

# Estudo *in vitro* da degradação da força de elásticos ortodônticos de látex sob condições dinâmicas\*

Alexandre Moris\*\*, Kikuo Sato\*\*\*, Adriano Francisco de Lucca Facholli\*\*\*\*, José Euclides Nascimento\*\*\*\*\*, Fábio Ricardo Loureiro Sato\*\*\*\*\*

## Resumo

**Objetivo:** analisar 3 tamanhos de elásticos ortodônticos de látex (1/8", 3/16" e 5/16"), todos classificados como de força pesada pelos seus fabricantes (Dental Morelli, 3M Unitek Corporation e American Orthodontics). **Métodos:** através de um dispositivo desenvolvido, os elásticos foram distendidos a 26mm (simulação da posição de repouso da mandíbula) e imersos em saliva artificial a uma temperatura de 37°C. A cada minuto foram alongados a 44mm (simulação de movimentos mandibulares) e após 1 segundo voltavam a 26mm. Foram realizadas leituras em intervalos de tempos variados. Nos períodos considerados como horários das refeições (3 vezes ao dia), os elásticos eram retirados do dispositivo e guardados em uma caixa acrílica; e, no período considerado noturno, o dispositivo pneumático era desligado e os elásticos ficavam estirados em 26mm. **Resultados:** a degradação maior da força ocorreu nas primeiras 2 horas para toda a amostra. **Conclusões:** concluiu-se que os elásticos apresentaram diferenças estatisticamente significativas em relação à espessura e à largura; e que os elásticos 1/8" devem ser trocados, pelo menos, a cada 24 horas e os elásticos 3/16" e 5/16" podem ser trocados a cada 72 horas, caso se deseje níveis de força próximos aos iniciais.

**Palavras-chave:** Ortodontia. Elástico. Látex. Degradação. Força.

## INTRODUÇÃO

Desde os preceitos preconizados por Angle<sup>2</sup>, nos primórdios do século passado, houve um aumento no estudo e desenvolvimento da mecânica ortodôntica, bem como dos dispositivos incorporados aos aparelhos. Dispositivos esses que visam auxiliar a mecânica ortodôntica e, assim, possibilitar ao profissional um maior controle nos

movimentos desejáveis e indesejáveis dos dentes, dentro dos objetivos propostos pelo aparelho utilizado.

Entre os vários dispositivos, temos os elásticos de látex, cuja importância singular tem despertado o interesse de diversos pesquisadores<sup>1,5,6,9,10,13,14,16,19,21</sup> e, devido ao seu baixo custo e grande versatilidade, são largamente utilizados na Ortodontia<sup>10</sup>.

\* Parte da monografia apresentada pelo primeiro autor à Escola de Aperfeiçoamento Profissional da Associação Paulista de Cirurgiões Dentistas (EAP-APCD) – Regional Sorocaba, para obtenção do Título de Especialista em Ortodontia e Ortopedia Facial.

\*\* Especialista em Ortodontia e Ortopedia Facial pela EAP – APCD, regional Sorocaba.

\*\*\* Doutor em Ortodontia pela USP - Bauru. Coordenador do curso de especialização em Ortodontia e Ortopedia Facial da EAP-APCD, regional Sorocaba (Orientador).

\*\*\*\* Professor do curso de especialização em Ortodontia e Ortopedia Facial da EAP - APCD, regional Sorocaba.

\*\*\*\*\* Professor do curso de especialização em Ortodontia e Ortopedia Facial da EAP - APCD, regional Sorocaba e São Paulo. Diplomado pelo Board Brasileiro de Ortodontia.

\*\*\*\*\* Mestre em Administração Hospitalar e Sistema de Saúde pela Escola de Administração de Empresas de São Paulo da Fundação Getúlio Vargas. Doutorando em Cirurgia e Traumatologia Bucocomaxilofacial pela FOP - Unicamp - Piracicaba.

Os elásticos são materiais possuidores de elasticidade, que é a capacidade de um corpo se deformar quando submetido a forças externas, recuperando a sua forma original quando cessada a força atuante<sup>12</sup>. Existem limites para a elasticidade, sendo que um material altamente elástico pode deixar de sê-lo quando a força aplicada exceder determinados valores. Transportando esses conhecimentos para os elásticos ortodônticos, surge o desafio de estudarmos o comportamento desses, já que buscamos materiais que não tenham uma diminuição brusca na força liberada, mas sim elásticos que possam fornecer forças adequadas e contínuas durante todo o tempo em que estiverem colocados na cavidade bucal.

