

**UNIVERSIDADE PAULISTA – UNIP**

**AVALIAÇÃO ATRAVÉS DA FOTOELASTICIDADE  
DE DIFERENTES MECANISMOS DE  
VERTICALIZAÇÃO DE MOLARES INFERIORES  
INCLINADOS MESIALMENTE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Universidade Paulista – UNIP, para obtenção do título de mestre em Odontologia.

**ODILON J. F. SOUZA**

**SÃO PAULO**

**2013**

**UNIVERSIDADE PAULISTA – UNIP**

**AVALIAÇÃO ATRAVÉS DA FOTOELASTICIDADE  
DE DIFERENTES MECANISMOS DE  
VERTICALIZAÇÃO DE MOLARES INFERIORES  
INCLINADOS MESIALMENTE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Universidade Paulista – UNIP, para obtenção do título de mestre em Odontologia.

Orientadora: Profa. Dra. Cristina Lucia Feijó  
Ortolani

**ODILON J. F. SOUZA**

SÃO PAULO

2013

Souza, Odilon José Fernandes de.  
Avaliação através da fotoelasticidade de diferentes mecanismos de verticalização de molares inferiores inclinados mesialmente / Odilon José Fernandes de Souza - 2013.

13 f.: il. color. +DVD.

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Universidade Paulista, São Paulo, 2013.

Área de Concentração: Ortodontia - Clínica Infantil.

Orientadora: Profª. Dra. Cristina Lucia Feijó Ortolani.

Coorientador: Prof. Dr. Kurt Faltin Junior.

1. Verticalização de molar. 2. Fotoelasticidade. 3. Biomecânica segmentada. I. Título. II. Ortolani, Cristina Lucia Feijó (orientadora). III. Faltin Junior, Kurt (coorientador).

**ODILON J. F. SOUZA**

**AVALIAÇÃO ATRAVÉS DA FOTOELASTICIDADE  
DE DIFERENTES MECANISMOS DE  
VERTICALIZAÇÃO DE MOLARES INFERIORES  
INCLINADOS MESIALMENTE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Universidade Paulista – UNIP, para obtenção do título de mestre em Odontologia.

Aprovado em:

**BANCA EXAMINADORA**

\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Kurt Faltin Jr.  
Universidade Paulista – UNIP

\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Andre P. de M. Berto  
Universidade Estadual Paulista – UNESP-Araçatuba

\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_  
Profa. Dra. Cristina Lucia Feijó Ortolani  
Universidade Paulista UNIP

Dedico este trabalho à minha Mãe pelo apoio em todas as fases da minha vida e  
pelo exemplo de superação.  
À minha esposa Pâmela pelo amor e incentivo nestes últimos anos.  
Aos que se foram pela proteção e inspiração e aos meus irmãos e sobrinhos pelo  
apoio em tantas fases da minha vida

Agradeço muito aos meus mestres Prof. Dr. Kurt e à minha orientadora Profa. Dra. Cristina pois souberam extrair o que havia de melhor em mim.

Aos colegas mestrandos, em especial ao Celso, Aline e Milena pelos 2 anos de companheirismo

Aos funcionários da secretaria da UNIP por me ajudarem prontamente em todas as minhas necessidades e dúvidas .

## RESUMO

Em decorrência das necessidades estéticas e funcionais, a procura por tratamentos ortodônticos pela população adulta aumentou significativamente nos consultórios. Esses pacientes frequentemente apresentam dentição mais envelhecida, o que pode complicar o tratamento ortodôntico.

Dentre os desafios encontrados em pacientes adultos estão a perda do primeiro molar inferior e a inclinação do segundo molar inferior.<sup>1-4</sup>

A inclinação gera problemas articulares, periodontais e dificuldade na reabilitação protética.<sup>1-4</sup>

