

ALFREDO A SPIEGEL

Cirurgião Dentista

ESTUDO COMPARATIVO DA FORÇA DE TRAÇÃO  
DESENVOLVIDA PELAS CADEIAS ELASTOMÉRICAS  
NACIONAIS E IMPORTADAS

Tese apresentada à Faculdade de  
Odontologia de Piracicaba da  
Universidade Estadual de Cam-  
pinas, para a obtenção do título  
de ~~MESTRE~~ MESTRE EM CIÊNCIAS,  
Área ORTODONTIA.

PIRACICABA  
1990

Sp43e

13286/BC

ALFREDO A SPIEGEL *nt*  
Cirurgião Dentista

ESTUDO COMPARATIVO DA FORÇA DE TRAÇÃO DESENVOLVIDA  
PELAS CADEIAS ELASTOMÉRICAS NACIONAIS E IMPORTADAS

Orientador: Prof. Dr. Simonides Consani *nt*

Tese apresentada à Faculdade de Odontologia  
de Piracicaba da Universidade Estadual de  
Campinas, para a obtenção do título de  
EM CIÊNCIAS, Área ORTODONTIA.

DOUTOR

PIRACICABA

1990

UNICAMP  
BIBLIOTECA CENTRAL

Ao Prof. Dr. SIMONIDES CONSANI, pela segura orientação no transcorrer deste trabalho e valiosíssima ajuda apresentada durante a elaboração e montagem do mesmo, o meu AGRDECIMENTO.

Aos meus queridos pais ALFREDO e GLORIA  
e minha irmã GLORIA ELENA pelo grande  
estímulo, apoio e compreensão durante  
minha formação no exterior,

**MINHA GRATIDÃO**

Ao Prof. Dr. LUIZ ANTONIO RUHNKE, pelas  
valiosas sugestões e colaboração na rea-  
lização da fase laboratorial deste tra-  
balho,

O meu agradecimento.

## AGRADECIMENTOS

A FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA da Universidade Estadual de Campinas, na pessoa de seu Diretor, Prof. Dr. RENATO ROBERTO BIRAL e ao Diretor Associado, Prof. Dr. OSVALDO DI HIPÓLITO JUNIOR.

Ao Prof. Dr. EVERALDO OLIVEIRA SANTOS BACCHI, Coordenador do Curso de Pós-Graduação em Ortodontia desta Faculdade, pela oportunidade concedida e formação especializada.

A Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. NORMA SABINO PRATES, pela grande dedicação à nossa formação profissional e amizade, a minha especial gratidão.

A Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. MARIA HELENA CASTRO DE ALMEIDA, pela formação especializada, apoio constante e amizade.

Ao Prof. Dr. DARCY FLAVIO NOUER, pela formação especializada e amizade.

As Prof<sup>ª</sup>s. MARIA BEATRIZ BORGES DE ARAUJO MAGNANI e VANIA CELIA VIEIRA DE SIQUEIRA, pelo constante apoio e manifestação de amizade.

Aos colegas do Curso de Pós-Graduação em Ortodontia desta Faculdade, pela amizade e companheirismo no decorrer do nosso curso.

A COORDENAÇÃO DE APERFEICOAMENTO DE PESSOAL DE ENSINO SUPERIOR (CAPES), do Ministério da Educação e Cultura, pela concessão de bolsa de estudo.

A Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. **MARINEIA DE LARA HADDAD**, do Departamento de Entomologia da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", pela elaboração da análise estatística..

A Sra. **SUELI DUARTE DE OLIVEIRA SOLIANI**, Bibliotecária desta Faculdade, pelo auxílio na revisão bibliográfica.

Aos Funcionários do Departamento de Ortodontia desta Faculdade, Sr. **PEDRO DE OLIVEIRA MIGUEL** e Sras. **MARIA SCAGNOLATO FERNANDES DA SILVA** e **JOSELENA CASATI LODI**, pelo auxílio prestado.

Aos Funcionários, **ADARIO CANGIANI** da Área de Materiais Dentários e **PEDRO SERGIO JUSTINO**, do Centro de Recursos Audio-Visuais desta Faculdade.

A **TECNIDENT**, por terem fornecido graciosamente parte dos materiais utilizados neste trabalho.

Aos Funcionários desta Faculdade **IVES ANTONIO CORAZZA** e **MARCOS ANTONIO RAPETTI**, pelo trabalho de digitação desta tese em computador.

E a todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para que este trabalho se concretizasse, sinceramente agradeço.

# ÍNDICE

<b>CAPÍTULO 1</b>	
<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>2</b>
<b>CAPÍTULO 2</b>	
<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>6</b>
<b>CAPÍTULO 3</b>	
<b>PROPOSIÇÃO</b> .....	<b>16</b>
<b>CAPÍTULO 4</b>	
<b>MATERIAIS E MÉTODO</b> .....	<b>18</b>
<b>CAPÍTULO 5</b>	
<b>RESULTADOS</b> .....	<b>25</b>
<b>CAPÍTULO 6</b>	
<b>DISCUSSÃO</b> .....	<b>33</b>
<b>CAPÍTULO 7</b>	
<b>CONCLUSÕES</b> .....	<b>40</b>
<b>CAPÍTULO 8</b>	
<b>RESUMO</b> .....	<b>43</b>
<b>CAPÍTULO 9</b>	
<b>SUMMARY</b> .....	<b>46</b>
<b>CAPÍTULO 10</b>	
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>48</b>
<b>CAPÍTULO 11</b>	
<b>APÊNDICE</b> .....	<b>52</b>

**CAPITULO 1**  
**INTRODUÇÃO**

## 1 - INTRODUÇÃO

Durante o tratamento ortodôntico o movimento dentário é feito através de forças mecânicas transmitidas aos dentes. REITAN<sup>1,1</sup>, em 1957, determinou que os valores de carga necessários para a movimentação dos caninos superiores eram de 150 a 250 gramas e para os caninos inferiores de 100 a 200 gramas. Uma das forças mecânicas utilizadas na clínica ortodôntica para se efetuar a movimentação dos dentes é a carga de tração transmitida pelos elásticos.

Há 20 anos, os elásticos sintéticos, obtidos de transformações químicas do carvão, do petróleo e de certos alcoóis vegetais e conhecidos comercialmente como plástico ou elastômeros, foram introduzidos na Ortodontia como opção à borracha natural ou látex.

Existem diferentes dispositivos mecânicos usados na prática ortodôntica para o fechamento de espaço no arco dental, como as alças de retração, as molas espirais ou os elásticos de borracha. Porém, os elásticos sintéticos também têm sido amplamente utilizados na retração de caninos, no fechamento de diastemas, na correção de rotações, na substituição do fio de ligadura e no fechamento geral de espaços. Estes dispositivos plásticos, cuja composição química é segredo do fabricante, são trocados pelos or

odontistas em intervalos de três a quatro semanas, ao contrário dos elásticos de látex, que eram substituídos pelos próprios pacientes a cada um ou dois dias. Entretanto, devido a desvantagem dos elásticos sintéticos ortodônticos perderem a elasticidade e, como consequência, apresentarem redução da força, alguns estudos foram feitos quanto à sua capacidade de tração.

Assim, ANDREASEN & BISHARA<sup>1</sup> e BISHARA & ANDREASEN<sup>2</sup> estudaram o efeito da força produzida pelas cadeias elastoméricas Alastik quando distendidas continuamente. Por outro lado, as ações exercidas pelo ar, fluidos ou meio intra-oral foram verificadas por WONG<sup>17</sup>, ASH & NIKOLAI<sup>2</sup>, sobre o desempenho mecânico dos auxiliares elastoméricos.

As influências do grau de extensão e do valor da extensão inicial, com o objetivo de verificar o declínio da força durante períodos prolongados de extensão também foram estudados por HERSHEY & REYNOLDS<sup>7</sup> e KOVATCH et alii<sup>8</sup>. Em 1979, BRANTLEY et alii<sup>4</sup> e YOUNG & SANDRIK<sup>18</sup> relataram que a predistensão da amostra antes da utilização resultava na manutenção contínua da força até o momento da deformação do plástico, resultante da fadiga produzida pelo uso.

Durante o emprego clínico desses elementos, ASH & NIKOLAI<sup>2</sup> e KUSTER; INGERVALL; BÜRGIN<sup>10</sup> concluíram que fatores que não são simulados nos estudos in vitro provavelmente alteram as propriedades dos elásticos plásticos, principalmente entre os dispositivos de aplicação intra-oral que apresentaram um declínio maior de força do que as amostras estudadas em laboratório.

