

MARINA DO ROSÁRIO COSTA

**ESTUDO COMPARATIVO ENTRE RETRAÇÃO DE CANINOS  
COM ARCOS SEGMENTADOS E CONTINUO**

Dissertação apresentada ao Centro de  
Pós-Graduação / CPO São Leopoldo  
Mandic, para obtenção do grau de Mestre  
em Odontologia.

Área de Concentração: Ortodontia

CAMPINAS  
2007

MARINA DO ROSÁRIO COSTA

**ESTUDO COMPARATIVO ENTRE RETRAÇÃO DE CANINOS  
COM ARCOS SEGMENTADOS E CONTINUO**

Dissertação apresentada ao Centro de Pós-Graduação / CPO São Leopoldo Mandic, para obtenção do grau de Mestre em Odontologia.

Área de Concentração: Ortodontia

Orientador: Renato Castro de Almeida

CAMPINAS  
2007

**Ficha Catalográfica elaborada pela Biblioteca "São Leopoldo Mandic"**

C837e Costa, Marina do Rosário.  
Estudo comparativo entre retração de caninos com arcos segmentados e contínuo / Marina do Rosário Costa. – Campinas: [s.n.], 2007.  
60f.: il.

Orientador: Renato Castro de Almeida.  
Dissertação (Mestrado) – C.P.O. São Leopoldo Mandic – Centro de Pós-Graduação.

1. Movimentação dentária. 2. Má oclusão. 3. Ortodontia. I. Almeida, Renato Castro de. II. C.P.O. São Leopoldo Mandic – Centro de Pós-Graduação. III. Título.

*C.P.O. - CENTRO DE PESQUISAS ODONTOLÓGICAS  
SÃO LEOPOLDO MANDIC*

*Folha de Aprovação*

*A dissertação intitulada: “ESTUDO COMPARATIVO ENTRE RETRAÇÃO DE CANINOS COM ARCOS SEGMENTADOS E CONTÍNUO” apresentada ao Centro de Pós-Graduação, para obtenção do grau de Mestre em Odontologia, área de concentração: Ortodontia em \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_, à comissão examinadora abaixo denominada, foi aprovada após liberação pelo orientador.*

---

*Prof. (a) Dr (a)  
Orientador*

---

*Prof. (a) Dr (a)  
1º Membro*

---

*Prof. (a) Dr (a)  
2º Membro*

## DEDICATÓRIA

Aos meus pais **João Bento da Costa** e **Diva Correia da Costa** e minhas irmãs **Márcia** e **Marisa** pelo amor incondicional, apoio e incentivos constantes.

## AGRADECIMENTOS

À **DEUS** por me conceder tantas graças e por me iluminar em todos os momentos da minha vida.

Ao Centro de Pesquisa Odontológica SLMandic na pessoa do Sr. Diretor Professor Doutor José Luis Junqueira.

Ao Prof. Dr. **Renato Castro de Almeida**, pela valorosa contribuição ao meu aprimoramento científico.

Ao Prof. Dr. **Luiz Orbolatto Rotta**, pelo grande incentivo durante a realização deste trabalho.

Ao meu professor de Pós-graduação Prof. Dr. **Hanspeter Meng**

A todos os professores e funcionários do Centro de Pesquisas Odontológicas São Leopoldo Mandic pela dedicação e colaboração.

Aos colegas pelo companheirismo e momentos saudáveis compartilhados.

A todos os que contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho.

Não há comparação entre o que se perde por  
fracassar e o que se perde por não tentar

*Francis Bacon*

# SUMÁRIO

|   |           |
|---|-----------|
| <b>LISTA DE ILUSTRAÇÕES .....</b>                           | <b>8</b>  |
| <b>RESUMO.....</b>  | <b>9</b>  |
| <b>1. INTRODUÇÃO .....</b>                                  | <b>10</b> |
| <b>2. REVISÃO DA LITERATURA .....</b>                       | <b>12</b> |
| 2.1 Técnicas de retração do canino .....                    | 12        |
| 2.2 Direção e magnitude da força na retração de canino..... | 33        |
| <b>3. PROPOSIÇÃO .....</b>                                  | <b>47</b> |
| <b>4. DISCUSSÃO .....</b>                                   | <b>48</b> |
| <b>5. CONCLUSÃO .....</b>                                   | <b>53</b> |
| <b>ABSTRACT.....</b>  | <b>55</b> |
| <b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>                      | <b>56</b> |
| <b>ANEXO</b>  |           |

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

|   |    |
|---|----|
| FIGURA 1 - Alça modificada para retração do canino.....   | 13 |
| FIGURA 2 - A- Mola original de Burstone; B e C - molas em versões modificadas.....  | 14 |
| FIGURA 3 - Mola de retração de canino idealizada por Gjessing.....  | 16 |
| FIGURA 4 - Tubo corrediço para retração dos caninos.....  | 21 |
| FIGURA 5 - Alça de retração com braços e helicóides.....  | 23 |
| FIGURA 6 - Fechamento espaço com mola fechada de níquel-titânio (acima) e com módulo elástico (abaixo).....   | 25 |
| FIGURA 7 - Bráquete Edgewise Mini-Taurus Synergy. a) Secção vertical na linha média do assoalho do slot; b) ligação com fricção mínima; c) ligação convencional.....  | 27 |
| FIGURA 8 - Diagrama representando o uso de arcos seccionais.....  | 30 |
| FIGURA 9 - Fio K-SIR: fio TMA .019" x .025" com alças em U Fechadas de 7 mm de comprimento e 2mm de largura.....  | 32 |
| FIGURA 10 - Retração de canino com sistema de forças magnéticas.....  | 37 |
| FIGURA 11 - (A) Combinação de movimentos de translação e rotação provocados pela aplicação de força na retração do canino; (B) Direcionamento de forças para gerar translação sem rotação do canino; (C) Molas universais de Gjessing utilizadas para retração do canino..... | 41 |
| FIGURA 12 - Retração de caninos com auxílio magnetos.....   | 43 |

## RESUMO

Este estudo bibliográfico abordou a retração de caninos, com ênfase nas técnicas utilizadas, apresentando os critérios biomecânicos, indicações, vantagens e desvantagens deste movimento ortodôntico. A reaproximação dos segmentos dentários superiores, após a extração dos primeiros pré-molares pode ser efetuada com o uso da técnica de arco contínuo ou arco segmentado. Na retração de caninos podem ser utilizados diferentes dispositivos, como molas e alças e em diferentes mecânicas. A fricção excessiva e rotação do canino constituem desvantagens que podem ocorrer independentemente da técnica adotada, embora no arco contínuo, estes efeitos sejam mais acentuados. É importante escolher adequadamente o tipo de fio ortodôntico, pois, fio de baixa espessura sofre maior deformação, enquanto que fio mais rígido pode causar mais fricção, sendo necessário o uso de forças mais intensas que podem provocar giroversão do canino. O uso de arco segmentado possibilita maior controle das forças, a partir da incorporação de dobras de anti-rotação no fio ortodôntico minimizando efeitos indesejados. A força de retração deve ser leve, contínua e direcionada ao centro de resistência do canino podendo ainda ser aplicado nas alças de retração componentes de força vertical e horizontal associados, que facilitam o controle do movimento dos caninos.

## 1. INTRODUÇÃO

O correto posicionamento dos caninos na arcada superior é essencial para o estabelecimento da função, estabilidade e estética facial e, portanto, a retração dos caninos constitui uma fase importante do tratamento ortodôntico (GJESSING, 1985).

A retração de caninos pode ser efetuada basicamente com a utilização de arco contínuo ou com arco segmentado (GJESSING, 1994). Nas duas técnicas, a mecânica de retração pode ser realizada a partir de diferentes tipos de alças e molas, como as idealizadas por BUSTONE (1966), RICKETTS (1982) e GJESSING (1985). Em muitos casos, a exodontia dos primeiros pré-molares é requerida para obtenção de espaço para a retração dos caninos, ficando dispensável esse procedimento em condições clínicas onde o espaço necessário já se encontre presente (BENCH *et al.*, 1978).

A inclinação indesejável e a giroversão do canino, que pode ocorrer tanto na técnica contínua como na segmentada, constituem deficiências que comprometem e dificultam a retração dos caninos. A fricção gerada dentro do sistema de retração, também é um fator que pode limitar e retardar o movimento (ZIEGLER & INGERVALL, 1989; GJESSING, 1994). A mecânica de arco segmentado parece proporcionar um controle mais efetivo sobre os movimentos de inclinação e giroversão dos caninos (BURSTONE, 1966; ZIEGLER & INGERVALL, 1989). Para minimizar os efeitos adversos, é fundamental eleger criteriosamente o

sistema de força, de forma a se obter o melhor resultado e sem efeitos indesejados (BOESTER & JOHNSTON, 1974; RICKETTS, 1982; ALEXANDER, 1997).

A escolha da Mecânica a ser usada para retração de canino deve ser baseada em critérios que incluem: as condições da dentição, as características individuais, cooperação do paciente, facilidade de fabricação e ajuste do dispositivo, além do conforto para o paciente e uma boa relação custo-benefício (SONIS *et al.*, 1994). Este estudo teve por objetivo apresentar as mecânicas para retração de caninos, ressaltando o tipo de força ideal e a ancoragem adequada para se obter um movimento eficiente e seguro.

## 2. REVISÃO DA LITERATURA

De acordo com a bibliografia disponível ao nosso alcance, constatamos que, nos últimos 32 anos, os diversos aspectos sobre as técnicas de retração dos caninos foram relatados. E ainda verificamos os estudos dos últimos 55 anos, a direção e magnitude da força na retração dos caninos.

### 2.1 Técnicas de retração do canino

A eficiência da retração de canino a partir de arcos seccionados foi testada por BAETEN, em 1975, que comparou 17 diferentes técnicas que incluíam exodontia do primeiro pré-molar. Os valores de tensão e pressão foram comparados, empregando-se uma força horizontal de 200g. Houve inclinação do canino na direção da força aplicada, sendo necessária a aplicação de uma força adicional para a movimentação do corpo do dente. Todas as técnicas testadas ofereceram graus variados de controle da raiz, mas houve dificuldade em se atingir o movimento completo de translação do dente.

Em 1975, a utilização de uma alça modificada para a retração de caninos adaptada para a técnica de Begg foi proposta por GOLDBERG. A modificação apresentada pelo autor consistiu na adição de um braço horizontal no topo da alça que está próxima ao canino, para reduzir a força e aumentar o seu tempo de atuação; além disso, o autor também acrescentou um helicóide na extremidade deste braço horizontal. Segundo o autor, a combinação de das duas alças, uma

horizontal e outra vertical, forneceu controle incisal e do movimento de distalização, enquanto que, a incorporação do helicóide na extremidade da alça garantiu uma força adicional suave o suficiente para evitar dano tecidual (FIG. 1).

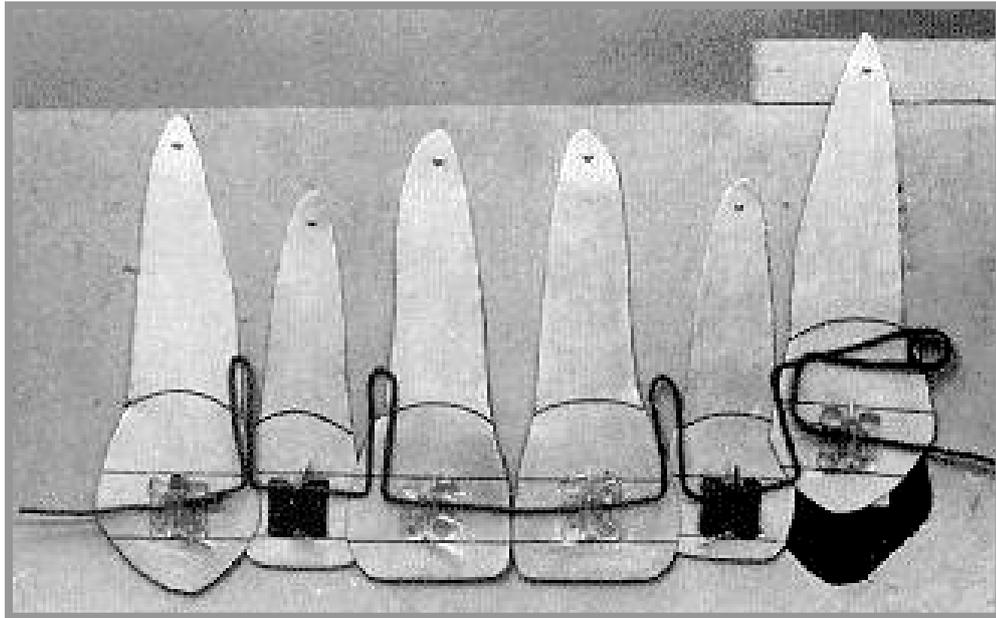


FIGURA 1 - Alça modificada para retração do canino.