Para reposicionar o dente à sua posição correta na arcada, diversos dispositivos para a verticalização de molares inferiores foram elaborados<sup>2-12</sup>, mas pouco se fala da análise qualitativa e quantitativa das forças por eles geradas.<sup>13-15</sup> Com o objetivo de avaliar a distribuição de forças das molas de verticalização de molares inferiores inclinados mesialmente, realizou-se um estudo de fotoelasticidade<sup>13, 14, 16-19</sup>, e para isso se confeccionou um modelo de material elástico com dentes artificiais; por meio do polaroscópio ortodôntico observaram-se os efeitos de uma mola de verticalização com inserção por mesial e outra com inserção por distal. Com máquina fotográfica Cannon T3 se registraram as franjas geradas pela ativação das molas, posteriormente analisadas pelo software MATLAB. Os gráficos gerados pelo programa foram avaliados e se observou diferença estatisticamente significativa na região distal das raízes dos dentes entre as molas com inserção por mesial e distal, sendo que a mola com inserção por mesial apresentou maior acúmulo de forças. Na região mesial das raízes não houve diferença estatisticamente significativa entre a mola por mesial e por distal. A inserção da mola por mesial do bráquete molar mostrou maior concentração de forças na região distal, indicando que o seu eixo de rotação está deslocado para distal, podendo ter efeito extrusivo. A inserção da mola por distal do bráquete molar apresentou menor concentração de forças, demonstrando que o seu eixo de rotação permaneceu mais próximo do seu eixo original, gerando menor efeito extrusivo.

**Palavras-Chave:** Verticalização de molar. Fotoelasticidade. Biomecânica segmentada.

## ABSTRACT

Due to the aesthetic and functional needs, the demand for orthodontic treatment among adults increased significantly in clinics. These patients have often more dental problems, which may complicate the orthodontic treatment.

Among the encountered challenges in adult patients are the loss of first molar and second lower molar inclination.<sup>1-4</sup>

The inclination causes joint, periodontal problems and difficulty in prosthetic rehabilitation.<sup>1-4</sup> To repositioning tooth to its position in the arch, several devices for up righting molars were developed<sup>2-12</sup>, few researches are about the qualitative and quantitative analysis of generated forces by these devices.<sup>13-15</sup> In order to evaluate the forces distribution of up righting spring of mesially inclined molars, a photo elasticity study was performed<sup>13, 14, 16-19</sup>, and for it, a model of elastic material with artificial teeth was made; and through orthodontic polariscope, effects of the force were observed using a up righting spring with insertion by mesial and distal. With a Cannon T3 camera, fringes generated by activation of the springs were registered, then analyzed by MATLAB software. Graphs generated by the software were evaluated and a statistically significant difference was observed in distal region of the root for springs, with mesial and distal insertion. Insertion of spring for mesial showed higher accumulation of forces. In region of the mesial roots there was no statistically significant difference between the mesial and distal insertion. The insertion of the spring for mesial in molar bracket showed higher concentration of forces in distal region, indicating that its axis of rotation is displaced distally, and may have extrusive effect. The spring insertion for distal showed a lower concentration of forces, demonstrating that its axis of rotation remained closer to its original axis, causing less extrusive effect.

**Key-words:** Molar uprighting. Sectional biomechanics. Photoelasticity

## LISTA DE FIGURAS

Figure 01 – Schematic of lower molar uprighting cantilever spring, fabricated with 0.019"x0.025" steel wire and placed mesially relative to the molar bracket..... **Erro! Indicador não definido.**

Figure 02 – Schematic of lower molar uprighting cantilever spring, fabricated with 0.019"x0.025" steel wire and placed distally relative to the molar bracket..... **Erro! Indicador não definido.**

Figure 03 – Schematic showing Zeusan tension gauge measuring uprighting cantilever spring placed mesially (130g of force)..... **Erro! Indicador não definido.**

Figure 04 – Schematic showing Zeusan tension gauge measuring uprighting cantilever spring placed distally (130g of force)..... **Erro! Indicador não definido.**

Figure 05 – Results obtained in the orthodontic polariscope with uprighting cantilever spring placed mesially (130g. of force)..... **Erro! Indicador não definido.**

Figure 06 – Results obtained in the orthodontic polariscope with uprighting cantilever spring placed distally (130g. of force)..... **Erro! Indicador não definido.**

Figure 07 – Regions examined on photo taken of model - with the aid of polariscope - showing cantilever spring placed distally..... **Erro! Indicador não definido.**

Figure 08 – Regions examined on photo taken of model - with the aid of polariscope - showing cantilever spring placed mesially..... **Erro! Indicador não definido.**

