

CENTRO DE CIÊNCIAS MÉDICAS

FACULDADE DE ODONTOLOGIA

CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM ORTODONTIA

**LINHAS DE AÇÃO DE FORÇAS TRANSVERSAIS COM O USO DE
MINI-IMPLANTES: MODELO MATEMÁTICO DE RETRAÇÃO EM MASSA EM
MAXILA E MANDÍBULA**

Marlon Sampaio Borges

Niterói

2007

UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE
FACULDADE DE ODONTOLOGIA
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM ORTODONTIA

Marlon Sampaio Borges, C.D.

**LINHAS DE AÇÃO DE FORÇAS TRANSVERSAIS COM O USO DE
MINI-IMPLANTES: MODELO MATEMÁTICO DE RETRAÇÃO EM MASSA EM
MAXILA E MANDÍBULA**

Trabalho de Conclusão apresentado ao Curso de Especialização em Ortodontia da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal Fluminense, como parte dos requisitos à obtenção do título de Especialista em Ortodontia.

Orientador: Prof^a. Regina Maria Lopes Neves – Mestre

Co-orientadores: Prof. Luiz Carlos da Silva Nunes – Doutor

Prof. Paulo Acioly Marques Santos – Doutor

Niterói

2007

**LINHAS DE AÇÃO DE FORÇAS TRANSVERSAIS COM O USO DE
MINI-IMPLANTES: MODELO MATEMÁTICO DE RETRAÇÃO EM MASSA EM
MAXILA E MANDÍBULA**

Marlon Sampaio Borges

Trabalho de Conclusão apresentado ao Curso de Especialização em Ortodontia da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal Fluminense, como parte dos requisitos à obtenção do título de Especialista em Ortodontia.

Aprovado em Dezembro de 2007

COMISSÃO EXAMINADORA

**Prof. Oswaldo de Vasconcellos Vilella, C.D. – Doutor
Universidade Federal Fluminense**

**Prof. Adriana Cury Alcântara Saramago, C.D. – Mestre
Universidade Federal Fluminense**

**Prof. Márcio Barroso Salomão, C.D. – Mestre
Universidade Federal Fluminense**

Niterói

2007

*"Todas as idéias inteligentes
já foram pensadas; é preciso
apenas tentar repensá-las."*

Goethe

DEDICATÓRIA

Dedico...

Aos **meus pais** José Marcos e Therezinha pelos incentivos de estudo desde criança; e ao apoio, amor e compreensão sempre prestados a mim.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, **José Marcos e Therezinha** pelo apoio moral, intelectual, financeiro e afetivo durante toda a minha vida.

A professora **Regina Neves**, grande amiga e orientadora, pela confiança que em mim depositou desde o início do projeto de pesquisa deste trabalho e à orientação prestada.

Ao professor **Nelson Mucha**, pelas sábias palavras e imprescindíveis ensinamentos nos seminários e na clínica ortodôntica. Levo comigo a sua filosofia inteligente, perspicaz, e responsável de tratamento ortodôntico.

Ao professor **Oswaldo Vilella**, pelas ricas orientações cefalométricas e por sua vasta bagagem cultural, transmitidos desde o início do curso.

Aos professores do curso de especialização em ortodontia da UFF, **Andréa Mota, Adriana Cury, Márcia Caetano, Márcio Barroso e Paulo Sérgio Assunção**, pela grande contribuição em minha formação ortodôntica.

Aos professores **Paulo Acioly M. dos Santos e Luiz Carlos Nunes**, por abrirem as portas da Faculdade de Física da UFF e pela valiosa e imprescindível co-orientação no desenvolvimento teórico deste trabalho.

A grande amizade de minhas colegas de curso da 6ª turma: **Carolina Couceiro, Larissa Capucho, Luciana Miranda, Luiza Bittencourt e Marcella Bruno** pela agradável e proveitosa companhia durante os 30 meses de curso. De agora em diante sempre farão parte de minha vida.

Ao amigo **Eduardo Kant Colunga Rothier** pelo incentivo e auxílio desde os tempos de graduação na UFRJ, para o meu ingresso na especialidade.

Aos novos colegas de curso da 7ª turma: **Ana Luiza, Daniela, Diego Sinimbú, Joelma, Luiz Felipe e Rodrigo.**

Aos funcionários do departamento de ortodontia.

Aos pacientes, que foram pacientes acima de tudo, em nosso aprimoramento técnico e intelectual.

RESUMO

Objetivos: Avaliar as linhas de ação de forças, suas resultantes e possíveis efeitos colaterais no plano transversal da maxila e mandíbula, através de modelos matemáticos, simulando a mecânica de retração para fechamento de espaços com o uso de mini-implantes como recurso de ancoragem esquelética em ortodontia.

