



CENTRO UNIVERSITÁRIO INGÁ - UNINGÁ
PRÓ-REITORIA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO
COORDENAÇÃO GERAL DE PROGRAMAS STRICTO SENSU
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM ODONTOLOGIA

CAROLINA NAZIF RASUL

**AVALIAÇÃO FOTOELÁSTICA DA DISTRIBUIÇÃO DE TENSÕES DE FORÇAS
GERADAS POR DIFERENTES APOIOS DE ANCORAGEM ESQUELÉTICA PARA
VERTICALIZAÇÃO DE SEGUNDO MOLAR INFERIOR**

MARINGÁ

2019

PRÓ-REITORIA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO
COORDENAÇÃO GERAL DE PROGRAMAS STRICTO SENSU
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM ODONTOLOGIA

CAROLINA NAZIF RASUL

**AVALIAÇÃO FOTOELÁSTICA DA DISTRIBUIÇÃO DE TENSÕES DE FORÇAS
GERADAS POR DIFERENTES APOIOS DE ANCORAGEM ESQUELÉTICA PARA
VERTICALIZAÇÃO DE SEGUNDO MOLAR INFERIOR**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em odontologia, do Centro Universitário Ingá UNINGÁ, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Odontologia, área de concentração Ortodontia.

Orientador: Prof. Dr.Fabrcio Pinelli Valarelli

MARINGÁ

2019

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho...

À Deus por me conceder o dom da vida e me proporcionar realizar os meus sonhos, guiando meus passos e iluminando meu caminho, de acordo com a Sua vontade.

Aos meus pais, Gilson e Edite, por serem minha base, meus exemplos e meus maiores motivadores para ir em busca dos meus sonhos. Por todo apoio, ensinamentos, formação de caráter e dedicação a mim e ao meu irmão. Que não me deixaram fraquejar e mais do que isso, por serem meus alicerces. Quem sempre entendeu meus ideais de vida e sempre fizeram muito mais daquilo que estava ao alcance de vocês para minha formação pessoal e profissional. Vocês são meus ídolos.

Ao meu irmão Miguel e minha cunhada Cynthia, por todo conselho e palavra amiga. Duas pessoas importantes na minha vida, que me apoiam e incentivam a ir mais longe e por todo amor incondicional demonstrado todos os dias.

Às minhas sobrinhas, Thayla e Isadora, meus anjos, que com um sorriso transformam o meu dia, aquelas que aliviam qualquer dor pelo simples fato de chamar para brincar e fazer parte do dia a dia cheio de carinho.

Aos meus tios e primos, por todo apoio e incentivo, pela compreensão e motivação.

“Por vocês, faria isso mil vezes. Amor além desse mundo..”

AGRADECIMENTOS

Ao prof. Dr. Fabrício Pinelli Valarelli, meu orientador, pelos ensinamentos transmitidos, rigor e toda cobrança necessária para meu desenvolvimento e crescimento profissional e pessoal. Pela amizade, carinho e confiança. Quem eu tenho como espelho e referência. Todo meu respeito e admiração a quem sempre me estendeu a mão e me conduziu de forma honesta, paciente e cheio de embasamento científico para a concretização desse trabalho.

À profa. Dra. Karina Maria Salvatore de Freitas, por toda dedicação, compreensão e amizade durante essa jornada. Por estar sempre disposta a ajudar e orientar. Quem eu admiro e respeito, exemplo de pessoa, profissional, determinação e competência. Muito além de professora, coordenadora ou orientadora, uma pessoa que tem um coração lindo e humano.

Ao prof. Dr. Rodrigo Hermont Cançado, por saber guiar e orientar, pela amizade, carinho e compreensão, pela valiosa contribuição para minha formação e pelo fortalecimento da nossa amizade nesses últimos anos. O que fizeram com que minha admiração e respeito só aumentasse.

Ao prof. Dr. Agenor Osório, pelas exigências que me fizeram ser mais crítica, pela amizade durante essa caminhada e todos os ensinamentos e orientações. Exemplo de vida e caráter.

A vocês minha eterna gratidão!!

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Eduardo Prado, por ter aceitado fazer parte da banca. Quem eu sempre admirei na ortodontia e pude ter contato nesses últimos anos.

À prof. Ms Juliana Volpato Curi Paccini, coordenadora do curso de especialização em ortodontia na Ciodonto/Facsete em Porto Velho- RO, por toda amizade e confiança, por abrir as portas da sua instituição e me proporcionar essa evolução profissional.

Ao grupo GROIS, em especial ao prof. Dr. Cláudio Ferreira Noia, quem reservou o laboratório da UNICAMP para realização desse trabalho. E, além disso, abriu as portas da sua casa para me ajudar. Quem me ouviu quando estava triste e me incentivou. Quem esteve do meu lado no momento da pesquisa e não me deixou fraquejar. Aquele que além de tudo é amigo. Tem todo meu carinho e admiração.

Ao prof. Ms. Bruno Sá, que foi o primeiro a me incentivar a fazer o mestrado e quem me ajudou a escolher o tema dessa pesquisa. Aquele que é meu melhor amigo, meu confidente, quem ouve minhas mágoas e vibra com minhas alegrias. Por estar sempre ao meu lado independente de qualquer coisa. Por ser um profissional exemplar e um ser humano com um coração lindo. Aquele que eu tenho como espelho. Minha admiração e respeito.

