



# Biomecânica dos Movimentos Dentários

## **INTRODUÇÃO**

A correção das maloclusões exige conhecimentos das mais diversas áreas, os quais envolvem aspectos biológicos e aplicações de princípios biomecânicos para que se consiga os movimentos desejados.

Teoricamente os aparelhos ortodônticos são projetados para produzir uma força que determinaria uma resposta tecidual ótima para o tecido e no ligamento periodontal. Entretanto, os modelos matemáticos de forças e as demonstrações histológicas das mudanças celulares devem ser controlados pela experiência clínica para permitir o controle de rotina na prática ortodôntica.

Em casos de expansão rápida de maxila ou outros tratamentos ortopédicos, pode-se aceitar a aplicação de excesso de força.

DE ANGELIS<sup>5</sup> (1970) e GRABER<sup>11</sup> (1979), relataram que as pressões e tensões no ligamento periodontal de grandezas diferentes, dão início ao movimento dentário através de mecanismos de reabsorção e aposição óssea.

INTERLANDI<sup>13</sup> (1994) afirmou que quando a força é aplicada sobre o elemento dentário, este se desloca no interior do espaço alveolar, o que provoca o estiramento de algumas fibras periodontais e a compressão de outras. Também as forças oclusais podem alterar a posição do dente, principalmente no período de erupção, assim como pressões musculares anormais de qualquer desequilíbrio funcional.

MOURA<sup>16</sup> (1991) afirmou que o movimento fisiológico ocorre durante a erupção e migração, que são fenômenos que ocorrem durante toda a vida. No movimento ortodôntico os dentes são movimentados mais rapidamente e sob controle do profissional, portanto, as alterações são maiores e mais caracterizadas.

Segundo DE ANGELIS<sup>5</sup> (1970), a Teoria da Bioeletricidade relaciona o movimento dentário, ao menos, como parte das mudanças no metabolismo ósseo e controladas pelos sinais elétricos produzidos quando o osso alveolar flexiona e se dobra.

PROFITT<sup>19</sup> (1991) relatou que o movimento do dente é provocado mais pela força constante do que pela quantidade, sendo que os dois elementos de controle do movimento dentário ortodôntico possíveis são a eletricidade biológica ou piezoeletricidade e a pressão-tensão sobre o ligamento periodontal, afetando o fluxo sanguíneo.

BURSTONE<sup>3</sup> (1961) e REITAN<sup>21</sup> (1964) afirmaram que no início da aplicação de força, a raiz é deslocada contra o alvéolo, sendo impedida pelas fibras periodontais e pelo efeito hidráulico. BURSTONE<sup>4</sup> (1989) descreveu a distorção cristalina como um gatilho mecânico, causado por forças ortodônticas. Devido à porosidade da cortical alveolar, o fluido intersticial é drenado para os tecidos vizinhos, quando deixa de exercer a pressão hidráulica que continha o deslocamento radicular. Desta forma, a raiz aproxima-se do alvéolo e distende os ligamentos periodontais do lado onde foi aplicada a força ao mesmo tempo em que comprime o sistema vascular ao aproximar-se, dificultando a irrigação sanguínea nos dois lados.

KVAM<sup>14</sup> (1973) afirmou que a reação subsequente assemelha-se a um processo inflamatório, neste caso asséptico, onde há liberação de histamina, formação de prostaglandinas e cininas, que preservam a vasodilatação e aumentam a vascularização local (resposta tardia). Dura até 4 horas após a aplicação da força e permanece ativa enquanto durar o estímulo. As alterações locais ativarão osteoclastos, no lado que houve pressão, responsáveis pela reabsorção da cortical alveolar. Onde houve distensão

### **- Heloisa Cristina Valdrighi**

Professora Doutora do Programa de Pós-Graduação do Centro Universitário Hermínio Ometto - UNIARARAS, Professora Convidada do Programa de Pós-Graduação da CPO São Leopoldo Mandic-Campinas/SP