Metodologia: Foram utilizadas ilustrações esquemáticas da maxila e mandíbula para a determinação e decomposição das linhas de ação de forças e suas componentes no sentido transversal, assim como a descrição das mesmas através de equações e modelo matemático.

Resultados: Após a decomposição de forças, verificou-se a possibilidade de ocorrência de um efeito colateral na mecânica de fechamento de espaços em massa, na região posterior dos arcos dentários (molares), que foi descrito no artigo como “crossing-over effect” – efeito de sobre cruzamento dentário.

Conclusões: Após o estudo das linhas de ação das forças, foram verificados efeitos colaterais com a utilização dos mini-implantes para a retração em massa dos dentes anteriores que deverão ser anulados através da utilização de acessórios ortodônticos auxiliares na maxila (barra transpalatina) e na mandíbula (arco lingual).

Palavras-Chave: Mini-Implantes; Biomecânica; Ancoragem esquelética.

ABSTRACT

Objectives: To evaluate the lines of action forces, and their possible side effects resulting in the transverse plane of the maxilla and mandible, through mathematical models, simulating the retraction for closure of spaces mechanics, using mini-implants as a resource for skeletal anchorage in orthodontics.

Methodology: Were used schematic illustrations of the maxilla and mandible to the the retraction for closure of spaces mechanics determination and decomposition of the lines of action of forces and their components in the cross direction, as well as a description of them through equations and mathematical model.

Results: After the analysis of forces, there was the possibility of a side effect during the mechanics of retraction for closure in mass of spaces mechanics in posterior portion of the dental arches (molars), which was described in the article as "crossing-over effect".

Conclusion: After the study of lines of action of forces, side effects were observed with the use of mini-implants for the retraction of anterior teeth in mass to be canceled through the use of orthodontics accessories in the maxilla (transpalatina bar) and mandible. (lingual arch).

Keywords: Mini-Implants; Biomechanics; skeletal anchorage.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	OBJETIVOS.....	14
2.1	OBJETIVO GERAL	14
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
3	MATERIAL E MÉTODO.....	15
3.1	MATERIAL	15
3.2	ANÁLISE TEÓRICA	17
3.3	ANÁLISE MÉTRICA – TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA	23
4	RESULTADOS.....	25
5	DISCUSSÃO	28
6	CONCLUSÕES	30
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	31

1 INTRODUÇÃO

Os dispositivos de ancoragem temporários são, indiscutivelmente, ferramentas valiosas para o controle de ancoragem durante o tratamento ortodôntico, porém o ortodontista deve estar atento à mecânica empregada, para minimizar os possíveis movimentos indesejáveis, visando obter o máximo de movimentos favoráveis ou desejáveis durante a retração dentária nos tratamentos que envolvem extrações dos quatro primeiros pré-molares.

KANOMI (1997) implantou mini-implante no osso basal abaixo das raízes dentárias, para prevenir dano às mesmas. Devido ao posicionamento distante do mini-implante em relação à linha de ação da força aplicada, esta ficou limitada pelos vetores verticais.

PARK (2001) por outro lado, implantou mini-implantes no osso alveolar na área inter-radicular dos dentes posteriores para aumentar o componente horizontal da força aplicada.

Nas últimas duas décadas, a utilização de equações e modelos matemáticos, tem tido um aumento considerável na predição dos efeitos do stress nos tecidos e na ação das forças (VASQUEZ, 2001; HAYASHI e cols., 2005).

Segundo MARCOTTE (2003), se existe um “segredo em ortodontia”, é: minimize ou elimine o número de efeitos indesejáveis do tratamento. A terceira lei de Newton permite a construção de diagramas de corpo livre para ilustrar situações de equilíbrio que mostram todos os efeitos desejáveis e indesejáveis. Apenas após entender e identificar esses efeitos indesejáveis, estes poderão ser satisfatoriamente controlados.

Nos tratamentos de pacientes adultos, um método de ancoragem máxima independente da colaboração do paciente, é uma abordagem adequada. Comparado com outros dispositivos de ancoragem, os mini-implantes têm sobressaído na preferência dos profissionais, pela facilidade de inserção e remoção, possibilidade de carga imediata, tamanho pequeno e baixo custo (LIOU, PAI, LIN, 2004; YAO, LEE, CHEN, CHANG, CHANG, CHEN, 2005; POGGIO, INCORVATI, VELO, CARANO, 2006; PARK, JEONG, KWON, 2006).

Sendo assim, os mini-implantes podem ser utilizados como ancoragem ortodôntica previsível e consistente na rotina prática ortodôntica. (ARAÚJO, NASCIMENTO, et. al, 2006; PARK, JEONG E KWON, 2006).