Vários trabalhos têm investigado o comportamento dos elásticos em condições estáticas<sup>3,6,9,11,13,19,20,21</sup> e sob diferentes condições de meio ambiente, como saliva artificial<sup>3,11,19</sup>, água destilada<sup>5,6,9,13,15,16,20</sup> e ao ar livre<sup>1,11,16,20,22</sup>, sendo muitas vezes a temperatura controlada a 37°C<sup>3,5,6,11,14,15,19-22</sup> e em outros experimentos a temperatura do ambiente da sala foi utilizada<sup>1,5,7,9,11,13,16,20</sup>.

Entretanto, os elásticos, quando utilizados em funções intramaxilares, sofrem na cavidade bucal variações nos seus alongamentos, devido à fala, bocejos, mastigação, enfim, movimentos que deslocam a mandíbula da posição de repouso e, dessa forma, aumentam as distâncias entre os ganchos dos dentes da maxila e mandíbula.

Levando em consideração esse fato, alguns trabalhos<sup>14,15,16</sup> procuraram avaliar o comportamento dos elásticos através de testes dinâmicos em que os elásticos são, a cada minuto, adicionalmente alongados da distância inicial determinada, tentando, assim, simular movimentos de deslocamento da mandíbula que ocorrem ao longo do dia. No entanto, dois fatores não foram levados em consideração nesses estudos dinâmicos: o fato de que comumente os elásticos intermaxilares são removidos quando o paciente vai se alimentar e escovar os dentes, e quando está dormindo os

movimentos de deslocamento da mandíbula são diminuídos consideravelmente.

Diante do exposto e do que encontramos na revisão da literatura, consideramos importante complementar os estudos sobre o comportamento mecânico dos elásticos ortodônticos de látex, levando em consideração a rotina de uso e as condições do meio próximas do que ocorre na prática clínica. Desse modo, teremos um melhor entendimento dos elásticos sob o ponto de vista de liberação e degradação da força e, assim, condições de um maior controle em nossos tratamentos.

## PROPOSIÇÃO

O presente trabalho propôs-se a avaliar:

- A força inicial e a degradação ao longo do tempo dos elásticos pesados de diâmetros 1/8", 3/16" e 5/16".
- O tempo clínico ideal de uso dos elásticos pesados de diâmetros 1/8", 3/16" e 5/16".
- Se existe diferença dimensional, estatisticamente significativa, entre as marcas Dental Morelli, 3M Unitek e American Orthodontics.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Material

- amostra de elásticos ortodônticos de látex conforme a tabela 1;
- dispositivo pneumático;
- máquina universal de ensaios Emic DL 500;
- aquário com capacidade para 7 litros;
- bomba de aquário marca Resun modelo SP-2500L (1.400 litros por hora);
- saliva artificial<sup>4</sup>;
- temporizador e contador multifunção Autonics;
- termostato eletrônico marca Novus modelo N321;
- pHmetro Orion modelo pH-ATC resolução 0,1;
- aquecedor de 10 watts;

TABELA 1 - Elásticos utilizados na amostra.

tipo de elástico	código	fabricante
1/8" pesado (vermelho) 6,5oz	60.02.320	Dental Morelli
3/16" pesado (vermelho) 6,5oz	60.02.321	Dental Morelli
5/16" pesado (vermelho) 6,5oz	60.02.323	Dental Morelli
1/8" pesado (debbie) 6,0oz	404-616	3M - Unitek Corporation
3/16" pesado (bummer) 6,0oz	404-626	3M - Unitek Corporation
5/16" pesado (roger) 6,0oz	404-646	3M - Unitek Corporation
1/8" pesado (elephant) 6,5oz	000-120	American Orthodontics
3/16" pesado (tortoise) 6,5oz	000-121	American Orthodontics
5/16" pesado (manatee) 6,5oz	000-123	American Orthodontics

- pinça porta grampo marca Pro-donto;
- caixa de acrílico para banda da Dental Morelli Ltda. ref. 8002011;
- projetor de Perfil VB-300 Starrett;
- medidor de espessura marca Mitutoyo modelo 7313 (centesimal);
- microcomputador Pentium III Compaq;
- programa Tesc;
- máquina fotográfica Nikon modelo coolpix 5700.

## Métodos

Todos os elásticos foram adquiridos dos seus vendedores um mês antes do início dos experimentos, em embalagens fechadas, conforme a figura 1.

Foram selecionados, aleatoriamente, 8 elásticos

de cada marca e modelo, conforme a figura 2. Os elásticos são classificados pelo seu diâmetro interno (1/8", 3/16" e 5/16") e a sua força corresponde à distensão de 3 vezes o seu diâmetro interno (180g, 170,1g e 184,27g). Esse é o procedimento padrão para a classificação pelos fabricantes dos elásticos utilizados.

Inicialmente, todos os elásticos tiveram suas espessuras medidas em 4 pontos por um medidor de espessura (Fig. 3) e a largura e o diâmetro interno medidos por um Projetor de Perfil.