### **- Sílvia Amélia Scudeler Vedovello**

### **- Eloísa Marcantonio Boeck**

Professoras Doutoras Convidadas do Programa de Pós-Graduação do Centro Universitário Hermínio Ometto - UNIARARAS

### **- Mário Vedovello Filho**

Professor Doutor Coordenador do Programa de Pós-Graduação do Centro Universitário Hermínio Ometto - UNIARARAS, Professor Convidado do Programa de Pós-Graduação da CPO São Leopoldo Mandic - Campinas/SP

As AA apresentam um caso clínico onde foi utilizada uma grande quantidade de força, para realizar a expansão da maxila



dos ligamentos, há o estímulo de osteoblastos e fibroblastos. Este período é acompanhado de dor suave, mas sem movimentação dental.

Em essência, esta visão do movimento dentário mostra três estágios descritos por WHILHELM<sup>31</sup> (1975): 1) Alteração no fluxo sanguíneo associado à pressão no ligamento periodontal; 2) A formação e/ou liberação de mensageiros químicos e; 3) Ativação celular.

São necessárias em média 48 horas após a aplicação da força para que os mecanismos descritos de remodelação óssea promovam o efetivo deslocamento do alvéolo e conseqüentemente do dente no sentido da aplicação da força (movimento ortodôntico). GRABER<sup>11</sup> (1979) relatou que nesta etapa, não deve haver continuação do processo doloroso, o que nos permite concluir que a quantidade de força aplicada foi a ideal para o movimento pretendido.

Os Fatores que Interferem na Resposta Ortodôntica são: a Magnitude da Força (Inócuas, Leves e Pesadas), o Ritmo de aplicação (Contínuas e Intermitentes - INTERLANDI<sup>12</sup>, 1993), Condições Anatômicas (Volume radicular, Implantação óssea, Idade, Compleição óssea) e outros fatores (hormonais, nutricionais e vitamínicos). divide o ritmo de aplicação de força em.

BURSTONE<sup>3</sup> (1961) definiu força ótima, como aquela que produz uma movimentação dentária rápida, sem desconforto para o paciente e sem efeitos colaterais tissulares.

REITAN<sup>22,23</sup> (1974; 1976) demonstrou que áreas hialinizadas atrasam a movimentação dental e INTERLANDI<sup>12</sup> (1994) recomendou que se observe clinicamente a dor, a mobilidade e alterações radiculares.

FERREIRA<sup>8</sup> (1996) considerou que apesar do risco, em casos criteriosos as forças pesadas são bem vindas, como nos casos de Expansão Rápida do Maxilar, quando a hialinização serve de ancoragem aos elementos dentais enquanto a sutura palatina mediana for aberta.

De acordo com Princípios Biomecânicos, BURSTONE<sup>3</sup> (1961) definiu força como sendo a ação de um corpo sobre outro. A força é uma grandeza vetorial e quando se emprega um sistema de forças haverá uma resultante final.

DE ANGELIS<sup>5</sup> (1970) afirmou que os paralelogramas permitem também decompor uma força em seus componentes vertical e horizontal. O deslocamento é feito através do centro de massa de seu corpo, também chamado de centro de resistência e este movimento é paralelo ou translacional.

Estudos de BURSTONE<sup>4</sup> (1989) afirmaram que nos dentes uniradiculares o centro de resistência encontra-se entre o terço oclusal e o terço médio da raiz, enquanto que nos multiradiculares estaria 1 a 2 mm apicalmente a região da bi ou trifurcação.

Em ortodontia, usa-se um sistema de forças sobre a coroa do dente a fim de deslocar a resultante, de modo que produzirá o momento necessário a fornecer o movimento como se deseja, como afirmou DE ANGELIS<sup>5</sup> (1970).