A escolha do local de inserção do mini-implante deve ser feita, baseada em regiões adequadas de tecidos moles, quantidade de osso cortical adequada, inclinação da implantação, tamanho do mini-implante (RESTLE, 2006; MONNERAT-AYLMER, 2006; POGGIO, 2006) e principalmente, no tipo de movimento dentário

que se está pretendendo fazer: intrusão, extrusão, ou fechamento de espaços, tanto para mesial quanto para distal.

No fechamento de espaços de extrações com ancoragem em mini-implantes e splints acrílicos na região dos dentes anteriores, para prevenir o movimento distal indesejável dos molares, produzido pela fricção superficial a partir do deslizamento entre o fio e o braquete, deve-se utilizar uma barra transpalatina na maxila e um arco lingual na mandíbula. (PARK, CHU, CHOI & CHOI, 2005).

Com a utilização de mini-implantes como recurso de ancoragem esquelética em ortodontia, surge a necessidade de definir princípios básicos para a aplicação criteriosa destes dispositivos de ancoragem. Em vista dos aspectos observados, deve-se entender a importância da biomecânica ortodôntica adequada, através do estudo das linhas de ação de forças que atuam na maxila e mandíbula, a partir da análise em modelos matemáticos, observando a decomposição das forças, a possível ocorrência de efeitos colaterais decorrentes da biomecânica ortodôntica e as formas mais adequadas para tentar atenuá-los ou até anulá-los, contribuindo assim, para a aplicação clínica racional destes dispositivos de ancoragem.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

O propósito deste estudo é avaliar e comparar qualitativamente as linhas de ação de forças e suas resultantes, com a utilização de mini-implantes para ancoragem, simulando a retração dos dentes anteriores superiores e inferiores através de modelos matemáticos.

2.2 Objetivos Específicos

- A. Descrever os efeitos indesejáveis transversais na maxila e mandíbula, das mecânicas de retração produzidos no controle de ancoragem com a utilização de mini-implantes.
- B. Propor modelos individualizados de retração em massa dos dentes anteriores.
- C. Explicar a possível causa da ocorrência de efeitos colaterais transversais indesejáveis e as tomadas de decisão que impeçam a manifestação clínica destes efeitos.

3 MATERIAL E MÉTODO

3.1 Material

Foram utilizadas imagens obtidas do tomógrafo *NewTom 9000 CBCT - Cone-Beam Computerized Tomography* (Figura 1) em formato *DICOM (Digital Imaging Communications in Medicine)* do banco de dados de imagens tomográficas do Curso de Especialização em Ortodontia da Universidade Federal Fluminense, Niterói, RJ. As imagens eram provenientes de 12 pacientes com má oclusão de Classe I biprotrusão, com necessidade de extração de quatro pré-molares, que se apresentaram para tratamento ortodôntico (Figura 2).



Figura 1: Aparelho de tomografia computadorizada de feixe cônico marca NewTom 9000.

As imagens tomográficas foram processadas e segmentadas no software MIMICS v.10 (Materialise Corp. – USA), separando estruturas como dente, osso cortical e osso esponjoso, de acordo com suas radiodensidades, expressas em Unidades Hounsfield (HU). Este software também foi utilizado para realizar as medições das tábuas ósseas corticais a partir dos cortes tomográficos.

Em seguida, as imagens foram renderizadas, gerando um formato tridimensional e obtendo-se figuras ilustrativas em corte e tridimensionais (Figuras 3, 4 e 5), que foram utilizadas para a determinação das linhas de ação de forças e suas componentes nos três planos do espaço, assim como a descrição das mesmas através de equações em modelo matemático.



Figura 2: Fotografia oclusal superior de um caso clínico de Classe I Biprotusão.

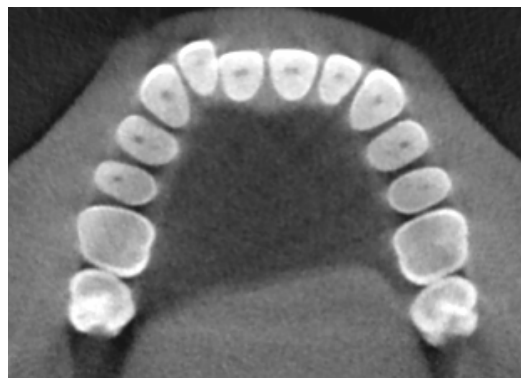


Figura 3: Corte axial da tomografia computadorizada, evidenciando a situação clínica de protrusão de incisivos.