Às minhas amigas Icris Dayane Rodrigues Jardim Balbuena e Elen Caroline Ferreira Alves, que foram muito além de colegas de turma e amigas para dividir o quarto do hotel. Foram minha estrutura, com quem pude dividir sonhos, compartilhar momentos de alegrias e

tristeza. Choramos, rimos, discutimos, fizemos as pazes e mais do que tudo isso, criamos e fortalecemos uma amizade para a vida. Sei que posso contar com vocês em qualquer situação. São pessoas importantes na minha vida, que levo no meu coração como minhas irmãs.

Aos meus colegas de turma, Alexandre Algarve, Bruno Ceribelli, Felipe Agostini, Francisco Fitarelli, Hugo Vaz e Paula Primo, por esses dois anos de convivência e aprendizado. Por todo apoio e amizade construída nessa fase. Por dividirem momentos importantes da minha vida que levarei para sempre na memória e no coração.

Aos colegas das turmas IX e XI por compartilharem momentos de amizade e apoio. Por toda aprendizagem, ajuda e companheirismo.

Aos funcionários da Ingá Uningá que de alguma forma contribuíram para a realização da minha formação.

AGRADECIMENTOS INSTITUCIONAIS

Ao Dr. Ricardo Benedito de Oliveira, REITOR do Centro Universitário INGÁ UNINGÁ;

Ao Dr. Roberto César de Oliveira, PRESIDENTE da mantenedora;

À Profa. Maria Albertina Ferreira do Nascimento, PRÓ-REITORA de ensino do Centro Universitário INGÁ UNINGÁ;

À Profa. Dra. Suzimara dos Reis Gea Osório, coordenadora do curso de graduação em odontologia do Centro Universitário INGÁ UNINGÁ;

À Profa. Dra. Karina Maria Salvatore de Freitas, Coordenadora do Mestrado Profissional em Odontologia do Centro Universitário INGÁUNINGÁ.

RESUMO

RESUMO

PROPOSIÇÃO: Este estudo teve o objetivo de comparar as tensões resultantes da aplicação de força no segundo molar inferior com base na mecânica de verticalização utilizando dois diferentes tamanhos de cantilever e aplicação de forças apoiadas em mini-implantes em duas diferentes regiões. **MATERIAL E MÉTODOS:** Foram utilizados oito modelos artificiais em forma de hemimandíbula inferior. Os modelos foram confeccionados em resina fotoelástica epóxi flexível com base reta e dentes em resina acrílica, reproduzindo o lado esquerdo da mandíbula de um paciente adulto com ausência do primeiro molar e o segundo molar angulado para mesial. Foram instalados dois mini-implantes autoperfurantes 1,5 x 2 x 8 mm em cada modelo. Foram colados tubos duplos ortodônticos no segundo molar angulado dos modelos de resina. O cantilever foi confeccionado com fio TMA .017"x.025" de duas diferentes formas. Os modelos foram divididos em quatro grupos: Grupo 1 - Mini-implante instalado na distal do segundo pré-molar inferior, com cantilever com alça em 90°, Grupo 2 - Mini-implante instalado entre as raízes do canino e primeiro pré-molar inferior, com cantilever com alça em 90°, Grupo 3 - Mini-implante instalado na distal do segundo pré-molar inferior, com cantilever com alça em 120° e Grupo 4 - Mini-implante instalado entre as raízes do canino e primeiro pré-molar inferior, com cantilever com alça em 120°. A mecânica de verticalização foi realizada com cantilever inserido no tubo do segundo molar e conectado ao mini-implante através de ligadura elástica em cadeia. A força fotoelástica foi analisada através de um polariscópio circular. **RESULTADOS:** Foi observado que em todos os modelos o local de início das ordens das franjas e o ponto de maior concentração estava localizado na apical da raiz mesial. Notou-se que os locais de maior tensão foram semelhantes entre os grupos 1 e 3. Já entre os grupos 2 e 4 os locais de maior tensão foram iguais. **CONCLUSÕES:** O uso do mini-implante instalado mais próximo do dente a ser verticalizado gera uma força mais eficiente, pois também gera força na região cervical e apical distal. Não houve diferenças na quantidade de ativação (abertura do braço) do cantilever.

PALAVRAS-CHAVE: parafusos ósseos, movimentação ortodôntica, polarização.

ABSTRACT

ABSTRACT

PHOTOELASTIC ASSESSMENT OF THE STRENGTH VOLTAGE DISTRIBUTION GENERATED BY DIFFERENT ESCHULETIC ANCHORAGE SUPPORTS FOR SECOND LOWER MOLAR VERTICALIZATION

PROPOSITION: This study aims to compare the stresses resulting from the application of force in the second lower molar based on the mechanization of verticalization using two different cantilever sizes and application of forces supported in mini-implants in two different regions. **MATERIAL AND METHODS:** Eight artificial models were used in the form of a lower hemimandible. The models were made of flexible epoxy resin with straight base and acrylic resin teeth reproduce the left side of the mandible of an adult patient with absence of the first molar and the second molar angular to mesial. Two mini-implants with a self-drilling 1.5 x 2 x 8 mm were installed in each model. Orthodontic double tubes were glued on the second angular molar of resin models. The cantilever was made with TMA wire .017 "x.025" in two different ways. The models were divided into four groups: Group 1 - Mini-implant placed in the distal of the second lower premolar, with cantilever with 90° handle, Group 2 - Mini-implant installed between the roots of the canine and lower first premolar, with cantilever with 90° handle Group 3 - Mini-implant installed in the distal of the second lower premolar, with cantilever with handle in 120° and Group 4 - Mini-implant installed between the roots of the canine and lower first premolar, with cantilever with handle in 120°. The verticalization mechanics was performed with cantilever inserted into the second molar tube and connected to the mini-implant through elastic chain ligation. The photoelastic force was analyzed by a circular polariscope. **RESULTS:** It was observed that in all models the site of beginning of the orders of fringes and the point of greatest concentration was located in the apical of the mesial root. It was noticed that the sites of higher tension were similar between groups 1 and 3. Already between groups 2 and 4 the places of greater tension were equal. **CONCLUSIONS:** The use of the mini implant installed closer to the tooth to be vertical generates a more efficient force, as it also generates force in the distal cervical and apical region. There were no differences in the amount of activation (arm opening) of the cantilever.