FONTE: GOLDBERG, 1975, p.171.

Diferentes tipos de mola são disponibilizados para retração de caninos em mecânicas com extração dos primeiros pré-molares. No estudo de ARBUCKLE & SONDHI, em 1980, testaram três diferentes modelos de molas, a idealizada originalmente por Burstone e duas outras em versões modificadas (FIG. 2). Os resultados deste estudo indicaram que, os momentos de força criados nas posições de alfa e beta de uma mola foram diretamente proporcionais à sua ativação angular; se o limite elástico de um fio não foi excedido, uma angulação maior do que 20°, em um fio de aço inoxidável retangular de .018" X .025", sem uso de alça, resultou na deformação permanente do mesmo; as molas modificadas não preencheram os

requisitos básicos proposto e a mola original de Burstone foi considerada a mais eficiente.

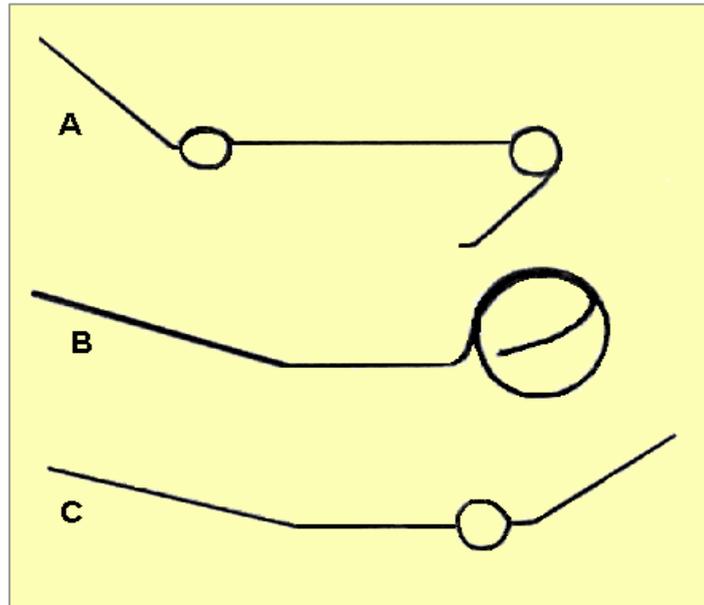


FIGURA 2 - A- Mola original de Burstone; B e C - molas em versões modificadas.

FONTE: ARBUCKLE & SONDHI, 1980, p.628.

No ano de 1982, no intuito de evitar complicações que comumente ocorrem com o uso de arcos contínuos, RICKETTS destacou que, a que a retração do canino foi melhor manipulada com o arco segmentado, que estaria de acordo com os preceitos da terapia bioprogressiva. De acordo com os autores o canino fica situado num ângulo formado pelos segmentos anterior e posterior da arcada dentária, sendo importante que este dente seja mantido no osso esponjoso, e para tanto, os extremos das molas deveriam ser dobrados, formando um ângulo de  $90^{\circ}$ , com o objetivo de compensar o efeito anti-rotacional indesejado.

Todos os métodos básicos de retração do canino, segundo CHARLES & JONES, em 1982, apresentavam vantagens e desvantagens inerentes e todos podiam causar problemas. O sistema deslizante, relativamente rígido, parece ter a vantagem de possibilitar maior controle apical e da coroa, mas apresenta a desvantagem de apresentar maior quantidade de fricção, além de maior possibilidade de emperramento se comparado ao arco seccionado. O uso de casquete evita alguns danos aos dentes de ancoragem, mas a força direcionada ao canino é apenas intermitente e o movimento é, conseqüentemente, mais lento do que se a tração elástica for aplicada. No uso de mecânica deslizante utilizando gancho em J aplicado no braquete dos caninos ou tração elástica nos molares, é aconselhável utilizar um fio redondo pesado no bráquete de slot tamanho padrão (0.18" ou 0.22"). Na utilização de arco seccionado é aconselhável usar um fio retangular pesado e manter tanto controle quanto possível para evitar uma sobre ativação que pode causar uma inclinação excessiva do canino e/ou a perda de ancoragem.

Em 1985, GJESSING utilizou uma mola para retração do canino construída em fio de aço inoxidável retangular de .016" x .022", sendo que, seu principal elemento foi um duplo fio com 10 mm de altura (FIG. 3). O sistema apresentou as seguintes características: a) promoveu retração sagital e horizontal e um momento de anti-rotação dos caninos; b) aplicou uma baixa carga de deflexão durante a geração de forças de retração na faixa de 50 a 200g; c) não provocou nenhuma reação adversa ou efeito colateral durante a retração e a rotação do dente nos momentos de ativação do aparelho.

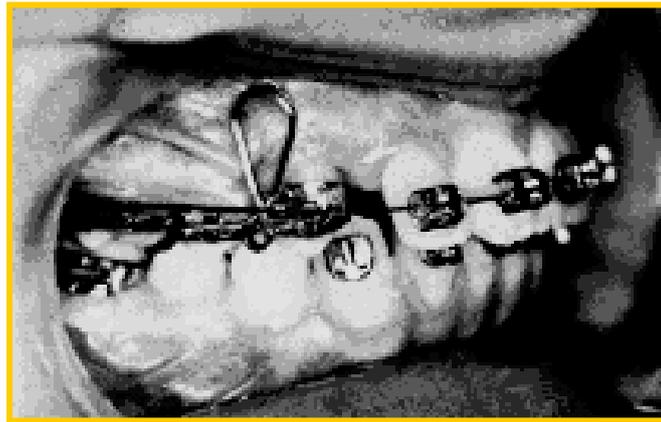


FIGURA 3 - Mola de retração de canino idealizada por Gjessing.

FONTE: GJESSING, 1985, p.353-62.

PHILIPPE, em 1987, apresentou um dispositivo de retração para os caninos, constituído por um braço médio de 9 mm no lugar do gancho do canino, que alcançaria o sulco vestibular próximo ao centro de resistência desse dente (FIG. 4). Como vantagens deste dispositivo o autor destacou a força seria aplicada o mais perto possível do centro de resistência do canino; o fato de poder ser utilizado em ambas arcadas dentárias; a pouca visibilidade do acessório quando instalado; a eliminação da ocorrência de movimento de inclinação. Porém, como desvantagem o fato do mesmo não controlar a rotação do canino que ocorreu durante o processo de retração.

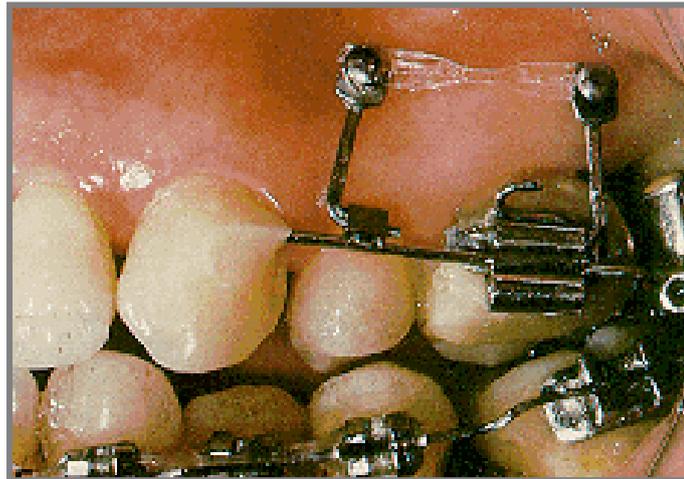


FIGURA 4 - Dispositivo para retração com um braço médio no lugar do gancho do canino.

FONTE: PHILIPPE, 1987, p. 403.

A retração dos dentes anteriores, incluindo os caninos, foi descrita por KESLING, no ano de 1988, como parte da correção de casos de Classe II, divisão I, com exodontia dos primeiros pré-molares. Foram usados quatro fios metálicos convencionais, dois de .016" (0,406 mm) e dois de .020" (0,508mm) juntamente com aplicações seletivas de  $57\text{g/cm}^2$  de força. Foi utilizado um bráquete tipo *edgewise* que permitiu tanto a movimentação dentária inicial da técnica de Begg como o torque final de *edgewise* e o controle da inclinação através de fios metálicos comuns. Isto foi obtido por meio da remoção cuidadosa dos cantos diagonalmente opostos das fendas convencionais do bráquete do tipo *edgewise*, possibilitando a inclinação controlada da coroa, além de propiciar o controle secundário (pré-determinado) do posicionamento da raiz. O movimento médio-distal da raiz e o torque lábio-lingual foram obtidos por meio de molas helicoidais e auxiliares de torque (FIG. 5). Os resultados mostraram que, a maior intensidade de inclinação ocorreu adjacente aos sítios de extração dos primeiros molares. O autor observou que os caninos sofreram

mais inclinação para distal do que as inclinações mesiais apresentadas pelos segundos pré-molares.

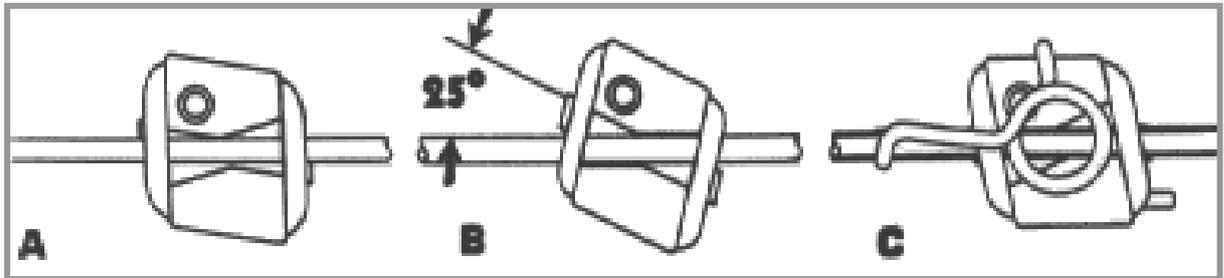


FIGURA 5 - Retracção do canino braquete tipo *edgewise* modificado. a) procedimentos iniciais de abertura inicial da mordida; b) controle da inclinação das superfícies de contato ao final da retracção; c) mola de verticalização para controle da sobre inclinação.

FONTE: KESLING, 1988, p.26-37.

Em 1989, ZIEGLER & INGERVALL, fizeram a comparação entre a técnica padrão de arco contínuo com a forma de retracção de canino modificada incluindo o uso do arco facial e cadeia elastomérica (FIG. 6). Os primeiros molares foram estabilizados a partir do uso do arco transpalatino e ancoragem extrabucal utilizada por um período de 10 a 14 horas por dia. O dispositivo para retracção foi fixado incluindo o primeiro molar, o segundo pré-molar, e o próprio canino o qual foi ativado com uma força de retracção no canino de 160g. A ativação foi efetivada com uma curva na alça que fica atrás do tubo de molar. O arco labial foi confeccionado em aço inoxidável de .018". O arco labial cobriu o primeiro molar, o segundo pré-molar, o canino, e os incisivos centrais e laterais. A força de retracção foi direcionada a partir de elásticos conectados no gancho do arco facial. Todos os caninos giraram para mesial durante a retracção. Não houve diferença estatisticamente significativa na quantidade de rotação entre os dois métodos utilizados. Em ambos os métodos

ocorreram perda de ancoragem, com um leve movimento mesial dos primeiros molares. A perda de ancoragem na mecânica de arco contínuo foi de 0,4mm e na técnica segmentada foi de 0,6mm. Uma maior quantidade de retração foi observada na técnica segmentada, que apresentou uma diferença de movimento na ordem de 0,5mm por mês a mais do que o método de mecânica de arco contínuo padrão.

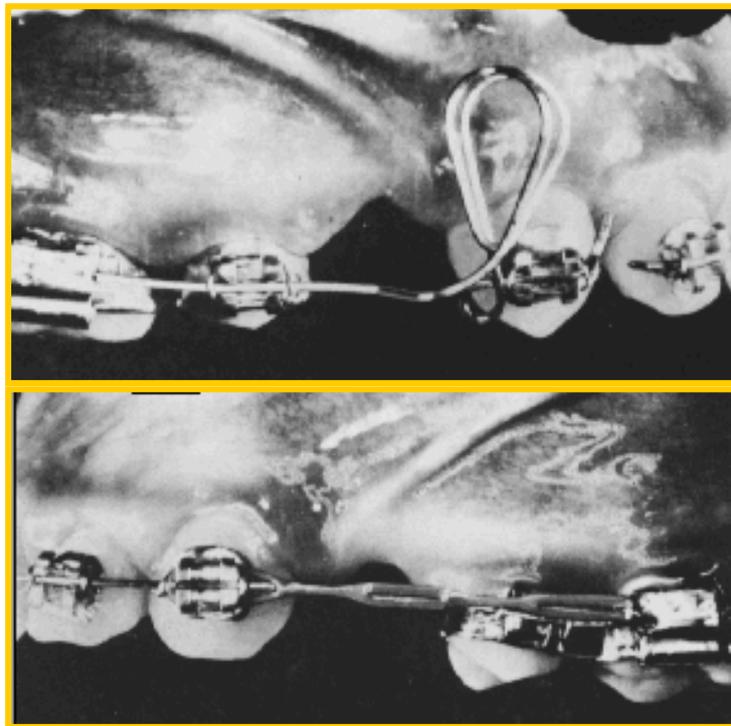


FIGURA 6 - Retração de caninos com técnica de arco segmentado (acima) e contínuo (abaixo).