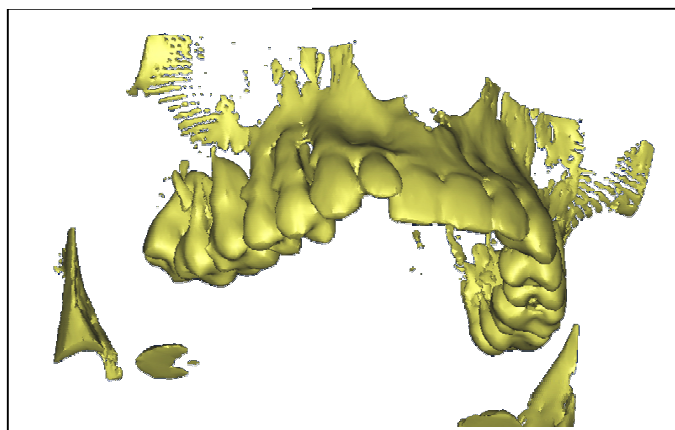


Figura 4: Reconstrução tridimensional de maxila e dentes superiores, a partir da tomografia computadorizada.

3.2 Análise Teórica

3.2.1 Efeitos Colaterais – Hipótese (Mecânica x Anatomia)

Foram comprovados durante a análise matemática, a ocorrência de efeitos colaterais que foram observados clinicamente.

Durante a simulação matemática de retração em massa através de mecânica por deslizamento com o uso de mini-implantes, verificou-se uma tendência de expansão do arco maxilar, sobretudo na região posterior da maxila (molares).

Entretanto, na arcada inferior, observou-se o efeito oposto, isto é, uma tendência de contração do arco dentário na região posterior da mandíbula.

Como resultado dos efeitos colaterais simultâneos de expansão e contração, respectivamente na maxila e na mandíbula, nota-se o desenvolvimento de uma mordida cruzada posterior total, durante a mecânica empregada para o fechamento de espaços, um efeito colateral que será descrito como “Efeito de Sobre cruzamento Dentário” (*Crossing-over Effect*). (Figura 8).

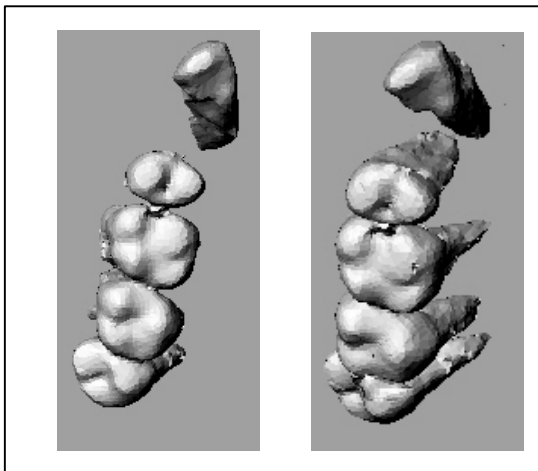


Figura 8 – Efeito colateral de expansão dos dentes posteriores na maxila durante o fechamento de espaços.

A hipótese levantada para a causa do efeito de sobre cruzamento dentário, reside em 2 aspectos: anatômico e mecânico.

Do ponto de vista anatômico, a diferença entre a espessura das corticais vestibular e lingual, tanto na maxila quanto na mandíbula, podem atuar como fatores de resistência ao movimento dentário, podendo ser maiores ou menores, dependendo da localização (maxila ou mandíbula).

Para tal comprovação, foi realizada uma análise métrica dos cortes tomográficos de uma amostra de maxilas e mandíbulas, visando a comprovação da hipótese levantada.

Do ponto de vista mecânico, pode-se explicar o fenômeno do sobre cruzamento dentário maxilomandibular através da decomposição das forças que atuam nos sistemas da maxila e mandíbula. (Figuras 9 e 10).

Deve-se ressaltar também a diferença na localização dos dispositivos de ancoragem na maxila e mandíbula, uma vez que o local mais adequado para a inserção de mini-implantes na maxila localiza-se entre os segundos pré-molares e os

primeiros molares, e na mandíbula o local de eleição fica entre os primeiros e segundos molares mandibulares. (DEGUCHI 2006; POGGIO 2006).

Desta forma, na maxila os mini-implantes estão mais mesiais em relação à mandíbula, como ilustrado nas figuras 9 e 10, determinando diferenças na magnitude dos vetores das forças resultantes quando decompostas no sentido transversal e antero-posterior.