Quanto aos Tipos de Movimento Dentário, LANGLADE<sup>15</sup> (1973) relatou que segundo a localização do fulcro, pode haver: Inclinação Descontrolada, Controlada ou Translação. GRABER<sup>11</sup> (1979) fala que movimentos verticais, mostrando que a extrusão é de mais fácil obtenção que a intrusão.

Quanto ao Movimento Radicular ocorre mudança no lon-

go eixo do dente, sem alterar a borda incisal. O fulcro se desloca para a porção mais oclusal da coroa. O movimento é obtido com a execução de um binário de forças na coroa (torque) e retração próxima de zero. (INTERLANDI<sup>13</sup>, 1994)

Quanto a outros Materiais que Interferem na Biomecânica Ortodôntica, REITAN<sup>20</sup> (1960) descreveu que as forças aplicadas na biomecânica são derivadas de fios ou de material elástico. A propriedade que um fio tem de voltar à sua forma original quando se suprime a carga sofrida é denominada de Resiliência, conforme PROFFIT<sup>19</sup> (1991). Quanto mais resiliente for o fio, mais eficientemente executará esta tarefa.

MOURA<sup>16</sup> (1991) escreve conceitos que conduzem ao uso das alças verticais para aumentar o comprimento do fio intra bráquete. Fios de Cromo Cobalto, Níquel titânio, Beta titânio têm surgido no mercado, com variáveis graus de flexibilidade, sendo muito utilizados nas fases iniciais do nivelamento. A fricção tende a se opor ao deslocamento dental e depende da quantidade da força empregada, do Material constituinte do fio, da sua Dimensão, do Formato do Método de amarração do fio ao bráquete e à Angulação do bráquete.

## PROPOSIÇÃO

Apresentação de um caso clínico com aplicação de grande quantidade de força (expansão de maxila) e aparatologia utilizada na condução do tratamento com demonstração dos elementos que de alguma forma auxiliam ou interferem na movimentação dentária.

## RELATO DO CASO CLÍNICO

Paciente de nacionalidade brasileira, natural de Araras - SP, com a queixa principal de mordida aberta anterior, com idade de 11 anos e 1 mês, do sexo feminino, melanoderma, mesolíneo, respiração mista, deglutição com interposição lingual, presença de hábitos de sucção de chupeta, tecidos moles intrabucais normais, tonsilas normais, dentição mista, classificação de Angle como Classe I molar, trespasse horizontal de 2mm e vertical é aberta em 4mm, relação transversal de mordida cruzada bilateral, distância inter-caninos de 25mm, distância inter-prémolares de 30mm, distância inter-molares de 45mm.

Pela análise de Moyers (Figura 1):

Arco inferior: DM esq. = +3,7 e DM dir. = +3,7

Arco superior: DM esq. = +1 e DM dir. = -1

A oclusão funcional apresenta RC e MIH coincidente.

Na análise facial: a) forma e simetria facial: oval e equilibrada, face levemente assimétrica; b) terços faciais: terço inferior da face, levemente aumentado; c) terço inferior da face: comprimento dos lábios bom, sem exposição do incisivo superior com os lábios em repouso, selamento labial passivo, sem contração da musculatura peribucal, nível labial no sorriso expõe 1/3 da coroa dos incisivos superiores.

No ângulo de perfil: variação de 167° a 175°. No ângulo nasolabial: variação normal - 85° a 105°. No contorno do sulco do L.S: reto, sem curvatura. No contorno do sulco do lábio inferior: levemente curvo. No contorno zigomático

Normal. No contorno lábio-base do nariz: normal. Linha mento-pescoço: normal, com pequena inclinação. Linha subnasal-pogônio: avalia projeção labial.

Após análise facial chegou-se a seqüência de tratamento: disjunção palatina, sem extrações, nivelamento, alinhamento.





Figura 1  
Modelo  
inicial.

