizado para resolver más oclusões complexas. Desde o seu lançamento, há pouco mais de 20 anos, o tratamento com alinhadores tem passado por modificações, e por estar diretamente ligado a processos tecnológicos, enormes investimentos têm sido feitos na busca por eficácia do sistema. Todavia, diante dos custos elevados e do longo tempo necessário para a produção dos alinhadores terceirizados, observa-se paralelamente o desenvolvimento de técnicas de fabricação de alinhadores *in-office*. O objetivo desse estudo piloto foi avaliar a eficácia clínica dos alinhadores *in-office* quanto ao movimento de torque de incisivos e caninos maxilares em comparação com o movimento dentário virtualmente planejado. A partir do planejamento virtual do tratamento ortodôntico de quinze pacientes tratados com alinhadores *in-office*, utilizando o software *ArchForm*, foram analisados 11 pacientes que tiveram aplicação de torque nos seus dentes anteriores maxilares quanto a eficácia (obtenção do movimento). Observou-se que a eficácia dos alinhadores *in-office* para o torque dos caninos foi de 48,30%, para os incisivos laterais foi de 29,80% e de 46,30% para os incisivos centrais. Em 25% dos pacientes, a eficácia foi menor que 16,80% para o torque em caninos, menor que 29,80% nos incisivos laterais, e menor que 8,34% nos incisivos centrais. Conclui-se que é possível se obter movimento de torque de dentes maxilares anteriores. Todavia, a eficácia de obtenção de torque nos dentes maxilares anteriores foi pequena. Não se deve esperar mais do que 50% da movimentação de torque digitalmente programada.

Palavras-chave: Aparelhos ortodônticos removíveis. Torque. Eficácia. Incisivo.

ABSTRACT

In recent years, there has been a growth in demand for removable plastic aligners due to patient expectations for malocclusions to be treated in an aesthetic manner. Aligner treatments have changed significantly since it was introduced just over 20 years ago, and because it is strongly linked to technology, significant resources have been invested in the quest for system efficacy. Complex malocclusions are nowadays treated using outsourced industrial manufacturing technologies, which were first introduced to deal with minor problems. However, in view of the high costs and the long time required to produce outsourced aligners, the development of in-office production is becoming a reality. The aim of this pilot study was to evaluate the effectiveness of in-office clinical controls for torqued movement of maxillary incisors and canines compared to planned, virtually controlled movement. From the virtual planning of the orthodontic treatment of fifteen patients treated with in-office treatments using the ArchForm software, 11 patients with torque applied to their anterior maxillary teeth were analyzed regarding effectiveness (obtaining movement). Note that the effectiveness of the in-office controls for canine torque was 48.30%, 29.80% for lateral incisors, and 46.30% for central incisors. In 25% of patients, efficacy was less than 16.80% for torque on canines, less than 29.80% on lateral incisors, and less than 8.34% on central incisors. It is concluded that it is possible to obtain torque movement of the upper maxillary teeth. However, the effectiveness of obtaining torque on the upper maxillary teeth was small. At most 50% of the digitally programmed torque movement should be expected.

Keywords: Orthodontic appliances, removable. Torque. Efficacy. Incisor.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Orientação dos modelos nos três planos do espaço.....	26
Figura 2: Pontos de referência utilizados para registro sobre as rugas palatinas e rafe palatina.....	27
Figura 3: Área de registro gerada após a seleção da região de interesse ao redor dos nove pontos de referência.....	28
Figura 4: Sobreposição com o registro baseado em regiões de interesse	28
Figura 5: Pontos de referência utilizados nas medidas quantitativas tridimensionais	30

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

3D	<i>Tridimensional</i>
CAD/CAM	<i>Computer-Aided Design / Computer-Aided Manufacturing</i>
DIY	<i>Do It Yourself</i>
ROI	<i>Regions of interest</i>
STL	<i>Standard Triangulation Language</i>

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	19
2 OBJETIVOS.....	23
2.1 Objetivo geral	23
2.2 Objetivos específicos.....	23
3 MATERIAL E MÉTODOS	25
3.1 Desenho do estudo	25
3.2 Obtenção dos modelos digitais	25
3.3 Método de sobreposição	25
3.4 Sobreposição usando regiões de interesse (<i>Regions of Interest</i> – ROI)	27
3.5 Mensuração utilizando o <i>3D Slicer</i>	28
3.6 Cálculo da eficácia	30
3.7 Análise estatística	30
4 ARTIGO CIENTÍFICO	31
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	51
REFERÊNCIAS.....	53

1 INTRODUÇÃO

Com o aumento da demanda de adultos por tratamentos de suas más oclusões, a procura por aparelhos ortodônticos estéticos aumentou (RYU *et al.*, 2018). Os alinhadores, inicialmente introduzidos para tratar más oclusões leves, passou a ser utilizado também para tratar más oclusões com maior complexidade. Modalidade ainda recente, o tratamento com alinhadores tem passado por modificações, o que seguramente ocorrerá – de forma rápida – nos próximos anos (PUTRINO; BARBATO; GALLUCCIO, 2021). Some-se a isso o aumento da acessibilidade a equipamentos para a fabricação dele *in-office* também chamados de alinhadores *in-house* ou "*Do-It-Yourself*" (DIY), esses que têm despertado grande interesse em alguns profissionais (SOUKI *et al.*, 2021).

Em vista dessa demanda por tratamento ortodôntico esteticamente mais aceitável, a empresa *Align Technology* (Santa Clara, Califórnia, EUA) desenvolveu o sistema *Invisalign*, que no final dos anos noventa foi apresentado ao público como método para alinhamento dentário. Esse método, enfatize-se, é atualmente fundamental na Ortodontia moderna (BILELLO *et al.*, 2022).

Importa registrar que a ideia dos alinhadores surgiu – há várias décadas, quando Kesling propôs a correção de pequenas más oclusões com o emprego de uma série de posicionadores termoplastificados para realizar a movimentação dentária por meio de manipulações de modelos em gesso (*set-ups*) (KESLING, 1945). Posteriormente, Sheridan e LeDoux realizaram alinhamentos dentários utilizando aparelhos Essix. Fizeram-no baseando-se na técnica de Kesling. Isso demandava a confecção de novos modelos das arcadas dentárias a cada consulta, tornando a técnica excessivamente trabalhosa (ROSSINI *et al.*, 2015).

Já em 1997, a *Align Technology*, desenvolvedora do *Invisalign* e pioneira na utilização do sistema *Computer Aided Design and Manufacture* (CAD/CAM) para reproduzir e manipular por meio de escaneamento digital a má oclusão dos pacientes, apresentou proposta altamente tecnológica para a confecção de alinhadores. A proposta consistiu no seguinte: de posse de modelos de gesso (iniciais) enviados pelo ortodontista, a empresa desenvolveria o sistema de projetos computadorizados e, em sequencial, fabricaria os alinhadores, valendo-se, para tanto, do sistema CAD/CAM (PHAN; LING, 2007).

Importante assinalar, ainda dentro da história dos alinhadores, que o sistema *Invisalign* utiliza modelos digitais *Standard Triangulation Language* (STL) que contribuem para o processo diagnóstico, simulação do tratamento e confecção de alinhadores (ELKHOLY *et al.*, 2017).

Diante disso, é certo que as novas tecnologias tornaram a técnica *in-office* exequível e compatível com o fluxo de trabalho do ortodontista na clínica. Os softwares, por exemplo, propiciam ao ortodontista efetivas condições para planejar tratamentos tridimensionais, integrado com escâneres e impressoras *Tridimensional* (3D) (CAN *et al.*, 2022; SHAH *et al.*, 2022; SOUKI *et al.*, 2021).

A técnica *in-office* traz consigo enorme vantagem econômica, pois quando o clínico produz seu próprio alinhador, o preço é consideravelmente inferior a um alinhador contratado a uma empresa especializada. Além disso, proporciona a redução do tempo de consultório do profissional, e torna os tratamentos mais rápidos, previsíveis, estéticos e confortáveis aos pacientes (CHRISTENSEN, 2017). E mais: oferece ao paciente a comodidade de receber o alinhador em tempo bem menor do que o do produzido por terceiros (TOZLU; OZDEMIR, 2021).

Embora o tratamento com os alinhadores tenha sido apontado como procedimento ortodôntico seguro, estético e confortável para os pacientes, não há evidência científica sólida nesse sentido quanto à previsibilidade de diferentes movimentos dentários com alinhadores (ROSSINI *et al.*, 2015).

É de extrema importância, nessa modalidade de tratamento, ter em vista a biomecânica, mais especificamente as limitações dos movimentos dentários, entre os quais o desafiador movimento do torque. Esse movimento, aliás, impõe aos pacientes a consideração de que refinamentos, em estágios posteriores, podem ser necessários, já que a eficácia clínica do tratamento pode se mostrar inferior à simulação ilustrada no planejamento virtual (SIMON *et al.*, 2014).

Reconhece-se, na Ortodontia, que, com alinhadores, alguns movimentos dentários podem ser alcançados mais facilmente do que outros. No entanto, é difícil mensurar o grau preciso da diferença entre os movimentos alcançados clinicamente e os movimentos ideais planejados nos softwares (LOMBARDO *et al.*, 2017).