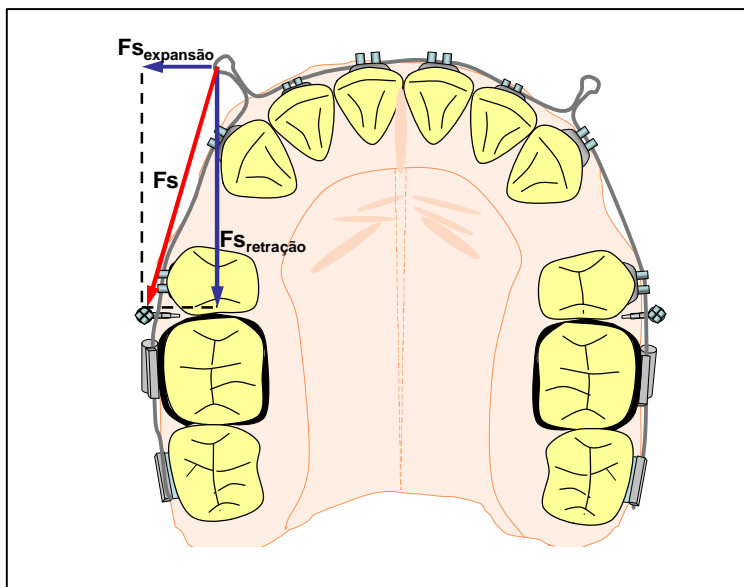


Figura 9: Vista oclusal da maxila com a decomposição das forças atuantes no sistema.

- ? F_s – Força resultante superior.
- ? $F_{s.expansão}$ – Componente superior de expansão.
- ? $F_{s.retração}$ – Componente superior de retração.

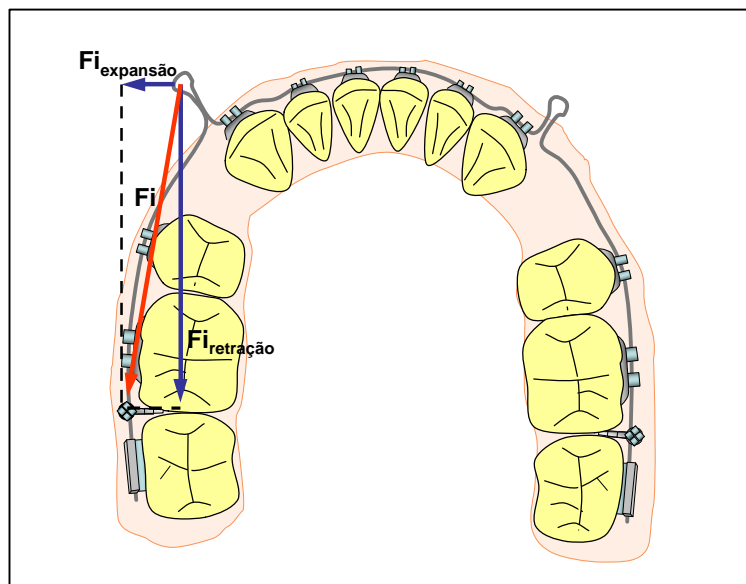


Figura 10: Vista oclusal da mandíbula com a decomposição das forças atuantes no sistema.

- ? F_i – Força resultante inferior.
- ? $F_{i.expansão}$ – Componente inferior de expansão.
- ? $F_{i.retração}$ – Componente inferior de retração.

3.2.2 Decomposição dos Vetores de Forças – Superior e Inferior

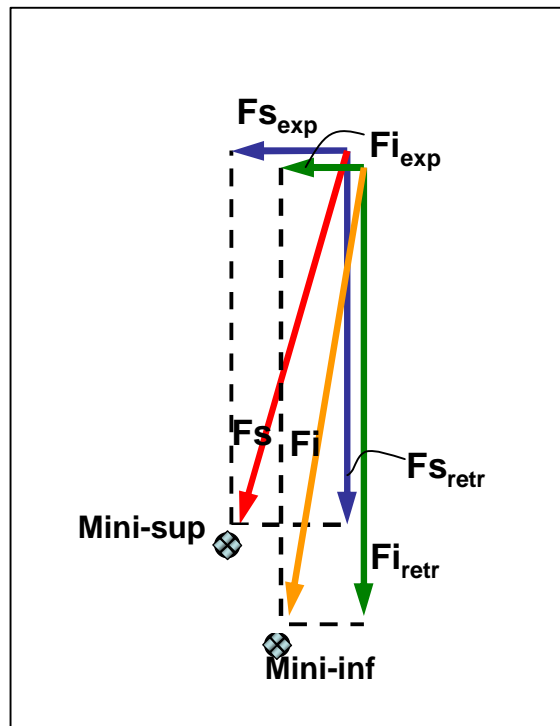


Figura 11: Diagrama de decomposição das forças na maxila e na mandíbula em relação aos mini-implantes.

- ? $F_{s.exp}$ – Componente superior de expansão.
- ? $F_{s.retr}$ – Componente superior de retração.
- ? F_s – Força resultante superior até o mini-implante.
- ? $F_{i.exp}$ – Componente inferior de expansão.
- ? $F_{i.retr}$ – Componente inferior de retração.
- ? F_i – Força resultante inferior até o mini-implante.

De acordo com o diagrama apresentado na figura 11, pode-se explicar fisicamente o efeito colateral transversal de sobrecruzamento dentário.

Na maxila, a componente de força superior de expansão ($F_{s_{expansão}}$) é maior que na mandíbula ($F_{i_{expansão}}$).