## RESULTADO

Do início da expansão (expansão rápida) até a remoção do aparelho de Hass para a colocação do aparelho de contenção, decorreu-se 5 meses de tratamento e o caso foi concluído satisfatoriamente (figuras 2, 3, 4 e 5).

## DISCUSSÃO

Como a resposta óssea é mediada pelo ligamento periodontal, o movimento dentário é, antes de mais nada, um fenômeno do ligamento periodontal (WILHELM<sup>31</sup>, 1975; BURSTONE<sup>4</sup> et al., 1989).

A resposta biológica à terapia ortodôntica inclui não só a resposta do ligamento periodontal, como também a das áreas de crescimento distantes da dentição (BURSTONE<sup>3</sup> et al., 1961).

Este complexo processo envolve dois mecanismos de deslocamento diferentes e básicos; um está associado com as superfícies alveolares reabsorvíveis, e o outro, com as superfícies depositárias. Os mecanismos de deslocamento periodontal e dos movimentos correspondentes da parede alveolar fenômeno de ajuste que foi estudado e publicado em detalhes por Enlow, em 1968.

Os movimentos dentários fisiológicos são produzidos mais rapidamente, e assim produzem trocas tissulares mais extensas que os movimentos dentários ortodônticos que são freqüentemente efetuados em direção contrária ao movimento dentário fisiológico e ao deslocamento periodontal (DE ANGÉLIS<sup>5</sup>, 1970; GRABER<sup>11</sup>, 1979).

Forças mais leves na prática ortodôntica, produzem movimento dentário por reabsorção frontal, mas mesmo assim, pode haver necrose e reabsorção solapante, apesar dos esforços para preveni-las (BURSTONE<sup>3</sup> et al., 1961; GIANELLY<sup>9</sup>, 1969;).

A teoria da pressão-tensão, a teoria clássica para o movimento dentário, baseia-se mais na química do que nos sinais elétricos como estímulo para diferenciação celular e, conseqüentemente, movimento dentário. (RYGH<sup>26</sup> et al., 1986; RYGH<sup>27</sup> et al., 1989).

Após o processo de "absorção frontal", e inicia-se o movimento dentário, onde o espaço periodontal se torna maior,



Figura 2 - Visão clínica inicial do caso.

osteoblastos formam osso no lado de tensão e começa a atividade remodeladora no lado de pressão. (WILHELM<sup>31</sup>, 1975; ROBERTS & FERGUSON<sup>25</sup>, 1989).

## CONCLUSÕES

O excesso de força só pode ser aplicada em casos de expansão rápida da maxila ou outras aplicações ortopédicas. Em outros tratamentos só utilizar forças ortodônticas ideais (baseadas na biomecânica) para evitar processos patológicos.

A técnica e os materiais influenciam na movimentação e na duração do tratamento;

Os responsáveis pelo paciente devem ser esclarecidos (antes que se inicie a terapia ortodôntica) que cada paciente possui um comportamento orgânico próprio, e cada má oclusão difere de outra em complexidade e dificuldade de tratamento.

## RESUMO

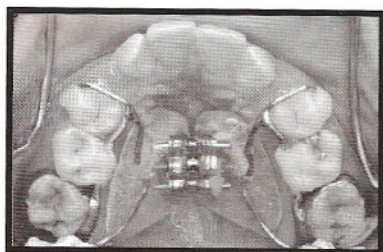
Objetivou-se neste trabalho, através de uma revisão bibliográfica pertinente, trazer maiores esclarecimentos sobre aspectos biomecânicos em ortodontia e a apresentação de um caso clínico onde se usa grande quantidade de força. Uma vasta pesquisa da literatura nos mostra diferentes procedimentos com enfoques na quantidade de força utilizada segundo o tipo de movimento dentário pretendido em determinada fase da terapia ortodôntica. Destacamos a necessidade de um correto diagnóstico e plano de tratamento para se obter um resultado satisfatório com boa estabilidade, minimização de efeitos deletérios seguido da utilização do aparelho de contenção indicado. Não podemos esquecer que do conhecimento dos tipos de movimento dentário aliado à aplicação correta da força adequada, até os limites da força ótima depende o sucesso de qualquer tratamento ortodôntico.