A seguir, os elásticos, individualmente, foram levados à máquina de ensaios Emic DL 500 e tiveram a força inicial liberada medida em 26mm e em 44mm, em uma velocidade da tração e alívio de 1.000mm/minuto.



FIGURA 1 - Embalagens dos elásticos utilizados.

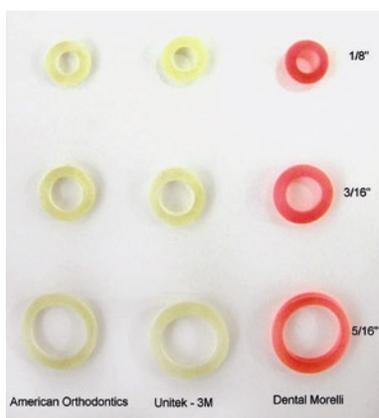


FIGURA 2 - Tipos de elásticos da amostra.



FIGURA 3 - Medidor de espessura.

Em teste piloto realizado, pudemos constatar que ao levarmos os elásticos com a pinça para os ganchos da máquina de ensaio Emic, os mesmos, em alguns casos, sofriam um estrangulamento maior em uma das laterais.

Desse modo obtínhamos resultados inconstantes quando executávamos de imediato a leitura das forças. Realizamos, então, um segundo teste piloto, no qual os elásticos eram, da mesma forma, transferidos para a máquina de ensaio Emic com a pinça, entretanto, acionávamos um primeiro movimento na máquina (alongamento partindo de 26mm até 44mm, e voltando a 26mm) e no segundo instante é que tomávamos as medições de forças liberadas. Assim os resultados não apresentaram grandes distorções, pois o primeiro movimento servia para acomodar o elástico, igualando o alongamento das laterais. Então, todas as leituras na máquina de ensaio (26mm e 44mm) foram feitas em um segundo movimento.

Voltando à sequência do teste, após essas medições iniciais, os elásticos foram levados com a pinça para um dispositivo pneumático criado especialmente para a pesquisa e todo o conjunto foi levado a um aquário e imerso em saliva artificial<sup>4</sup>.

Essa saliva teve o seu pH monitorado ( $\text{pH } 7,0 \pm 1$ ) com um pHmetro, a temperatura mantida a  $37 \pm 1^\circ\text{C}$  por um termostato eletrônico conectado a um aquecedor de aquário e homogeneizada através de uma bomba de aquário. Ao longo do experimento, havia uma alcalinização da saliva, a qual era controlada com a adição de ácido cítrico.

O dispositivo pneumático criado para o teste é composto de 24 pares de ganchos dispostos paralelamente e numerados (Fig. 4). Tivemos o cuidado de confeccionar os ganchos do dispositivo com uma espessura similar à dos ganchos dos tubos utilizados no tratamento ortodôntico, ou seja, com 0,8mm de diâmetro.

Procurando simular os movimentos de mandíbula executados ao longo do dia (fala, bocejo, mastigação, etc), segundo alguns autores<sup>14,15</sup>, o dispositivo alongava os elásticos da posição inicial de 26mm

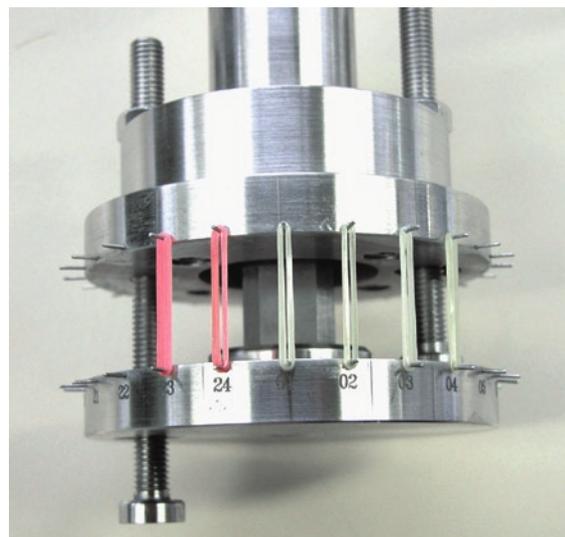


FIGURA 4 - Dispositivo pneumático com os elásticos.

até 44mm. Esse alongamento ocorria a cada 1 minuto, com uma duração de 1 segundo, cujo controle era executado por um temporizador e contador multifunção. Essas distâncias (26mm e 44mm) foram escolhidas por serem clinicamente relevantes quando os elásticos são usados para exercer forças entre a maxila e a mandíbula (mecânicas de Classe II). A distância menor ocorreria com a mandíbula em posição de repouso (26mm), sendo essa medida tomada entre a face distal de um braquete colado no centro da face vestibular de um canino superior até a face mesial de um outro braquete fixado no centro da face vestibular do 1º molar inferior, do mesmo lado do arco dentário; e a distância maior (44mm) quando ocorre uma abertura máxima de boca de 50mm.