O questionamento à viabilidade do uso de alinhadores para a realização do torque dentário foi refutado por Simon *et al.* (2014), que demonstrou que os alinhadores têm o potencial de fornecer níveis de força de tal magnitude para que esse movimento seja possível. No entanto, uma perda de eficácia de torque de até

50% deve ser considerada. Cabe observar, ainda, que a eficácia dos aparelhos ortodônticos fixos também não chega a 100%, já que os braquetes e fios ortodônticos convencionais não preenchem completamente os slots dos braquetes (SIMON *et al.*, 2014).

Grunheid *et al.* (2017) avaliaram a eficácia da movimentação dentária com *Invisalign* para todos os dentes. No estudo foi observado que houve diferenças estatisticamente significativas no torque dos molares permanentes (GRÜNHEID; LOH; LARSON, 2017).

A eficácia do movimento dentário não está exclusivamente relacionada ao planejamento virtual, mas também às propriedades mecânicas dos materiais termoplásticos dos alinhadores e ao *design* do *attachment* (ILIADI; KOLETSI; ELIADES, 2019). Além disso, o uso de alinhadores na cavidade oral expõe o alinhador a outros fatores como temperatura, umidade, enzimas e deformação elástica, que podem afetar as propriedades físicas e químicas dos alinhadores na boca dos pacientes (BUCCI *et al.*, 2019).

Diferentes resultados ao longo dos anos refletem melhorias significativas em tecnologia, softwares e materiais. Além disso, novos conhecimentos e experiências permitem que os clínicos definam adequadamente as ferramentas ortodônticas, entre as quais os alinhadores (BILELLO *et al.*, 2022).

Dessa maneira, o objetivo deste estudo piloto foi de avaliar a previsibilidade dos alinhadores *in-office* quanto ao movimento de torque de incisivos e caninos maxilares, comparando o movimento dentário virtualmente planejado e o realizado clinicamente. Buscou-se identificar a eficácia do sistema *in-office* na obtenção destes movimentos ortodônticos. A hipótese nula foi que o movimento de torque dos dentes anteriores maxilares obtido clinicamente é semelhante ao planejado virtualmente.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Este estudo retrospectivo teve o objetivo avaliar a eficácia clínica dos alinhadores *in-office* quanto ao movimento de torque de incisivos e caninos maxilares em comparação com o movimento dentário virtualmente planejado.

2.2 Objetivos específicos

No seu específico, registre-se, o estudo aqui apresentado teve os objetivos de:

- a) mensurar os movimentos de torque dos incisivos e caninos maxilares e comparar com os previstos digitalmente;
- b) calcular a eficácia dos movimentos de torque clinicamente obtidos.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Desenho do estudo

Trata-se de um estudo observacional retrospectivo de coorte. O presente estudo utilizou a ferramenta *Strengthening the Reporting of Observational studies in Epidemiology* (STROBE).

O estudo demandou o uso de banco de dados de uma clínica privada, na cidade de Belo Horizonte, e o acompanhamento de pacientes tratados com alinhadores *in-office* feito com *ArchForm*. A amostra consistiu de quinze indivíduos (nove do sexo feminino e seis do sexo masculino), com idade média de 14 anos e 9 meses (variando entre 11 e 5 meses e 17 anos e 3 meses).

Os critérios de inclusão foram: pacientes tratados com alinhadores *in-office*, cujo modelo digital maxilar apresentava o palato escaneado. O apinhamento dentário deveria ser menor do que 5,0 mm; o padrão facial vertical estava dentro da normalidade. Adicionalmente, o paciente deveria ter boa saúde geral e periodontal.

Os critérios de exclusão foram: pacientes com presença de doenças sistêmicas, que fizeram uso recente de antibiótico ou anti-inflamatórios (últimos 6 meses), fumantes e mulheres gestantes ou lactantes.

3.2 Obtenção dos modelos digitais

Os pacientes que foram incluídos na amostra, tiveram os modelos intraorais digitais maxilares obtidos por meio de escâner dental iTero. As imagens foram salvas em formato STL.

3.3 Método de sobreposição

Os arquivos STL para o programa *3D Slicer*, *software* gratuito disponível na internet (www.slicer.org), e compreendeu o seguinte:

- a) orientação do modelo original: o primeiro passo para a sobreposição consistiu na orientação dos modelos por meio de um sistema de

coordenadas 3D, realizada com o uso de uma ferramenta do *software* denominada *Transforms* e de acordo com o seguinte protocolo:

- Plano axial (linha vermelha) - A ponta das cúspides méso vestibular do primeiro molar de ambos os lados tocam esta linha;
- Plano coronal (linha verde) - Esta linha tangencia a papila incisiva;
- Plano sagital (linha amarela) - Esta linha deve coincidir com a rafe palatina.

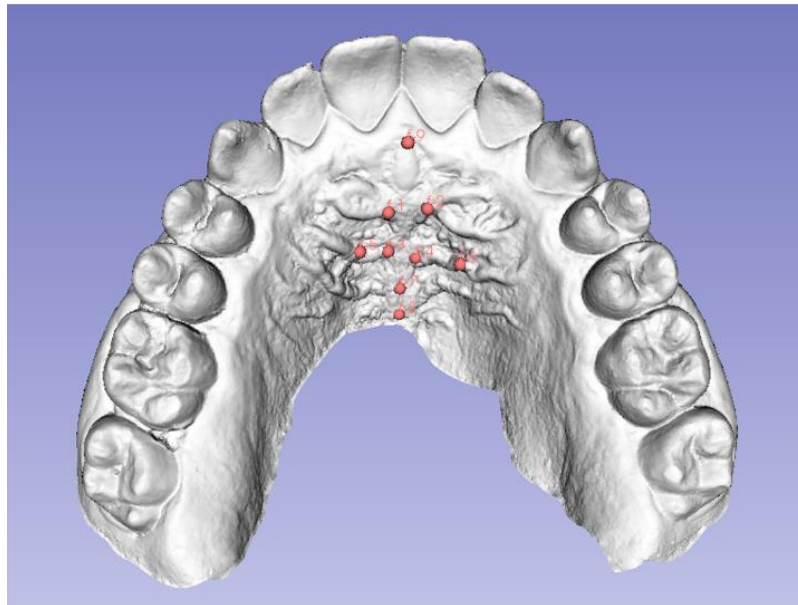
Figura 1: Orientação dos modelos nos três planos do espaço



Fonte: Elaborado pela autora

- b) sobreposição usando pontos de referência: para sobrepor dois modelos digitais da maxila, foram identificados em ambos os modelos, nove pontos de referência estáveis no palato, todos eles marcados com o auxílio da ferramenta *Surface Registration/Add and Move Landmarks* do *software 3D Slicer*. Esses pontos de referência foram os mediais da segunda e terceira rugas de ambos os lados, o ponto médio entre os pontos laterais e mediais da terceira ruga, também em ambos os lados, e os três pontos específicos na rafe palatina mediana, localizados sucessivamente medial a quarta ruga palatina, 3 mm posterior a esse ponto e na papila incisiva.

Figura 2: Pontos de referência utilizados para registro sobre as rugas palatinas e rafe palatina