## **SUMÁRIO**

INTRODUÇÃO .....	9
CONCLUSÃO GERAL .....	11
REFERENCIAS.....	12

## INTRODUÇÃO

Em decorrência de necessidades estéticas e maior conscientização dos profissionais da saúde e dos pacientes sobre a importância de uma boa oclusão e os malefícios ocasionados por um desequilíbrio na mesma, cresce o número de pacientes adultos que procuram tratamentos ortodônticos. Entre esses pacientes, a perda do primeiro molar inferior é freqüente; o molar sofre mesioangulação por falta de contato proximal e por componentes mediais de forças oriundas da oclusão. A mesioangulação é uma característica dessas forças.<sup>1-4</sup> Essa inclinação gera diversos problemas, como disfunção da articulação têmporo mandibular (DTM), problemas periodontais, em consequência da ocorrência de bolsas periodontais, dificuldade de higienização, dificuldades de reabilitação protética e problemas de oclusão por extrusão do antagonista e má distribuição das forças oclusais.<sup>1-4</sup> A verticalização do molar inclinado propicia alterações periodontais e oclusais desse elemento.<sup>2, 3, 6, 7, 20</sup> Periodontalmente é possível observar melhora na profundidade da bolsa com reposicionamento do tecido periodontal. Funcionalmente, para ele ser reabilitado corretamente, as raízes devem estar dispostas perpendicularmente ao plano oclusal, pois a incidência de forças mastigatórias corretas leva ao equilíbrio da oclusão.

Diversos dispositivos foram desenvolvidos para tentar solucionar esse problema,<sup>2-12, 21</sup> as mecânicas mais utilizadas para a verticalização de molares inferiores é a de “tip Back” ou “Cantilever”, utilizando segmentos de fio ortodôntico retangular com alças ou molas colocadas no tubo molar, que se estendem até a unidade de ancoragem ou até a região anterior do arco. Algumas dessas molas de verticalização de molares apresentam como efeito a extrusão dental, que pode gerar desconforto sobre o elemento que está sendo verticalizado, desconforto na ATM, agravar problemas periodontais e abertura de mordida.<sup>2, 11, 22</sup> No que diz respeito à ancoragem, esta deve estar estável o suficiente para não ocorrerem efeitos adversos.<sup>4</sup> Vários dispositivos podem ser utilizados com essa finalidade, sendo os principais os aparelhos fixos com bráquetes colados e arco calibroso e mini-implantes.<sup>4</sup>

Com o propósito de pesquisar o dispositivo com menor efeito colateral, nosso estudo utilizou duas molas de verticalização, sendo uma com inserção por mesial e outra com inserção por distal; observamos o sentido das forças a partir de estudo

fotoelástico, que por meio de material birrefringente sob a luz polarizada transforma as forças produzidas pelos dispositivos em luz visível (franjas).<sup>13-16</sup> Essas franjas foram analisadas pelo software MATLAB, capaz de quantificar essa concentração de cores, tornando possível evidenciar a distribuição das forças<sup>23-25</sup> e assim evidenciar o eixo de rotação<sup>5</sup> do elemento a ser verticalizado<sup>2, 12</sup>, demonstrando o efeito intrusivo e extrusivo. Sabendo onde está o eixo de rotação, o clínico será capaz de determinar qual tipo de movimento é mais indicado para cada caso, minimizando os efeitos colaterais, com tratamento mais eficiente.

## CONCLUSÃO GERAL

As molas de verticalização são os dispositivos mais comumente utilizados por diversos autores, diferindo na maioria dos casos em poucos detalhes.

A partir de estudo fotoelástico foi possível observar, pela leitura das franjas formadas pela deformação do modelo criada pelas molas de verticalização, áreas que sofrem maior ou menor pressão ou tensão, o que geraria em um organismo uma área de resposta biológica.

A inserção da mola por mesial do bráquete molar mostrou maior concentração de forças na região distal, indicando que o seu eixo de rotação está deslocado para distal, podendo ter efeito extrusivo; e a inserção da mola por distal do bráquete molar apresentou menor concentração de forças, demonstrando que o seu eixo de rotação permaneceu mais próximo do seu eixo original, gerando menor efeito extrusivo.