KEYWORDS: Bone screws, tooth movement techniques, fluorescence polarization.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	-	Imagens do protótipo do grupo 1	20
Figura 2	-	Imagens do protótipo do grupo 2	20
Figura 3	-	Imagens do protótipo do grupo 3	20
Figura 4	-	Imagens do protótipo do grupo 4	20
Figura 5	-	Protótipos numerados de 1 a 8	21
Figura 6	-	Imagens dos grupos de 1 a 4 com 250g de força mensuradas pelo dinamômetro	22
Figura 7	-	Regiões de análise das tensões geradas.....	23
Figura 8	-	Tensão gerada no protótipo do grupo 1	25
Figura 9	-	Tensão gerada no protótipo do grupo 2	26
Figura 10	-	Tensão gerada no protótipo do grupo 3	26
Figura 11	-	Tensão gerada no protótipo do grupo 4	26

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	PROPOSIÇÃO	17
3	MATERIAL E MÉTODOS	19
3.1	MATERIAL.....	19
3.2	MÉTODOS.....	21
3.3	ANÁLISEQUALITATIVA	23
4	RESULTADOS	25
5	DISCUSSÃO	29
6	CONCLUSÕES	33
	REFERÊNCIAS	35

1 INTRODUÇÃO

1 INTRODUÇÃO

Nos dias atuais há uma grande busca de pacientes adultos por tratamento ortodôntico. Muitos destes apresentam os molares inclinados mesialmente devido à perda precoce dos molares permanentes, anodontia dos segundos pré-molares, irrupção ectópica ou impacção dentária, aumentando assim o grau de dificuldade do tratamento ortodôntico(SAKIMA et al., 1999; XUN et al., 2013).Isso ocorre com maior frequência nos molares inferiores, devido à cronologia de irrupção dos dentes permanentes e a qualidade óssea da mandíbula(BAUMGAERTEL; RAZAVI; HANS, 2008; GILL; LEE; TREDWIN, 2001).

Quando ocorre perda dentária é necessário que seja confeccionado um mantenedor de espaço, ou que seja feita a reabilitação protética imediata ou o fechamento dos espaços. Caso contrário poderá ocorrer inclinação mesial do segundo e terceiro molar, inclinação para distal dos pré-molares e canino e extrusão do molar antagonista. Esses efeitos colaterais diminuem o espaço oclusal horizontal e vertical necessário para a correta instalação da futura prótese dentária. Além disso, podem ocorrer alterações periodontais e interferências oclusais(ROBERTS; CHACKER; BURSTONE, 1982; SAWICKA; RACKA-PILSZAK; ROSNOWSKA-MAZURKIEWICZ, 2007).

Em casos onde ocorreu inclinação mesial do molar é indicada uma mecânica ortodôntica de verticalização para corrigir o paralelismo radicular, melhorando a relação coroa/raiz, redimensionando o espaço da perda dentária para criar condições favoráveis para a reabilitação protética e equilíbrio oclusal e muscular(ABRÃO et al., 2015). Entretanto, ao realizar essa mecânica de verticalização observa-se diversos efeitos colaterais nos dentes verticalizados e nos dentes adjacentes, tais como inclinação do plano oclusal, vestibularização e intrusão dos incisivos causando danos ao paciente e dificuldades no tratamento(GILL; LEE; TREDWIN, 2001).

Com os adventos da ancoragem esquelética esses efeitos colaterais podem ser minimizados, proporcionando principalmente, o controle mecânico de movimentos extrusivos(DIMATEO; VILLA; SENDYK, 2005; GIANCOTTI; COZZA, 1998; ORTON; JONES, 1987; ROBERTS; CHACKER; BURSTONE, 1982; SAKIMA

et al., 1999). Foram realizadas várias pesquisas para verificar as consequências acometidas na região de apoio e verificou-se que com a ancoragem esquelética, os efeitos colaterais são praticamente anulados na região de apoio(BAE et al., 2002; LEE; PARK; KYUNG, 2001)

No dente a ser verticalizado, a ancoragem esquelética não apresenta grande controle de efeitos colaterais(PARK; KYUNG; SUNG, 2002; REN; MALTHA; KUIJPERS-JAGTMAN, 2003). Esses dentes geralmente apresentam extrusão, vestibularização e angulação distal(REN; MALTHA; KUIJPERS-JAGTMAN, 2003). Alguns autores descrevem que os dentes podem ser impedidos de verticalizar por haver contato oclusal, outros reiteram que pacientes com padrão vertical apresentam mais contatos prematuros durante a verticalização ou que há necessidade do uso de elásticos de intercuspidação concomitantemente à mecânica de verticalização(JANSON; JANSON; FERREIRA, 2001; ROBERTS; CHACKER; BURSTONE, 1982; TULLOCH, 1982). Independentemente do que esses autores defendem, as forças de verticalização geradas no dente desempenham grande papel nos efeitos colaterais.