FONTE: ZIEGLER & INGERVALL, 1989, p.99-106.

O melhoramento do desenho das molas *elgiloy*, usadas na técnica *straight-wire*, para retração de canino foi proposto por HASKELL *et al.*, em 1990, num estudo desenvolvido com auxílio de um sistema computadorizado, a partir de qual foram projetadas molas maxilares e mandibulares para fechamento de espaço.

Os autores observaram que, as forças e os momentos de aplicação das mesmas poderiam ser manipulados para gerar um movimento dentário aceitável. O uso do computador pode auxiliar no melhoramento do desenho das molas auxiliares, mas esse sistema não garantiu o controle do grau de ativação, dos movimentos e manutenção sem que ocorrência de deformação das molas.

Em 1990, CHANDRA utilizou um tubo deslizante para retração dos caninos, no tratamento de um indivíduo do gênero feminino, de 21 anos, portador de maloclusão de Classe II, divisão 1 e mordida cruzada anterior. Foram extraídos os primeiros pré-molares superiores e instalados elásticos 5/16", para fornecer de 75 a 100g/cm<sup>2</sup> de força a um tubo deslizante. O exame radiográfico demonstrou que, após 4 meses, os caninos foram completamente retraídos. No tubo deslizante pode-se observar as seguintes características: a) a força passa pelo centro de resistência do canino para obter o movimento de corpo. Um momento de força de igual magnitude é aplicado lateralmente para prevenir a rotação do canino, na técnica *edgewise*, ou a adição de um gancho de na cúspide do canino, na técnica *straight-wire*, b) a ancoragem é reforçada com a inclusão de um arco transpalatino como no arco segmentado, c) um botão lingual de Nance também pode ser usado como reforço de ancoragem como na terapia bioprogressiva (FIG. 7).

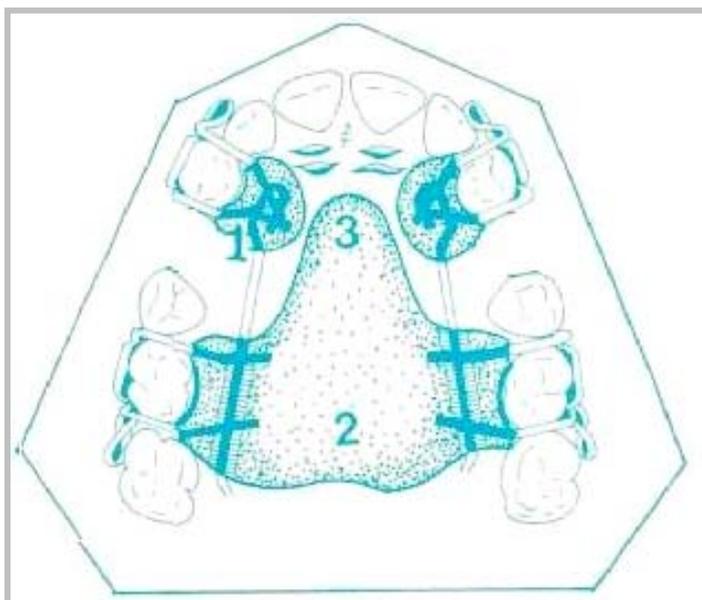


FIGURA 4 - Tubo correção para retração dos caninos.

1- centro de resistência; 2- arco transpalatino;  
3- botão lingual de Nance.

FONTE: CHANDRA, 1990, p. 730.

A fricção durante a retração de caninos com arco contínuo e segmentado tem sido apontada como um fator limitante do movimento dentário. Para STAGGERS & GERMANE, em 1991, a retração do canino no uso do arco contínuo provoca mais fricção do que no segmentado, porque os altos níveis de forças podem causar excessiva hialinização no ligamento periodontal, inibindo a reabsorção óssea na região do canino. Com a distribuição de tensão no ligamento periodontal ocorre reabsorção óssea também na região dos dentes do segmento posterior, o que resultará em perda de ancoragem. Na retração com arco segmentado, as alças oferecem maior controle do movimento de dente, diminuindo a fricção. Porém, nesta técnica pode ocorrer rotação dentária quando a força passa pelo centro de rotação do canino.

Em 1991, BEDNAR *et al.* avaliaram a fricção entre arcos contínuos de aço com bráquetes de aço e cerâmica, durante a retração de caninos, num estudo *in*

*vitro*. Foi utilizado um aparelho, desenvolvido para simular uma situação clínica, na qual um dente desliza ao longo de um fio, num determinado espaço de tempo. Os autores verificaram que: os bráquetes de aço demonstram menor atrito do que os bráquetes de cerâmica; os fios de maior diâmetro produziram maior quantidade de atrito. Recomendaram o uso de bráquete de cerâmica na região anterior e de aço na região posterior, justamente por apresentarem menor grau de atrito. Segundo os autores, essa combinação favoreceu o maior controle do movimento dos dentes do segmento posterior, evitando-se uma eventual perda de ancoragem que poderia ocorrer com o uso de apenas bráquetes cerâmicos.

Estudando a fricção na retração dentária, em 1991, TANNE *et al.* compararam a fricção do fio com o uso de bráquete metálico e cerâmico. Foram utilizados bráquetes padrão .018" x .025", incluindo quatro bráquetes de diferentes larguras: bráquetes cerâmicos de 3,4 mm (tipo 1); de 3,5 mm (tipo 2); e de 3,6mm (tipo 3); e bráquetes metálicos de 3,2 mm. Os fios ortodônticos testados foram: redondo de .018" e retangulares de .016" x .022" e .017" x .022". Foi observado um movimento de dente na ordem de 1,34 mm e 0,97 mm para o bráquete metálico; para os bráquetes cerâmicos o movimento do dente foi de 0,63 mm e 0,54 (tipo 1); 0,82 mm e 0,60 mm (tipo 2); e de 0,98 mm e 0,63 mm (tipo 3). A quantidade de movimento do dente foi medida e as superfícies do fio foram examinadas microscopicamente imediatamente depois do movimento dentário simulado. A quantidade de movimento do dente produzida pelos bráquetes cerâmicos foi significativamente menor do que aquela produzida pelo bráquete metálico. Houve maior atrito na superfície do fio com o uso de bráquetes cerâmicos do que com o metálico. As superfícies do encaixe e as bordas dos bráquetes cerâmicos tornaram-se substancialmente mais porosas e mais ásperas do que as superfícies do bráquete

de metal. Os autores concluíram que, as diferenças encontradas entre os dois tipos de materiais dos bráquetes, podem afetar significativamente a eficiência do movimento ortodôntico.

A deformação do fio durante a instalação e ativação das alças de retração constitui uma preocupação porque pode comprometer o movimento planejado. FAULKNER *et al.*, em 1991, testaram a inclusão de braços e alças helicoidais de retração como forma de se evitar a deformação do fio (FIG. 8). Para isto, recomendaram a aplicação da força direcional nos segmentos ou individualmente nos dentes. Destacaram a importância de se direcionar a força no centro de resistência do canino, para se evitar a inclinação indesejada desse dente e elegeram dois requisitos básicos para a eficiência da técnica: a) fornecimento de níveis apropriados de força e momento para se alcançar o deslocamento do canino; b) aplicação de forças constantes durante a ativação e desativação.

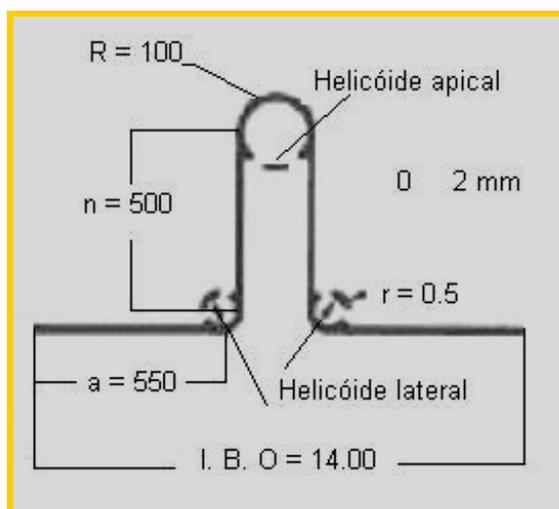


FIGURA 5 - Alça de retração com braços e helicóides  
FONTE: FAULKNER *et al.*, 1991, p. 328-36.

BAUER *et al.*, em 1992, utilizou a alça em “T” para fechamento de espaço de extração de primeiros pré-molares na mecânica de arco segmentado, foi selecionado 11 pacientes, os quais foram submetidos a retração de canino de modo isolado ou “em massa”. A retração foi efetuada com boas condições de ancoragem, obtidas a partir do controle das unidades ativas, com máxima ancoragem para as unidades passivas produzidas pela força de torque. Não houve necessidade de ancoragem extrabucal, porém, ocorreu inclinação acentuada dos segmentos anteriores em diversos casos. Os autores ressaltaram que, a força intrusiva da alça em “T” deve ser considerada, recomendando o posicionamento de uma alça entre o incisivo central e lateral para minimizar o efeito intrusivo.

De acordo com MARCOTE, em 1993, a retração do canino pode ser efetuada de duas maneiras: a) pequena retração do canino, que requer a colocação de uma dobra anti-rotação na mola; b) na grande retração do canino, quando o autor discutiu a necessidade do controle da inclinação do canino durante a retração com a confecção de dobras de anti-inclinação de segunda ordem e dobras de primeira ordem anti-rotação na alça em “T” para a retração do canino. O autor citou ainda a possibilidade da colagem de um botão lingual e da colocação de elástico para controlar a rotação do canino.

SAMUELS *et al.*, em 1993, verificaram a eficiência do fechamento do espaço após a extração de pré-molar, comparando uma mola fechada de níquel-titânio (NiTi) e um módulo elástico de retração em mecânica de arco contínuo (FIG. 9). Foi utilizado um fio de aço inoxidável de .019” x .025” e bráquete de aço pré-ajustado de .022” x .028”. A taxa do fechamento do espaço em 17 pacientes foi analisada a partir de modelos de estudo, sendo verificado uma maior quantidade de fechamento de espaço, em ambos os lados, com o uso das molas de NiTi do que

quando do uso das cadeias elastoméricas. Não houve nenhuma diferença clínica relevante nas posições finais dos caninos quando comparadas as técnicas utilizadas.

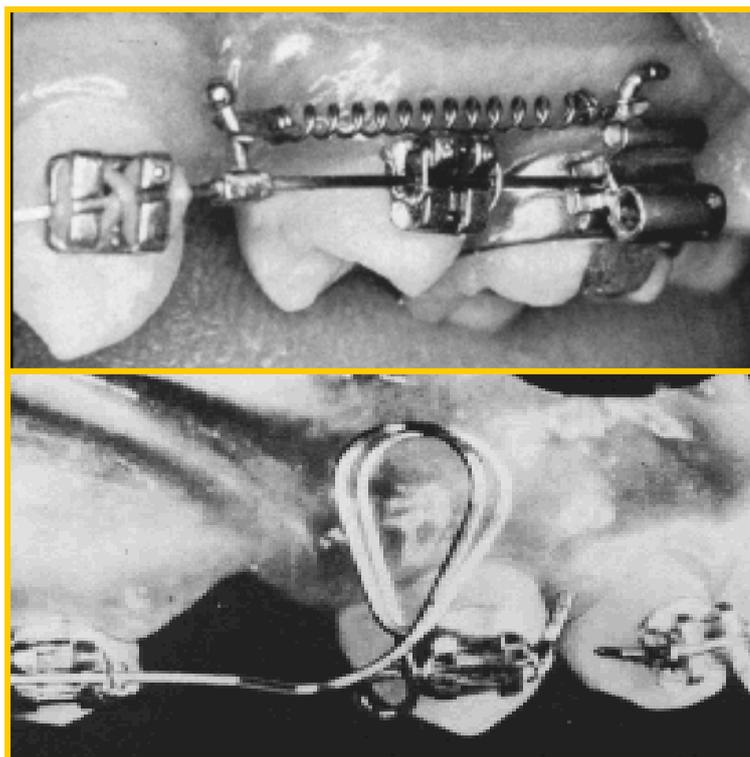


FIGURA 6 - Fechamento espaço com mola fechada de níquel-titânio (acima) e com módulo elástico (abaixo)

FONTE: SAMUELS *et al.*, 1993, p. 464-67.