De GENOVA et alii<sup>6</sup> em pesquisa de laboratório também en

contraram menor degradação das cadeias de elástômeros que foram submetidas ao ciclo térmico do que das que foram apenas mantidas à temperatura constante, à 37°C.

Como podemos observar, várias pesquisas têm sido realizadas para verificar a degradação dos elásticos sobre a influência de tração contínua, fazendo comparações entre as várias marcas comerciais existentes. Com o aparecimento da indústria brasileira no mercado de materiais ortodônticos, julgamos válido comparar o comportamento das cadeias elastoméricas estrangeiras já existentes no mercado, com o desempenho das similares de fabricação nacional.

**CAPITULO 2**  
**REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

---

## 2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Consultando a literatura disponível ao nosso alcance, pudemos constatar que nos últimos 20 anos os elásticos sintéticos em cadeias têm sido objeto de diversos estudos.

Em 1957, REITAN<sup>11</sup> analisou os principais fatores envolvidos no sistema de correção ortodôntica. Para isso, foram discutidos a variação individual na reação tecidual e os tipos de força aplicados assim como os princípios mecânicos envolvidos. O autor concluiu que a duração de um processo de reabsorção do osso alveolar era influenciada pelo comprimento da raiz. Assim, a quantidade de força aplicada pode variar consideravelmente de acordo com o tipo de movimento requerido. Portanto, os valores de carga estimados para o movimento dos caninos superiores eram de 150 a 250 gramas e para os caninos inferiores de 100 a 200 gramas, sendo que durante o estágio final do movimento contínuo do canino era de aproximadamente 250 gramas.

No ano de 1970, ANDREASEN & BISHARA<sup>1</sup> estudaram *in vitro* o comportamento da diminuição de esforços ocorridos nas cadeias da marca comercial Alastik e elásticos de látex. Eles observaram uma deformação permanente dos elásticos sintéticos de aproximadamente 50% do seu comprimento original, depois de 24 horas. Por ou

tro lado, os elásticos convencionais deformaram somente 23%, no mesmo período de tempo. Além disso, os autores demonstraram que os Alastik apresentaram um declínio significativo de força, ou seja, 74,21% da força inicial no primeiro dia. O declínio para os elásticos 3/4 foi somente de 41% no mesmo período de tempo. Depois desta extrema queda de força nas primeiras 24 horas, o declínio para os dois materiais é relativamente similar. Os autores também recomendam para o elástico sintético o uso de força 4 vezes maior do que a força desejada no dente, devido ao fato de que nas primeiras 24 horas ocorre o declínio de 74,21%, da força inicial. Embora, os elásticos sintéticos percam uma grande porcentagem da sua força inicial nas primeiras 24 horas, a força remanescente para as próximas 3 semanas é maior que a dos elásticos 3/4 ou 5/8 quando tracionados nas mesmas distâncias. Os autores ainda concluíram que sob as mesmas condições é preferível utilizar os produtos elastoméricos Alastik.

Neste mesmo ano, BISHARA & ANDREASEN<sup>3</sup> fizeram experiências comparativas entre os elásticos plásticos utilizados para mecânica de classe II e III e os elásticos de borracha, durante um período de três semanas. Observaram que ambos os materiais mostram similaridades mas também diferenças, como o declínio de força inicial ao final do primeiro dia, em média, 17,2% para os elásticos de borracha e de 54,7% para os Alastik plásticos, tipo K. Após esse período, entram em relativa fase estável até três semanas. Ambos materiais sofrem deformações permanentes na forma, mas estas são maiores nos elásticos plásticos. Os autores afirmam que

as propriedades desses materiais são afetadas pelas condições orais e que ao final das três semanas a força remanescente nos elásticos de borracha é de 74,9% e a remanescente nos elásticos plásticos é de 32,5%. Os autores sugerem que os Alastik não devem ser trocados diariamente, devendo utilizá-los por períodos longos de tempo, tirando vantagem da sua força remanescente constante. Também sugerem que o paciente deve ser informado do desconforto inicial do uso do Alastik, o que desaparece depois de poucas horas.

Em 1971, WARE<sup>16</sup> estudou algumas das propriedades físicas dos elásticos plásticos através de experiências comparativas com os elásticos de látex. O autor concluiu que a forma dos elásticos plásticos são excelentes e que os mesmos têm uma grande gama de aplicações. Porém, o material sintético com o qual os anéis são confeccionados tem certas limitações. O material plástico submetido a um estiramento causa uma rápida redução de carga e não conduz a um movimento ótimo como o planejado. Os resultados também indicaram que deve ser impossível prever qual seria a força ótima e em qual período ela poderia ser aplicada para qualquer situação clínica em particular.

Em 1975, HERSHEY & REYNOLDS<sup>7</sup> compararam uma variedade de auxiliares elastoméricos, utilizando uma armação com o objetivo de simular o movimento dental de 0,25mm e 0,50mm por semana, diminuindo a distância dos pontos onde os módulos eram colocados. Eles demonstraram que ocorre um declínio maior do que 50% durante as primeiras 24 horas em todos os módulos elastoméricos ensaiados.

dos. Depois de 4 semanas, a quantidade de força remanescente foi de 40% da força inicial sem a simulação do movimento dental. Com movimento dental de 0,25mm por semana, a força foi de aproximadamente 1/3 (33%) da força inicial, depois de 4 semanas. Quando a taxa de movimento dental foi de 0,50mm por semana, a força remanescente foi de aproximadamente 1/4 (25%) da força inicial, depois de 4 semanas. Em adição, os módulos produzidos por 3 diferentes fabricantes exibiram força similar e curvas de declínio também similares podendo ser julgados clinicamente equivalentes.

Comparando vários auxiliares elastoméricos, WONG<sup>17</sup>, em 1976, observou algumas diferenças entre os produtos. O Power Chain da Ormco foi apresentado como mais elástico e menos rígido que os Alastik da Unitek que tinham mais força. No teste de tração, o maior declínio de força aconteceu nas primeiras 24 horas, com uma perda de 73%. O declínio da força diminuiu gradualmente e manteve relativamente constante pelo resto das 3 semanas. Segundo o autor, os materiais elásticos sofrem permanentes deformações. Por isso, o tratamento deverá tomar em consideração a rápida perda da força inicial dos materiais elásticos ocorrida no primeiro dia e a força residual remanescente. O autor ainda orienta a pre-distender os elásticos antes de serem colocados na boca.

Neste mesmo ano, KOVATCH et alii<sup>8</sup> demonstraram que os Alastik tipo K-2 da Unitek tem um declínio de força maior quando submetido a uma distensão rápida e uma carga de força maior. Consequentemente para evitar um declínio de força indesejável, os autores sugerem que os módulos plásticos sejam distendidos gradati-

vamente quando eles estão sendo colocados em posição.

BROOKS & HERSHEY<sup>5</sup>, em 1976, reportaram que ao predistender os módulos plásticos, o declínio de força é reduzido em quantidade significativa. Os módulos predistendidos durante um período de 24 horas e imediatamente testados, mantiveram de 15 a 20% de aumento de força sobre os módulos não predistendidos depois das primeiras 24 horas de teste e um aumento de 10% depois de 4 semanas, nas mesmas condições.

No ano de 1978, VARNER & BUCK<sup>15</sup> estudaram a produção e o declínio de forças que ocorreram com os módulos Alastik tipo KX, simulando o uso clínico num período de tempo de 2 horas a 4 semanas. Os autores observaram que o declínio de força foi moderado e todo módulo KX testado produziu aproximadamente 454 gramas de força até o final do período de teste de 4 semanas. Por esta razão, os autores concluíram que do ponto de vista clínico os módulos não precisam ser trocados mais frequentemente do que uma vez a cada 4 semanas.

Neste mesmo ano, ASH & NIKOLAI<sup>2</sup> realizaram testes comparativos de laboratório e intra-orais com Alastik dos tipos CK e K-1. Os autores concluíram que o declínio da força dos plásticos é mais rápida e intensa nos testes intra-orais do que nos testes de laboratório. Os testes intra-orais apresentaram um declínio 20% maior do que os testes de laboratório, onde os elásticos plásticos foram mantidos numa estufa, à 37°C. Além disto, diferenças significativas foram encontradas entre os testes intra-orais e os testes onde os plásticos foram submersos em água à temperatura de

37°C, simulando o meio bucal. Durante a primeira semana as diferenças não apareceram, mas depois da terceira semana, a diferença foi maior do que 44 gramas entre ambas amostras.