Especula-se que diferentes locais de inserção de ancoragem esquelética possam promover diferentes forças no dente a ser verticalizado. Outro fator que pode influenciar na direção do vetor de força gerado ao dente a ser verticalizado e conseqüentemente nos efeitos para essa verticalização é o ângulo de ativação da abertura do cantilever. Entretanto, não existem trabalhos comparando a distribuição das forças no dente que está sendo verticalizado com relação a diferentes pontos de ancoragem esquelética e quantidade de ativação (abertura do braço) de cantilever.

Desta forma, é necessário que sejam realizadas pesquisas com ensaios mecânicos para comprovar a melhor mecânica de verticalização de molar demonstrada clinicamente(HOENIGL et al., 1995; KRATOCHVIL; THOMPSON; CAPUTO, 1981; MAIA et al., 2010; SOUZA et al., 2003; SOUZA et al., 2005). O presente estudo tem como objetivo comparar as distribuições das tensões de força em modelo fotoelástico gerada por diferentes apoios de ancoragem absoluta para verticalização de segundo molar inferior.

2 PROPOSIÇÃO

2 PROPOSIÇÃO

Este estudo tem o objetivo de comparar as tensões resultantes da aplicação de força no segundo molar inferior com base na mecânica de verticalização utilizando duas diferentes angulações do cantilever e aplicação de forças apoiadas em mini-implantes em duas diferentes regiões.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 MATERIAL

Nesse estudo foram utilizados oito modelos artificiais em forma de hemimandíbula inferior. Os modelos foram confeccionados em resina fotoelástica epóxi flexível (Epoxi Glass – Diadema/SP – Brasil) com base reta e dentes em resina acrílica. Esse sistema reproduz o lado esquerdo da mandíbula de um paciente adulto com ausência do primeiro molar e o segundo molar angulado para mesial.

Para a confecção dos modelos foi necessário produzir um Typodont em cera rosa 7 (Lysanda Produtos Odontológicos Ltda – São Paulo/SP – Brasil) encomendado pela empresa Nacional Ossos – Jaú/SP, Brasil. A partir desses modelos realizou-se uma moldagem com silicone industrial e em seguida vazou-se cera tipo 7, o que possibilitou o posicionamento dos dentes artificiais. Foram instalados também dois mini-implantes autoperfurantes 1,5 x 2 x 8 mm (Morelli – Sorocaba/SP – Brasil) em cada modelo, em dois diferentes posicionamentos, sendo um na distal do segundo pré-molar e outro na mesial do canino. Após isso, despejou-se a resina epóxi flexível gerando os modelos finais para tal estudo (KOJIMA; MIZUNO; FUKUI, 2007).

Foram colados tubos duplos ortodônticos Roth no segundo molar angulado dos modelos de resina com cola superbonder. Nos demais dentes não foi colado nenhum acessório, evitando assim qualquer interferência da leitura das franjas.

O cantilever foi confeccionado com fio TMA 0.017"x0.025" (Morelli – Sorocaba/SP – Brasil) de duas diferentes formas, sendo um com ângulo de 90° e o outro com 120°.

Os oito modelos foram divididos em quatro grupos, os quais podem ser observados nas imagens abaixo (figuras de 1 a 4), demonstradas pelo protótipo 1 e conseqüentemente, o resultado foi obtido através da média do ocorrido com os oito modelos:

Grupo 1 – Mini-implante instalado na distal do segundo pré-molar inferior, com cantilever com alça em 90° (Figura 1).



Figura 1 – Imagens do protótipo do grupo 1

Grupo 2 – Mini-implante instalado entre as raízes do canino e primeiro pré-molar inferior, com cantilever com alça em 90° (Figura 2).



Figura 2 – Imagens do protótipo do grupo 2

Grupo 3 – Mini-implante instalado na distal do segundo pré-molar inferior, com cantilever com alça em 120° (Figura 3).



Figura 3 – Imagens do protótipo do grupo 3

Grupo 4 – Mini-implante instalado entre as raízes do canino e primeiro pré-molar inferior, com cantilever com alça em 120° (Figura 4).



Figura 4 – Imagens do protótipo do grupo 4

3.2 MÉTODOS

Os protótipos foram numerados de 1 a 8 por escolha aleatória (Figura 5).



Figura 5 – Protótipos numerados de 1 a 8

A mecânica de verticalização foi realizada com cantilever inserido no tubo do segundo molar e conectado ao mini-implante através de ligadura elástica em cadeia (Morelli – Sorocaba/SP – Brasil).

A força fotoelástica foi analisada através de um polariscópio circular localizado no departamento de materiais dentários da UNICAMP - Faculdade de Odontologia de Piracicaba/SP, Brasil.

Este polariscópio circular é composto por uma fonte luminosa, difusor de luz, polarizador, placa de onda e um suporte para sustentar o modelo fotoelástico a ser analisado por uma câmera montada sobre um tripé e posicionada em frente ao analisador para obtenção dos resultados, mantendo-a intacta até o final do estudo.