O objetivo do estudo de DINÇER & ISÇAN, em 1994, foi avaliar o uso de um arco segmentado com alça fechada para retração dos caninos superiores e comparar seus efeitos com aqueles obtidos com o uso do arco de Gjessing. Os dispositivos foram usados no tratamento de casos ortodônticos com indicação de extração dos primeiros pré-molares, após nivelamento dos dentes com fio .018" na

técnica de *edgewise*. A alça de Gjessing agiu no fechamento de espaço de um lado do maxilar e a alça fechada, construída com fio .016" x .022" distalizou o canino superior do lado oposto. Na comparação de ambas as alças, os autores concluíram que, a alça de Gjessing foi mais eficaz durante a retração do canino, tornando a movimentação mais rápida, com menor inclinação deste dente e menos perda de ancoragem, quando comparado com a utilização da alça fechada.

De acordo com GJESSING, em 1994, a retração dos caninos, na mecânica *edgewise*, geralmente é realizada de duas formas: a) num sistema friccional, onde o canino é planejado para deslizar distalmente, guiado por um arco contínuo. A vantagem principal desta técnica é a menor possibilidade de ocorrer rotação do canino. As desvantagens são falta de controle vertical dos incisivos e a necessidade de se aumentar a ancoragem; b) num sistema sem fricção, a partir de um arco segmentado, em que o canino é movido por um alça seccionada ou uma mola de retração. Este método evita deslocamentos não desejados dos incisivos.

No ano de 1995, SUYAMA *et al.* Desenvolveram um bráquete do tipo *edgewise* que permitiu o ajuste da fricção durante a mecânica de retração do canino. O bráquete possuía mais aletas e de formato arredondado que permitiam variados tipos de amarrações, variando o grau de fricção. O bráquete permitiu amarração convencional, utilizando as aletas as externas e com fricção mínima utiliza-se apenas as aletas centrais (FIG. 10). Foram selecionados bráquetes metálicos sem torque, com *slot* de .018" x .025", para o estudo comparativo entre o novo bráquete Mini-Taurus Synergy e o bráquete original bioprogressivo padrão *edgewise*. Foram utilizados dois arcos metálicos: .016" redondo e .017" x .025" *elgiloy*. O arco com fio arredondado de .016" apresentou o valor mais baixo de fricção para o novo bráquete, quando usando a amarração com fricção mínima. O valor mais elevado de

fricção foi observado no novo bráquete com amarração convencional. Sob todas as intensidades de deflexões medidas, a ligação de fricção mínima ocasionou significativamente menos fricção ( $p < 0,05$ ) do que a ligação convencional, para ambos os bráquetes.

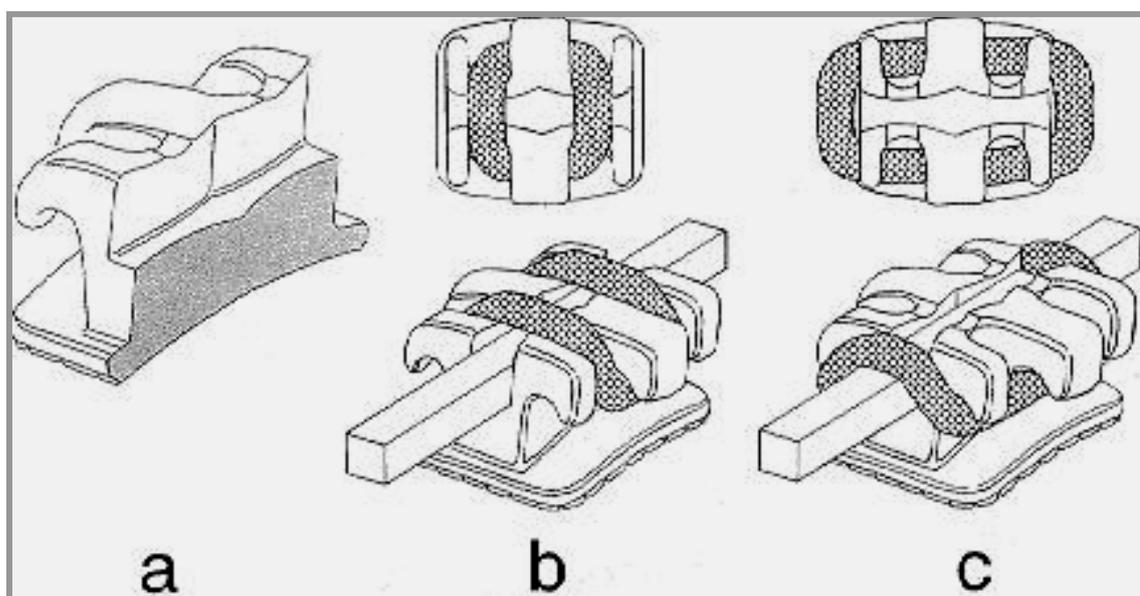


FIGURA 7 - Bráquete Edgewise Mini-Taurus Synergy. a) Secção vertical na linha média do assoalho do slot; b) ligação com fricção mínima; c) ligação convencional.

FONTE: SUYAMA *et al.*, 1995. p. 398

LOTZOF, em 1996, comparou o tempo requerido para retrair dentes caninos com a utilização de dois sistemas diferentes de bráquetes pré-ajustados, do tipo *tip-edge*, e *straight-wire*, bem como, a perda de ancoragem resultante desse movimento foi também avaliada. Uma amostra constituída de 12 pacientes foi selecionada aleatoriamente, sendo que todos os pacientes necessitaram de remoção dos primeiros pré-molares em uma ou ambas a arcadas dentárias como parte do seu tratamento ortodôntico. O índice de retração e a perda de ancoragem foram avaliados separadamente. O índice médio de retração foi de 1,88mm, por um

período de 3 semanas, e 1,63 mm, para o mesmo período, respectivamente para os bráquetes *tip-edge* e *straight-wire*, respectivamente. Não houve diferença estatisticamente significativa entre os índices ( $p > 0,05$ ). A perda de ancoragem média foi de 1,71 mm para o bráquete *tip-edge*, e 2,33 mm para o bráquete *straight-wire*. A diferença na quantidade de perda de ancoragem foi inconclusiva, uma vez que o tamanho da amostra foi muito pequeno.

Neste mesmo ano de 1996, para avaliar quantitativamente e qualitativamente a reabsorção radicular apical decorrente da retração do canino superior, PERONA & WENZEL acompanharam a retração de 20 caninos, em 12 pacientes, utilizando uma mola ortodôntica pré-fabricada. Vinte caninos inferiores não tratados dos mesmos pacientes serviram como controle. Foram efetuadas radiografias periapicais dos caninos superiores e inferiores antes (T0) e após a retração (T2). O comprimento da raiz e o comprimento do dente foram medidos nas radiografias em T0 e T2, e o comprimento radicular e dentário foi calculado. As radiografias foram avaliadas por 10 ortodontistas. Os resultados não revelaram nenhuma diferença significativa entre o comprimento da raiz e do dente medidos em T0 e o T2, para os caninos superiores ou inferiores. Houve uma variação considerável entre julgamentos dos observadores quanto à reabsorção radicular, entretanto, nove entre dez observadores, concordaram que houve reabsorção somente em um dente. Não houve nenhuma diferença significativa entre os valores médios de densidade dos caninos superiores e inferiores. Os autores concluíram que não houve reabsorção radicular, clinicamente relevante, nos caninos superiores decorrente do uso de mola convencional para retração.

A variação da velocidade de movimento dos caninos superiores entre espaço cicatrizado e imediatamente após a extração do primeiro pré-molar foi

avaliada por HASLER *et al.*, em 1997, com a utilização de molas de retração de Gjessing, em 22 pacientes, de 10 a 27 anos de idade. Os primeiros pré-molares foram extraídos em um lado do arco e após 86 dias os contra laterais foram extraídos, iniciando-se então a distalização em ambos os caninos. A movimentação foi finalizada quando um dos caninos, em cada paciente, foi suficientemente distalizado. Foram comparadas as posições iniciais do canino, no início da distalização e ao final do experimento, foram efetuados moldes dentários e radiografias intrabucais. Os autores concluíram que, os caninos do lado da extração recente moveram-se mais rapidamente do que aqueles do lado cicatrizado, porém, apresentaram maior inclinação.

Ainda em 1997, no intuito de verificar a reabsorção radicular na retração dentária, ALEXANDER comparou este movimento nas técnicas com arco contínuo e arco segmentado, em 56 indivíduos, com idades variando de 11 anos e 2 meses a 14 anos e 1 mês, que apresentavam maloclusões de Classe I e apinhamento anterior, com indicação dos quatro primeiros pré-molares. Os indivíduos foram divididos em dois grupos, conforme o tratamento; a) Grupo 1 – 8 indivíduos do gênero masculino e 20 do gênero feminino com mecânica de arco contínuo; b) Grupo 2 – 16 indivíduos do gênero masculino e 12 do gênero feminino, tratados com retração seccionada dos caninos. Foram observados índices mais elevados de reabsorção para os pacientes do Grupo 2 (de 21% a 22%) do que nos pacientes do Grupo 1 (de 17% a 23%). Concluíram que, nenhuma técnica parece predispor a dentição a níveis mais elevados de risco.

BOURAUUEL *et al.*, em 1997, recomendaram o uso de uma mola para retração do canino construída com liga de níquel-titânio (NiTi), com 10 mm de altura por 10mm de comprimento. Utilizaram 20 molas com fio .016” x .022”, equipadas

com braços de fio de aço retangular .017" x .025". Em todos os casos, houve grande variação na força de distalização e no grau de deflexão do fio e nos valores de momento de força direcionados. Devido à grande flexibilidade dos fios utilizados, as forças aplicadas foram constantes, sendo que os momentos de força foram pesados e a extensão da ativação foi ampliada. Os autores sugeriram que as molas deveriam ser calibradas individualmente para que se pudesse preservar as propriedades das ligas de NiTi, contanto que, não se ultrapasse do limite físico do material.

O propósito do estudo de HUFFMAN & WAY, em 1998, foi comparar a retração dos caninos com a utilização de fios .016" e .020", em ambos os lados da maxila, aplicando uma força contínua de 200g (FIG. 11). Foi avaliado se uma maior inclinação do dente está associada a uma maior pressão do fio e do bráquete e se o uso de forças intensas causava fricção e subsequente torção do fio e deslocamento da raiz para mesial. Foi avaliado também se a força de deslizamento de um canino no fio redondo era menor do que aquela exigida num fio retangular. Estatisticamente, a taxa de movimento distal do canino foi a mesma nos dois diâmetros de fio, ocorrendo pequena variação na inclinação desse dente, sendo que com o fio .020" a inclinação foi menor.

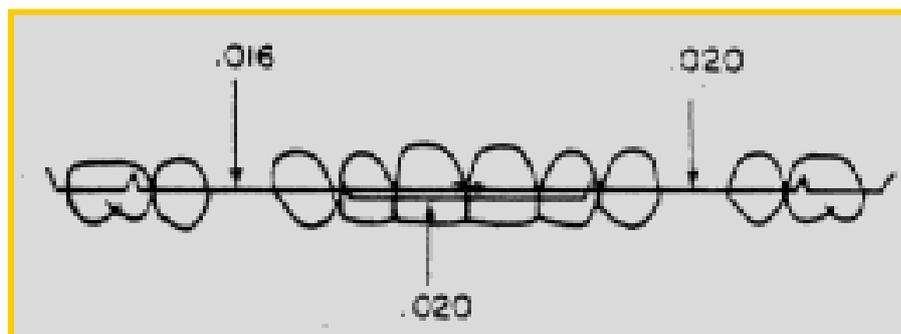


FIGURA 8 - Diagrama representando o uso de arcos seccionais.

FONTE: HUFFMAN & WAY, 1998, p. 453-59.

Em 1998, a mola de Gjessing foi utilizada por EDEN *et al.* na retração do canino, sendo observadas as seguintes características; a) o canino se inclina durante o processo de distalização, a menos que o braço do bráquete colocado nesse dente tenha um ângulo de 45°; b) forças excessivas podem gerar efeitos indesejados e para minimizar esses efeitos recomendou limitar a ativação da mola a 1mm e efetuou-se uma curvatura lateral na mola; c) a força no braço maior, que geralmente é direcionada no canino, é de caráter extrusivo; d) a redução no tamanho da mola diminui a flexibilidade e a relação união-força de inclinação.