Após 2 horas da leitura inicial, os elásticos foram removidos do dispositivo e levados, com uma pinça, à máquina de ensaio, para as medições a 26mm e 44mm. A seguir, os elásticos voltaram para o dispositivo e para a saliva. As próximas leituras das forças liberadas ocorreram 4½, 10½, 24, 28½, 34½, 48, 52½, 58½ e 72 horas após a leitura inicial. Exceto nas leituras inicial, 2 e 72 horas depois; em todas as outras, os elásticos ficavam descansando por 1 hora, após a leitura, em uma

caixa acrílica a seco, ao abrigo da luz e à temperatura ambiente da sala ( $25 \pm 1^\circ\text{C}$ ), pois essas leituras foram consideradas como horários de café da manhã (24 e 48 horas), almoço ( $4\frac{1}{2}$ ,  $28\frac{1}{2}$  e  $52\frac{1}{2}$  horas) e jantar ( $10\frac{1}{2}$ ,  $34\frac{1}{2}$  e  $58\frac{1}{2}$  horas), momentos estes em que as pessoas retiram os seus elásticos para se alimentar e escovar os dentes. Passado esse período de descanso, os elásticos retornavam ao dispositivo e à saliva artificial.

Consideramos que, no período em que a pessoa está dormindo, os movimentos mandibulares diminuem bastante, por esse motivo o alongamento até 44mm foi suspenso, permanecendo os elásticos estaticamente distendidos em 26mm no período noturno. A partir da leitura inicial, os períodos em que o dispositivo ficou desligado foram:  $14\frac{1}{2}$ , 25,  $38\frac{1}{2}$ , 49,  $62\frac{1}{2}$  e 72 horas.

As três marcas analisadas (Dental Morelli, 3M Unitek e American Orthodontics) foram testadas juntas em três baterias de testes ( $1/8''$ ,  $3/16''$  e  $5/16''$ ), pois o dispositivo pneumático tem capacidade para 24 elásticos e, como utilizamos 8 elásticos de cada marca e tamanho, tivemos, então, três etapas de ensaios. Cada bateria de teste teve a duração de 72 horas e abrangeu 4 dias corridos, pois os ensaios iniciavam-se às 7:30h do 1º dia e terminavam às 7:30h do 4º dia.

Desse modo, para facilitar, descreveremos uma bateria de testes com seus horários de leituras diários: no 1º dia, a leitura inicial foi executada às 7:30h e, em seguida, os elásticos foram levados para o dispositivo com saliva; a 2ª leitura ocorreu às 9:30h; a 3ª leitura do dia foi às 12:00h (horário de almoço, descansa 1 hora fora do dispositivo); e a última aconteceu às 18:00h (horário do jantar, descansa 1 hora fora do dispositivo). Às 22:00h, o tracionamento do dispositivo foi desligado (horário de dormir), ficando os elásticos apenas alongados em 26mm e imersos na saliva.

Ao começarmos o 2º dia, executamos a 1ª leitura às 7:30h (horário do café, descansa 1 hora) e, ao voltarmos os elásticos para a saliva, ligávamos o dispositivo; a 2ª leitura ocorreu às 12:00h (horário

de almoço, descansa 1 hora); e a última do dia às 18:00h (horário de jantar, descansa 1 hora) e novamente o dispositivo foi desligado às 22:00h (horário de dormir). O 3º dia seguiu a mesma rotina de leitura do 2º dia (7:30h, 12:00h e 18:00h). Às 7:30h do 4º dia fazíamos a última leitura e encerrávamos uma série de ensaios (72 horas).

## RESULTADOS

O estudo dos elásticos de látex foram divididos em 3 baterias de ensaios, de acordo com o tamanho dos elásticos ( $1/8''$ ,  $3/16''$  e  $5/16''$ ). Cada bateria consumiu 72 horas, sendo 4 dias corridos e 24 elásticos testados. No total, tivemos 12 dias, 72 elásticos e 1.584 dados de força, pois, em cada ensaio de tração, o elástico teve sua força liberada medida em 26mm e 44mm.

Assim, para facilitar o entendimento, os dados serão apresentados em forma de tabelas e gráficos das médias. Primeiramente, serão apresentadas as análises dimensionais de todos os elásticos usados na pesquisa e, a seguir, as forças obtidas dos elásticos, separados por tamanho ( $1/8''$ ,  $3/16''$  e  $5/16''$ ), e comparados entre si com os dados anotados da força liberada em 26mm e 44mm distintamente.