Os protótipos foram levados à estufa a 40° permanecendo nela por noventa minutos, para remover qualquer carga residual existente pós fabricação dos

modelos(ASPRINO, 2005; ASPRINO; CONSANI; DE MORAES, 2006). Após esse processo, os modelos foram vaselinados para remoção da asperidade e criação de transparência da resina, fixados em base reta em frente ao negatoscópio. O polariscópio estava à frente do protótipo fixo e a máquina fotográfica sob o tripé para não haver movimentação e mudança de posição, mantendo a mesma distância entre todos os componentes até o final do experimento evitando interferências de quaisquer variáveis.

Foi desenhada uma marcação com caneta de retroprojeter sob a mesa onde estava sendo feita as avaliações para que os protótipos fossem reposicionados no mesmo local após alteração da mecânica ou dos mesmos.

As fotografias digitais foram transferidas para um computador e posteriormente analisadas por meio visual. Um segundo operador treinado e calibrado para interpretar a técnica da fotoelasticidade, também realizou a mensuração das fotos, utilizando o mesmo método, para assegurar a reprodutibilidade do método.

A carga empregada nos modelos foi obtida por franjas onde apareceram nos pontos com maior nível de tensão, observados através das fotografias.

O cantilever foi inserido no tubo duplo para fio acessório, colado no segundo molar inferior e na outra extremidade foi conectado o elástico em cadeia e este ao mini-implante. Foi empregada 250gde força mensurada por um dinamômetro (Orthoorganizers - São Paulo/SP – Brasil), em ambos os grupos (Figura 6).



Figura 6 – Imagens dos grupos de 1 a 4 com 250g de força mensuradas pelo dinamômetro

Após análise e preparação dos modelos seguiu-se um protocolo de duas fotografias por protótipo em ambos os grupos, sendo elas:

- 1- Inicial sem carga

2- Após a inserção da carga

Iniciou-se a avaliação com o protótipo 1 ao 8 sucessivamente. Aguardou-se três minutos após a inserção da carga para realizar a segunda fotografia, pois após esse período não houve alterações significativas nos modelos. Da mesma forma, aguardou-se três minutos para liberação de tensões residuais e nova avaliação do próximo grupo.

Seguiu esse protocolo com os oito modelos.

Foram avaliadas as seguintes regiões, em ambos os grupos (Figura 7):

- 1- Cervical da raiz mesial
- 2- Cervical da raiz distal
- 3- Apical da raiz mesial
- 4- Apical da raiz distal

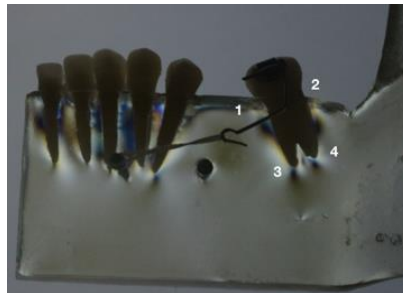


Figura 7 – Regiões de análise das tensões geradas

3.3 ANÁLISE QUALITATIVA

Na técnica da fotoelasticidade, a análise qualitativa é uma rápida análise do estado de tensão, através da observação dos efeitos óticos nos modelos fotoelásticos, juntamente com tamanho do halo formado no local de maior tensão.

Para a análise qualitativa observou-se as tensões geradas ao redor das raízes mesial e distal do segundo molar inferior de todos os modelos fotoelásticos, local de início e ponto de maior concentração.

4 RESULTADOS

4 RESULTADOS

Os resultados foram obtidos através de efeitos óticos. Foram avaliados por dois operadores, em dias diferentes.

Foi observado que em todos os modelos o local de início das ordens das franjas e o ponto de maior concentração estava localizado na apical da raiz mesial.

Notou-se que os locais de maior tensão foram semelhantes entre os grupos 1 e 3. Já entre os grupos 2 e 4 os locais de maior tensão foram iguais. Sendo assim, os locais de maior tensão em cada grupo foram descritos abaixo:

Grupo 1: Apical raiz mesial, apical raiz distal, cervical mesial, cervical distal

Grupo 2: Apical mesial, cervical distal

Grupo 3: Apical raiz mesial, apical raiz distal, cervical distal

Grupo 4: Apical mesial, cervical distal

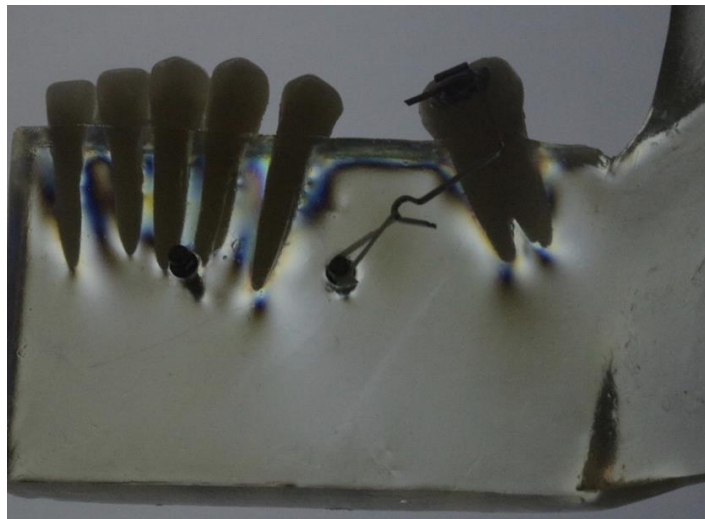


Figura 8 - Tensão gerada no protótipo do grupo 1



Figura 9 - Tensão gerada no protótipo do grupo 2



Figura 10 - Tensão gerada no protótipo do grupo 3



Figura 11 - Tensão gerada no protótipo do grupo 4

Desta forma, não houve diferenças notáveis entre a quantidade de ativação do cantilever instalado.