Numa investigação *in vitro*, SCHUMACHER *et al.*, em 1999, avaliaram a influência de diferentes modelos de bráquetes no que diz respeito à fricção no deslizamento. Foram comparados cinco diferentes modelos e marcas de bráquetes de aço inoxidável, todos com *slot* .022", sendo verificado se a força aplicada (mola de NiTi de 10N) em cada aparelho foi ortodonticamente eficaz e suficiente para evitar a perda de nivelamento durante o processo de deslizamento dentário. A retração simulada do canino foi executada com fios contínuos de calibre .019" x .025" (Unitek) e .020" x .020" (GAC). A comparação dos bráquetes indicou uma fricção e conseqüente limitação na movimentação de 20 a 70%, com uma grande vantagem para os resultados de um novo modelo de bráquete desenvolvido, de qualquer forma, houve uma tendência de aumento de perda do nivelamento, por causa da rotação distal (máximo 15°), ou por torque radicular vestibular (máximo 20°), especialmente com bráquetes cuja configuração possibilitam mobilidade do fio no *slot*, ou devido deficiência de qualidade do fio.

Em 1999, KALRA utilizou um aparelho para retração simultânea dos caninos e incisivos anteriores, desenvolvido segundo a mecânica de fechamento do espaço, com utilização de uma modificação da mecânica de alça segmentada,

proposta por Burstone (1983), que incluía um fio K-SIR (Kalra Simultaneous Intrusion and Retraction), TMA B contínuo .019" x .025", com alças fechadas em U de 7 mm x 2 mm nos locais de extração (Fig. 12, pág. 33). O fio K-SIR aplicou cerca de 125g de força intrusiva no segmento anterior e uma quantidade semelhante de força extrusiva distribuída entre os dois segmentos posteriores e, geralmente, os 1º molares permanentes e os 2º pré-molares são conectados pelos segmentos de fio TMA. Como vantagens o autor apontou a ausência de extrusão dos dentes posteriores; simplicidade de concepção; geração de força de baixa carga/deflexão, porém, suficiente para fechamento do espaço em até 8 semanas; o fio TMA pode ser ativado duas vezes mais que o fio de aço inoxidável, reduzindo o tempo de tratamento se comparado com a mecânica *edgewise* convencional.



FIGURA 9 - Fio K-SIR: fio TMA .019" x .025" com alças em U Fechadas de 7 mm de comprimento e 2mm de largura.

FONTE: KALRA, 1999, p. 81.

Com o intuito de verificar a eficiência da retração de caninos superiores RHEE *et al.*, em 2001, compararam a fricção feita na mecânica de deslizamento (uso de fio contínuo .016" x .022" de aço inoxidável, com uma mola fechada de NiTi) e uma mola convencional para retração de canino. O movimento de retração foi simulado, com o auxílio de um dispositivo que possibilitou controlar a temperatura, a eletrotermodinâmica dos dentes e os efeitos no osso alveolar, a partir de um componente artificial ósseo. Os resultados indicaram que a mecânica de deslizamento foi superior à mola de retração no controle da rotação e da manutenção dimensional do arco; a mola de retração convencional foi mais eficaz em reduzir a inclinação e extrusão dentária. Entretanto, as diferenças observadas entre os dois métodos foram relativamente pequenas clinicamente e nenhuma diferença foi encontrada no controle da ancoragem. Os autores concluíram que mecânica de deslizamento e a mola de retração apresentaram comportamentos similares durante o movimento de retração.

## **2.2 Direção e magnitude da força na retração de canino**

Estudando o nível adequado de força na retração do canino, em 1952, SMITH & STOREY consideraram que uma força de magnitude entre 150g/cm<sup>2</sup> a 200g/cm<sup>2</sup> foi apropriada para o uso clínico em Ortodontia, sendo capaz de movimentar adequadamente os caninos submetidos à retração sem afetar a unidade de ancoragem.

A mecânica de arco segmentado, segundo BURSTONE, em 1966, está baseada no controle das forças na unidade ativa e de ancoragem, na simplicidade no planejamento e execução da mecânica e na diminuição da cooperação do

indivíduo, sempre visando tratamentos individualizados. O controle das forças implica não apenas no controle do centro de rotação do dente, mas também na ótima resposta dos tecidos moles. As molas utilizadas na mecânica de arco segmentado liberam momento e força conhecidos em um nível relativamente constante com mínima fricção. As molas podem ser projetadas para movimento dentário individual ou em movimento dentário em massa. O controle da inclinação seguido pela retração apical é requerido em casos de pequeno deslocamento do segmento posterior, enquanto que, a translação pode ser efetuada nos casos onde o segmento posterior pode ser protraído em pelo menos a metade do espaço decorrente de extração, em mecânica de fechamento de espaço. O movimento em massa dos 6 dentes anteriores deve ser realizado sempre que possível e o número de mecanismos deve ser instituído de acordo com o tipo de movimento, incluindo retração anterior, retração apical, correção de sobremordida profunda ou retração de dentes posteriores.

A retração dentária com quatro diferentes níveis de força foi estudada, em 1974, por BOESTER & JOHNSTON, que compararam a velocidade de movimentação do canino em 10 pacientes que foram submetidos à extração dos 1º pré-molares como parte do tratamento ortodôntico. Foram empregadas forças de  $55\text{g/cm}^2$ ,  $140\text{g/cm}^2$ ,  $225\text{g/cm}^2$  e  $310\text{g/cm}^2$  para retração dos caninos utilizando-se dispositivos seccionais. O estudo durou 10 semanas e foi acompanhado por meio de radiografias e modelos de estudo. Os autores concluíram que não houve diferença significativa quanto ao fechamento de espaço ou movimentação dentária com forças acima de  $140\text{g/cm}^2$ , porém, com forças menores o tempo de fechamento do espaço aumentou.

No ano de 1975, HICKHAM, analisando a retração de caninos superiores com mecânica de arco extrabucal com gancho em J, verificou que poderia ocorrer extrusão dos dentes do segmento anterior quando o vetor de força fosse posicionado  $15^{\circ}$  abaixo do plano oclusal. Para evitar a ocorrência dessa movimentação, o autor recomendou que a retração do canino fosse iniciada com o vetor de força colocado em um ângulo de  $15^{\circ}$  acima do plano oclusal.

Também em 1975, NIKOLAI relatou que a aplicação de uma força ortodôntica ideal para a retração do canino deve ser efetuada levando-se em conta a forma do dente, o movimento desejado e as características individuais de cada indivíduo. Ressaltou que a aplicação de força sobre o dente provoca a alteração do ligamento periodontal e do tecido duro, com exceção do movimento de corpo completo do dente. Destacou que o centro de rotação do dente pode inclinar de 3 a 4 décimos de distância a partir do ápice em direção à crista alveolar, com o centro de resistência se aproximando da metade do dente movimentado. A tensão periodontal natural do dente pode ser usada como parâmetro para o estabelecimento da magnitude da força a ser utilizada para a retração dentária.

A retração dos caninos com arco seccionado, segundo BENCH *et al.*, em 1978, permitiu um movimento livre com pouca fricção ao longo do arco utilizando forças de 150 a 200g/cm<sup>2</sup>; forças maiores podem ocasionar inclinação e rotação do canino. Uma ativação de  $90^{\circ}$ , cerca de 2 a 3 mm, foi suficiente para se obter a verticalização do canino. O arco seccionado pode ser usado com ou sem extração dos quatro 1<sup>o</sup> pré-molares, na dentição mista ou adulta. Nesse tipo de arco, o movimento do canino pode ser conduzido de forma que se possa respeitar a estrutura anatômica do dente, a fisiologia do movimento, podendo-se aplicar forças de magnitude e quantidade apropriadas.

Sabendo que a perda da ancoragem posterior constitui um problema que compromete a retração dentária, AYALA PEREZ *et al.* propuseram, em 1980, um método de retração do canino superior utilizando a ancoragem extrabucal com ganchos “J”. A distribuição da força transmitida ao alvéolo e às estruturas circunvizinhas foi analisada por meio da visualização fotoelástica, a partir de um modelo de crânio humano. Três vetores diferentes de força foram aplicados, representando tração alta, média e baixa, posicionadas em ângulos de 40°, 20°, e 0°, respectivamente, em relação ao plano oclusal. As áreas de estresse criadas pelos três diferentes vetores de força foram associadas com os vários graus de inclinação do canino. Este efeito foi maior com tração baixa do que com tração média. A tração alta produziu menor tendência de inclinação, chegando mais próximo de um movimento de corpo. O estresse decorrente dos componentes da força foi transmitido às estruturas mais profundas dos ossos faciais incluindo as suturas frontozigomática, zigomaticamaxilar e zigomaticatemporal.

Estudando a aplicação da força na retração de canino, em 1982, WATERS destacou três requisitos básicos: a) a força aplicada deveria ser na ordem de 20g/cm<sup>2</sup> a 40g/cm<sup>2</sup>, atuando sobre um ponto 2mm e 3mm distante do ponto de ativação; b) o dispositivo deveria ser estável, não permitindo deslocamento por forças externas, mesmo quando a extremidade livre do braço estiver unida a uma superfície inclinada do dente; c) a mola deveria ser resistente, sem apresentar distorção durante a manipulação ou mastigação.

De acordo com os relatos de RICKETTS, em 1982, a força aplicada na retração do canino deve apresentar uma magnitude de força entre 100g/cm<sup>2</sup> e 150 g/cm<sup>2</sup>, destacaram ainda que, forças intensas produziram excessiva inclinação e perda de controle mecânico do dente. Portanto, nas suas conclusões, os autores

sugeriram que as molas utilizadas na mecânica de retração do canino fossem fabricadas com fio *elgiloy* azul, com secção de formato quadrado, na espessura de .016" x .016".

No ano de 1985, BLECHMAN preconizou o uso de imãs magnéticos para a realização da mecânica de retração de canino superior com a técnica do arco segmentado e extração dos 1º pré-molares. Os imãs magnéticos foram conectados aos molares e caninos para exercer a força de retração. Foram usados imãs com dimensões de 2 mm x 4 mm x 4 mm, mesialmente, e 3 mm x 5 mm x 6 mm, distalmente, que geram uma força de 90g/cm<sup>2</sup> (FIG. 13). Nenhum efeito colateral foi observado e o paciente não reportou nenhum desconforto durante o tratamento. As forças aplicadas foram bem toleradas pelo paciente, e o tempo de tratamento ativo total com força magnética foi de 1 ano. Não foi utilizado nenhum tipo de contenção e não foi observada recidiva após um ano do término do tratamento.

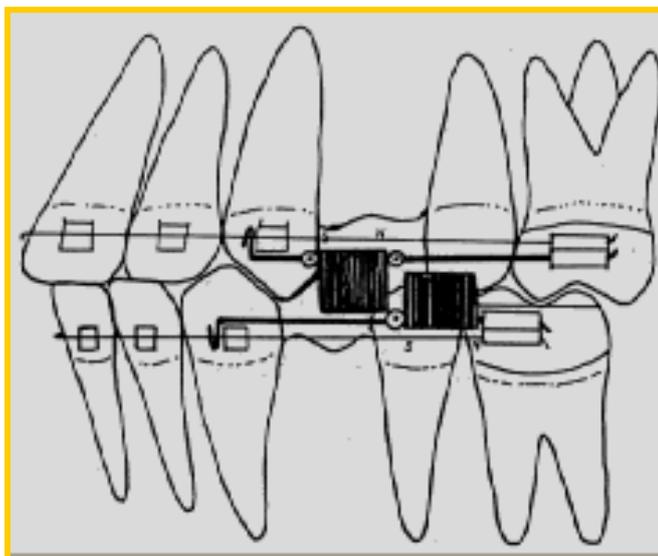


FIGURA 10 - Retração de canino com sistema de forças magnéticas.

FONTE: BLECHMAN, 1985, p. 204.

Em 1986, GARNER *et al.* afirmaram que a ocorrência de forças friccionais podem dificultar a retração canino, sendo que a quantidade de fricção parece depender do tipo de fio utilizado. Para consolidar tal afirmação, simularam a retração do canino a partir do uso do arco contínuo e compararam a resistência de fios com diferentes materiais. Observaram que, os fios de aço requeriam menos força para a retração do canino se comparados com os fios de NiTi e  $\beta$  titânio. Os fios de aço deslizaram com facilidade através dos bráquetes, não apresentando resistência ao movimento. Conforme ressaltaram os autores, a facilidade no deslizamento do fio facilitaria o controle da ancoragem.

De acordo com MOURA, em 1991, as forças utilizadas no movimento de retração podem variar de 70 a 80g. Os elásticos e molas foram empregados como coadjuvantes na retração do canino e, em alguns casos, foi possível associar outras mecânicas, como o gancho extra-bucal do tipo “J”, aplicado diretamente no canino, como forma de se evitar a perda de ancoragem. O autor relatou que: durante o movimento ortodôntico os dentes são movidos mais rapidamente do que durante o movimento fisiológico; o movimento do dente é provocado mais pela aplicação de força constante do que pela quantidade de força aplicada; as forças do aparelho ortodôntico são contínuas, porém, sua direção e intensidade são variáveis; cada dente resiste ao deslocamento de modo diferente, dependendo da sua área, forma anatômica e o comprimento das raízes; e outros fatores como condensação do osso alveolar, metabolismo individual, saúde e idade do paciente também podem influenciar no movimento ortodôntico, gerando respostas diferentes.