### Análise dimensional

Todos os elásticos tiveram sua espessura e largura obtidas antes dos ensaios. Tomamos 4 medidas em pontos diferentes do elástico e, a partir da média, conseguimos a espessura. Para isso, utilizamos um medidor de espessura da marca Mitutoyo. A largura foi obtida pela diferença entre os diâmetros interno e externo e, para obtê-las, usamos um projetor de perfil VB-300 da marca Starrett.

Para essa análise do diâmetro interno, assim como para as do diâmetro externo e a espessura de corte, foi utilizado o teste estatístico de ANOVA de Kruskal-Wallis, onde foi pressuposto que as amostras dos três tipos de elásticos eram independentes e, para cada análise, só existia um critério de variação (diâmetro interno, diâmetro externo ou espessura).

### Análise do diâmetro interno

Estatisticamente significativa, encontramos diferenças para os elásticos 1/8" (H = 20,61, DF = 2,  $p < 0,05$ ) e 5/16" (H = 15,39, DF = 2,  $p < 0,05$ ), e não encontramos para o elástico 3/16" (H = 4,29, DP = 2,  $p = 0,117$ ).

### Análise do diâmetro externo

Estatisticamente significativa, encontramos diferenças para os elásticos 1/8" (H = 20,52, DF = 2,  $p < 0,05$ ), 3/16" (H = 20,50, DF = 2,  $p < 0,05$ ) e 5/16" (H = 15,41, DF = 2,  $p < 0,05$ ).

### Análise da espessura

Encontramos diferenças estatisticamente significativas para os três tipos de elásticos: 1/8" (H =

20,61, DF = 2,  $p < 0,05$ ) segundo o gráfico 1, 3/16" (H = 20,69, DF = 2,  $p < 0,05$ ) segundo o gráfico 2 e 5/16" (H = 20,56, DF = 2,  $p < 0,05$ ) segundo o gráfico 3.

### Resultados obtidos nas medições de força dos elásticos

Na análise estatística, alguns pressupostos foram considerados: (a) os elásticos foram selecionados de maneira aleatória; (b) a distribuição dos dados amostrais apresenta-se de forma homocedástica; (c) as amostras perdidas ao longo do experimento (pelo fato do elástico ter perdido sua integridade), foram classificadas como *missing values*, para efeito de análise, sendo, portanto, desconsideradas ao longo do experimento; (d) as coletas de dados

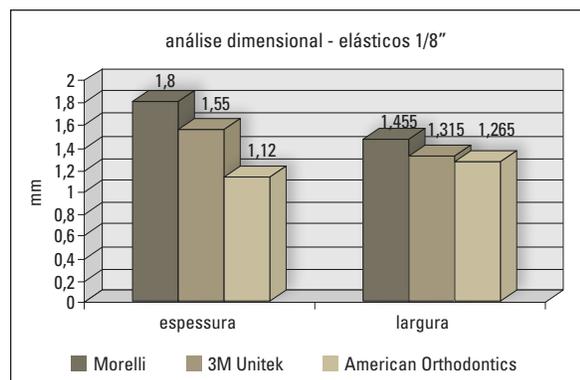


GRÁFICO 1 - Comparativo das médias de espessura e largura dos elásticos 1/8".

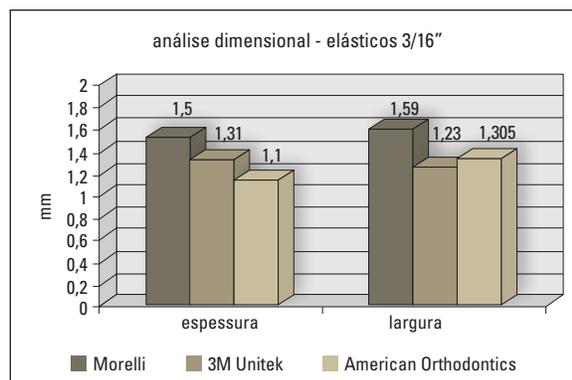


GRÁFICO 2 - Comparativo das médias de espessura e largura dos elásticos 3/16".

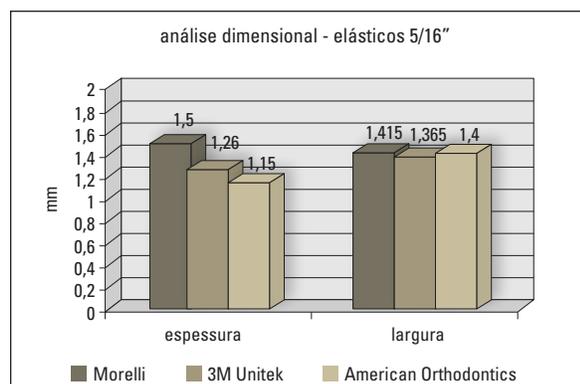


GRÁFICO 3 - Comparativo das médias de espessura e largura dos elásticos 5/16".

foram denominadas conforme a tabela 2.