**Unitermos:** Expansão maxilar, mecânica do movimento dentário, Ortodontia

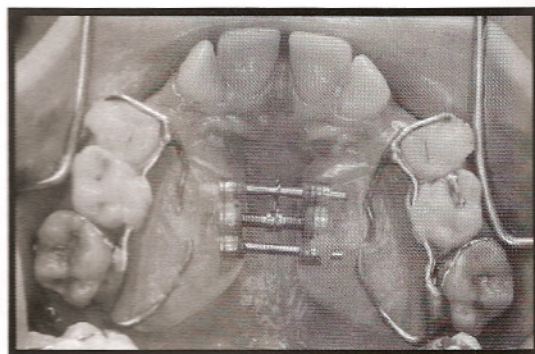
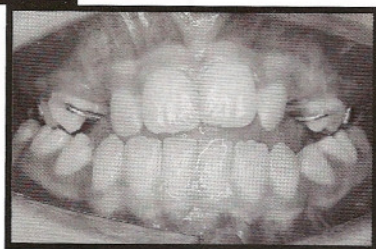
## SUMMARY

It was aimed at in this work, through a pertinent bibliographical revision, to bring larger explanations on biomechanics aspects in orthodontics and introduce a clinic

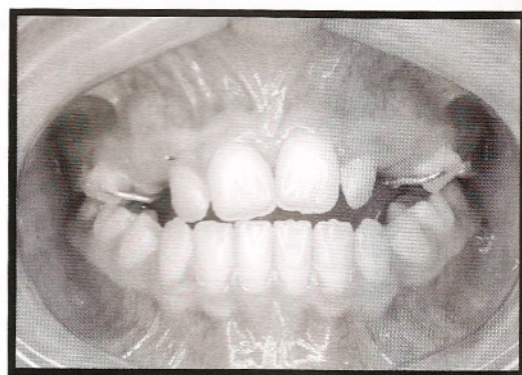




**Figura 3 - Aparatologia utilizada para realizar a expansão maxilar.**



**Figura 4 - Aspecto oclusal do caso concluído.**



**Figura 5 - Vista frontal final.**

treatment using excess of force. A vast research of the literature in the display different procedures with focuses in the amount of force used according to the type of dental movement intended in certain phase of therapy. We point out the need of a correct diagnosis and treatment plan to obtain a satisfactory result with good stability, minimization of harmful effects following by the use of the suitable contention apparel. We cannot forget that of the knowledge of the types of movement dental ally to the correct application of the appropriate force, until the limits of the great force it depend the success on any orthodontic treatment.