Segundo MOYERS, em 1991, a força ortodôntica, teoricamente, considerada ótima seria aquela que daria início à máxima resposta do tecido, sem produzir dor ou reabsorção radicular, mantendo a saúde periodontal do dente

movimentado. Para o autor, um dente não é simplesmente deslocado no meio do osso, mas as estruturas de suporte movem-se juntamente com o dente, ocupando uma nova posição em resposta à mudança no seu ambiente. A aplicação de forças muito intensas ocasiona uma forte pressão no osso alveolar, causando degeneração celular e necrose do tecido, e no lugar de proliferação e diferenciação celular, ocorre a chamada hialinização. A eliminação da zona hialinizada ocorre entre 2 a 4 semanas, período necessário para substituição do tecido necrosado. Quando se realiza a reativação da força antes deste período, ocorrerá dano tecidual e reabsorção radicular, que pode levar à perda do dente movimentado. O autor ainda recomendou o uso de forças intermitentes, com períodos de descanso, como sendo a mais adequada para a movimentação dentária.

Segundo LINO em 1992, no movimento ortodôntico, o direcionamento da força deve ser planejado observando-se sua intensidade, sentido e ritmo. O sentido corresponde à movimentação do dente para uma nova posição. Forças de baixa intensidade, na ordem de 30g, são suficientes para movimentar um dente sem produzir efeitos indesejados. Quando a força ultrapassar seus limites fisiológicos, poderá ocorrer reabsorção da raiz do dente. O intervalo de ativação deve ser adequado à faixa etária do paciente e ao tipo de dispositivo usado durante a mecanoterapia, fornecendo tempo suficiente para a reposição do ligamento periodontal.

No ano de 1993, simulando mecanicamente o comportamento das forças de retração, LU *et al.* estudaram a quantidade e o tempo de força necessária para se obter o movimento distal do canino. Avaliaram o relaxamento da cadeia elastomérica ao longo do tempo, com o objetivo de comparar o declínio da força de três cadeias distendidas em 40 mm, 35 mm e 30 mm. A força das cadeias elastoméricas foi

mantida por mais de 6 semanas, com forças iniciais maiores que  $400\text{g/cm}^2$ . Entretanto, com esses níveis de força, os pacientes podem estar sujeitos a maiores desconfortos no período inicial, e a força pesada pode ocasionar uma severa reabsorção radicular no processo de retração de um canino dentro do espaço deixado pela extração do 1º pré-molar.

Uma comparação da taxa de retração do canino no sistema de arco contínuo foi conduzida por SONIS, em 1994, utilizando elásticos convencionais e molas espirais de NiTi. Todos os pacientes escolhidos necessitavam de extrações simétricas dos 1º pré-molares e retração dos caninos. Num lado da extração, os espaços foram fechados com molas de espirais de NiTi, com forças de 50g; e no lado oposto (Grupo Controle), foram colocados elásticos de 1/16", com força aproximada de 180g, entre o molar e os ganchos do bráquetes dos caninos. Os resultados demonstraram que as molas espirais de NiTi produziram uma quantidade de movimento do canino duas vezes maior do que a movimentação resultante do uso de elásticos convencionais. O autor ressaltou que as molas apresentaram facilidade na colocação e não exigiram nenhuma cooperação do paciente, proporcionando ótimo movimento distal do canino.

GJESSING, em 1994, destacou a necessidade da combinação entre a força e o momento para se realizar a retração dentária, qualquer que seja o sistema. O deslocamento do canino depende da relação entre a linha de ação da força e o centro de resistência desse dente. Uma força pura dirigida através de centro de resistência do canino resultaria em um movimento de translação do dente ao longo da linha de força, mas também poderia causar rotação desse dente. Para neutralizar a rotação do canino, o autor sugeriu a aplicação de um par de forças, uma direcionada ao centro de resistência do canino e outra oposta de igual magnitude.

Enquanto que, a mola idealizada pelo autor foi projetada para ser usada como uma força de 100g, que estaria dentro dos limites fisiológicos, evitando-se danos teciduais e efeitos colaterais indesejados (FIG. 14).

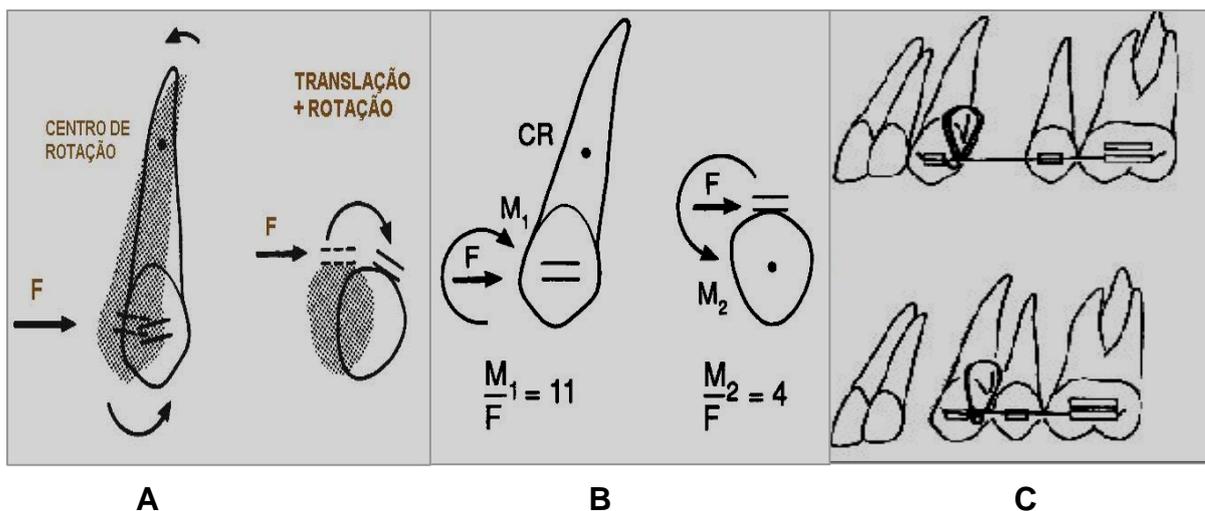


FIGURA 11 - (A) Combinação de movimentos de translação e rotação provocados pela aplicação de força na retração do canino; (B) Direcionamento de forças para gerar translação sem rotação do canino; (C) Molas universais de Gjessing utilizadas para retração do canino.

FONTE: GJESSING, 1994, p. 223.

A mensuração da mobilidade dos caninos durante sua movimentação distal com o uso de arco segmentado ativado e molas, com força inicial de 200g foi objetivo do estudo de TANNE *et al.*, em 1995. Os autores utilizaram um dispositivo sensor com contato na mesial do canino, para se observar a ação da mecânica nos tecidos periodontais e mudanças na mobilidade desse dente do início até o final de cada ativação. Observaram que a intensidade do movimento do dente aumenta após o término de cada ativação e que o direcionamento de forças acima de  $150\text{g/cm}^2$  provoca mobilidade do dente aumentando, conseqüentemente, a flexibilidade do

ligamento periodontal e do osso alveolar, diminuindo sua elasticidade natural até o final do movimento dentário.

A hipótese de que uma força constante e prolongada fornece um movimento mais eficaz do dente do que uma força de curta duração foi testada por DASKALOGIANNAKIS & McLACHLAN, em 1996, num estudo com 6 pacientes cujo tratamento ortodôntico incluiu a extração dos 1º pré-molares superiores. A retração do canino foi executada em um dos lados com a aplicação de uma força produzida por uma alça vertical e que declinou rapidamente (Grupo Controle); no outro lado foi aplicada uma força por meio de uma alça vertical ativada por três ímãs e a força permaneceu relativamente constante (Grupo Experimental) (FIG. 15). A alça vertical, no Grupo Controle, foi reativado 6 semanas após a ativação inicial, mas no Grupo Experimental não houve necessidade de nenhuma reativação. A taxa de movimento dentário nos dois lados foi comparada durante um período de 3 meses por meio de moldes dentários efetuados em intervalos freqüentes. A quantidade de movimento dos caninos retraídos com uma força constante foi significativamente maior do que o movimento dos caninos do Grupo Controle. A diferença média nas taxas de movimento dentário, entre os dois lados, foi na ordem de 2:1 a favor do Grupo Experimental. Não houve nenhuma diferença estatisticamente significativa nas mudanças de angulação (inclinação) ou da rotação, comparando-se os 2 Grupos. Os autores concluíram que, a duração da aplicação da força parece ser um fator crítico no controle do movimento dentário, inversamente, a magnitude da força aplicada não foi considerada significativa.

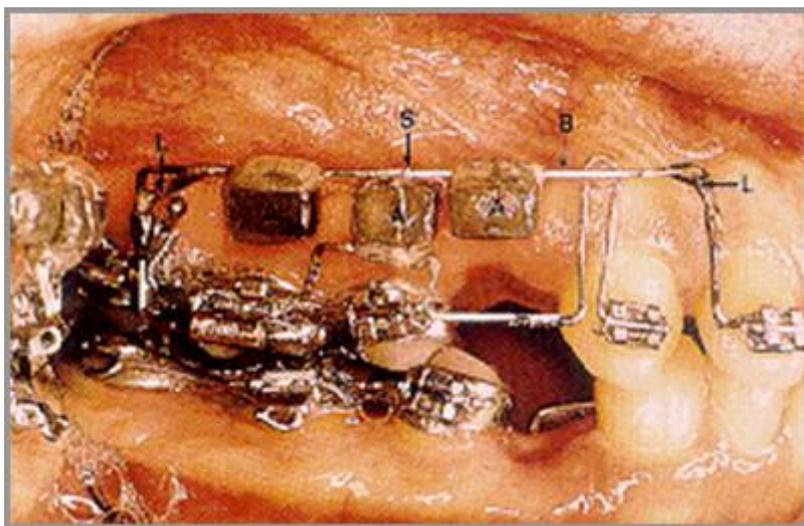


FIGURA 12 - Retração de caninos com auxílio magnetos.

FONTE: DASKALOGIANNAKIS & McLACHLAN, 1996, p. 489-95.

Em 1996, VELLINI-FERREIRA destacou que a força direcionada na retração dos caninos deveria ser contínua e de pequena magnitude, de forma que produza uma movimentação gradual do dente sem causar dano tecidual. Enfatizou que forças leves causavam apenas um desconforto durante a mastigação, durante 2 ou 3 dias e que, em contraste, forças pesadas produziam dor. A força de retração seria retardada ou impedida na presença de fricção que tende a impedir o movimento de deslocamento do canino através do fio. O atrito também poderia ser produzido pelo grau de aspereza do fio, pela dimensão transversal do fio, pelo tipo material de fabricação e angulação do bráquete e da ligadura utilizada para segurar o arco no bráquete.

A retração de caninos superiores utilizando tração extrabucal foi efetuada por GÜRAY & ORTHAN, em 1997, após a extração dos 1º pré-molares. Todos os dentes anteriores da maxila foram bandados, de modo a uni-los em massa e a força foi aplicada diretamente na região labial, com um aparelho confeccionado de

acrílico. A aplicação da força extra-bucal foi direcionada para os caninos. O centro de resistência adotado foi o ponto médio entre o centro de resistência dos quatro incisivos e o centro de resistência dos caninos, que correspondeu ao centro de resistência dos 6 dentes anteriores. A técnica evitou a perda da ancoragem, sem interromper o tratamento, fechando o espaço sem esforço, sendo que a intrusão e o torque foram controlados conforme foi sendo efetuada a retração do segmento dos dentes anteriores.

Com o objetivo de otimizar a mecânica deslizante e melhorar o conforto do paciente durante a retração dos caninos, SCHUMACHER *et al.*, em 1998, testaram fios de aço retangular .016" x .022" e bráquete com *slot* de .018". A perda da força devido à fricção durante a retração do canino foi determinada por um sistema simulado de medida ortodôntica. A perda média da força causada pela fricção foi de aproximadamente 50%. Comparando fios com calibres diferentes, o fio arredondo produz menos fricção que o fio retangular. Com o arredondamento moderado do fio de aço de .016" x .022" ocorre uma redução de aproximadamente 10% da força em função da fricção. Entretanto, a análise dinâmica do movimento do dente não comprovou nenhuma melhoria adicional da mecânica deslizante usando fios com o chanfro da borda excedendo o arredondamento padrão dos fios retangulares. Em contraste, um fio retangular mais calibroso, pode resultar em uma perda considerável do nivelamento.