No ano de 1979, BRANTLEY et alii<sup>4</sup> verificaram a influência de diferentes condições de meio ambiente associada com a prática de predistender os módulos plásticos. Os seus resultados mostraram que predistender os módulos plásticos é uma técnica para obter forças mais constantes. Porém, esses módulos devem ser utilizados imediatamente após terem sido predistendidos para evitar os efeitos do tempo sobre a perda de forças. Além disto, os autores informam que predistender os módulos plásticos por um tempo superior a três semanas não é uma técnica efetiva. Em contraste, os grupos controles exibiram menores valores de força que os grupos predistendidos depois das três semanas de testes.

Durante este mesmo ano, YOUNG & SANDRIK<sup>18</sup> realizaram testes de laboratório onde avaliaram o predistensão simples e seu efeito no declínio da força dos Alastik tipos CK e C<sub>2</sub>. A cadeia de plástico foi rapidamente predistendida com a mão e colocada num aparelho desenhado para exercer 90 gramas de força. Em seguida, o conjunto foi colocado em água destilada à 37°C para simular o meio intra-oral. As amostras predistendidas apresentaram um rendimento de 17 a 25% nas primeiras 24 horas, sobre o grupo controle que não foi predistendido. Depois de um período de quatro semanas de testes, a força remanescente foi de 64 a 93% maior para o grupo predistendido do que para o controle.

No ano de 1985, De GENOVA et alii<sup>6</sup> realizaram estudos

comparativos do declínio de força das cadeias elastoméricas de uso ortodôntico, utilizando três produtos auxiliares das marcas Power Chain II da Ormco Co., Energi Chain da Rocky Mountain e Elast-o Chain da T.P. Laboratories que foram avaliadas num meio oral simulado. Um dos grupos das amostras foi submetido à ciclos térmicos com temperaturas que variaram entre 15 e 45°C por um período de 21 dias. O outro grupo era submergido em saliva artificial à 37°C. Os autores reportaram um menor declínio de força das cadeias elastoméricas submetidas ao ciclo térmico do que das amostras mantidas à 37°C.

Durante este mesmo ano, KILLIANY & DUPLESSIS<sup>8</sup> realizaram testes comparativos entre a nova cadeia elastomérica Energi Chain da Rocky Mountain, que prometia possuir melhores propriedades que outros tipos convencionais de cadeias elastoméricas, e a Plastic Chain da American Orthodontics. Os autores reportaram uma diferença significativa entre os dois materiais. O padrão de declínio para ambos materiais foi similar, porém, a Plastic Chain apresentou uma força inicial maior que a Energi Chain. Entretanto, ao final das primeiras 24 horas a Energi Chain apresentou uma força maior até o final do teste de oito semanas.

Neste mesmo ano, ROCK; WILSON; FISHER<sup>13</sup> realizaram uma pesquisa de laboratório com 13 tipos comerciais de cadeias elastoméricas utilizando amostras com 2, 3 ou 4 anéis. Os autores sugeriram que uma extensão entre 50 e 70% do tamanho original produzirá uma força ortodôntica satisfatória para o movimento dental, independente do número de anéis utilizados.

No início de 1986, SONIS; VAN DER PLAS; GIANELLY<sup>14</sup> realizaram um estudo *in vivo* comparativo entre os plásticos da Unitek, Rocky Mountain e o fio elástico da Unitek. Os autores concluíram que os auxiliares elastoméricos testados e o fio elástico produzem movimento dental igual. Além disto, os autores informaram que os auxiliares elastoméricos eram mais higiênicos e requeriam menor tempo de atendimento na sua colocação do que o fio elástico. Concluindo, os auxiliares elastoméricos em cadeia oferecem uma alternativa viável como sistema de força sobre os fios elásticos.

Neste mesmo ano, ROCK; WILSON; FISHER<sup>12</sup> reportam o efeito de ação das cadeias elastoméricas ativadas durante quatro semanas na cavidade bucal. Depois de quatro semanas de teste *intra-bucal* foi verificado um declínio de força de aproximadamente 50% do valor original. Todos os materiais estudados apresentaram uma diminuição na sua espessura o que contribuiu na redução da força exercida pelas cadeias elastoméricas. Além disto, os autores reportam um fechamento de espaço na área da extração com a retração do canino no alcance de 0-5mm produzidos pelas cadeias elastoméricas, durante as quatro semanas.

Durante este mesmo ano, KUSTER; INGERVALL; BURGİN<sup>10</sup> realizaram um teste de laboratório e outro *intra-oral* para verificar a degradação das cadeias elásticas. Dois tipos de marcas comerciais foram utilizados, o Alastik da Unitek Co. e o Power Chain II da Ormco Co.. As duas marcas comportaram-se similarmente e depois de quatro semanas elas tinham perdido 25 a 30% da força ini-

cial. O maior declínio de força ocorreu nas primeiras duas horas onde perderam de 10-16% da força inicial, no teste de laboratório. Além disto, os autores reportam que no teste intra-oral as duas marcas comportaram-se similarmente e o declínio de força foi maior no teste intra-oral do que no de laboratório, depois das quatro semanas de teste. A força remanescente era somente de 43-52% do valor original e o maior declínio de força ocorreu nas primeiras 8 horas, onde as cadeias elásticas tinham perdido de 28-34% da força original, porém depois de quatro semanas em nenhuma amostra a força remanescente foi menor do que 100 gramas.

**CAPITULO 3**  
**PROPOSIÇÃO**

### 3 - PROPOSIÇÃO

O propósito deste estudo foi verificar a influência do tempo de distensão sobre a força de tração exercida pelas cadeias elastoméricas de fabricação nacional (Tecnident) e das importadas (Unitek e Dentaurum).

**CAPITULO 4**  
**MATERIAIS E MÉTODO**

#### 4 - MATERIAIS E MÉTODO

Os materiais utilizados nesta pesquisa foram quatro produtos elastoméricos, dois de fabricação nacional da mesma marca comercial e dois de fabricação estrangeira de diferentes marcas comerciais, ou seja:

- 1 - Elástico em cadeia tipo Cinza, fabricado pela Tecnident, Materiais para Ortodontia, São Carlos, SP.
- 2 - Elástico em cadeia tipo Cristal, também fabricado pela Tecnident, Materiais para Ortodontia, São Carlos, SP.
- 3 - Alastik tipo C<sub>1</sub> gray spool, fabricado pela Unitek Co., Estados Unidos.
- 4 - Elastic Chain, fabricado pela Dentaurem, República Federal da Alemanha.

Todos os elásticos plásticos utilizados neste estudo são fabricados em cadeias contínuas e comercializados em carretéis. (Fig.4.1). Os elásticos foram mantidos nas suas respectivas embalagens originais até o momento da confecção dos corpos de prova. Os corpos de prova foram obtidos cortando as cadeias contínuas em segmentos individuais, contendo cada unidade 4 módulos



Figura 4.1 - Cadeias elastoméricas nas embalagens comerciais: A - Elastic Chain da Dentaaurum; B - Alastik tipo  $C_1$  gray spool da Unitek; C - Elástico em cadeia tipo Cristal da Tecnident e D - Elástico em cadeia tipo Cinza da Tecnident.

plásticos. Em seguida, o comprimento das unidades foi medido com auxílio de um paquímetro, com a finalidade de determinar o comprimento inicial das mesmas antes de serem submetidas ao teste de distensão. (Tabela 5.4, p. 28) Para os testes foram selecionadas ao acaso 10 amostras de cada marca comercial, que eram posicionadas distendidas numa base de madeira e mantidas em ambiente de laboratório, à temperatura de  $24 \pm 1^\circ\text{C}$ ., até o momento dos ensaios. Nessa base especialmente construída, foram inseridos 40 pares de pinos feitos com fio ortodôntico de 1,0 mm de diâmetro. A distância estabelecida entre os pares de pinos foi de 25 mm, correspondendo aproximadamente ao espaço entre canino e primeiro molar, no caso clínico de retração de canino. (Fig.4.2).

Posteriormente, as amostras foram medidas no dinamômetro, afim de registrar a leitura inicial da força de tração, produzida pelas amostras distendidas a 25 mm. Os dados médios obtidos podem ser verificados na Tabela 5.1, p. 27.

Após a leitura inicial, as amostras foram colocadas nos pinos da base de madeira e permaneceram distendidas durante 1 hora. Após esse período, foram retiradas da base de madeira e submetidas novamente à leitura de 1 hora. O mesmo procedimento foi repetido nos intervalos de 6 horas, 12 horas, 24 horas, 72 horas, 1 semana, 2 semanas e 3 semanas.