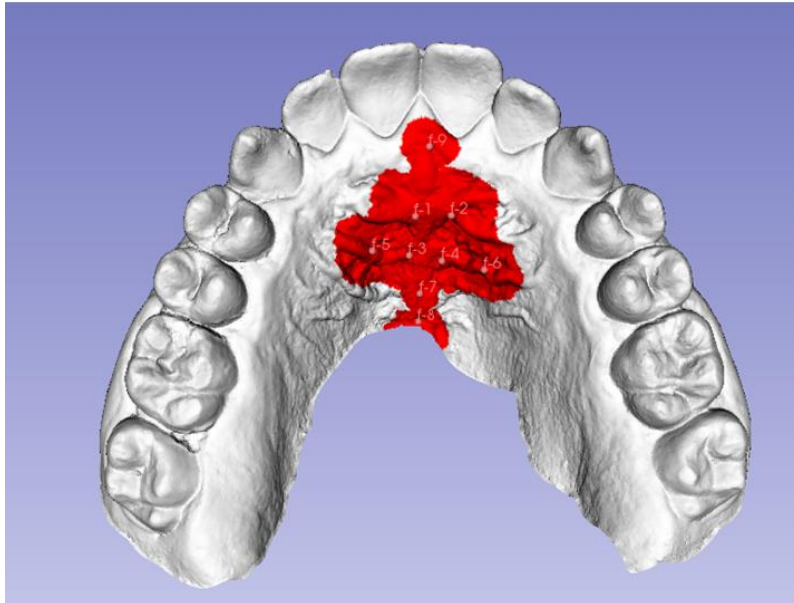


Fonte: Elaborado pela autora

3.4 Sobreposição usando regiões de interesse (*Regions of Interest – ROI*)

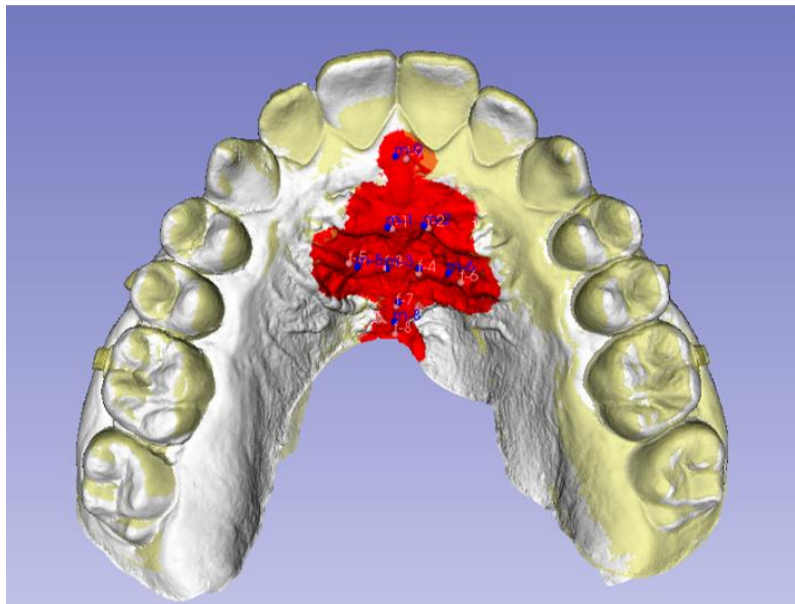
Após a seleção dos mesmos nove pontos de referência citados anteriormente (vértice de um triângulo), uma região de interesse (*Region of Interest – ROI*) para cada ponto foi selecionada no *software*. Seleciona-se uma ROI de tamanho de raio 30 para os pontos localizados nas rugas e uma ROI de tamanho de raio 15 para os pontos localizados na rafe palatina. Uma ROI de 15 significa que o programa irá incluir uma sequência de 15 camadas de triângulos ao redor daquele vértice de triângulo que havia sido escolhido pelo operador. Enquanto uma ROI de tamanho 30 implica que o programa incluirá 30 camadas ao redor daquele ponto inicialmente selecionado. Assim, após a seleção dessas regiões de interesse, gerou-se uma superfície que envolveu o terço medial da segunda ruga, os 2/3 mediais da terceira ruga, e uma área da rafe palatina.

Figura 3: Área de registro gerada após a seleção da região de interesse ao redor dos nove pontos de referência



Fonte: Elaborado pela autora

Figura 4: Sobreposição com o registro baseado em regiões de interesse



Fonte: Elaborado pela autora

3.5 Mensuração utilizando o *3D Slicer*

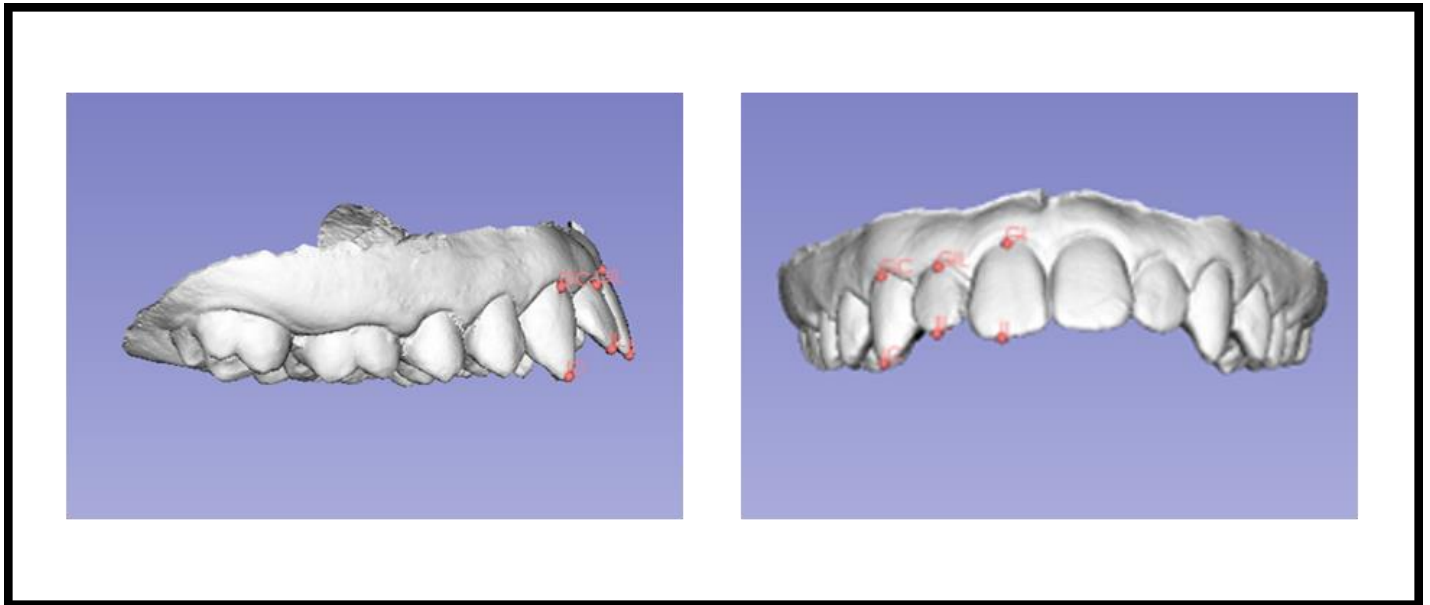
Procede-se ao seguinte:

- a) a partir do “*Extensions Manager*”, instalou-se a extensão Q3DC;
- b) em “*Module*”, acionou-se a extensão Q3DC;
- c) em “*Add and Move Landmarks*”, seleciona-se a opção “*Model of Reference*”, e, a partir daí, definiu-se o modelo inicial do paciente;
- d) em “*Connected Landmarks*”, selecionou-se a opção “*Create New Markups*” e, por último, fez-se a marcação dos pontos de interesse, ponto médio gengival e incisal, no modelo inicial;
- e) O mesmo processo foi realizado para o modelo final, trocando o modelo inicial pelo modelo final na opção “*Model of Reference*”. Na opção “*Connected Landmarks*”, optou-se por “*Create New Markups*” para selecionar os pontos de interesse no modelo final.

Após a marcação dos pontos de interesse, foi mensurado os movimentos dentários seguindo-se estes passos:

- a) em “*Calculate angle between two lines*”, selecionou-se a lista de pontos de interesse do modelo inicial;
- b) em “*Landmarks A*”, selecionou-se a opção referente à lista de pontos de interesse do modelo final em “*Landmarks B*”;
- c) em “*Landmarks A*”, segunda caixa, definiu-se o ponto de interesse do modelo inicial;
- d) em “*Landmarks B*”, segunda caixa, definiu-se o ponto de interesse do modelo final;
- e) clicou-se no botão “*Calculate*” para disponibilizar as medidas dos movimentos dentários em uma tabela, ordenadas conforme os eixos X, Y, Z e distância 3D.

Figura 5: Pontos de referência utilizados nas medidas quantitativas tridimensionais



Fonte: Elaborado pela autora

3.6 Cálculo da eficácia

Tendo como referência os valores previstos na plataforma *ArchForm* para o torque dentário de cada dente maxilar, foi possível observar que a eficácia do momento do torque planejado em relação ao torque clínico girou em torno de 50%. Por exemplo: se o dente 13 teve um torque inserido no sistema virtual de 5 graus, e foi obtido clinicamente apenas 2,5 graus, a eficácia foi de 50%.

3.7 Análise estatística

Estatística descritiva dos dados com média, mediana, desvios padrão, e quartis foi elaborada para a montagem de tabela e gráficos pertinentes aos valores planejados de torque e aos valores efetivamente alcançados. A diferença entre o valor planejado e o alcançado determinou a eficácia (%). O poder da análise (1-beta) foi calculado empregando o software GPower, tendo como base um alfa de 5%, uma amostra de 11 pacientes, para se identificar uma eficácia de 60% (valor determinado pelos estudos prévios com alinhadores terceirizados).

4 ARTIGO CIENTÍFICO

Eficácia dos alinhadores *in-office* na obtenção de torque de incisivos e caninos maxilares

Será submetido ao periódico **The Angle Orthodontist** (Qualis A2).

As normas da revista encontram-se no endereço eletrônico:
<https://meridian.allenpress.com/angle-orthodontist>.

EFICÁCIA DOS ALINHADORES IN-OFFICE NA OBTENÇÃO DE TORQUE DE INCISIVOS E CANINOS MAXILARES

**Amanda Siqueira de Abreu Brito Guimarães¹, Júlia Esteves Costa¹, Bernardo
Quiroga Souki²**

¹ Programa de Pós-graduação em Odontologia, Mestrado Profissional em Ortodontia, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte/MG, Brasil.

² Departamento de Odontologia, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte/MG, Brasil.

Endereço para Correspondência: Dr. Bernardo Quiroga Souki, Av. Dom José Gaspar, 500, Prédio 46/Sala 101 – Coração Eucarístico; Belo Horizonte, MG, Brazil, CEP: 30535-901, E-mail: bqsouki@gmail.com.