Uma mola de retração com forças constantes foi desenvolvida, em 2000, por SANDER, permitindo uma ativação de aproximadamente 4,5mm para retração do canino. De acordo com o autor, um movimento de corpo real é possível quando se aplica uma grande ativação inicial, e nesse caso não haveria necessidade de mais de uma ativação. O momento anti-inclinação seria de 10 Nmm e deve ser

constante durante toda a ativação. Este momento anti-inclinação produz uma força extrusiva sobre o canino e uma força intrusiva sobre o molar. Estes efeitos podem ser evitados com a colocação de uma dobra de deslizamento ao fio de aço ou ser compensada com um degrau na parte de aço da mola da retração. O momento anti-rotacão deve ser de aproximadamente 3 a 5 Nmm. Em relação a outras molas, a mola apresentada possui uma relação favorável de momento e força (M/F) para o movimento anti-inclinação permitindo uma retração de corpo real dos caninos. Mesmo com uma força de retração de curta duração, o movimento distal do canino perdura, de modo que a mola também pode ser usada para o movimento da raiz. A relação M/F para o movimento anti-rotacão deve ficar entre 3 e 5 mm permitindo, conseqüentemente, a retração do canino sem causar distorções. Os bráquetes convencionais com *slot* .018" ou .022" podem ser usados, porque a mola é projetada para um encaixe vertical do .018" x .018". Cada mola pode ser usada para tanto para o canino esquerdo quanto para o direito. A parte de aço do fio permite dobras de segunda ordem e de terceira ordem se desejadas. A mola híbrida para retração de canino também pode ser aplicada para a retração em massa de incisivos com um tubo em cruz usado para a região anterior.

LINO (2001) analisou o direcionamento de força na retração do canino, a partir de um modelo matemático aplicado em um indivíduo de 17 anos, submetido ao tratamento ortodôntico com extração dos quatro primeiros pré-molares e reposicionamento do canino superior direito, para o local da extração do primeiro pré-molar superior. Foi utilizada a técnica MD3 para retração do canino e verificado a eficiência do sistema com a retração efetiva do canino superior direito. Foi aplicada uma força na região cérvico-distal do elemento dentário acima citado. Durante a retração do canino superior direito houve total controle da rotação da coroa,

comprovada na finalização da retração, com a coroa bem posicionada em relação ao segundo pré-molar superior direito. A face distal do canino se mostrou bem relacionada com a face mesial do segundo pré-molar. O canino superior esquerdo girou se comparado com o canino superior direito, apesar de ter sido usada a mesma metodologia MD3, porém com a aplicação de força na região cervical da coroa.

A finalidade do estudo de KOJIMA, realizado em 2005, foi propor um método, baseado na avaliação tridimensional, para simular os movimentos mais complexos do dente com o intuito de acompanhar os efeitos da movimentação. Foram avaliados a retração do canino superior e o movimento associado aos dentes de ancoragem, sendo acompanhado também a reabsorção e justaposição do osso alveolar decorrentes do estresse do ligamento periodontal. O movimento do canino e dos dentes da ancoragem foi calculado de acordo com a deformação elástica do fio. O canino foi retraído com uma força de 2N, com fio quadrado .016" x .016". O coeficiente de fricção entre o fio e o suporte foi de 0,2. O canino inclinado durante o movimento inicial, sofreu um movimento de corpo e tornou-se ereto quando a força ortodôntica foi removida. Os dentes da ancoragem moveram-se e foram inclinados mesialmente. A fricção diminuiu a força aplicada em aproximadamente de 70%. A inclinação do canino diminuiu quando o tamanho do fio foi aumentado ou quando a força aplicada foi diminuída. Os autores concluíram que o método utilizado foi válido para estimar clinicamente os diferentes movimentos dentários, porém, sugeriram outros estudos para ratificar os resultados encontrados.

### **3. PROPOSIÇÃO**

O presente trabalho teve por objetivo pesquisar, na forma de revisão bibliográfica, os tipos de força que devemos utilizar na retração dos caninos; a importância do controle de ancoragem durante esta mecânica; e se existe uma determinada mecânica a ser praticada para retração dos caninos.

## 4. DISCUSSÃO

Os diversos aspectos sobre as técnicas de retração dos caninos e a direção e magnitude da força na retração de canino, têm sido fator de muita polêmica entre pesquisadores e ortodontistas clínicos, o que tem motivado o debate deste tema.

A retração de caninos segundo GJESSING (1985) e KALRA (1999) pode ser efetuada por diferentes sistemas incluindo mecânicas de deslizamento com arco contínuo ou arco segmentado, a partir de molas ou fios com dobras ou alças em cada seção de arco. Na retração dentária, os caninos e incisivos podem ser movidos em uma só etapa ou distalizando-se primeiramente os caninos.

A retração do canino seguida pela retração do incisivo foi obtida por KESLING (1988), DINÇER & ISÇAN (1994) e SUYAMA *et al.* (1995) que utilizaram bráquetes *edgewise* e destacaram como vantagem deste método, a preservação da ancoragem dos molares. Por outro lado, LOTZOF *et al.* (1996), efetuando a retração de caninos e incisivos em conjunto no sistema Begg e Tip-edge, obtiveram maior quantidade de retração, com menor índice de perda de ancoragem, quando comparado ao bráquete do tipo *straight-wire*.

Diferentes dispositivos podem ser utilizados para a retração de caninos. DINÇER & ISÇAN (1994), HÄSLER *et al.* (1997) e EDEN *et al.* (1998) efetuaram a retração do canino com alças e molas de aço inoxidável, idealizadas por GESSING (1985) e destacaram a rapidez na movimentação utilizando forças de baixa deflexão. FAULKNER *et al.* (1991) e KALRA (1999) utilizaram alças verticais, porém,

adicionando braços ou helicóides para evitar a deformação do fio e aumentar a ativação, eliminando, assim, limitações características deste tipo de alça. Já GOLDBERG (1975) utilizou uma combinação de alça vertical e horizontal para promover maior controle da retração do canino e auxiliar o direcionamento de forças apropriadas nas posições desejadas. ARBUCKLE & SONDHI (1980) e BAUER *et al.* (1992) elegeram as alças e molas em “T” como sendo mais eficientes que as molas modificadas, e destacaram que o efeito intrusivo da alça em “T” pode ser minimizado com o posicionamento da alça entre o incisivo central e lateral.

Comparando molas e elásticos para retração, SAMUELS *et al.* (1993) e SONIS (1994) verificaram que as molas de NiTi promoveram uma grande quantidade de movimento que foi até duas vezes maior do que com o uso de elásticos, além de apresentarem maior facilidade na colocação, dispensando a cooperação do paciente e proporcionando ótimo movimento distal do canino. Entretanto, RHEE *et al.* (2001) observaram comportamentos similares entre as molas convencionais e em mecânicas de arco contínuo e, embora na mecânica deslizante tenha ocorrido maior controle da rotação e da manutenção dimensional do arco, a mola convencional foi mais eficaz em reduzir a inclinação e extrusão dentária.

A rotação e inclinação excessiva do canino constituem efeitos indesejados da retração de caninos. A rotação ocorre devido ao atrito entre o fio e o bráquete e, de acordo com BEDNAR *et al.* (1991) e VELLINI-FERREIRA (1996), depende de fatores como: o grau de aspereza do fio; a dimensão transversal do fio; tipo de material de fabricação e angulação do bráquete; e do tipo de ligadura. Na técnica de arco segmentado parece ocorrer menos rotação do que no arco contínuo. Isto porque as dobras no fio possibilitam a utilização de forças mais leves, evitando o

travamento do fio e reduzindo o atrito e a reabsorção radicular do canino. Porém, a força direcionada ao centro de resistência do canino, necessária para a movimentação do dente em qualquer mecânica retração, invariavelmente, causará a rotação do mesmo (STAGGERS & GERMANE, 1991).

A correção da rotação do canino, segundo BENCH *et al.* (1978), RICKETTS (1982), GJESSING (1985), ZIEGLER & INGERVALL (1989) e STAGGERS & GERMANE (1991), pode ser obtida com a utilização de elástico na face lingual do canino, uso de dobra de anti-rotação no laço ou de molas com extremos de 90°. GJESSING (1994) recomendou o uso de um par de forças incluindo uma força direcionada ao centro de resistência do canino e outra oposta de igual magnitude. Para o controle da inclinação do canino, AYALA PEREZ *et al.*, (1980) e CHARLES & JONES (1982) recomendaram o uso de fio retangular pesado.

A espessura e o formato do fio são fatores importantes para o movimento adequado do canino. GJESSING (1985) ressaltou que fios de baixa espessura estão mais sujeitos à deformação, enquanto que fios rígidos causam mais fricção e perda de ancoragem. Por outro lado, GARNER *et al.* (1986) e SCHUMACHER *et al.* (1998), observaram que fios de aço são melhores que os de NiTi porque possibilita o uso de força mais leve e maior controle de ancoragem. Entretanto, para FAULKNER *et al.* (1991) e KALRA (1999) o fio TMA foi mais resistente à distorção que o fio de aço. Quanto ao formato do fio, HUFFMAN & WAY (1998) observaram que o fio .020" causou leve inclinação do canino; STAGGERS & GERMANE (1991) defenderam o uso de fios quadrados de .018", .017" ou .025" como sendo os mais resistentes à distorção, porém, SCHUMACHER *et al.* (1998) e SCHUMACHER *et al.* (1999) discordaram, ratificando que o fio redondo causa menos fricção que o fio quadrado e que a chanfradura do fio quadrado provoca perda de nivelamento.

O tipo de bráquete também influencia o movimento de retração de caninos. Para BEDNAR *et al.* (1991) e TANNE *et al.* (1991), a superfície mais porosa do bráquete de cerâmica causa mais atrito que o bráquete de aço. SCHUMACHER *et al.* (1998), SCHUMACHER *et al.* (1999) e KOJIMA (2005) verificaram que bráquetes com slots de 0.18" e .022" e fios de aço padrão diminuíram 20% a 70% da fricção, mas, houve maior perda de nivelamento. SUYAMA *et al.* (1995) destacaram que os bráquetes cilíndricos com fenda e assoalho arredondados possibilitam o uso de forças leves e contínuas, preservando as propriedades físicas do fio e minimizando discrepâncias verticais entre os dentes e discrepâncias horizontais.

A ancoragem é um fator crítico para sucesso da movimentação de caninos e pode ser obtida com diferentes aparelhos como o arco lingual de Nance, barra ou arco palatino e arco extrabucal. Para HICKHAM (1975), RICKETTS (1982), GÜRAY & ORTHAN (1997) e KALRA (1999), na técnica de arco segmentado é possível se obter ancoragem máxima com controle das forças direcionadas. Segundo AYALA PEREZ *et al.* (1980), o torque vestibular na raiz do molar e a inclusão de mais dentes na unidade de ancoragem pode facilitar o controle do movimento mesial dos dentes posteriores.

O sistema de força deve ser favorável e adequado. STAGGERS & GERMANE (1991) e MOYERS (1991) destacaram a importância da utilização de força constante e de baixa magnitude, possibilitando, desta forma, o movimento controlado do canino, com menos fricção e sem rotação indesejada. Conforme destacaram NIKOLAI (1975), PHILIPPE (1987) e GJESSING (1994), o uso de forças biológicas é sempre desejável, e o nível de força deve ser definido individualmente, considerando fatores como saúde geral, idade e tamanho da superfície e forma anatômica da raiz dentária.

A força deve ser direcionada ao centro de rotação do canino que, de acordo com ZIEGLER & INGERVALL (1989) e LINO (2001), pode ser definido a partir da análise da anatomia do dente, do nível de osso marginal e das propriedades do ligamento periodontal. Para CHANDRA (1990), o centro de resistência do canino está localizado a 24 e 50% do comprimento de raiz, embora LINO (2001) tenha ressaltado que a força direcionada para uma região mais cervical e distal, provocaria um movimento de translação com menos inclinação e giroversão do canino.

Diferentes níveis de força têm sido utilizados na retração de canino, entretanto, para SMITH & STOREY (1952), BENCH *et al.* (1978), RICKETTS *et al.* (1982), TANNE *et al.* (1995) houve um consenso de que forças apropriadas poderiam variar de 150 a 200 g/m<sup>2</sup>; forças acima de 200 g/m<sup>2</sup> provocariam rotação e inclinação do canino, mobilidade dentária, danos ao ligamento periodontal e osso alveolar. STAGGERS & GERMANE (1991), MOYERS (1991), LU *et al.* (1993) concordaram que forças acima de 400 g/m<sup>2</sup> podem causar desconforto e reabsorção radicular severa. De acordo com BENCH *et al.* (1978) e RICKETTS (1982), a incorporação de alças torna a força mais leve e contínua, propiciando uma resposta fisiológica otimizada. O movimento do canino através do osso trabecular que é menos denso facilita a retração com forças mais leves.