Através de medidas realizadas nas tomografias computadorizadas, foi verificado que a espessura média das corticais ósseas vestibulares e linguais são diferentes na maxila e na mandíbula.

Na maxila, a cortical vestibular é menos espessa que a cortical lingual.

Na mandíbula, verificou-se uma relação inversa, onde a cortical vestibular é mais espessa que a lingual.

Assim sendo, a resistência óssea vestibular maxilar ($R_{s_{vest}}$), é menor que a resistência óssea lingual maxilar e conseqüentemente, a resistência óssea vestibular mandibular ($R_{i_{vest}}$) é maior que a resistência óssea lingual mandibular.

Se : Força superior $_{expansão} >$ Força inferior $_{expansão}$, e

Resistência superior $_{vestibular} <$ Resistência inferior $_{vestibular}$.

Efeitos :

- ? Maxila – Expansão do arco posterior
- ? Mandíbula – Contração do arco posterior
- ? Resultado – Sobrecruzamento dentário na região posterior – *Crossing-over Effect*

3.3 Análise Métrica – Tomografia Computadorizada

DEGUCHI, 2006; LEE, et al., 2007, concluíram que a espessura da cortical vestibular no sentido vestibulo-lingual é menor (mais delgada) que a espessura da cortical lingual no sentido vestibulo-lingual na arcada superior, na região posterior da maxila (molares).

No presente estudo, foram realizadas as medidas das respectivas corticais ósseas, a partir dos cortes das tomografias computadorizadas da amostra da pesquisa.

Foram tomadas as medidas das corticais vestibulares e palatinas (linguais) na região mediana dos dentes 2° molares, 1° molares e 2° pré-molares, respectivamente, de uma hemi arcada na maxila e na mandíbula. As medidas foram realizadas na altura da crista óssea alveolar, 2mm e 5mm acima da crista em corte tomográfico coronal. (Figura 12).

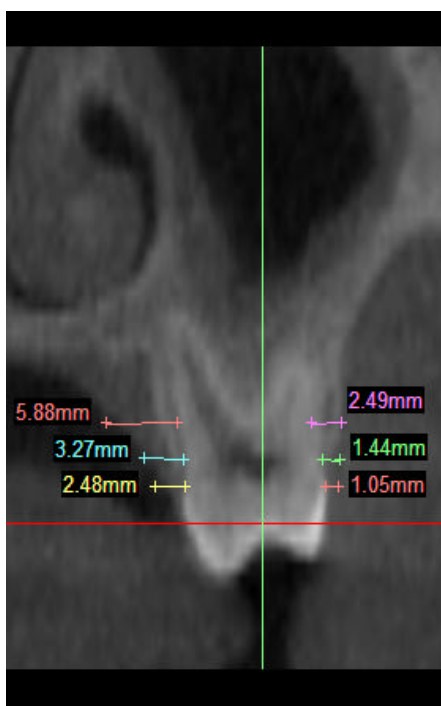


Figura 12: Corte coronal da TC com as respectivas medições das corticais ósseas vestibulares e linguais na maxila.

Na figura 13 em corte sagital, pode-se visualizar a orientação do centro do dente e a relação com a crista óssea adjacente.

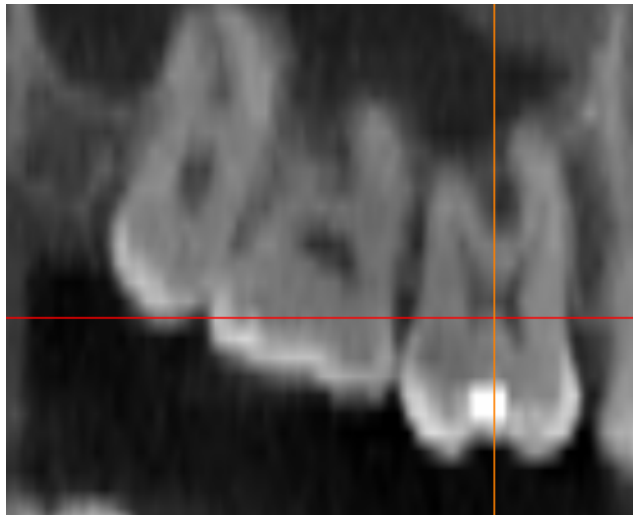


Figura 13: Corte sagital da TC evidenciando o centro do dente medido e a relação com as cristas ósseas adjacentes.

4 RESULTADOS

As médias e os desvios padrões das medidas das corticais vestibulares e linguais dos dentes: 2° pré-molar, 1° molar e 2° molar (hemi arco) na maxila, encontram-se nas TABELAS 1 e 2.

As médias e os desvios padrões das medidas das corticais vestibulares e linguais dos dentes 2° pré-molar, 1° molar e 2° molar (hemi arco) na mandíbula, encontram-se nas TABELAS 3 e 4.