As amostras foram removidas da base de madeira onde eram mantidas posicionadas somente no momento de realizar a leitura no dispositivo de medição. Após as medições, as amostras eram levadas novamente em posição nos pinos da base de madeira, até a



Figura 4.2 - Base de madeira contendo os 40 pares de pinos com as respectivas cadeias elastoméricas.

próxima leitura. Foram tomados cuidados especiais para não distender as amostras acima da distância escolhida, ou seja de 25 mm. O valor de cada leitura foi anotado em fichas.

As leituras das forças de tração exercidas pelas cadeias elastoméricas durante o ensaio de distensão foram realizadas com o auxílio de um dispositivo que consistia de: 1) um dinamômetro, de marca comercial Correx, Suíça, calibrado em gramas para forças de 50 a 500 gramas, colocado fixo numa plataforma de madeira; 2) um cursor adaptado próximo da extremidade do braço do dinamômetro, que se movimentava através de um parafuso milimétrico, permitindo padronizar a distância do ensaio de tração. (Fig. 4.3).

A distância que as amostras foram posicionadas entre os dois pontos neste dispositivo, ou seja, braço do dinamômetro e cursor, foi sempre conferida com um paquímetro, para verificar se era idêntica a distância dos pinos da base de madeira, onde as amostras eram mantidas, à 25 mm.

As amostras foram ensaiadas durante um período total de 3 semanas. A adoção do período máximo de 3 semanas para os testes foi baseado na suposição de que os pacientes retornam às consultas clínicas em seções que não excedem esse intervalo de tempo.

Imediatamente após o último teste de 3 semanas, as amostras foram novamente medidas para determinar o tamanho da distensão final (Tabela 5.4, p. 28). No teste foram utilizadas 40 amostras, 10 amostras para cada tipo de material, sendo realizadas 80 medições do comprimento das cadeias elastoméricas, 360 leituras da força de tração, ou seja, um total de 440 leituras.

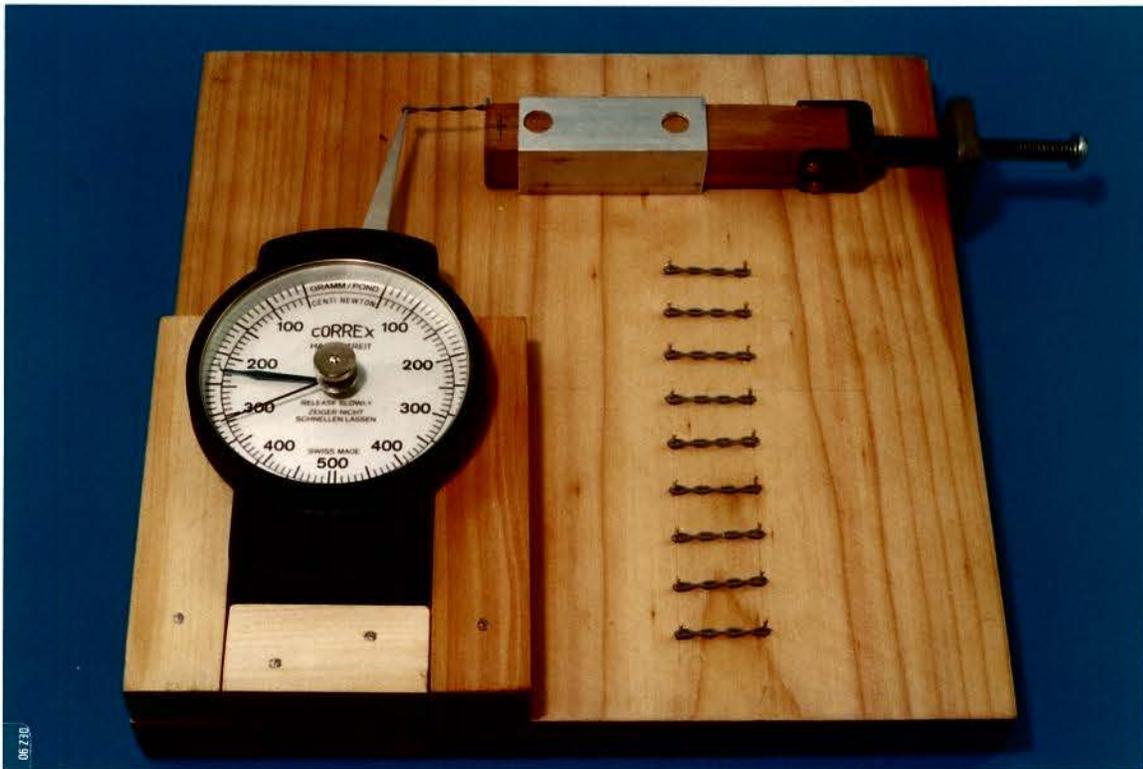


Figura 4.3 - Conjunto contendo dinamômetro e cursor com parafuso milimétrico.

**CAPÍTULO 5**

**RESULTADOS**

## 5 - RESULTADOS

Na tabela 5.1 estão expressos os valores médios da perda de elasticidade, em gramas, dos 4 tipos comerciais: Unitek, Dentaaurum, Tecnident Cristal e Tecnident Cinza durante os 9 intervalos de tempo: Inicial, 1 hora, 6 horas, 12 horas, 24 horas, 72 horas, 1 semana, 2 semanas e 3 semanas. Esta tabela também ilustra a porcentagem de força de tração remanescente dos 4 tipos de elásticos plásticos nos 9 intervalos de tempo, durante 3 semanas de testes em ambiente de laboratório.

A tabela 5.2 apresenta as médias, em gramas, onde foi utilizado o teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, para os períodos de: 6 horas, 2 semanas, 3 semanas e o período total (média dos períodos de 1 hora a 3 semanas).

A tabela 5.3 mostra os valores médios, em gramas, onde foi utilizado o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, para o período de 1 hora, 12 horas, 24 horas, 72 horas e 1 semana.

A tabela 5.4 indica as médias das medidas iniciais e finais, em mm, dos 4 tipos comerciais utilizados no teste e sua respectiva porcentagem da extensão e deformação após 3 semanas de distensão contínua a 25 mm.

A Figura 5.1 ilustra as amostras no estado inicial iner

te e após deformação, ao final de 3 semanas.

Na representação gráfica 5.1 encontram-se os valores médios, em gramas, com a conseqüente perda da força de tração durante 3 semanas de distensão contínua, em 9 intervalos de tempo, dos 4 tipos comerciais de cadeias elastoméricas testadas em ambiente de laboratório.

A representação gráfica 5.2 indica a porcentagem de perda de elasticidade dos 4 tipos comerciais de cadeias elastoméricas testadas durante 3 semanas de distensão contínua em 9 intervalos de tempo.

TABELA 5.1 - Médias (gramas) da carga e percentual da perda de elasticidade das cadeias elastoméricas, no período de 3 semanas

TEMPO \ MARCA	UNITEK		DENTAURUM		TEC. CRISTAL		TEC. CINZA	
	g	%	g	%	g	%	g	%
Início	352,2	100,0	370,5	100,0	310,0	100,0	353,1	100,0
1 hr.	310,8	88,2	278,5	75,3	274,3	88,5	282,8	80,1
6 hs.	278,6	79,1	271,3	73,3	246,5	79,5	251,7	71,3
12 hs.	269,8	76,6	263,0	71,0	140,8	77,7	237,2	67,2
24 hs.	263,6	74,8	259,8	70,1	237,6	76,6	236,3	66,9
72 hs.	257,8	73,2	254,6	68,7	230,9	74,5	231,1	65,4
1 semana	254,2	72,2	231,8	62,6	228,2	73,6	226,4	64,1
2 semanas	240,0	68,1	221,0	59,6	214,8	69,3	200,2	56,7
3 semanas	234,6	66,6	219,6	59,3	203,0	65,5	196,4	55,6

TABELA 5.2 - Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, para: 6 horas, 2 semanas, 3 semanas e período total.

MARCA \ TEMPO	MÉDIAS - gramas			
	6 horas	2 semanas	3 semanas	Período Total
UNITEK	278,60 a	240,00 a	234,60 a	263,67 a
DENTAURUM	271,30 b	221,00 b	219,60 b	249,96 b
TECNIDENT CRISTAL	246,50 d	214,80 c	203,00 c	234,55 c
TECNIDENT CINZA	251,70 c	200,20 d	196,40 d	232,76 d

\* Medidas seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente.