**Keywords:** Maxilla Expansion, Mechanics of tooth movement, Orthodontics

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ATHARTON JD. The gingival response to orthodontic tooth movement. *Am J Orthod*, 58: 179, 1970.
2. BASSETT CH. Fundamental and practical aspects of therapeutic uses of pulsed electromagnetic fields, *Crit Rev Biomed Eng*, 1989; 17:451-529.
3. BURSTONE CJ et al. The application of continuous forces to orthodontics. *Angle Orthod*, 1961; 31:1-14.
4. \_\_\_\_\_, Norton LA. *The Biology of Tooth Movement*, CRC Press, Inc. Boca Raton, 1989.
5. DE ANGELIS V. Observation on the response of alveolar bone to orthodontic force. *Am J Orthod*, 1970;58: 284.
6. ENLOW DW. *Manual Sobre Crecimiento Facial*, Ed. Intermédica, Buenos Aires, p.342-358, 1981.
7. \_\_\_\_\_. *The Human Face*. Harper & Row Pub. 1968.
8. FERREIRA FV et al. *Ortodontia: Diagnóstico e Planejamento Clínico*. Livraria e Edit. Artes Médicas, 1996, 500 p.
9. GIANELLY AA. Force induced changes in the vascularity of the periodontal ligament *Am J Orthod*, 1969; 55:5-11.
10. GUARDO C, BUBLITZ C. *Introdução a Técnica do Arco de Canto*. Pancast Edit., 1990,270 p.
11. GRABER TM, SWAIN BF. *Ortodontia: Conceptos y Tecnicas*. Edit. Panamericana, 2ª Ed., 1979, 1114 p.
12. INTERLANDI, S. *Ortodontia: Mecânica do Arco de Canto -Introdução à Técnica*. Edit. Sarvier, 1993,115 p.
13. \_\_\_\_\_ et al. *Ortodontia: Bases para a Iniciação*. Livraria e Edit. Artes Médicas, 3ª Ed., 1994, 3 1-78 p., 95-104p.
14. KVAM E. Organic Tissue Characteristics on the Pressure Side of Human Premolars Following Tooth Movement, *Angle Orthod*, 1973;43(1): 18-23.
15. LANGLADE M. *Thérapeutique Orthodontique*. Maloine S. A. Editeur, 1973, 500p.
16. MOURA C. *Ortodontia Clínica*. Robe Edit. e Livraria, 1991, 60-90 p., 269-303 p.

17. NETTER F. *Atlas of Human Anatomy*. Ciba Geigy, 1996, 46 p.
18. PETRELLI E. et al. *Ortodontia Contemporânea*. Sarvier Edit., 2ª Ed., 1993, 123-38p., 273-98p.
19. PROFFIT W. et al. *Ortodontia Contemporânea*. Pancast Ed., 1991, 509 p.
20. REITAN K. Tissue behavior during orthodontic tooth movement. *Am J Orthod*, 1960; 46: 881.
21. \_\_\_\_\_. Effects of force magnitude and direction of tooth movement on different alveolar bone types. *Angle Orthod*, 1964;34: 244-255.
22. \_\_\_\_\_. Initial tissue behavior during apical root resorption. *Angle Orthod*, 1974;44: 68-82.
23. \_\_\_\_\_. Clinical and histological observation on tooth movement during and after orthodontic treatment. *Amer J Orthod*, 1976;53(10):721- 46.
24. \_\_\_\_\_. Principios y reacciones biomecánicas. Editado por GRABER TM, SWAIN BF. *Ortodontia. Principios Generales y Técnicas*, Ed. Panamericana, Buenos Aires, 1988.
25. ROBERTS WE, FERGUSSON DJ. Cell kinetics of the periodontal. In: NORTON LA, BURSTONE CJ. *The biology of orthodontic of tooth movement*, Boca Raton, 1989.
26. RYGH P, BOWLING K, HOVLANDSDALL. et al. Activation of the vascular system: another main mediator of periodontal fiber remodeling in orthodontic tooth movement, *Am J Orthod* 1986; 89: 453-68.
27. RYGH P. The periodontal ligament under stress. In: NORTON LA, BURSTONE CJ. *The biology of orthodontic of tooth movement*, Boca Raton, 1989.
28. RYGH P, BRUDVIK P. The histological responses of the periodontal ligament to horizontal orthodontic loads in the periodontal ligament in health and disease. MOSBY WOLFE, 1995.
29. SMITH R, BURSTONE C. *Mechanics of Tooth Movement*. *Ortodontia*, 1996; 29(2).
30. VIGORITO J. *Ortodontia Clínica Preventiva*. Panamed Edit, 1984, 410 p.
31. WILHELM RS. *Movimento Dentário*, *Ortodontia*, 1975 set.-dez.; 8 (3): 261-273.
32. WILLIAMS J, I SAACSON K, COOK P, THOM A. *Aparelhos Ortodônticos Fixos. Principios e Práticas*. Livraria e Ed Santos, 1998, 140 p.