Para saber se existe diferença estatisticamente significativa entre os três tipos de elásticos nas diferentes medições de tempo e de força exercida, iremos dividir a resposta em duas partes, iniciando-se com a dos testes de 26mm, que representam a posição da mandíbula em repouso, e depois com os de 44mm, que ilustram os deslocamentos mandibulares que são realizados durante o dia (fala, bocejo, mastigação, etc). Com o intuito de aumentar a precisão da análise estatística, os três tipos de elásticos serão comparados um a um, verificando a presença

TABELA 2 - Denominação das amostras.

amostra	dia	horário
1	1	07:30h
2	1	09:30h
3	1	12:00h
4	1	18:00h
5	2	07:30h
6	2	12:00h
7	2	18:00h
8	3	07:30h
9	3	12:00h
10	3	18:00h
11	4	07:30h

ou não de diferença significativa entre eles.

Pelo fato dos dados apresentarem uma distribuição homocedástica, o teste estatístico aplicado nesse estudo foi o t de Student.

### Elástico 1/8"

As amostras de elásticos Morelli tiveram diferença estatisticamente significativa com relação aos elásticos 3M Unitek e American Orthodontics na medição de 26mm ( $p < 0,005$ ). Já os elásticos 3M Unitek e American Orthodontics também tiveram diferença estatisticamente significativa entre eles ( $p < 0,05$ ), com exceção para a amostra 5 ( $p = 0,091$ )

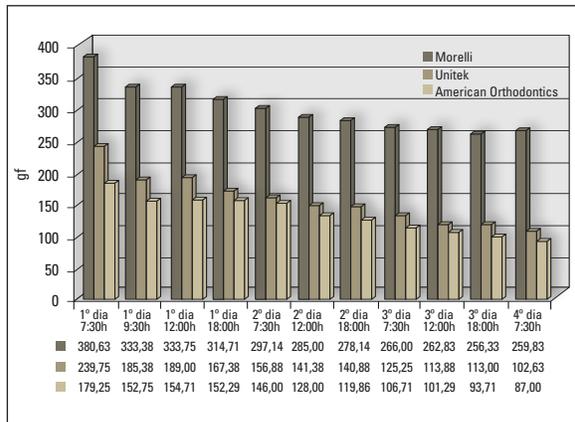


GRÁFICO 4 - Forças liberadas dos elásticos 1/8" em 26mm.

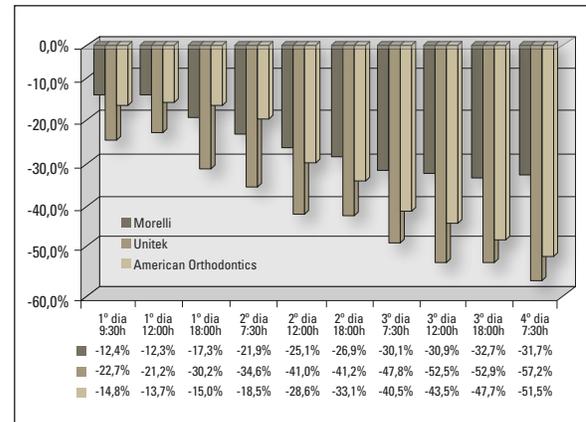


GRÁFICO 5 - Degradação das forças dos elásticos 1/8" em 26mm.

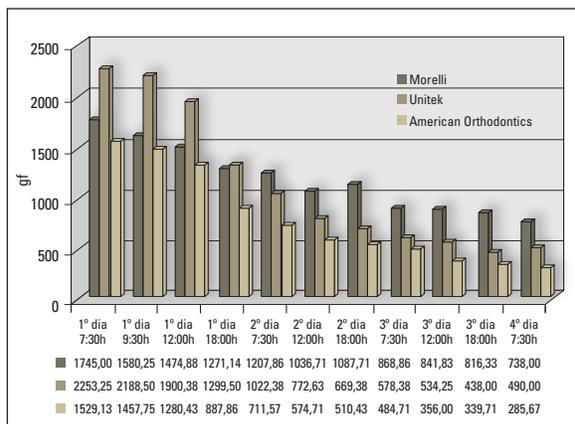


GRÁFICO 6 - Forças liberadas dos elásticos 1/8" em 44mm.