Cabe ao clínico selecionar cada dispositivo de acordo com o objetivo individual do tratamento.

## REFERENCIAS

1. Andrews LF. The straight-wire appliance. *Br J Orthod* 1979;6(3):125-43.
2. Roberts WW, 3rd, Chacker FM, Burstone CJ. A segmental approach to mandibular molar uprighting. *Am J Orthod* 1982;81(3):177-84.
3. Tuncay OC, Biggerstaff RH, Cutcliffe JC, Berkowitz J. Molar uprighting with T-loop springs. *J Am Dent Assoc* 1980;100(6):863-6.
4. Tulloch JF. Uprighting molars as an adjunct to restorative and periodontal treatment of adults. *Br J Orthod* 1982;9(3):122-8.
5. Christiansen RL, Burstone CJ. Centers of rotation within the periodontal space. *Am J Orthod* 1969;55(4):353-69.
6. Weiland FJ, Bantleon HP, Droschl H. Molar uprighting with crossed tipback springs. *J ClinOrthod* 1992;26(6):335-7.
7. Reynolds LM. Uprighting lower molar teeth. *Br J Orthod* 1976;3(1):45-51.
8. Capelluto E, Lauweryns I. A simple technique for molar uprighting. *J ClinOrthod* 1997;31(2):119-25.
9. Sander FG, Wichelhaus A. [The clinical use of the new NiTi-SE-steel uprighting spring]. *FortschrKieferorthop* 1995;56(6):296-308.
10. Sander FG, Wichelhaus A, Schiemann C. Intrusion mechanics according to Burstone with the NiTi-SE-steel uprighting spring. *J OrofacOrthop* 1996;57(4):210-23.
11. Shellhart WC, Oesterle LJ. Uprighting molars without extrusion. *J Am Dent Assoc* 1999;130(3):381-5.
12. Romeo DA, Burstone CJ. Tip-back mechanics. *Am J Orthod* 1977;72(4):414-21.
13. Brodsky JF, Caputo AA, Furstman LL. Root tipping: a photoelastic-histopathologic correlation. *Am J Orthod* 1975;67(1):1-10.
14. Caputo AA, Chaconas SJ, Hayashi RK. Photoelastic visualization of orthodontic forces during canine retraction. *Am J Orthod* 1974;65(3):250-9.
15. Clifford PM, Orr JF, Burden DJ. The effects of increasing the reverse curve of Spee in a lower archwire examined using a dynamic photo-elastic gelatine model. *Eur J Orthod* 1999;21(3):213-22.

16. Kratochwil FJ, Caputo AA. [Photoelastic analysis of bite force on teeth- and mucous membrane supported removable prostheses]. *Dent Labor (Munch)* 1975;23(10):1120-5.
17. Baeten LR. Canine retraction: a photoelastic study. *Am J Orthod* 1975;67(1):11-23.
18. Chaconas SJ, Caupio AA, Miyashita K. Force distribution comparisons of various retraction archwires. *Angle Orthod* 1989;59(1):25-30.
19. Glickman I, Roeber FW, Brion M, Pameijer JH. Photoelastic analysis of internal stresses in the periodontium created by occlusal forces. *J Periodontol* 1970;41(1):30-5.
20. Diedrich PR. Orthodontic procedures improving periodontal prognosis. *Dent Clin North Am* 1996;40(4):875-87.
21. Melsen B, Fiorelli G, Bergamini A. Uprighting of lower molars. *J ClinOrthod* 1996;30(11):640-5.
22. Burch JG, Bagci B, Sabulski D, Landrum C. Periodontal changes in furcations resulting from orthodontic uprightness of mandibular molars. *Quintessence Int* 1992;23(7):509-13.
23. Ricketts RM. Biopressive therapy as an answer to orthodontic needs. Part II. *Am J Orthod* 1976;70(4):359-97.
24. Ricketts RM. Biopressive therapy as an answer to orthodontic needs. Part I. *Am J Orthod* 1976;70(3):241-68.
25. Reitan K. Clinical and histologic observations on tooth movement during and after orthodontic treatment. *Am J Orthod* 1967;53(10):721-45.