Já em relação aos diferentes locais de instalação dos mini-implantes, percebeu-se que quanto mais próximo o dispositivo estiver do dente a ser verticalizado, mais tensão será gerada em torno do dente, atingindo a região cervical e apical das raízes mesial e distal. Quanto ao dispositivo temporário de ancoragem instalado mais distante do dente, a tensão gerada foi mais sutil, atingindo a região cervical distal e apical da raiz mesial.

5 DISCUSSÃO

5 DISCUSSÃO

Na odontologia, a fotoelasticidade vem sendo utilizada como modelo de pesquisa ortodôntica desde 1935, apresentando um padrão de franjas coloridas de acordo com a quantidade de forças aplicadas em cada região do objeto avaliado(CHACONAS; CAUTO; BRUNETTO, 1990; MAIA et al., 2010; ZAK, 1935). Em conjunto com o polariscópio, instrumento óptico que utiliza as propriedades da luz polarizada, pode-se assim analisar a distribuição das tensões sobre tal material fotoelástico submetido à análise(SWAIN, 2015; ZHANG, 2012).

Porém o formato de hemimandíbula gera ondulações nos modelos por ter estruturas anatômicas o que causa interferências na identificação das franjas. Desta forma os protótipos utilizados na presente pesquisa foram confeccionados com base reta e superfície plana(ABRÃO et al., 2015; LAGANÁ, 2011).

A técnica da fotoelasticidade utilizada neste trabalho foi capaz de avaliar de maneira qualitativa(BADRAN et al., 2003; YOON et al., 2002)as tensões internas promovidas pela mecânica de verticalização com uso ancoragem esquelética e cantilever.

Existem várias técnicas para verticalização de molar(CAPELLUTO; LAUWERYNS, 1997; CARANO; TESTA; SICILIANI, 1996; JANSON; JANSON; FERREIRA, 2001; KOGOD; KOGOD, 1991; NAKAMURA et al., 2007), entretanto a mecânica mais utilizada atualmente é por meio de cantilever apoiado em ancoragem esquelética(MAJOURAU; NORTON, 1995; ROBERTS; CHACKER; BURSTONE, 1982), sendo o mini implante o dispositivo mais utilizado pela sua versatilidade e facilidade da técnica(MARASSI et al., 2005; YAO et al., 2005). Alguns autores afirmam que a mecânica de verticalização apoiada em mini implantes seria capaz de impedir a extrusão dos molares durante a verticalização e minimizar os efeitos colaterais na região de apoio(DERTON et al., 2012; DIMATEO; VILLA; SENDYK, 2005; PARK; KYUNG; SUNG, 2002; YUN; LIM; CHUN, 2005). Observa-se nesse estudo que houve formação de franjas (tensão) na região apical, o que indica que ocorre extrusão no dente que está sofrendo a mecânica, divergindo do que tais autores defendem.

Durante a mecânica de verticalização é possível que ocorra extrusão do dente que está sendo verticalizado, a qual deve ser controlada durante o tratamento ortodôntico, a fim de evitar contatos prematuros, interferências oclusais e abertura de mordida (ROBERTS; CHACKER; BURSTONE, 1982; SAKIMA et al., 1999). Geralmente, toda mecânica de verticalização gera efeitos colaterais de extrusão, por isso a ancoragem esquelética tem sido amplamente utilizada (SHELHART, 1996).

A região de inserção do mini-implante deve ser avaliada previamente a fim de proporcionar a melhor eficiência do sistema de forças. Sua instalação deve ser em gengiva ceratinizada a fim de evitar inflamação dos tecidos e facilitar a higienização da área (CONSOLARO et al., 2008; GAZIT; LIEBERMAN, 1993; MAH; BERGSTRAND, 2005).

Entretanto, não existem pesquisas que definam a melhor posição de inserção do mini-implante para gerar essa força com maior eficiência de verticalização do molar. Na técnica de fotoelasticidade, o dispositivo de ancoragem esquelética instalado mais próximo do dente a ser verticalizado gerou mais tensão em torno da região cervical e apical das raízes mesial e distal. Com isso, especula-se que quanto mais próximo o mini-implante estiver do dente, menor será o braço de força do cantilever, o que promove um melhor vetor de força ao centro de resistência do dente para que esse movimento aconteça.

Já em relação ao mini-implante mais distante do dente, as tensões geradas nos modelos foram mais sutis, o que se supõe que devido ao braço do cantilever ser maior, tem-se mais movimentos colaterais e menor controle da mecânica de verticalização por estar em um vetor de força desfavorável ao centro de resistência do dente.

Um dos efeitos colaterais existentes durante a mecânica de verticalização com uso de cantilever é a rotação do dente para vestibular (KOJIMA; MIZUNO; FUKUI, 2007). De acordo com alguns autores, a confecção de cantilever duplo tem excelente controle mecânico, minimizando os efeitos indesejáveis em alguns casos (ÁLVARES; TAVANO, 1998; SAKIMA et al., 1999; TAVANO, 1989). Porém ainda não existem estudos comparando a quantidade de ativação (abertura do braço) do cantilever.