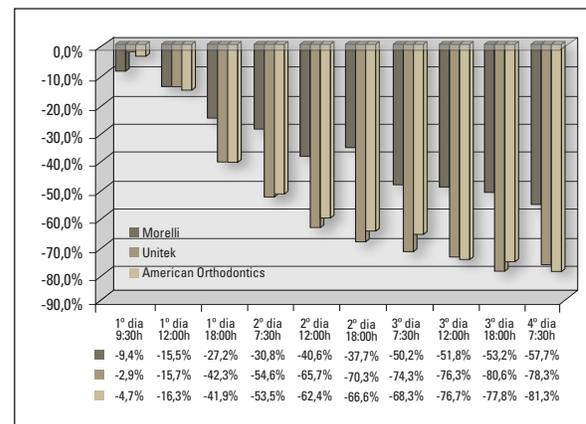


GRÁFICO 7 - Degradação das forças dos elásticos 1/8" em 44mm.

e amostra 6 ( $p = 0,053$ ) (Gráf. 4).

Podemos observar que a maior perda em relação à força inicial ocorre nas 2 primeiras horas, sendo 12,4%; 14,8% e 22,7% respectivamente Dental Morelli, American Orthodontics e 3M Unitek. Após a 2ª hora, seguem-se degradações da força em níveis menores, chegando ao final do experimento com as seguintes percentagens de queda: 31,7%; 51,5% e 57,2% respectivamente Dental Morelli, American Orthodontics e 3M-Unitek (Gráf. 5).

Para os ensaios com o elástico 1/8", agora simulando a condição de movimentação mandibular a 44mm, os elásticos Morelli novamente mostraram exercer uma força superior aos demais ( $p < 0,005$ ) para todas as amostras. Quando comparados os

elásticos 3M Unitek e American Orthodontics, os mesmo não apresentaram diferença estatisticamente significativa ( $p < 0,05$ ) (Gráf. 6).

Pode-se notar que a maior percentagem de perda ocorreu às 18:00h do 1º dia para as marcas 3M Unitek (42,3%) e American Orthodontics (41,9%) e no 3º dia às 7:30h para a Dental Morelli (50,2%) e, ao final do experimento, 57,7%; 78,3% e 81,3%, respectivamente Dental Morelli, 3M Unitek e American Orthodontics (Gráf. 7).

### Elástico 3/16"

Os elásticos da marca Morelli de 3/16" apresentaram-se com força muito superior aos demais da 3M Unitek e American Orthodontics ( $p = 0,005$ ), que por sua vez não tiveram diferença

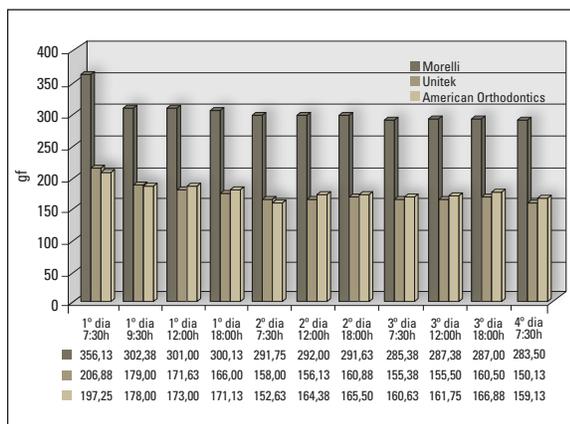


GRÁFICO 8 - Forças liberadas dos elásticos 3/16" em 26mm.

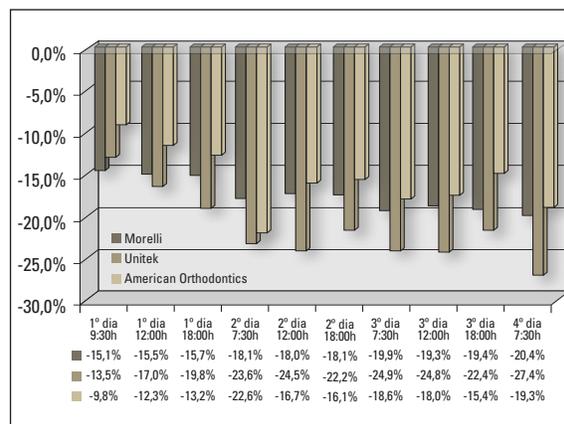


GRÁFICO 9 - Degradação das forças dos elásticos 3/16" em 26mm.

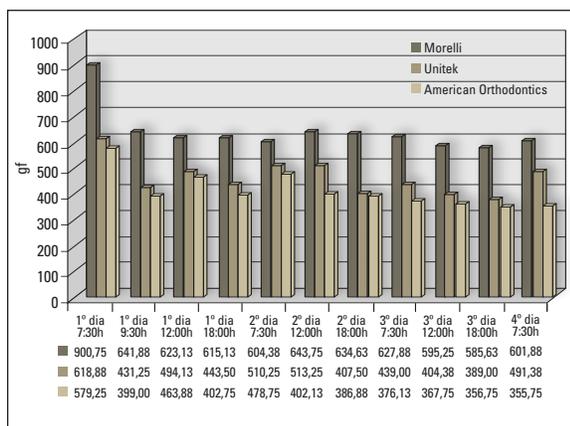


GRÁFICO 10 - Força dos elásticos 3/16" em 44mm.