O acompanhamento radiográfico, segundo MOYERS (1991), STAGGERS & GERMANE (1991), LINO (1992) e ALEXANDER (1997), é de extrema importância para se eliminar problemas funcionais e discrepâncias maxilomandibulares, controlar alterações na raiz e no contorno dos dentes e evitar a reabsorção radicular.

## 5. CONCLUSÃO

Após a revisão bibliográfica e discussão dos trabalhos, pensamos ser lícito concluir que:

- a) na retração de caninos, a força deve ser contínua, de baixa magnitude e direcionada para o centro de resistência desse dente;
- b) o controle de ancoragem é importante para se evitar a movimentação dos dentes posteriores nas arcadas inferiores e superiores;
- c) a retração do canino pode ser efetuada por meio de arco segmentado ou contínuo, a partir de diversas mecânicas como *edgewise*, *Begg*, *straight-wire*, *tip-edge*, a saber:
  - no uso de arco contínuo ocorre maior fricção e mais rotação do canino, porém, a rotação dentária pode ocorrer também no uso de arco segmentado;
  - quando do uso de arco segmentado, uma dobra de anti-rotação, na alça ou o uso de elástico na face lingual do canino, pode diminuir a rotação. A aplicação de forças horizontais e verticais associadas nas alças para retração facilita o controle do movimento dos caninos;
  - o uso de fio rígido, de NiTi ou redondo pode causar mais fricção do que fio de aço inoxidável retangular. Salientando que, a baixa

espessura de um fio propicia maior deformação deste durante o uso clínico.

## ABSTRACT

This bibliographical study approached the retraction of canine emphasizing techniques, biomechanics criteria, indications, advantages and disadvantages of this orthodontic movement. The approach of the superior dental segments, after the extraction of first premolar can be effect with the use of techniques of continuous or segmented arc. In the canine retraction different devices can be used, as springs and loops in different mechanics. The excessive friction and rotation of the canine constitutes disadvantages that can occur independently of the adopted technique, even so in the continuous arc, these effects are more accented. It is important to choose adequately the orthodontic wire therefore wire of low thickness suffers to greater deformation, while that more rigid wire can cause more friction, being necessary the use of more intense forces than can induce the giroversion of the canine. The use of segmented arc makes possible greater controlled of the forces with incorporation anti rotational bend in the retraction loop that minimizes unwanted effect. The force of retraction must be light, continuous and directed to the center of resistance of the canine being able to be applied in the bend a vertical and horizontal force associates, who facilitate the control of the movement of the canine.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS<sup>1</sup>

1. Alexander SA. Níveis de reabsorção radicular associados com a mecânica de arco contínuo e arco segmentado. **Rev Dental Press Ortod Ortop Facial** 1997 mar-abr; 2(3): 50-51.
2. Arbuckle GR, Sondhi A Canine root movement: an evaluation of root springs. **Am J Orthod** 1980 June; 77(6):626-35
3. Ayala Perez C, de Alba JA, Caputo AA, Chaconas SJ. Canine retraction with J hook headgear. **Am J Orthod** 1980 Nov; 78(5): 538-47.
4. Baeten LR. Canine retraction: a photoelastic study. **Angle Orthod** 1975 Jan; 67(1): 11-22.
5. Bauer W, Diedrich P, Wehrbein H et al. Space closure with T loops (Burstone) - a clinical study. **Fortschr Kieferorthop** 1992 Aug; 53(4): 192-202.
6. Bednar JR, Gruendeman GW, Sandrik JL. A comparative study of frictional forces between orthodontic brackets and arch wires. **Am J Orthod Dentofacial Orthop** 1991 Dec; 100(6): 513-522.
7. Bench RW, Gugino C, Hilgers JJ. Bioprogressive Therapy; part 9: Mechanics sequences for extraction cases. **J Clin Orthod** 1978 May; 12(5): 334-357.
8. Blechman AM. Magnetic force systems in orthodontics. **Am J Orthod Dentofacial Orthop** 1985 Mar; 87(3): 201-10.
9. Boester CH, Johnston LE. Canine retraction: a photoelastic study. **Angle Orthod** 1974 Apr; 44 (2): 113-9.

---

<sup>1</sup> De acordo com o Manual de Normalização para Dissertações e Teses da Faculdade de Odontologia e Centro de Pós-Graduação São Leopoldo Mandic baseado no modelo Vancouver de 1997, e abreviatura dos títulos de periódicos em conformidade com o Index Medicus

10. Bourauel C, Drescher D, Ebling J et al. Superelastic nickel titanium alloy retraction springs- an experimental investigation of force systems. **Eur J Orthod** 1997 Oct; 19(5): 491-500.
11. Burstone CJ. The mechanics of the segmented arch techniques. **Angle Orthod** 1966 Apr; 36(2): 99-120.
12. Chandra PK. Sliding tube appliance for maxillary canine retraction. **J Clin Orthod** 1990 Dec; 24(12): 729-32.
13. Charles CR, Jones ML. Canine retraction with the edgewise appliance-some problems and solutions. **Br J Orthod** 1982 Oct; 9(4): 194-202.
14. Daskalogiannakis J, McLachlan KR. Canine retraction with rare earth magnets: an investigation into the validity of the constant force hypothesis. **Am J Orthod Dentofacial Orthop** 1996 May; 109(5): 489-95.
15. Dincer M, Iscan HN. The effects of different sectional arches in canine retraction. **Eur J Orthod** 1994 Aug; 16(4): 317-23.
16. Eden JD, Waters NE. An investigation into the characteristics of the PG canine retraction spring. **Am J Orthod Dentofacial Orthop** 1994 Jan; 105(1): 49-60.
17. Faulkner MG, Lipsett AW, El-Rayes K et al. Use of vertical loops in retraction systems. **Am J Orthod Dentofacial Orthop** 1991 Apr; 99(4): 328-36.
18. Garner LD, Allai WW, Moore BK. A comparison of frictional forces during simulated canine retraction of a continuous edgewise arch wire. **Am J Orthod Dentofacial Orthop** 1986 Sept; 90(3): 199-203.
19. Gjessing P. Biomechanical design and clinical evaluation of a new canine-retraction spring. **Am J Orthod** 1985 May; 87(5): 353-62.
20. Gjessing P. A universal retraction spring. **J Clin Orthod** 1994 Apr; 28(4): 222-42.
21. Goldberg L. Modified cuspid retraction in Begg therapy. **J Clin Orthod** 1975 Mar; 9(3): 170-172.

22. Güray E, Orthon M. "En masse" retraction of maxillary anterior teeth with anterior headgear. **Am J Orthod Dentofacial Orthop** 1997 Nov; 112(5): 473-9.
23. Haskell BS, Spencer WA, Day M. Auxiliary springs in continuous arch treatment: Part 1. An analytical study employing the finite-element method. **Am J Orthod Dentofacial Orthop** 1990 Nov; 98(5): 387-97.
24. Hasler R, Schmid G, Ingervall B et al. A clinical comparison of the rate of maxillary canine retraction into healed and recent extraction sites- a pilot study. **Eur J Orthod** 1997 Dec; 19(6): 711-9.
25. Hickham JH. Directional edgewise orthodontic approach: part IV. **J Clin Orthod** 1975 Feb; 9(2): 86-91, 94-100
26. Huffman DJ., Way DC. A clinical evaluation of tooth movement along arch wires of two different sizes. **Am J Orthod Dentofacial Orthop** 1983 Jun; 83(6):453-9
27. Kalra V. Intrusão e retração simultânea dos dentes anteriores. **Rev Dental Press Ortod Ortop Facial** 1999 jul-ago; 4(4): 80-81.
28. Kesling P. Expanding horizons of edgewise arch wire slot. **Am J Orthod** 1988 July; 94(1): 26-37.
29. Kojima Y, Fukui H. Numerical simulation of canine retraction by sliding mechanics. **Am J Orthod Dentofacial Orthop** 2005 May; 127(5): 542-51.
30. Lino AP. **Ortodontia preventiva básica**. São Paulo: Artes Médicas; 1992.
31. Lino AP. Estudo matemático dos pontos de aplicação de forças para retração ortodôntica do canino permanente superior. **Rev Paul Odontol** 2001; 23(5): 17-20.
32. Lotzof LP, Fine HA, Cisneros GJ. Canine retraction: a comparison of two preadjusted bracket systems. **Am J Orthod Dentofacial Orthop** 1996 Aug; 110(2): 191-6.
33. Lu TC, Wang WN, Tarng TH et al. Force decay of elastomeric chain; as serial study; part II. **Am J Orthod Dentofacial Orthop** 1993 Oct; 104(4): 373-7.

- 34.Marcotte MR. **Biomecânica em Ortodontia**. São Paulo: Santos; 1993.
- 35.Moura CR. **Ortodontia clínica passo a passo**. São Paulo: Robe; 1991.
- 36.Moyers RE. **Ortodontia**. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan; 1991.
- 37.Nikolai RJ. On optimum orthodontic force theory as applied to canine retraction. **Am J Orthod** 1975 Sept; 68(3): 290-302.
- 38.Perona G, Wenzel A. Radiographic evaluation of the effect of orthodontic retraction on the root of the maxillary canine. **Dentomaxillofac Radiol** 1996 Sept; 25(4): 179-85.
- 39.Philippe J. A system for retractin canine roots. **J Clin Orthod** 1987; 21: 400-4.
- 40.Rhee JN, Chun YS, Row J. A comparison between friction and frictionless mechanics with a new typodont simulation system. **Am J Orthod Dentofacial Orthop** 2001 Mar; 119(3): 292-9.
- 41.Ricketts RM. **Terapia bioprogressiva**. 3. ed. São Paulo: Santos; 1982. p. 130.
- 42.Samuels RH, Rudge SJ, Mair LH. A comparison of the rate of space closure using a nickel-titanium spring and an elastic module: a clinical study. **Am J Orthod Dentofacial Orthop** 1993 May; 103(5): 464-7.
- 43.Sander FG. Biomechanical investigation of the hybrid retraction spring. **J Orofac Orthop** 2000; 61(5): 341-51.
- 44.Schumacher HA, Bourauel C, Drescher D. Frictional forces when rectangular guiding arches with varying edge bevel are employed. **J Orofac Orthop** 1998; 59(3): 139-49.
- 45.Schumacher HA, Bourauel C, Drescher D. The influence of bracket design on frictional losses in the bracket/arch wire system. **J Orofac Orthop** 1999; 60(5): 335-47.
- 46.Smith R, Storey E. The importance of force in orthodontics. **Aust J Dent** 1952; 56: 11-8.

47. Sonis AL. Comparison of NiTi coil springs vs elastics in canine retraction. **J Clin Orthod** 1994 May; 28(5): 293-5.
48. Staggers JA, Germane N. Clinical considerations in the use of retraction mechanics. **J Clin Orthod** 1991 June; 25(6): 364-9.
49. Suyama H, Higashi K, Nakata S et al. New edgewise bracket with rounded slot and variable ligation. **J Clin Orthod** 1995 June; 29(6): 398-402.
50. Tanne K, Matsubara S, Shibaguchi T et al. Wire friction from ceramic brackets during simulated canine retraction. **Angle Orthod** 1991 Winter; 61(4): 285-92.
51. Tanne K, Inoue Y, Sakuda M. Biomechanical behavior of the periodontium before and after orthodontic tooth movement. **Angle Orthod** 1995; 65(2): 123-128.
52. Vellini-Ferreira F. **Ortodontia: diagnóstico e planejamento clínico**. São Paulo: Artes Médicas; 1996.
53. Waters NE. The mechanics of buccal canine retraction springs for removable orthodontic appliances. **Br J Orthod** 1982 July; 9(3): 164-72.
54. Ziegler P, Ingervall B. A clinical study of maxillary canine retraction with a retraction spring and with sliding mechanics. **Am J Orthod Dentofacial Orthop** 1989 Feb; 95(2): 99-106.

# **ANEXOS**



SÃO LEOPOLDO MANDIC  
FACULDADE DE ODONTOLOGIA  
CENTRO DE PÓS-GRADUAÇÃO

## Aprovado pelo CEP

Campinas, 1º de junho de 2006.

A(o)

C. D. Wilson Humio Murata

Curso: Mestrado em Ortodontia

Prezado(a) Aluno(a):

O projeto de sua autoria "*Biomecânica de Retração de Caninos Superiores utilizando Técnica de Arco Segmentado*".

Orientado pelo(a) Prof(a) Dr(a) Dr. Renato Castro de Almeida

Entregue na Secretaria de Pós-graduação do CPO - São Leopoldo Mandic, no dia 31/01/2006, com número de protocolo nº 06/028, foi APROVADO pelo Comitê de Ética e Pesquisa instituído nesta Universidade de acordo com a resolução 196 /1.996 do CNS - Ministério da Saúde, em reunião realizada no dia 30/05/2006.

Cordialmente

Prof. Dr. Thomaz Wassall  
Coordenador de Pós-Graduação