Sabendo-se disso, a mecânica para avaliação escolhida neste estudo foi através de cantilever apoiado em ancoragem esquelética (MELO et al., 2011; MELSEN; FIORELLI; BERGAMINI, 1996) utilizando 250g de força (CARANO; TESTA; SICILIANI, 1996; MELSEN; FIORELLI; BERGAMINI, 1996) e uso de dois cantilevers com duas ativações diferentes (90° e 120°).

De forma geral, as ordens das franjas começavam a aparecer na região da raiz mesial e as distribuições das franjas acompanhavam de acordo com o vetor da tensão aplicada. Entretanto, não houve diferenças notáveis entre os grupos 1 e 3 e 2 e 4, ou seja, a quantidade de ativação realizada no braço do cantilever não apresentou diferenças significativas, visto que ao ser ativado, o cantilever é tensionado e o ângulo do braço de força diminuiu.

Considerando-se a importância da mecânica a ser utilizada para verticalização de molar inferior, assim como o seu controle a fim de reduzir os efeitos colaterais e ter maior eficiência da técnica, é necessário que seja realizadas outras comparações com diferentes tipos de força.

6 CONCLUSÕES

6 CONCLUSÕES

Conclui-se que:

O uso do mini-implante instalado mais próximo do dente a ser verticalizado gera uma força mais eficiente, pois também gera força na região cervical e apical distal.

Não houve diferenças na quantidade de ativação (abertura do braço) do cantilever.

REFERÊNCIAS

REFERÊNCIAS

ABRÃO, A.F. et al. Análise fotoelástica da distribuição de tensões geradas pela mecânica de verticalização nos segundos molares inferiores. **Orthod. Sci. Pract**, v. 8, n.(32), p.471-8, 2015.

ÁLVARES, L.C.; TAVANO, O. O curso de radiologia em odontologia. **4. ed. São Paulo**, v.1998, p.248, 1998.

ASPRINO, L. Comparação da resistência ao carregamento de três técnicas de fixação interna rígida utilizada no tratamento de fraturas condilares. Estudo in vitro em hemimandíbulas de poliuretano. 2005.

ASPRINO, L.; CONSANI, S.; DE MORAES, M. A comparative biomechanical evaluation of mandibular condyle fracture plating techniques. **J Oral Maxillofac Surg**, v.64, n.3, p.452-6, 2006.

BADRAN, S.A. et al. Photo-elastic stress analysis of initial alignment archwires. **Eur J Orthod**, v.25, n.2, p.117-25, 2003.

BAE, S.M. et al. Ultimate anchorage control. **Tex Dent J**, v.119, n.7, p.580-91, 2002.

BAUMGAERTEL, S.; RAZAVI, M.R.; HANS, M.G. Mini-implant anchorage for the orthodontic practitioner. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v.133, n.4, p.621-7, 2008.

CAPELLUTO, E.; LAUWERYNS, I. A simple technique for molar uprighting. **J Clin Orthod**, v.31, n.2, p.119-25, 1997.

CARANO, A.; TESTA, M.; SICILIANI, G. The Distal Jet for uprighting lower molars. **J Clin Orthod**, v.30, n.12, p.707-10, 1996.

CHACONAS, S.J.; CAUTO, A.A.; BRUNETTO, A.R. Force transmission characteristics of lingual appliances. **J Clin Orthod**, v.24, n.1, p.36-43, 1990.

CONSOLARO, A. et al. Mini-implantes: pontos consensuais e questionamentos sobre seu uso clínico. **Rev Dental Press de Ortodon. Ortop. Facial Maringá**, v.13, n.5, p.20-7, 2008.

DERTON, N. et al. Mandibular molar uprighting using mini-implants: different approaches for different clinical cases--two case reports. **Orthodontics (Chic.)**, v.13, n.1, p.138-45, 2012.

DIMATEO, R.C.; VILLA, N.; SENDYK, W.R. Movimentação de molares inferiores ancorados em miniparafusos. **Rev Dental Press de Ortodon. Ortop. Facial**, v.10, n.4, p.1-24, 2005.

GAZIT, E.; LIEBERMAN, M. A mesially impacted mandibular second molar. Treatment considerations and outcome: a case report. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v.103, n.4, p.374-6, 1993.

GIANCOTTI, A.; COZZA, P. Nickel titanium double-loop system for simultaneous distalization of first and second molars. **J Clin Orthod**, v.32, n.4, p.255-60, 1998.

GILL, D.S.; LEE, R.T.; TREDWIN, C.J. Treatment planning for the loss of first permanent molars. **Dent Update**, v.28, n.6, p.304-8, 2001.

HOENIGL, K.D. et al. The centered T-loop--a new way of preactivation. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v.108, n.2, p.149-53, 1995.

JANSON, M.R.P.; JANSON, R.R.P.; FERREIRA, P.M. Tratamento Interdisciplinar I: Considerações clínicas e biológicas na verticalização de molares. **Rev Dental Press de Ortodon. Ortop. Facial, Maringá** v.6, n.3, p.87-104, 2001.

KOGOD, M.; KOGOD, H.S. Molar uprighting with the piggyback buccal sectional arch wire technique. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v.99, n.3, p.276-80, 1991.

KOJIMA, Y.; MIZUNO, T.; FUKUI, H. A numerical simulation of tooth movement produced by molar uprighting spring. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v.132, n.5, p.630-8, 2007.

KRATOCHVIL, F.J.; THOMPSON, W.D.; CAPUTO, A.A. Photoelastic analysis of stress patterns on teeth and bone with attachment retainers for removable partial dentures. **J Prosthet Dent**, v.46, n.1, p.21-8, 1981.