RESUMO

Introdução: O aumento da procura dos pacientes por tratamentos com alinhadores removíveis aumentou nos últimos anos. Diante dos custos elevados e da demora no tempo de processamento dos alinhadores terceirizados industrialmente, o interesse dos ortodontistas por sistemas de fabricação *in-office* tem crescido. O objetivo desse estudo foi avaliar a eficácia clínica dos alinhadores *in-office* quanto ao movimento de torque de incisivos e caninos maxilares.

Métodos: A partir do planejamento virtual do tratamento ortodôntico de quinze pacientes tratados com alinhadores *in-office*, utilizando o software *ArchForm*, foram analisados 11 pacientes que tiveram aplicação de torque nos seus dentes anteriores superiores quanto a eficácia (obtenção do movimento).

Resultados: Observou-se que a eficácia dos alinhadores *in-office* para o torque dos caninos foi de 48,30%, para os incisivos laterais foi de 29,80% e de 46,30% para os incisivos centrais. Em 25% dos pacientes, a eficácia foi menor que 16,80% para o torque em caninos, menor que 29,80% nos incisivos laterais, e menor que 8,34% nos incisivos centrais.

Conclusão: Conclui-se que o movimento de torque dos dentes anteriores maxilares é possível. Todavia, a eficácia de obtenção de torque nos dentes maxilares anteriores foi pequena.

Palavras-chave: Alinhadores Estéticos. Torque. Eficácia. Dente Canino. Incisivo

INTRODUÇÃO

Com o aumento da demanda de adultos por tratamentos de suas más oclusões, a procura por aparelhos ortodônticos estéticos também aumentou.¹ Os alinhadores, inicialmente introduzidos para tratar más oclusões leves, passou a ser utilizado também para tratar más oclusões com maior complexidade. Modalidade ainda recente, o tratamento com alinhadores tem passado por modificações, o que seguramente ocorrerá – de forma rápida – nos próximos anos.² Some-se a isso o aumento da acessibilidade a equipamentos para a fabricação dele *in-office* também chamados de alinhadores *in-house* ou "*Do-It-Yourself*" (DIY), esses que têm despertado grande interesse em alguns profissionais.³

Embora o tratamento com os alinhadores tenha sido apontado como procedimento ortodôntico seguro, estético e confortável para os pacientes, não há evidência científica sólida nesse sentido quanto à previsibilidade de diferentes movimentos dentários com alinhadores.⁴

É de extrema importância, nessa modalidade de tratamento, ter em vista a biomecânica, mais especificamente as limitações dos movimentos dentários, entre os quais o desafiador movimento do torque. Esse movimento, aliás, impõe aos pacientes a consideração de que refinamentos, em estágios posteriores, podem ser necessários, já que a eficácia clínica do tratamento pode se mostrar inferior à simulação ilustrada no planejamento virtual.⁵

A eficácia do movimento dentário não está exclusivamente relacionada ao planejamento virtual, mas também às propriedades mecânicas dos materiais termoplásticos dos alinhadores e ao design do *attachment*.⁶ Além disso, o uso de alinhadores na cavidade oral expõe o alinhador a outros fatores como temperatura, umidade, enzimas e deformação elástica, que podem afetar as propriedades físicas e químicas dos alinhadores na boca dos pacientes.⁷

Diferentes resultados ao longo dos anos refletem melhorias significativas em tecnologia, softwares e materiais. Além disso, novos conhecimentos e experiências permitem que os clínicos definam adequadamente as ferramentas ortodônticas, entre as quais os alinhadores.⁸

Dessa maneira, o objetivo deste estudo piloto foi testar a hipótese nula de que o movimento de torque dos dentes anteriores maxilares obtido clinicamente é semelhante ao planejado virtualmente. Assim, determinar-se-á a eficácia do sistema.

MATERIAL E MÉTODOS

Trata-se de um estudo observacional retrospectivo de coorte. O presente estudo piloto utilizou a ferramenta STROBE (*Strengthening the Reporting of Observational studies in Epidemiology*).

O estudo demandou o uso de banco de dados de uma clínica privada, na cidade de Belo Horizonte, e o acompanhamento de pacientes tratados com alinhadores *in-office* feito com *ArchForm*. A amostra consistiu de quinze indivíduos (nove do sexo feminino e seis do sexo masculino), com idade média de 14 anos e 9 meses (variando entre 11 e 5 meses e 17 anos e 3 meses).

Os critérios de inclusão foram: pacientes tratados com alinhadores *in-office*, cujo modelo digital maxilar apresentava o palato escaneado. O apinhamento dentário deveria ser menor do que 5,0 mm; o padrão facial vertical estava dentro da normalidade. Adicionalmente, o paciente deveria ter boa saúde geral e periodontal

Os critérios de exclusão foram: pacientes com presença de doenças sistêmicas, que fizeram uso recente de antibiótico ou anti-inflamatórios (últimos 6 meses), fumantes e mulheres gestantes ou lactantes.

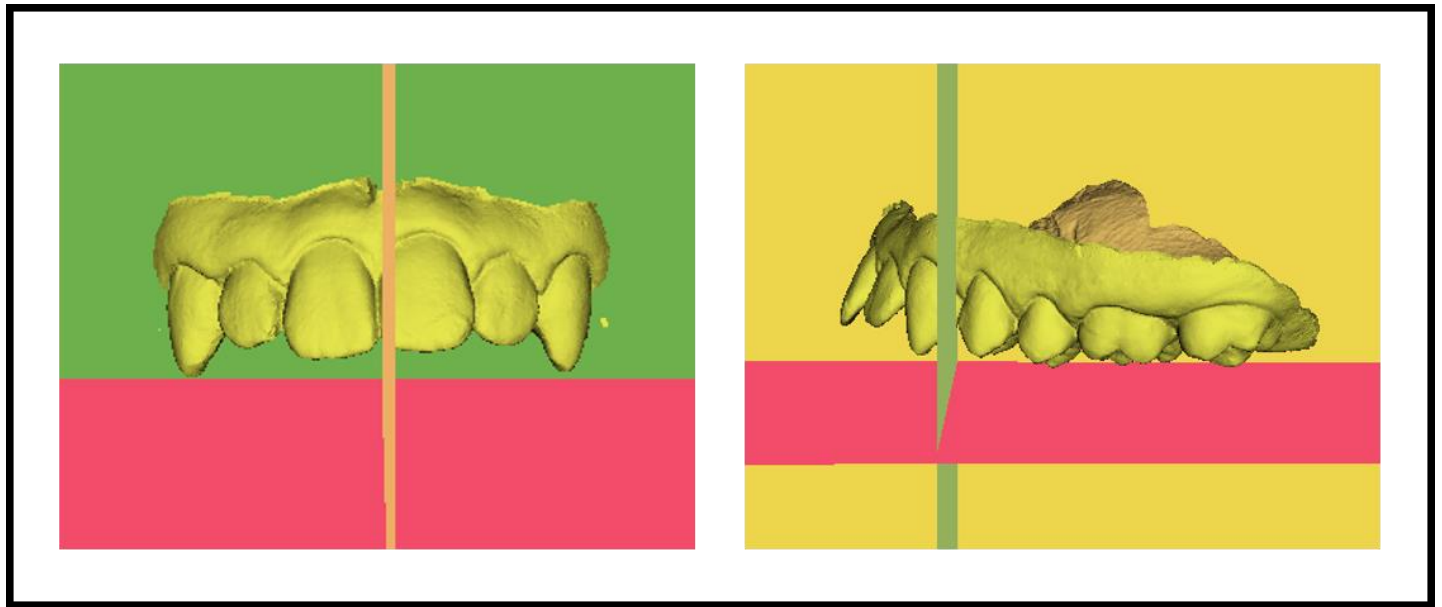
Os pacientes que foram incluídos na amostra, tiveram os modelos intraorais digitais maxilares obtidos por meio de escâner dental iTero. As imagens foram salvas em formato STL.

Método de sobreposição

Os arquivos STL para o programa *3D Slicer*, software gratuito disponível na internet (www.slicer.org), e compreendeu o seguinte:

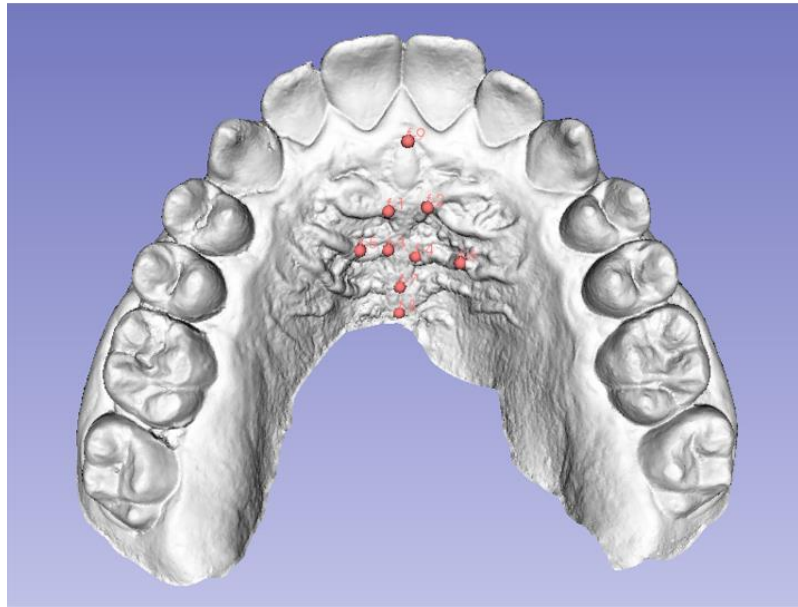
- a) Orientação do modelo original: O primeiro passo para a sobreposição consistiu na orientação dos modelos por meio de um sistema de coordenadas 3D, realizada com o uso de uma ferramenta do software denominada *Transforms* e de acordo com o seguinte protocolo:
 - Plano axial (linha vermelha) - A ponta das cúspides méso vestibular do primeiro molar de ambos os lados tocam esta linha;
 - Plano coronal (linha verde) - Esta linha tangencia a papila incisiva;
 - Plano sagital (linha amarela) - Esta linha deve coincidir com a rafe palatina.