TABELA 1: Médias das medidas das corticais vestibulares na maxila.

ALTURA DO CORTE	DENTES – MÉDIAS – VESTIBULAR		
	2° PRÉ-MOLAR	1° MOLAR	2° MOLAR
5mm	2,95	2,64	2,61
Desvio Padrão	1,32	0,65	0,60
2mm	2,12	2,26	2,03
Desvio Padrão	0,43	0,58	0,66
Crista Óssea	1,16	1,09	1,02
Desvio Padrão	0,25	0,78	0,66

n=12

TABELA 2: Médias das medidas das corticais linguais na maxila.

ALTURA DO CORTE	DENTES – MÉDIAS – LINGUAL		
	2° PRÉ-MOLAR	1° MOLAR	2° MOLAR
5mm	6,11	6,29	7,57
Desvio Padrão	1,35	1,12	1,23
2mm	4,62	4,36	5,76
Desvio Padrão	1,13	1,20	1,08
Crista Óssea	3,17	3,40	4,30
Desvio Padrão	0,76	1,10	1,44

n = 12

TABELA 3: Médias das medidas das corticais vestibulares na mandíbula.

ALTURA DO CORTE	DENTES – MÉDIAS – LINGUAL		
	2° PRÉ-MOLAR	1° MOLAR	2° MOLAR
5mm	2,23	2,46	3,94
Desvio Padrão	0,69	0,70	0,73
2mm	2,10	1,87	3,60
Desvio Padrão	0,70	0,67	0,86
Crista Óssea	1,67	1,52	2,52
Desvio Padrão	0,76	0,49	0,88

n = 12

TABELA 4: Médias das medidas das corticais linguais na mandíbula.

ALTURA DO CORTE	DENTES – MÉDIAS – LINGUAL		
	2° PRÉ-MOLAR	1° MOLAR	2° MOLAR
5mm	1,99	1,86	1,95
Desvio Padrão	0,64	0,34	0,51
2mm	1,55	1,31	1,56
Desvio Padrão	0,75	0,47	0,52
Crista Óssea	1,22	0,56	0,81
Desvio Padrão	0,62	0,57	0,65

n = 12

Na maxila, a espessura da cortical vestibular é menor que na cortical lingual, resultando em menor resistência ao movimento dentário para a vestibular, conseqüentemente, ocorrendo uma expansão dos dentes posteriores superiores.

Na mandíbula, a situação é inversa. A espessura da cortical vestibular é maior que na cortical lingual, resultando em maior resistência ao movimento dentário para a vestibular, conseqüentemente, permitindo uma contração dos dentes posteriores inferiores para a lingual da mandíbula.

5 DISCUSSÃO

CORNELIS E DE CLERCK (2006), realizaram um estudo biomecânico com ancoragem esquelética, utilizando o modelo de retração isolada dos caninos. Concluíram que, retraindo isoladamente os caninos, os mesmos apresentavam um momento de rotação para a distal, promovendo desta forma, uma tendência de contração na região posterior do arco ortodôntico, que não foi comprovada clinicamente no caso clínico apresentado pelos autores no mesmo artigo.

Estudos futuros que avaliem as modificações no sentido transversal, ântero-posterior e vertical devem ser realizados, através de observações clínicas e mensurações controladas em pacientes que estejam em tratamento ortodôntico em fase de fechamento de espaços na maxila após exodontia de primeiros pré-molares.

Além disso, ensaios mecânicos em computador devem ser realizados através do método dos elementos finitos (MEF), para um melhor entendimento da distribuição das componentes de forças envolvidas na maxila e mandíbula, em função de outras variáveis como densidade óssea, espessura do fio ortodôntico, fricção superficial entre o fio e os braquetes, entre outras.

Analogamente ao tratamento convencional ortodôntico com o uso de ancoragem maxilar através de aparelho extrabucal, entende-se que a ancoragem na

mandíbula não é crítica nos casos de má-oclusão de classe I biprotrusão, exceto nos casos onde exista uma discrepância acentuada no arco inferior, aliada à biprotrusão.

Desta forma, pode-se considerar a utilização de mini-implantes para controle de ancoragem somente na maxila, analogamente como tem sido feito desde os primórdios da ortodontia moderna com os aparelhos extrabucais, apoiados em molares superiores apenas (maxila).

Este protocolo de utilização de mini-implantes no arco superior reduziria o tempo cirúrgico e a ocorrência de efeitos colaterais decorrentes da mecânica com mini-implantes nas duas arcadas, pois apenas a maxila receberia os mini-implantes e o fechamento de espaços na mandíbula ocorreria da forma convencional, utilizando-se cadeias elastoméricas, e/ou arcos com alças de fechamento com amarração distal (*tie-backs*).