TABELA 5.3 - Teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, para período de 1 hora, 12 horas, 24 horas, 72 horas e 1 semana

TEMPO \ MARCA	MEDIAS - gramas				
	1 hora	12 horas	24 horas	72 horas	1 semana
UNITEK	310,80 a	269,80 a	263,60 a	257,80 a	254,20 a
DENTAURUM	278,60 bc	263,00 b	259,80 a	254,60 a	231,80 b
TECNIDENT CRISTAL	274,60 c	240,60 c	237,60 b	231,10 b	226,20 bc
TECNIDENT CINZA	282,80 b	237,20 c	236,30 b	230,90 b	226,40 c

\* Medidas seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente

TABELA 5.4 - Medidas iniciais e finais das 4 cadeias elastoméricas e as porcentagens de extensão e deformação após 3 semanas de teste, em ambiente de laboratório.

MEDIDA \ MARCA	UNITEK	DENTAURUM	TECNIDENT CRISTAL	TECNIDENT CINZA
Tamanho inicial	14,0 mm	14,0 mm	13,0 mm	13,0 mm
Tamanho final	22,0 mm	20,0 mm	19,5 mm	20,5 mm
% de extensão	178,5%	178,5%	192,3%	192,3%
% de deformação	157,1%	142,8%	155,0%	157,7%

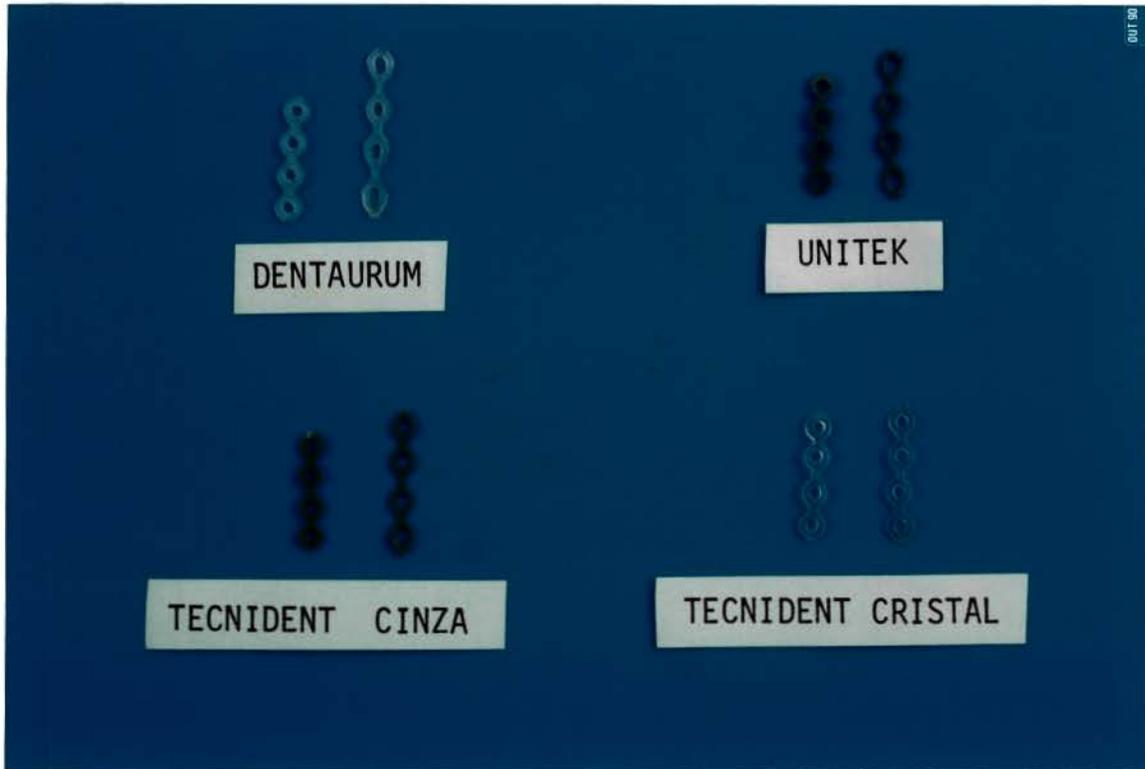


Figura 5.1 - Amostras das cadeias elastoméricas no estado inicial inerte e após deformação.

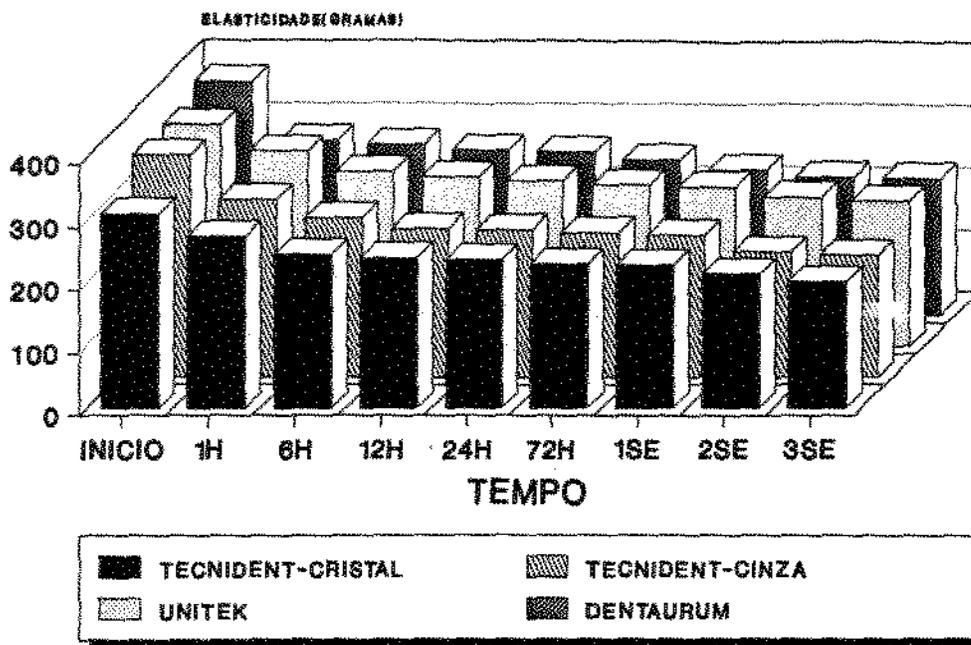


Gráfico 5.1 - Representação gráfica dos valores médios da força de tração, em gramas, das 4 cadeias elastoméricas.

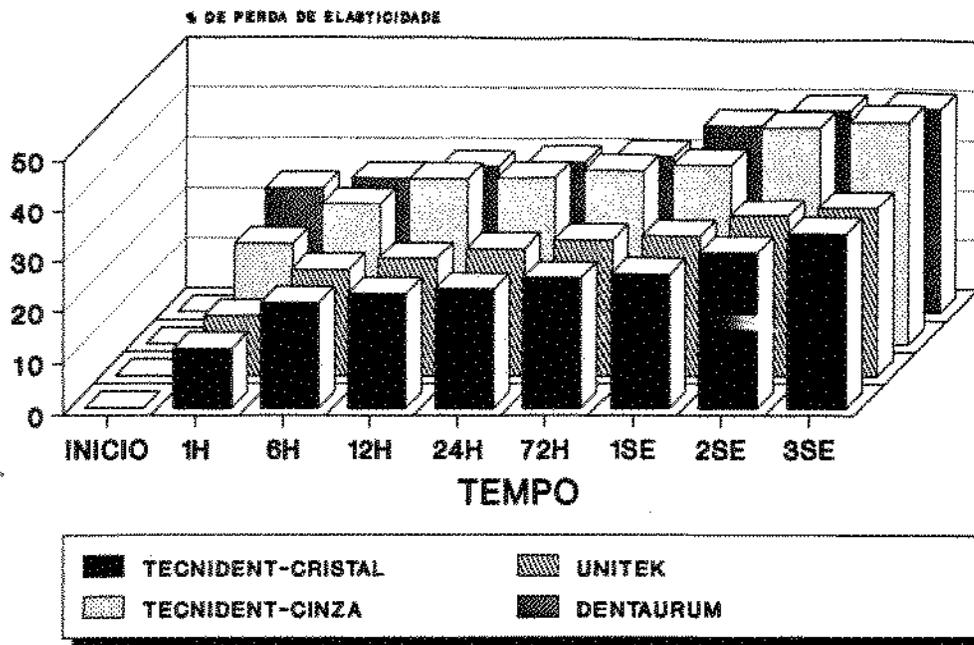


Gráfico 5.2 - Representação gráfica da porcentagem de perda de elasticidade das 4 cadeias elastoméricas.