Figura 1 – Orientação dos modelos nos três planos do espaço



- b) Sobreposição usando pontos de referência: Para sobrepor dois modelos digitais da maxila, foram identificados em ambos os modelos, nove pontos de referência estáveis no palato, todos eles marcados com o auxílio da ferramenta *Surface Registration/Add and Move Landmarks* do software *3D Slicer*. Esses pontos de referência foram os mediais da segunda e terceira rugas de ambos os lados, o ponto médio entre os pontos laterais e mediais da terceira ruga, também em ambos os lados, e os três pontos específicos na rafe palatina mediana, localizados sucessivamente medial a quarta ruga palatina, 3mm posterior a esse ponto e na papila incisiva.

Figura 2 – Pontos de referência utilizados para registro sobre as rugas



Sobreposição usando regiões de interesse (*Regions of Interest – ROI*)

Após a seleção dos mesmos nove pontos de referência citados anteriormente (vértice de um triângulo), uma região de interesse (*Region of Interest – ROI*) para cada ponto foi selecionada no software. Seleciona-se uma ROI de tamanho de raio 30 para os pontos localizados nas rugas e uma ROI de tamanho de raio 15 para os pontos localizados na rafe palatina. Uma ROI de 15 significa que o programa irá incluir uma sequência de 15 camadas de triângulos ao redor daquele vértice de triângulo que havia sido escolhido pelo operador. Enquanto uma ROI de tamanho 30 implica que o programa incluirá 30 camadas ao redor daquele ponto inicialmente selecionado. Assim, após a seleção dessas regiões de interesse, gerou-se uma superfície que envolveu o terço medial da segunda ruga, os 2/3 mediais da terceira ruga, e uma área da rafe palatina.

Figura 3 – Área de registro gerada após a seleção da região de interesse ao redor dos nove pontos de referência

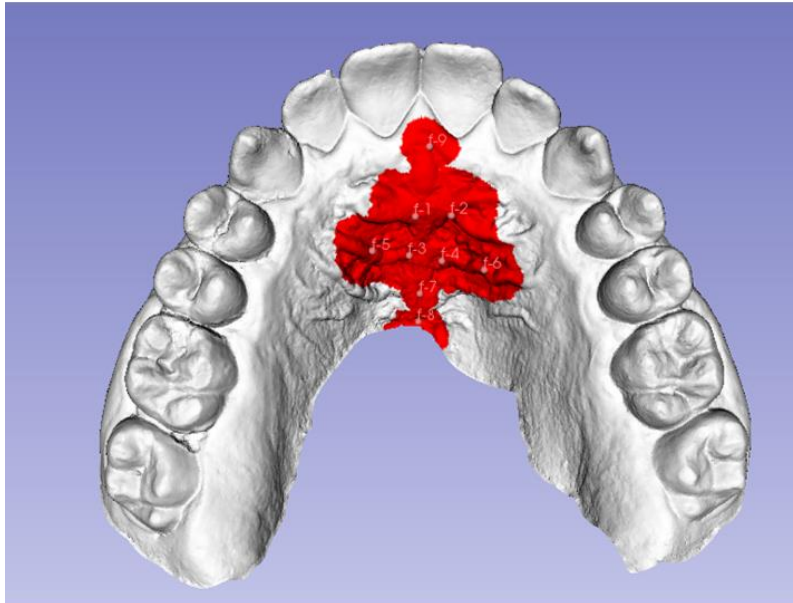
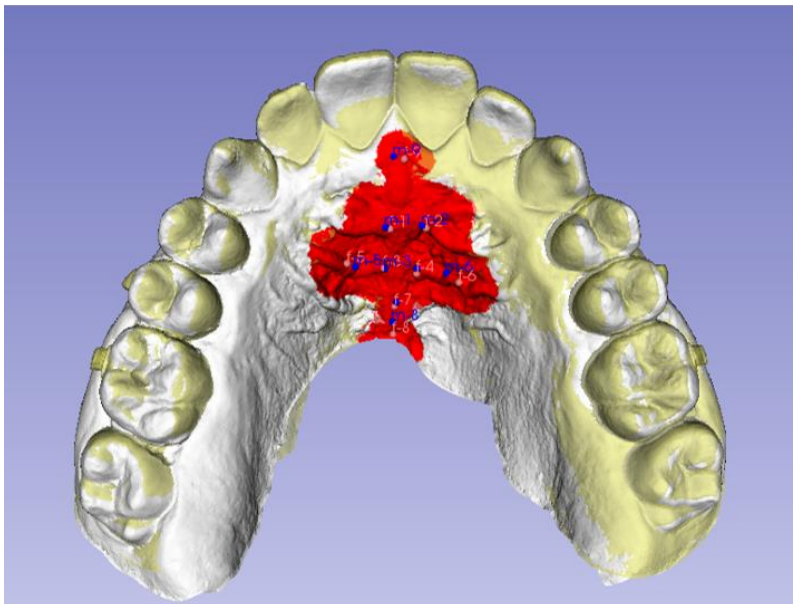


Figura 4 – Sobreposição com o registro baseado em regiões de interesse



Mensuração utilizando o 3D Slicer

Para realizar a análise, foram seguidos os seguintes passos. Primeiramente, a extensão Q3DC foi instalada no "*Extensions Manager*". Em seguida, a extensão foi acionada no módulo correspondente.

No menu "*Add and Move Landmarks*", selecionou-se a opção "*Model of Reference*" para definir o modelo inicial do paciente. Os pontos de interesse, incluindo

o ponto médio gengival e incisal, foram marcados no modelo inicial utilizando a opção "*Create New Markups*" em "*Connected Landmarks*".

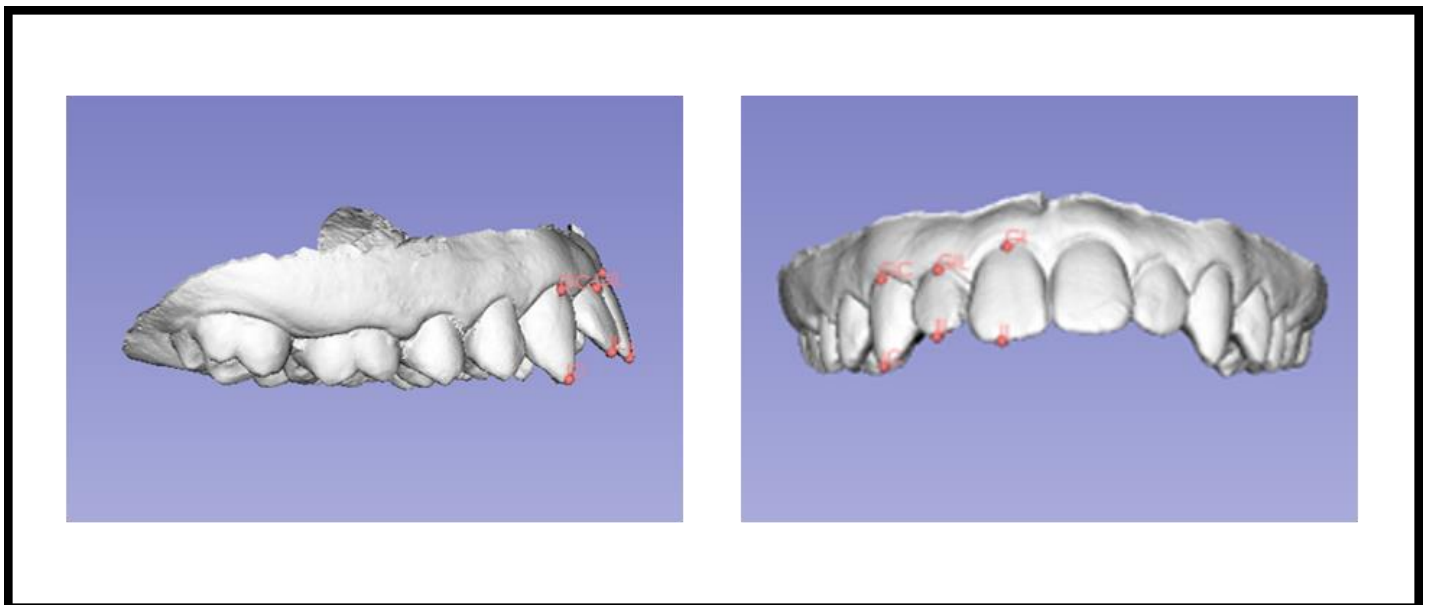
Posteriormente, o mesmo processo foi repetido para o modelo final. O modelo inicial foi substituído pelo modelo final na opção "*Model of Reference*". Novamente, utilizando a opção "*Create New Markups*" em "*Connected Landmarks*", os pontos de interesse foram marcados no modelo final.