LAGANÁ, A.C.C. Análise fotoelástica das distribuições de tensões ocorridas nas estruturas de suporte de cinco diferentes desenhos de implantes quando submetidos ao carregamento axial [dissertação]. **São Paulo: Universidade de São Paulo, Faculdade de Odontologia.**, 2011.

LEE, J.S.; PARK, H.S.; KYUNG, H.M. Micro-implant anchorage for lingual treatment of a skeletal Class II malocclusion. **J Clin Orthod**, v.35, n.10, p.643-7; quiz 20, 2001.

MAH, J.; BERGSTRAND, F. Temporary anchorage devices: a status report. **J Clin Orthod**, v.39, n.3, p.132-6; discussion 6; quiz 53, 2005.

MAIA, L.G.M. et al. Qualitative photoelastic study of the force system produced by retraction T-springs with different preactivations. **Dental Press J Orthod**, v.15, n.4, p.103-16, 2010.

MAJOURAU, A.; NORTON, L.A. Uprighting impacted second molars with segmented springs. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v.107, n.3, p.235-8, 1995.

MARASSI, C. et al. O uso de mini-implantes como auxiliares do tratamento ortodôntico. **Ortodontia, São Paulo**, v.38, n.3, p.256-65, 2005.

MELO, A.C.M. et al. Verticalização de molares inferiores com auxílio de mini-implantes: Ancoragem direta e indireta por meio de cantiléver. **J Ilapeo**, v.5, n.4, p.141-4, 2011.

MELSEN, B.; FIORELLI, G.; BERGAMINI, A. Uprighting of lower molars. **J Clin Orthod**, v.30, n.11, p.640-5, 1996.

NAKAMURA, A. et al. Photoelastic stress analysis of mandibular molars moved distally with the skeletal anchorage system. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v.132, n.5, p.624-9, 2007.

ORTON, H.S.; JONES, S.P. Correction of mesially impacted lower second and third molars. **J Clin Orthod**, v.21, n.3, p.176-81, 1987.

PARK, H.S.; KYUNG, H.M.; SUNG, J.H. A simple method of molar uprighting with micro-implant anchorage. **J Clin Orthod**, v.36, n.10, p.592-6, 2002.

REN, Y.; MALTHA, J.C.; KUIJPERS-JAGTMAN, A.M. Optimum force magnitude for orthodontic tooth movement: a systematic literature review. **Angle Orthod**, v.73, n.1, p.86-92, 2003.

ROBERTS, W.W., 3RD; CHACKER, F.M.; BURSTONE, C.J. A segmental approach to mandibular molar uprighting. **Am J Orthod**, v.81, n.3, p.177-84, 1982.

SAKIMA, T. et al. Alternativas mecânicas na verticalização de molares. Sistemas de força liberados pelos aparelhos. **Rev Dental Press Ortod Ortop Facial**, v.4, n.1, p.79-100, 1999.

SAWICKA, M.; RACKA-PILSZAK, B.; ROSNOWSKA-MAZURKIEWICZ, A. Uprighting partially impacted permanent second molars. **Angle Orthod**, v.77, n.1, p.148-54, 2007.

SHELHART, W.C. Case report: implants as anchorage for molar uprighting and intrusion. **Angle Orthod**, v.66, n.3, p.169-72, 1996.

SOUZA, R.S. et al. Avaliação do sistema de forças gerado pela alça T de retração, pré ativada segundo o padrão UNESP-Araraquara. **Rev Dental Press de Ortodon. Ortop. Facial**, v.8, n.5, p.113-22, 2003.

SOUZA, R.S. et al. Avaliação do sistema de forças gerado pela alça T de retração, pré ativada segundo o padrão Marcotte. **JBO: J Bras Ortod Ortop Facial**, v.10, n.55, p.50-8, 2005.

SWAIN, D. Novel calibration and color adaption schemes in three-fringe. . **RGB photoelasticity, Optics and lasers in engineering**, v.66320-329, 2015.

TAVANO, O. Determinação de linhas de referência para medições angulares em radiografias ortopantomográficas. **Odont. mod**, v.16, n.9, p.22-5, 1989.

TULLOCH, J.F. Uprighting molars as an adjunct to restorative and periodontal treatment of adults. **Br J Orthod**, v.9, n.3, p.122-8, 1982.

XUN, C.L. et al. Intrusion of overerupted maxillary molars with miniscrew implant anchorage: a radiographic evaluation. **J Huazhong Univ Sci Technolog Med Sci**, v.33, n.5, p.780-5, 2013.

YAO, C.C. et al. Maxillary molar intrusion with fixed appliances and mini-implant anchorage studied in three dimensions. **Angle Orthod**, v.75, n.5, p.754-60, 2005.

YOON, Y.J. et al. Stress distribution produced by the correction of the mandibular second molar in lingual crossbite. **Angle Orthod**, v.72, n.6, p.593-8, 2002.

YUN, S.W.; LIM, W.H.; CHUN, Y.S. Molar control using indirect miniscrew anchorage. **J Clin Orthod**, v.39, n.11, p.661-4, 2005.

ZAK, B. Photoelastische analyse in der orthodontischen mechanik. **Zeitschrift Feir Stomatologie**, v.33, p.22-37, 1935.

ZHANG, Y. Branch cutting algorithm for unwrapping photoelastic phase map with isotropic point. . **Optics and lasers in engineering**, v.50, n.5, p.619-31, 2012.