**CAPITULO 6**  
**DISCUSSÃO**

## 6 - DISCUSSÃO

Este trabalho foi realizado com a finalidade de determinar a força de tração exercida pelas cadeias elastoméricas, no sentido de atender uma situação clínica simulada de retração de canino para o espaço deixado pela extração do primeiro pré-molar. O número estipulado de 4 anéis utilizado para formar o dispositivo de tração seria suficiente para cobrir a distância que vai do canino até o primeiro molar, ou seja, aproximadamente 25 mm.

Portanto, os resultados obtidos neste trabalho nos forneceram informações que, a nosso ver, mostram a eficiência das cadeias elastoméricas estudadas, onde a força inicial produzida pelos 4 tipos de amostras distendidas variou de 310 a 370 gramas (Tabela 5.1, p. 27). Entretanto, certificamos que apesar da carga inicial alta, os nossos resultados confirmam os apresentados nas investigações anteriores, onde também se verificou um rápido decréscimo da força desenvolvida pelas cadeias elastoméricas depois da distensão inicial e conseqüente diminuição da força, principalmente nas primeiras 24 horas (ANDREASEN & BISHARA<sup>4</sup>; HERSHEY & REYNOLDS<sup>7</sup> e WONG<sup>17</sup>).

Em nosso trabalho, a diminuição de força apresentada pelas cadeias elastoméricas também foi marcante nas primeiras 24 horas. Assim, o teste de laboratório evidenciou que o percentual re

manescente de elasticidade, em gramas, para os produtos ensaiados foi o seguinte: 74,8% para o Alastik da Unitek; 70,1% para o Elastic Chain da Dentaurum; 76,6% para o elástico em cadeia da Tecnident tipo Cristal e, 66,9% para o elástico em cadeia da Tecnident tipo Cinza. (Tabela 5.1, p. 27).

Assim, a análise estatística permite observar os resultados significantes do Teste F, onde a força de tração é influenciada pelo tipo de elástico, pelo tempo e também pela interação entre eles. (Tabela 11.5, p. 57).

Portanto, quando consideramos os períodos parciais de 6 horas, 2 semanas e 3 semanas e o período total (média dos períodos de 1 hora a 3 semanas), observamos que os resultados apresentados pelos diferentes tipos de elásticos são estatisticamente diferentes entre si quanto à força exercida, como mostra a Tabela 5.2, p. 27. Como podemos notar, a superioridade de carga exercida pelo Alastik da Unitek foi evidente em todos os períodos parciais, quando comparada com a força produzida pelos demais produtos. Assim, o Elastic Chain da Dentaurum aparece em segundo lugar, seguidos, respectivamente, pelos elásticos da Tecnident tipos Cristal e Cinza. No período de 6 horas, o elástico tipo Cinza foi superior ao Cristal, constituindo-se numa exceção.

Baseados nos resultados da Tabela 5.1, p. 27, podemos verificar que as cadeias elastoméricas ensaiadas apresentaram níveis médios decrescentes de forças que variaram de 370,5 até 196,4 gramas, durante as 3 semanas (Gráfico 5.1 - p. 30).

Quando analisamos a Tabela 5.3, p. 28, relativa ao pe-

riodo envolvendo os ensaios de 1 hora até 1 semana, observamos que as forças exercidas pelas cadeias elastoméricas nacionais não diferem estatisticamente entre si. Também, na mesma Tabela podemos notar que na primeira semana, a cadeia elastomérica Alastik da Unitek apresentou superioridade de força em relação aos demais elásticos. Porém, nos períodos parciais de 24 e 72 horas não apresentou diferença significativa com o Elastic Chain da Dentaurum, embora mantivesse superioridade com os demais (Tabela 5.3, p. 28).

Por outro lado, o decréscimo do alto nível inicial de força dos elásticos plásticos não deve ser considerado uma desvantagem séria, já que depois de 24 horas, os resultados mostram manutenção da força remanescente que variou de 66,9% a 76,6%, para os 4 tipos de cadeias elastoméricas (Tabela 5.1 - p. 27). Assim, o nível de força ótimo para a retração de caninos estabelecida por REITAN<sup>41</sup>, em 1967, foi de 150 a 250 gramas para o superior e de 100 a 200 gramas para o inferior.

Ainda que o declínio de força mostrado durante as 3 semanas seja entre 33,4% e 44,4% da sua força inicial, os 4 tipos de elásticos em cadeias estudados apresentaram médias de forças finais que variaram entre 196,4 e 234,6 gramas, (Tabela 5.1, p. 27) o que colocaria as forças exercidas por essas cadeias elastoméricas dentro das magnitudes estabelecidas por REITAN<sup>41</sup> na retração de caninos. Portanto, todos os tipos de cadeias elastoméricas produziram declínio de elasticidade semelhante em função do tempo de ensaio, ocorrendo a maior perda durante as primeiras 24

horas. Embora, o desempenho de todos os módulos seja parecido quando consideramos somente a quantidade de declínio de força, podemos observar que houve diferenças substanciais entre as cadeias elastoméricas fabricadas pelas diferentes empresas. Essas diferenças encontradas são suficientemente relevantes para fazermos comparações entre fabricantes.

Assim, podemos observar que o Alastik da Unitek apresentou tendência de manter um pouco mais a sua taxa de força de tração, apresentando carga média inicial de 352,2 gramas e ao final de 3 semanas, 234,6 gramas. Em segundo lugar, o Elastic Chain da Dentaurum apresentou uma força inicial de 370,5 gramas e após 3 semanas 219,6 gramas. Em seguida, a cadeia elastomérica da Tecnident tipo Cristal apresentou uma força inicial de 310 gramas e após 3 semanas, 203 gramas. Por último, a cadeia elastomérica da Tecnident tipo Cinza, com força inicial de 353,1 gramas e após 3 semanas, 196,4 gramas (Tabela 5.1, p. 27).

Comparando os resultados apresentados pelas cadeias estrangeiras nós pudemos observar uma pequena superioridade do Alastik da Unitek sobre o Elastic Chain da Dentaurum, ou seja, uma diferença média de carga de 15 gramas, depois das 3 semanas. Já, ao compararmos o Alastik da Unitek com os elásticos em cadeias de fabricação nacional, verificamos a superioridade do elástico importado que apresentou uma diferença média final de 31,6 gramas em relação ao tipo Cristal e de 38,2 gramas frente ao tipo Cinza.

Outro aspecto importante que pudemos observar foi que todas as cadeias elastoméricas sofreram deformação, o que seria

considerado como a inabilidade do material em manter a forma original. Embora, essa incapacidade seja em níveis diferentes para os 4 tipos de cadeias ensaiadas, o melhor desempenho foi apresentado pelo Elastic Chain da Dentaurum (142,8%), seguido pela cadeia tipo Cristal da Tecnident (155%) e, por último, pelos Alastik da Unitek e cadeia tipo Cinza da Tecnident, que sofreram porcentagens consideradas iguais de deformação (157,1% e 157,7%, após 3 semanas de testes (Tabela 5.4, p. 28 - Figura 5.1 p. 29).

A perda de elasticidade também tinha sido verificada anteriormente por ANDREASEN & BISHARA<sup>1</sup>, onde encontraram uma deformação para a cadeia de Alastik de 50% do seu tamanho original, fato que confirma os resultados de nosso trabalho.

Por analogia, o emprego clínico desta informação seria baseado no conhecimento de que as amostras apresentam declínio de força previsto, o que facilitaria o prognóstico dos resultados desejados nas situações clínicas, na qual a força exercida devia ser conhecida pelo profissional.

Entretanto, devemos considerar que durante o uso clínico destes dispositivos, existem fatores diversos que não foram simulados neste estudo "in vitro" que poderiam influenciar no desempenho do elástico. Dentre eles, WONG<sup>17</sup>; ASH & NIKOLAI<sup>2</sup>; e KUSTER; INGERVALL; BURGIN<sup>10</sup> consideram a ação dos elementos químicos da saliva, da comida e de fatores térmicos, assim como da mecânica durante a mastigação e procedimentos de higiene bucal.

Na mesma linha de pesquisa, ASH & NIKOLAI<sup>2</sup> realizaram testes comparativos de laboratório e intra-oral com Alastik,

concluindo que o declínio da força dos plásticos é mais rápido e intenso nos testes intra-orais do que nos testes de laboratório, onde apresentaram um declínio 20% maior do que os de laboratório.