Após a marcação dos pontos de interesse em ambos os modelos, os movimentos dentários foram mensurados da seguinte maneira: a opção "*Calculate angle between two lines*" foi selecionada, e a lista de pontos de interesse do modelo inicial foi escolhida como "*Landmarks A*". Em seguida, na segunda caixa de "*Landmarks A*", o ponto de interesse do modelo inicial foi definido.

Para "*Landmarks B*", a lista de pontos de interesse do modelo final foi selecionada na primeira caixa. Na segunda caixa de "*Landmarks B*", o ponto de interesse do modelo final foi definido.

Por fim, ao clicar no botão "*Calculate*", as medidas dos movimentos dentários foram exibidas em uma tabela. Essas medidas foram ordenadas de acordo com os eixos X, Y, Z e distância 3D.

Figura 5 – Pontos de referência utilizados nas medidas quantitativas tridimensionais



Com base nesses procedimentos, foi possível obter informações precisas sobre as alterações nas posições dentárias entre o modelo inicial e o modelo final. Essa

metodologia forneceu uma abordagem sistemática e confiável para a análise dos movimentos dentários, contribuindo para o estudo da odontologia e aprimoramento dos tratamentos ortodônticos.

Cálculo da eficácia

Tendo como referência os valores previstos na plataforma *ArchForm* para o torque dentário de cada dente maxilar, foi possível observar que a eficácia do momento do torque planejado em relação ao torque clínico girou em torno de 50%. Por exemplo: se o dente 13 teve um torque inserido no sistema virtual de 5 graus, e foi obtido clinicamente apenas 2,5 graus, a eficácia foi de 50%.

Análise estatística

Estatística descritiva dos dados com média, mediana, desvios padrão, e quartis foi elaborada para a montagem de tabela e gráficos pertinentes aos valores planejados de torque e aos valores efetivamente alcançados. A diferença entre o valor planejado e o alcançado determinou a eficácia (%). O poder da análise (1-beta) foi calculado empregando o software *GPower*, tendo como base um alfa de 5%, uma amostra de 11 pacientes, para se identificar uma eficácia de 60% (valor determinado pelos estudos prévios com alinhadores terceirizados).

RESULTADOS

O poder das inferências, com os dados fornecidos pelos 11 pacientes analisados foi elevado (92%), sugerindo que o tamanho da amostra, dentro do que foi planejado, foi adequado.

Este estudo piloto teve como objetivo avaliar a eficácia dos alinhadores *in-office* na obtenção de torque de incisivos e caninos maxilares, comparando o torque planejado virtualmente com o torque obtido clinicamente. Os resultados de torque obtidos nos caninos maxilares, incisivos laterais e incisivos centrais em ambos os lados estão sintetizados na tabela a seguir:

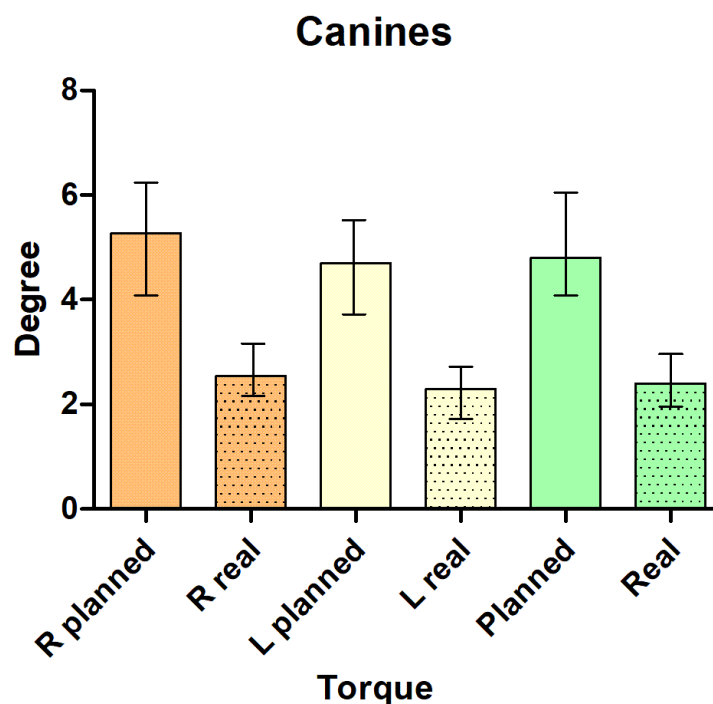
Tabela 1 - Eficácia de torque obtido nos caninos, incisivos laterais e incisivos centrais maxilares

	Canines	Lateral incisors	Central incisors
Right	47,30%	35,70%	49,90%
Left	49,20%	52,80%	41,80%
Q1	16,80%	25,70%	8,34%
Q2	48,30%	29,80%	46,30%
Q3	60,20%	36,90%	64,80%

Q1: 25%; Q2: 50%; Q3: 75%

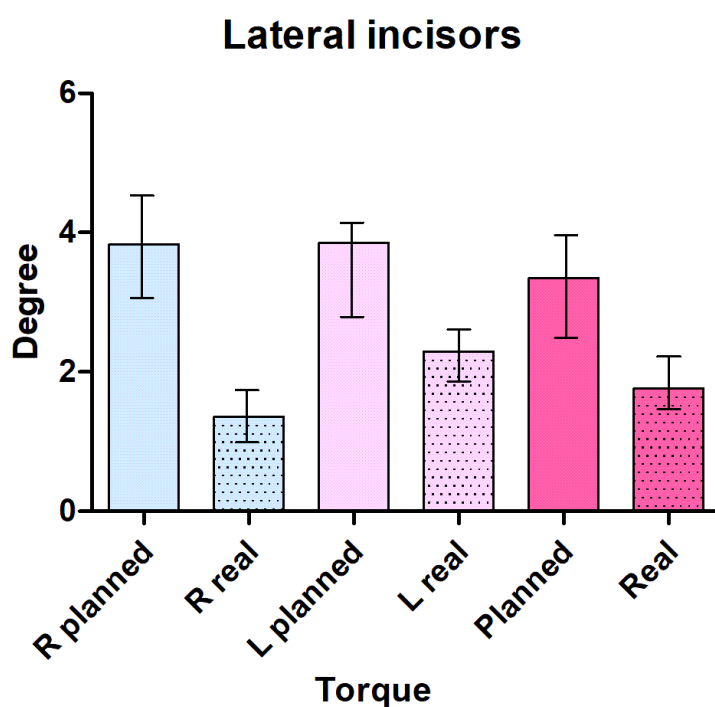
Oteve-se nos caninos maxilares do lado direito o torque médio de 47,30%. Nos caninos do lado esquerdo, o torque médio obtido foi de 49,20%. Os quartis correspondentes foram: Q1 (25%) = 16,80%, Q2 (50%) = 48,30% e Q3 (75%) = 60,20%. Esses resultados indicam eficácia razoável na obtenção do torque planejado para os caninos maxilares. Destaca-se que em 25% dos pacientes, a eficácia do torque dos caninos foi inferior a 16,80%, enquanto em 75% dos pacientes, a eficácia do torque foi inferior a 60,20%.

Figura 6 – Comparativo de torque planejado e torque obtido (real) em caninos maxilares. Lados direito e esquerdo, e a combinação dos lados



Em relação ao torque dos incisivos laterais, verificou-se que no lado direito o torque médio foi de 35,70%. No lado esquerdo, o torque médio dos incisivos laterais foi de 52,80%. Os quartis correspondentes foram: Q1 (25%) = 25,70%, Q2 (50%) = 29,80% e Q3 (75%) = 36,90%. Esses resultados evidenciam desconformidade significativa entre o torque planejado e o obtido clinicamente para os incisivos laterais. Destaca-se que em 25% dos pacientes, a eficácia do torque dos incisivos laterais foi inferior a 25,70%, enquanto em 75% dos pacientes, a eficácia do torque foi inferior a 36,90%.

Figura 7 – Comparativo de torque planejado e torque obtido (real) em incisivos laterais maxilares. Lados direito e esquerdo, e a combinação dos lados



No que diz respeito aos incisivos centrais, verificou-se o torque médio de 49,90%, no lado direito, e 41,80%, no lado esquerdo. Os quartis, por seu turno, foram os seguintes: Q1 (25%) = 8,34%, Q2 (50%) = 46,30% e Q3 (75%) = 64,80%. Esses resultados mostram enorme variação no torque planejado e o torque alcançado clinicamente nos incisivos centrais. Destaca-se que em 25% dos pacientes, a eficácia do torque dos incisivos laterais foi inferior a 8,34%, enquanto em 75% dos pacientes, a eficácia do torque foi inferior a 64,80%.