6 CONCLUSÕES

De acordo com a metodologia empregada neste estudo e com base nos resultados obtidos das análises, foi possível concluir que:

- 6.1 Observou-se um efeito colateral durante a mecânica de fechamento de espaços em massa, na região posterior da maxila e mandíbula (molares), que foi descrito no artigo como “crossing-over effect” – efeito de sobre cruzamento dentário.
- 6.2 O modelo de retração em massa através da mecânica de deslizamento do arco ortodôntico, através de ganchos e molas, mostrou-se racional, evitando efeitos indesejáveis de rotações e intrusões quando comparados à retração isolada dos caninos.
- 6.3 A média das medidas em espessura das corticais vestibulares são menores que as corticais linguais na maxila.
Para a mandíbula, a média das medidas em espessura das corticais vestibulares são maiores que as corticais linguais, isto é, ocorre o oposto quando comparada à maxila.
A utilização de aparelho ortodôntico auxiliar na maxila (barra transpalatina) e na mandíbula (arco lingual) deve ser eleita de modo a anular as componentes de forças indesejáveis no sentido transversal, durante a mecânica de fechamento de espaços.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO T.M., NASCIMENTO M.H.A., BEZERRA F., SOBRAL M.C. Ancoragem Esquelética em Ortodontia com Miniimplantes. *Revista Dental Press de Ortodontia*, Maringá, v. 11, n. 4, p. 126-156, jul./ago 2006.

CORNELIS M.A., DE CLERCK H.J., Biomechanics of Skeletal Anchorage Part 1 Class II Extraction Treatment. *J Clin Orthod*, v. XL, n. 4, p. 261-269, 2006.

DEGUCHI T., NASUO M, MURAKAMI K. YABUUCHI T. KAMIOKA H., TAKANO-YAMAMOTO T. Quantitative evaluation of cortical bone thickness with computed tomographic scanning for orthodontic implants. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.*, St. Louis, v. 129, n. 6, p. 721.e7-721.e12, 2006.

HAYASHI K, HAMAYA M, MIZOGUCHI I. Simulation study for a Finite Helical Axis Analyses of tooth Movement. *Angle Orthod*. 2005; 75(3): 350-355.

KANOMI R. Mini-implant for orthodontic anchorage. *J Clin Orthod*. v. 31, p. 763-767, 1997.

LEE J.S., et al. **Applications of Orthodontics Mini-Implants**. Canadá: Quintessence Publishing Co, Inc, 2007.

LIOU E.J., PAI B.C.J., LIN J.C.Y. Do miniscrews remain stationary under orthodontic forces . **Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.**, St. Louis, v. 126, n. 1, p. 42-47, July, 2004.

MARCOTTE M.R., **Biomecânica em Ortodontia**. 2. ed. São Paulo: Editora Santos, 2003.

MONNERAT-AYLMER C. **Mapeamento tomográfico inter-radicular da região anterior da mandíbula para inserção de mini-implantes com finalidade ortodôntica**. 2006. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Odontologia, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2006.

PARK H., JEONG S., KWON O. Factors affecting the clinical success of screw implants used as orthodontic anchorage. **Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.**, St. Louis, v. 130, n. 1, p. 18-25, July, 2006.

PARK Y.C., CHU J.H, CHOI Y.J, CHOI N.C. Extraction Space Closure with Vacuum-Formed Splints and Miniscrew Anchorage. **J Clin Orthod**. v. 39, p. 76-79, 2005.

PARK S., BAE M., KYUNG M., SUNG H. Micro-implant anchorage for treatment of skeletal Class I bialveolar protrusion. **J Clin Orthod**. v. 35, p. 417-422, 2001.

POGGIO, P.M.; INCORVATI, C.; VELO, S.; CARANO, A. "Safe zones": a guide for miniscrew positioning in the maxillary and mandibular arch. **Angle Orthod.**, Appleton, v. 76, n. 2, p. 191-197, 2006.

VÁSQUEZ M., CALAO E, BECERRA F, OSSA J, ENRÍQUEZ C, FRESNEDA E. Initial Stress Differences Between Sliding and Sectional Mechanics with an Endosseous Implant as Anchorage: A 3-Dimensional Finite Element Analysis. **Angle Orthod.** Appleton, v. 71, n. 4, p. 247-256, 2001.

RESTLE L. **Mapeamento tomográfico inter-radicular da região posterior da mandíbula para inserção de mini-implantes com finalidade ortodôntica.** 2006. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Odontologia, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2006.

YAO C.J., LEE J., CHEN H., CHANG Z.J., CHANG H., CHEN Y. Maxillary molar intrusion with fixed appliances and mini-implant anchorage studied in three dimensions. **Angle Orthod.** Appleton, v. 75, n. 5, p. 754-760, 2005.