Assim, com base nos resultados de ASH & NIKOLAI<sup>2</sup>, poderíamos sugerir a utilização clínica das cadeias importadas da Unitek e Dentaurem, durante 3 semanas, sem o perigo da força decrescer à magnitudes menores que as necessárias para realizar o movimento dental. Porém, seria aconselhável não exceder o tempo de 3 semanas, principalmente, com as cadeias elastoméricas nacionais, que facilmente poderiam atingir níveis sub-ótimos de força para realizar retração de caninos, essencialmente, no seu estágio final. Assim sendo, por analogia, poderíamos sugerir a troca dos elásticos nacionais, principalmente o tipo Cinza, a cada 2 semanas. Por outro lado, dos importados podemos tirar a vantagem da sua força de tração, sugerindo a troca à intervalos de 3 semanas.

A nosso ver, a variação da força de tração apresentada pelas amostras estudadas provavelmente ocorreu pelas diferentes técnicas utilizadas na fabricação desses auxiliares elastoméricos.

**CAPITULO 7**

**CONCLUSÕES**

## 7 - CONCLUSÕES

Baseando-nos na exposição dos resultados obtidos apresentados no decorrer deste trabalho, julgamos válido emitir as seguintes conclusões:

O tempo de distensão exerceu influência sobre a força de tração, a saber:

1 - Existe um declínio inicial de força e a maior perda ocorreu nas primeiras 24 horas (24 a 33%) para todas as cadeias elastoméricas.

2 - Depois deste decréscimo inicial da força de tração nas primeiras 24 horas, o declínio para as amostras ocorreu numa taxa de 8 a 11%, durante as 3 semanas.

3 - Após a primeira semana, o Alastik da Unitek apresentou uma taxa de decréscimo da força de tração menor do que as outras cadeias elastoméricas.

4 - Nos períodos parciais de 1 hora até 1 semana, as cadeias elastoméricas nacionais não apresentaram cargas de tração com diferenças significativas.

5 - Quanto maior o tempo de distensão, maior a perda de tração exercida pelas amostras.

6 - As forças produzidas por todas as cadeias elastoméricas se encontram dentro das magnitudes necessárias para realizar o movimento dental.

**CAPITULO 8**

**RESUMO**

## 8 - RESUMO

Este trabalho teve como objetivo comparar "in vitro" as forças de tração exercidas pelas cadeias elastoméricas em função do tempo de distensão. Foram usados 4 tipos comerciais de cadeias elastoméricas, dois de fabricação nacional (Tecnident, tipos Cristal e Cinza) e dois de fabricação estrangeira (Unitek, tipo Alastik C<sub>1</sub> gray spool e Dentaurum, tipo Elastic Chain).

As cadeias foram distendidas 25 mm e as leituras de força de tração efetuadas em 9 intervalos de tempo: Inicial, 1 hora, 6 horas, 12 horas, 24 horas, 72 horas, 1 semana, 2 semanas e 3 semanas. Os resultados mostraram que as cadeias elastoméricas mantiveram um índice de 55.6 a 66.6% da sua força inicial, após 3 semanas. O maior declínio de força ocorreu nas primeiras 24 horas para todas as amostras, onde: o Elástico tipo Cinza da Tecnident manteve 66.9% da sua força inicial, seguidos pelos Elastic Chain da Dentaurum com 70,1%, Alastik da Unitek que manteve 74.8% e, por último, elástico tipo Cristal da Tecnident, com 76.6% da sua força de tração inicial.

Ao final das 3 semanas, a maior quantidade de força remanescente foi apresentada pelo Alastik da Unitek, com 234.6 gramas. Em seguida, aparecem o Elastic Chain da Dentaurum, com 219.6 gramas, depois, o elástico em cadeias tipo Cristal da Tecnident,

com 203 gramas, e por último, o elástico em cadeia tipo Cinza da Tecnident, com 196.4% gramas de força remanescente.

Porém, todas as cadeias elastoméricas ensaiadas seriam capazes de realizar o movimento dental no período de 3 semanas, pela razão de que desenvolvem trações que se encontram dentro das magnitudes de forças necessárias para movimentação ortodôntica.

**CAPITULO 9**

**SUMMARY**

## 9 - SUMMARY

The objective of this work was to compare "in vitro" the traction force produced by the elastomeric chains considering the extension time. Four commercial types of elastomeric chains were used, two Brazilian (Tecnident, types Clear and Gray) and two foreign ones (Unitek Alastik type C<sub>1</sub> gray spool and Dentaureum type Elastic Chain). The chains were extended 25mm and their development force measured in 9 intervals of time: Initially and after 1, 6, 12, 24 and 72 hours and 1, 2 and 3 weeks. The results showed that the elastomeric chains maintain 55.6 to 66.6 per cent of the original force after 3 weeks of test. The greatest force decrease occurred on the first 24 hours for all brands: Tecnident Gray maintained 66.9 per cent; Dentaureum Elastic Chain 70.1 per cent; Unitek Alastik 74.8 per cent and Tecnident Clear 76.6 per cent of the original traction force. After 3 weeks, the greatest force value was presented by Unitek Alastik with 234.6 g., followed by Dentaureum Elastic Chain with 219.6 g.; Tecnident Clear with 203 g. and the last one Tecnident Gray with 196.4.

All elastomeric chains tested will be able to produced the dental movement during the 3 weeks period probably because they developed tractions that achieved the magnitudes necessary for the orthodontic movement.

**CAPITULO 10**  
**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

## 10 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS\*

- 1 - ANDREASEN, G.F. & BISHARA, S.E. Comparison of elastik chains with elastics involved with intra-arch molar to molar forces. Angle Orthod., 40(3): 151-58, 1970.
- 2 - ASH, J.L. & NIKOLAI, R.J. Relaxation of orthodontic elastomeric chains and modules in vitro and in vivo. J. dent. Res., 57(5-6): 685-90, 1978.
- 3 - BISHARA, S.E. & ANDREASEN, G.F. A comparison of time related forces between plastic alastiks and latex elastics. Angle Orthod., 40(4): 319-28, 1970.
- 4 - BRANTLEY, W.A. et alii Effects of prestretching on force degradation characteristics of plastic modules. Angle Orthod., 49(1): 37-43, 1979.
- 5 - BROOKS, D.G. & HERSHEY, H.G. Effect of heat and time on stretched plastic orthodontic modules. J. dent. Res., 55 (I.A.D.R.): B-152, 1976.
- 6 - De GENOVA, D.C. et alii Force degradation of orthodontic elastomeric chains - A product comparison study. Am. J. Orthod., 87(5): 377-84, 1985.

---

\* De acordo com a NB/66 da Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1978. Abreviaturas dos periódicos de acordo com "World List of Periodicals Published", 1963

- 7 - HERSHEY, H.G. & REYNOLDS, W.G. The plastic module as an orthodontic tooth-moving mechanism. Am. J. Orthod., 67 (5):554- 62, 1975.
- 8 - KILLIANY, D.M. & DUPLESSIS, J. Relaxation of elastomeric chains. J. clin. Orthod., 19(8): 592-93, 1985.
- 9 - KOVATCH, J.S. et alii Load-extension-time behavior of orthodontic alastiks. J.dent.Res., 55(5): 783-86, 1976.
- 10 - KUSTER, R.; INGERVALL, B.; BÜRGIN, W. Laboratory and intra-oral tests of the degradation of elastic chains. Eur. J. Orthod., 8 (3): 202-08, 1986.
- 11 - REITAN, K. Some factors determining the evaluation of forces in orthodontics. Am. J. Orthod., 43(1): 32-45, 1957.
- 12 - ROCK, W.P.; WILSON, H.J.; FISHER, S. Force reduction of orthodontic elastomeric chains after one month in the mouth. Br. J. Orthod., 13(3): 147-50, 1986.
- 13 - \_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_ A laboratory investifation of orthodontic elastomeric chains. Br. J. Orthod., 12(4): 202-07, 1985.
- 14 - SONIS, A.L.; VAN DER PLAS, E.; GIANELLY, A. A comparison of elastomeric auxiliaries versus elastic thread on premolar extraction site closure: An in vivo study. Am.J.Orthod., 90 (1): 73-8, 1986.
- 15 - VARNER, R.E. & BUCK, D.L. Force production and decay rate in alastik modules. J.Biomed. Mater. Res., 12(3): 361-66, 1978.