Figura 8 – Comparativo de torque planejado e torque obtido (real) em incisivos centrais maxilares. Lados direito e esquerdo, e a combinação dos lados

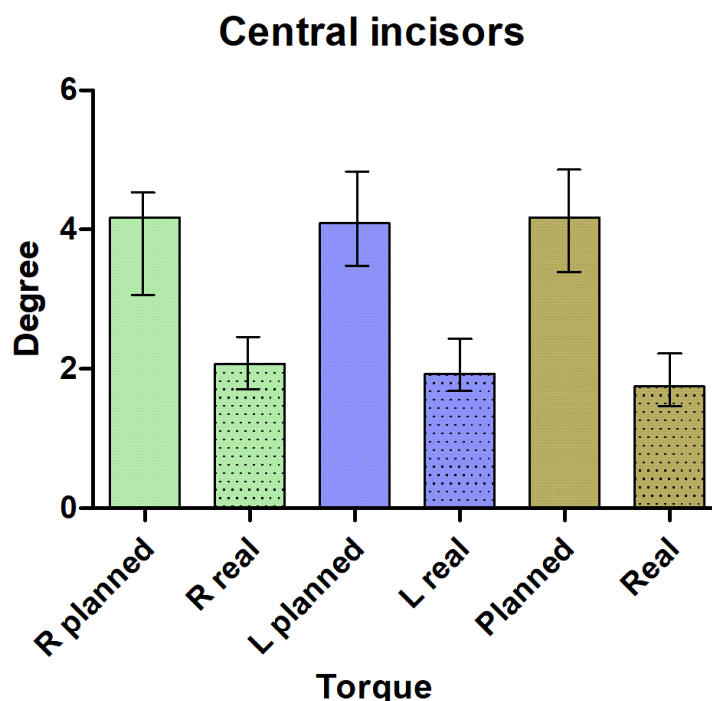


Tabela 2 – Estatística descritiva de torque planejado e torque clínico em caninos, incisivos laterais e incisivos centrais maxilares.

	Canino - Torque		Incisivo Lateral - Torque		Incisivo Central - Torque	
	Planejado	Clínico	Planejado	Clínico	Planejado	Clínico
N Valid	12	12	11	11	11	11
Missing	15	15	16	16	16	16
Mean	-4,7769	-2,2298	-3,3538	-1,7768	-4,1838	-1,7517
Median	-5,0000	-1,7978	-5,0000	-1,7900	-5,0000	-1,1240
Std. Deviation	2,0714	1,7944	2,9411	0,6360	2,0364	1,7055
Percentiles 25	-5,0005	-3,0431	-5,0005	-1,8410	-5,0005	-3,2555
50	-5,0000	-1,7978	-5,0000	-1,7900	-5,0000	-1,1240
75	-3,5163	-0,8496	-0,4805	-1,2925	-3,0000	-0,4161

A estatística descritiva dos dados obtidos encontra-se na Tabela 2. Dessa tabela se inferem diferenças significativas entre o torque planejado e o torque clínico nos caninos e incisivos laterais e centrais. No caso dos caninos maxilares, o torque planejado apresentou média e mediana mais negativas do que o torque clínico, indicando que, no valor médio, o torque desejado não foi totalmente alcançado durante o tratamento.

DISCUSSÃO

Os resultados deste estudo piloto indicaram eficácia variável na obtenção do torque planejado virtualmente com os alinhadores *in-office*. Enquanto os caninos maxilares apresentaram eficácia razoável na obtenção do torque desejado, os incisivos laterais e centrais mostraram variação significativa entre o torque planejado e o obtido clinicamente. Essas discrepâncias podem ter implicações clínicas, destacando a importância de cuidadosa avaliação e ajuste durante o tratamento ortodôntico com alinhadores *in-office*.

Além disso, a oscilação dos dados do torque planejado foi maior do que a dos dados do torque clínico para todos os dentes analisados. Isso sugere que o planejamento do torque é apenas uma vetorização do movimento desejável clinicamente, e que tanto o profissional quanto o paciente não devem esperar que a movimentação ortodôntica ocorra exatamente na mesma magnitude que o monitor do computador nos indica.

No caso dos incisivos laterais, tanto o torque planejado quanto o torque clínico mostraram dispersão considerável nos valores, porém, o torque planejado apresentou maior dispersão do que o torque clínico. Isso indica possível imprecisão na previsão do torque desejado para os incisivos laterais, resultando variação significativa nos valores obtidos durante o procedimento.

Já os resultados para os incisivos centrais indicaram que o torque planejado apresentou média e mediana mais negativas do que o torque clínico. Além disso, a dispersão dos dados do torque planejado foi maior em relação à média.

Os percentis mostraram que os valores do torque planejado apresentaram distribuição mais negativa em relação aos percentis do que os valores do torque clínico para os incisivos centrais. Isso significa que, em geral, os valores desejados do torque planejado foram mais negativos do que os valores realmente obtidos durante o procedimento clínico.

Esses resultados sugerem que o planejamento do torque apresentou variação considerável nos valores desejados para todos os dentes analisados, enquanto a realização clínica do torque foi mais consistente e precisa, especialmente para os incisivos centrais.

Essas descobertas são importantes para a melhoria do planejamento e da execução do torque em procedimentos ortodônticos e trazem consigo informações

que possibilitarão a obtenção de resultados desejados com maior precisão e consistência.

Poucos estudos já foram realizados sobre os movimentos de torque utilizando os alinhadores, e a maioria deles esteve focado nos alinhadores *Invisalign*.⁴ Portanto, é importante considerar que neste momento, nem mesmo os melhores de alinhadores podem fornecer uma eficácia máxima e completa previsibilidade de movimentos ortodônticos de torque nos dentes anteriores. Um dos principais desafios encontrados no movimento de torque com alinhadores nos dentes anteriores é a deformação plástica não elástica presente nas margens gengivais do alinhador, o que impede a formação de acoplamento efetivo. Isso dificulta a obtenção do binário efetivo durante o tratamento.⁹ O desenvolvimento da técnica, com o uso de alinhadores impressos diretamente com resina de memória elástica, e com espessura variável ao longo da superfície dentária poderá minimizar este problema. No momento da redação deste material, tais suposições são apenas especulações em cima de informações preliminares de terceiros, sem a evidência científica adequada.

Estudos anteriores mostraram que a relação momento/força produzida pelos alinhadores não era expressiva o suficiente para produzir o binário efetivo.¹⁰ Além disso, estudos de imagem mostraram que os alinhadores são capazes principalmente de movimentos de inclinação da coroa, com pouca movimentação da raiz.¹¹ Essas limitações biomecânicas dos alinhadores podem impactar os resultados do tratamento. Neste estudo piloto, em que foi avaliado um sistema de alinhadores *in-office*, os resultados mostraram que os movimentos de torque previstos no planejamento digital aconteceram clinicamente, apesar de forma modesta. Este achado está de acordo com resultados de outros estudos¹², que encontraram similar diferença entre o torque planejado e o clinicamente alcançado, mesmo com sistemas mais sofisticados tecnologicamente.

Embora sempre haja certa discrepância entre a configuração digital e o resultado clínico, o estudo em discussão mostrou que pequenas quantidades de movimento podem ser previsivelmente alcançadas com o sistema de alinhadores *in-office*. As medidas de torque foram realizadas seguindo protocolo previamente validado, o que permitiu medições precisas.

Um ponto comum em todos os estudos é a existência de certa discrepância entre a configuração digital e o resultado clínico real. Isso ocorre devido à deformação do alinhador quando acomodado em sua posição, resultando em áreas de contato

com os dentes e lacunas onde o alinhador não está tocando as superfícies dos dentes. Com efeito, a falta de contato compromete a eficácia na produção de movimentos dentários, pois à medida que o tratamento progride e os alinhadores são trocados, o encaixe entre o alinhador e os dentes torna-se progressivamente mais frouxo, prejudicando ainda mais a eficácia do movimento dentário.¹³

É importante ressaltar que o estudo aqui relatado e discutido possui limitações, como o seu desenho retrospectivo. No entanto, foram tomadas medidas para minimizar os vieses de seleção, garantindo que todos os pacientes incluídos atendessem aos critérios de inclusão pré-determinados. Uma das limitações foi a impossibilidade de cegar o operador responsável pelas medições, devido à natureza do estudo. Além disso, tem-se outros fatores que foram identificados que desempenham papel crucial na determinação do movimento dentário bem-sucedido, incluindo a forma e posição do *attachment*, o material e espessura do alinhador, a quantidade de ativação presente em cada alinhador e as técnicas utilizadas para a confecção dos alinhadores.³ E mais: as características específicas do paciente, como densidade e morfologia óssea, e a morfologia da coroa e raiz dos dentes também podem influenciar nos resultados do tratamento.⁶

Não obstante os senões acima pontuados, o estudo demonstrou que pequenas quantidades de movimento podem ser previsivelmente alcançadas com uma série curta de alinhadores. Isso sugere que um sistema de alinhadores que prescreve etapas subsequentes de tratamento, com reavaliação do caso e uma nova configuração digital a cada etapa, pode oferecer vantagem clínica em termos de previsibilidade da movimentação dentária. Calha enfatizar, por oportuno, essa abordagem não impõe custos adicionais para o clínico, exceto pelo material de impressão e o tempo necessário para fazer novas impressões.

Mais investigações são necessárias para avaliar se a progressão passo a passo do tratamento com alinhadores pode oferecer vantagem clínica em termos de previsibilidade da movimentação dentária. Em sinopse, o estudo destaca os desafios encontrados nos movimentos de torque com alinhadores. O sistema de alinhadores *in-office* demonstrou resultados promissores em relação à previsibilidade da movimentação dentária. Todavia, mais pesquisas são necessárias para confrontá-lo com outros sistemas e confirmar sua eficácia.

Futuras pesquisas e desenvolvimentos tecnológicos devem contribuir para o aprimoramento da eficácia desses dispositivos na obtenção precisa do torque

desejado nos dentes maxilares. A compreensão desses aspectos é crucial para otimizar o uso de alinhadores *in-office* no tratamento ortodôntico.

CONCLUSÃO

Com base nos dados preliminares deste estudo piloto, é lícito concluir sobre o uso de alinhadores plásticos *in-office* que:

- a) o movimento de torque ortodôntico nos dentes anteriores maxilares é possível;
- b) a eficácia do torque nos dentes anteriores maxilares é pequena, com aproximadamente 50% de previsibilidade.

REFERÊNCIAS

1. Ryu JH, et al. Effects of thermoforming on the physical and mechanical properties of thermoplastic materials for transparent orthodontic aligners. *Korean Journal of Orthodontics*. 2018;48:316–325.
2. Putrino A, Barbato E, Galluccio G. Clear aligners: between evolution and efficiency—a scoping review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2021.
3. Souki B, et al. Entrevista com Bernardo Souki. *Revista Clínica de Ortodontia Dental Press*. 2021;20:24–58.
4. Rossini G, et al. Efficacy of clear aligners in controlling orthodontic tooth movement: A systematic review. *Angle Orthodontist* Allen Press Inc. 2015.
5. Simon M, et al. Treatment outcome and efficacy of an aligner technique - regarding incisor torque, premolar derotation and molar distalization. *BMC Oral Health*. 2014.
6. Iliadi A, Koletsi D, Eliades T. Forces and moments generated by aligner-type appliances for orthodontic tooth movement: A systematic review and meta-analysis. *Orthodontics and Craniofacial Research* Blackwell Publishing Ltd. 2019.
7. Bucci R, et al. Thickness of orthodontic clear aligners after thermoforming and after 10 days of intraoral exposure: a prospective clinical study. *Progress in Orthodontics*. 2019.
8. Bilello G, et al. Accuracy evaluation of orthodontic movements with aligners: a prospective observational study. *Progress in Orthodontics*. 2022.
9. Hahn W, et al. Initial forces generated by three types of thermoplastic appliances on an upper central incisor during tipping. *European Journal of Orthodontics*. 2009;31:625–631.
10. Elkholy F, et al. Forces and moments applied during derotation of a maxillary central incisor with thinner aligners: An in-vitro study. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2017;151:407–415.
11. Zhang XJ, et al. Integrated three-dimensional digital assessment of accuracy of anterior tooth movement using clear aligners. *Korean Journal of Orthodontics*. 2015;45:275–281.
12. Lombardo L, et al. Predictability of orthodontic movement with orthodontic aligners: a retrospective study. *Progress in Orthodontics*. 2017.

13. Tepedino M, et al. Movement of anterior teeth using clear aligners: a three-dimensional, retrospective evaluation. *Progress in Orthodontics*. 2018.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O advento de novas tecnologias na Ortodontia é constante, gerando a necessidade de adaptação dos clínicos as realidades que são apresentadas ao longo do tempo. A incorporação de novas ligas metálicas na busca por tratamentos ortodônticos mais confortáveis e eficientes, o emprego de materiais de cimentação de anéis e adesivos de colagem de braquetes, o uso de fotografia digital são pequenos exemplos de novas tecnologias que foram apresentadas e incorporadas ao arsenal da Ortodontia nos últimos anos.

Dentro do Programa de Pós-graduação em Ortodontia da PUC Minas, em especial por ser um programa profissionalizante, onde a testagem de novas tecnologias é um dos pilares da proposta acadêmica, o interesse pelo sistema de alinhadores *in-office* se tornou uma obsessão desde 2018, e diversos estudos têm sido conduzidos em busca de respostas a perguntas clínicas na busca por tratamentos ortodônticos de excelência e de menor impacto financeiro. Adicionalmente, tais estudo propiciam aos mestrandos a oportunidade de ter contato com as novas tecnologias e com a evolução do conhecimento.

O presente trabalho faz parte de um projeto de pesquisa onde outra mestranda analisa os movimentos ortodônticos de rotação, e estão dentro de um projeto mais amplo, com um estudo clínico randomizado prospectivo (RCT) será conduzido por alunos de doutoramento, onde o tempo para a coleta de dados é compatível com o desenho da pesquisa. Buscou-se fomentar dados que permitirão o cálculo amostral e os ajustes metodológicos para tal pesquisa.

REFERÊNCIAS

- BILELLO, G. *et al.* Accuracy evaluation of orthodontic movements with aligners: a prospective observational study. **Progress in Orthodontics**, v. 23, n. 1, p. 12-19, 2022.
- BUCCI, R. *et al.* Thickness of orthodontic clear aligners after thermoforming and after 10 days of intraoral exposure: a prospective clinical study. **Progress in Orthodontics**, v. 20, n. 1, p. 36-43, 2019.
- CAN, E. *et al.* In-house 3D-printed aligners: effect of in vivo ageing on mechanical properties. **European Journal of Orthodontics**, v. 44, n. 1, p. 51-55, 2022.
- CHRISTENSEN, L. R. Digital workflows in contemporary orthodontics. **APOS Trends in Orthodontics**, v. 7, n. 12, p. 12-18, 2017.
- ELKHOLY, F. *et al.* Forces and moments applied during derotation of a maxillary central incisor with thinner aligners: An in-vitro study. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, v. 151, n. 2, p. 407-415, 2017.
- GRÜNHEID, T.; LOH, C.; LARSON, B. E. How accurate is Invisalign in nonextraction cases? Are predicted tooth positions achieved? **The Angle Orthodontist**, v. 87, n. 6, p. 809-815, 2017.
- HAHN, W. *et al.* Initial forces generated by three types of thermoplastic appliances on an upper central incisor during tipping. **European Journal of Orthodontics**, v. 31, n. 6, p. 625-631, 2009.
- ILIADI, A.; KOLETSI, D.; ELIADES, T. Forces and moments generated by aligner-type appliances for orthodontic tooth movement: A systematic review and meta-analysis. **Orthodontics and Craniofacial Research**, v. 22, n. 4, p. 248-258, 2019.
- KESLING, H. D. The philosophy of tooth positioning appliance. **American Journal of Orthodontics**, v. 31, n. 6, p. 297-304, 1945.
- LOMBARDO, L. *et al.* Predictability of orthodontic movement with orthodontic aligners: a retrospective study. **Progress in Orthodontics**, v. 18, n. 1, p. 35-46, 2017.
- PHAN, X.; LING, P. H. **Clinical limitations of Invisalign**, v. 73, n. 3, p. 263-266, 2007.
- PUTRINO, A.; BARBATO, E.; GALLUCCIO, G. Clear aligners: Between evolution and efficiency—a scoping review. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 18, n. 6, p. 2870-2888, 2021.
- ROSSINI, G. *et al.* Efficacy of clear aligners in controlling orthodontic tooth movement: A systematic review. **The Angle Orthodontist**, v. 85, n. 5, p. 881-889, 2015.

RYU, J. H. *et al.* Effects of thermoforming on the physical and mechanical properties of thermoplastic materials for transparent orthodontic aligners. **Korean Journal of Orthodontics**, v. 48, n. 5, p. 316-325, 2018.

SHAH, M. J. *et al.* Fabrication of in-house aligner- A review. **Journal of Contemporary Orthodontics**, v. 6, n. 3, p. 120-124, 2022.

SIMON, M. *et al.* Treatment outcome and efficacy of an aligner technique - regarding incisor torque, premolar derotation and molar distalization. **BMC Oral Health**, v. 14, n. 1, p. 68-74, 2014.

SOUKI, B. *et al.* Entrevista com Bernardo Souki. **Revista Clínica de Ortodontia Dental Press**, v. 20, n. 4, p. 24-58, 2021.

TEPEDINO, M. *et al.* Movement of anterior teeth using clear aligners: a three-dimensional, retrospective evaluation. **Progress in Orthodontics**, v. 19, n. 1, p. 9-16, 2018.

TOZLU, M.; ÖZDEMİR, F. In-house Aligners: Why we should fabricate aligners in our clinics? **Turk Journal of Orthodontics**, v 34, n. 1, p. 199-201, 2021.

ZHANG, X. J. *et al.* Integrated three-dimensional digital assessment of accuracy of anterior tooth movement using clear aligners. **Korean Journal of Orthodontics**, v. 45, n. 6, p. 275-281, 2015.