- 16 - WARE, A.L. Some properties of plastics modules used for tooth movement. Aust. Orthod. J., 2(3): 200-02, 1971.
- 17 - WONG, A.K. Orthodontic elastic materials. Angle Orthod., 46(2): 196-205, 1976.
- 18 - YOUNG, J. & SANDRIK, J.L. The influence of preloading on stress relaxation of orthodontic elastic polymers. Angle Orthod., 49 (2): 104-09, 1979.

**CAPITULO 11**

**APENDICE**

## 11 - APÊNDICE

### ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os resultados de força foram estudados através de uma análise de covariância, onde os fatores considerados foram: tipo de elástico (Unitek, Dentaurum, Technident Cristal, Technident Cinza), tempo (1h, 6h, 24h, 72h, 1 semana, 2 semanas e 3 semanas) e a interação entre eles. A força inicial foi considerada como covariável.

As comparações entre médias de força do fator tipo de elástico e dos desdobramentos das interações foram feitas através do teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Os níveis de tempo foram estudados através de uma análise de regressão polinomial.

Para a análise gráfica utilizou-se o Software Harvard Graphics (Software Publishing Corporation).

TABELA 11.1 - Leitura em gramas e suas médias aritméticas do período: início - 3 semanas da cadeia elastomérica da Unitek

N. AMOSTRAS	TEMPO								
	INI- CIO	1 h	6 h	12 h	24 h	72 h	1 se- mana	2 se- manas	3 se- manas
1	346	306	280	270	264	260	258	244	240
2	360	320	286	280	270	264	260	248	242
3	340	300	272	266	260	256	252	246	240
4	346	308	274	264	260	258	254	240	244
5	360	318	280	270	264	256	254	240	230
6	354	314	282	270	266	258	252	238	232
7	356	310	278	270	264	258	254	230	226
8	350	312	280	272	266	260	258	236	230
9	356	310	278	268	262	254	250	240	232
10	354	310	276	268	260	254	250	238	230
M. A.	352.2	310.8	278.6	269.8	263.6	257.8	254.2	240.0	234.6

TABELA 11.2 - Leitura em gramas e suas médias aritméticas do período: início - 3 semanas da cadeia elastomérica da Dentaurum

Nº AMOSTRAS	TEMPO								
	INI-CIO	1 h	6 h	12 h	24 h	72 h	1 se-mana	2 se-manas	3 se-manas
1	380	280	276	262	260	252	232	222	220
2	370	278	270	262	258	254	230	220	218
3	365	275	270	260	258	252	228	218	218
4	370	278	270	264	262	254	230	220	220
5	370	280	274	266	264	256	234	222	220
6	365	272	265	260	254	256	228	218	218
7	370	278	272	264	260	260	230	220	218
8	370	280	270	264	260	252	234	222	220
9	375	285	272	264	262	258	238	226	224
10	370	280	274	264	260	252	234	222	220
M. A.	370.5	278.5	271.3	263	259.8	254.6	231.8	221	219.6

TABELA 11.3 - Leitura em gramas e suas médias aritméticas do período: início - 3 semanas da cadeia elastomérica da Tecnident Cristal

N.º AMOSTRAS	TEMPO								
	INI- CIO	1 h	6 h	12 h	24 h	72 h	1 se- mana	2 se- manas	3 se- manas
1	295	270	242	238	238	230	224	208	200
2	310	280	250	248	242	238	234	224	210
3	290	280	245	242	242	235	232	222	210
4	290	270	245	238	232	228	225	210	198
5	315	270	240	238	232	228	225	210	198
6	320	278	250	243	238	232	232	220	208
7	330	270	250	245	236	228	222	210	198
8	310	278	250	240	240	232	232	220	208
9	320	275	248	240	240	230	228	212	200
10	320	272	245	236	236	228	228	212	200
M. A.	310	274.3	246.5	240.8	237.6	230.9	228.2	214.8	203

TABELA 11.4 - Leitura em gramas e suas médias aritméticas do período: início - 3 semanas da cadeia elastomérica da Tecnident Cinza

Nº AMOSTRAS	TEMPO								
	INI-CIO	1 h	6 h	12 h	24 h	72 h	1 se-mana	2 se-manas	3 se-manas
1	350	295	262	240	239	230	224	200	194
2	377	300	263	240	240	234	230	202	198
3	282	270	242	232	230	228	218	196	192
4	330	285	248	236	234	230	222	196	194
5	410	280	250	232	232	228	224	196	194
6	330	278	242	232	232	228	222	198	194
7	380	280	252	240	235	235	230	202	200
8	380	275	255	240	242	238	234	204	200
9	352	285	253	242	240	232	232	204	200
10	340	280	250	238	238	228	228	204	198
M. A.	353.1	282.8	251.7	237.2	236.3	231.1	226.4	200.2	196.4

TABELA 11.5 - Delineamento experimental: covariância - observações não transformadas

NOME DOS FATORES	
Fator	Nome
A	Elástico
B	Tempo

QUADRO DA ANÁLISE DA VARIÂNCIA

CAUSAS DA VARIAÇÃO	GL	S.Q.	Q.M.	VALOR F	PROB F
Elástico Aj. p/tem	3	50569,2250000	16856,4083333	431,2673	0,00001
Elást: Aj. p/tem e Regr.	3	42251,0605117	14083,6868372	360,3278	0,00001
Tempo não Ajust.	7	155193,1000000	22170,4428571	567,2256	0,00001
Regressão	1	353,2109867	353,2109867	9,0368	0,00323
Resíduo Aj. p/regr.	308	12038,4140133	39,0857598		
Total	319	218153,9500000			

Média Geral Ajustada = 245,24  
 Coeficiente de Variação = 2,549%  
 SQ. Elástico não ajustada = 50569,2250000

TABELA 11.6 - Teste de Tukey para médias de elástico

Nome	Num. Repet.	Médias	5%
UNI TEK	80	263.67	a
DENTAURUM	80	249.96	b
TEC. CRISTAL	80	234.55	c
TEC. CINZA	80	232.76	d

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de significância indicado.  
D. M. S. 5% = 1.73

TABELA 11.7 - Teste de Tukey para médias de elástico dentro de 1HR do fator tempo

Nome	Num. Repet.	Médias	5%
UNI TEK	10	310.80	a
DENTAURUM	10	282.80	b
TEC. CRISTAL	10	278.60	bc
TEC. CINZA	10	274.60	c

TABELA 11.8 - Teste de Tukey para médias de elástico dentro de 6HR do fator tempo

Nome	Num. Repet.	Médias	5%
UNI TEK	10	278.60	a
DENTAURUM	10	271.30	b
TEC. CRISTAL	10	251.70	c
TEC. CINZA	10	246.50	d

TABELA 11.9 - Teste de Tukey para médias de elástico dentro de 12HR do fator tempo

Nome	Num. Repet.	Médias	5%
UNI TEK	10	269.80	a
DENTAURUM	10	263.00	b
TEC. CRISTAL	10	240.80	c
TEC. CINZA	10	237.20	c

TABELA 11.10 - Teste de Tukey para médias de elástico dentro de 24HR do fator tempo

Nome	Num. Repet.	Médias	5%
UNI TEK	10	263.60	a
DENTAURUM	10	259.80	a
TEC. CRISTAL	10	237.60	b
TEC. CINZA	10	236.30	b

TABELA 11.11 - Teste de Tukey para médias de elástico dentro de 72HR do fator tempo

Nome	Num. Repet.	Médias	5%
UNI TEK	10	257.80	a
DENTAURUM	10	254.60	a
TEC. CRISTAL	10	231.10	b
TEC. CINZA	10	230.80	b

TABELA 11.12 - Teste de Tukey para médias de elástico dentro de 1 semana do fator tempo

Nome	Num. Repet.	Médias	5%
UNITEK	10	254.20	a
DENTAURUM	10	231.80	b
TEC. CRISTAL	10	228.20	bc
TEC. CINZA	10	226.40	c

TABELA 11.13 - Teste de Tukey para médias de elástico dentro de 2 semanas do fator tempo

Nome	Num. Repet.	Médias	5%
UNITEK	10	240.00	a
DENTAURUM	10	221.00	b
TEC. CRISTAL	10	214.80	c
TEC. CINZA	10	200.20	d

TABELA 11.14 - Teste de Tukey para médias de elástico dentro de 3 semanas do fator tempo

Nome	Num. Repet.	Médias	5%
UNITEK	10	234.60	a
DENTAURUM	10	219.60	b
TEC. CRISTAL	10	203.00	c
TEC. CINZA	10	196.40	d