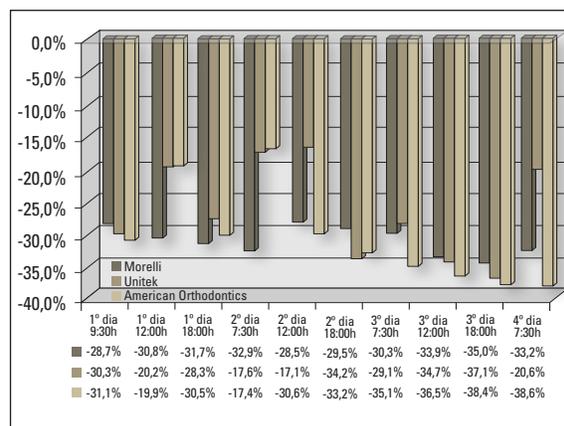


GRÁFICO 11 - Degradação das forças dos elásticos 3/16" em 44mm.

estatisticamente significativa em toda as medições (Gráf. 8).

Pode-se observar que a degradação da força ocorreu em níveis maiores nas primeiras 2 horas – com os seguintes resultados: 15,1%; 13,5% e 9,8% – e ao final do experimento 20,4%; 27,4% e 19,3%, respectivamente Dental Morelli, 3M Unitek e American Orthodontics (Gráf. 9).

Assim como ocorreu para a distância de 26mm, novamente os elásticos 3/16” da Morelli apresentaram força estatisticamente superior aos da 3M Unitek e American Orthodontics ( $p < 0,05$ ). Com relação aos elásticos da 3M Unitek e American Orthodontics, também foram encontradas diferenças estatisticamente significativas, com exceção da amostra 7 ( $p = 0,369$ ) (Gráf. 10).

O maior índice de perda ocorreu nas 2 primeiras horas – com as seguintes percentagens de perda em relação à força inicial: 28,7%; 30,3% e 31,1% – e ao final das 72 horas 33,2%; 20,6% e 38,6%, respectivamente Dental Morelli, 3M Unitek e American Orthodontics (Gráf. 11).

### Elástico 5/16”

Novamente, os elásticos de marca Morelli apresentaram maior força do que as outras duas marcas testadas ( $p < 0,05$ ), entretanto, a diferença para esse tipo de elástico foi a menor entre as três marcas no estudo. Ao contrário do que ocorreu com a maioria dos demais tipos de elásticos, os da marca American Orthodontics apresentaram-se estatisticamente semelhantes aos da 3M Unitek ( $p < 0,05$ ).

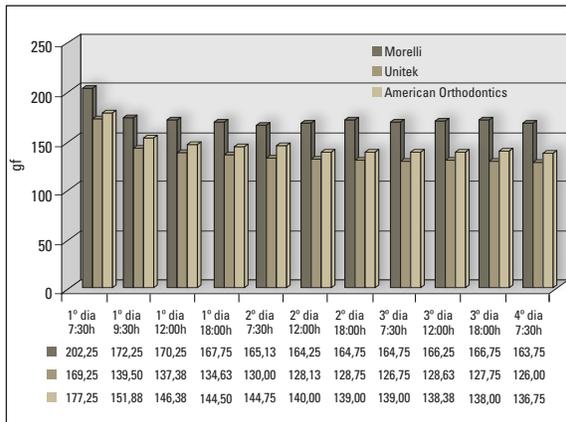


GRÁFICO 12 - Forças dos elásticos 5/16” em 26mm.

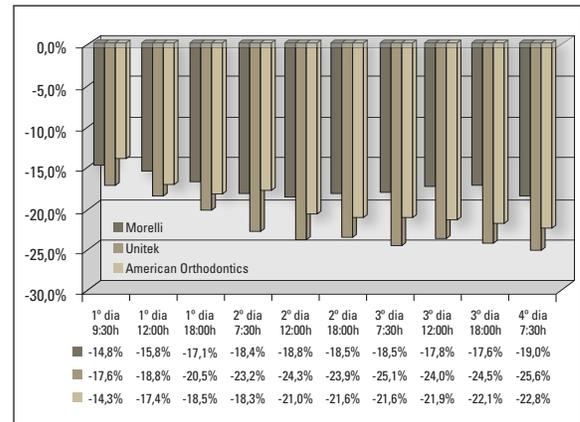


GRÁFICO 13 - Degradação das forças dos elásticos 5/16” em 26mm.

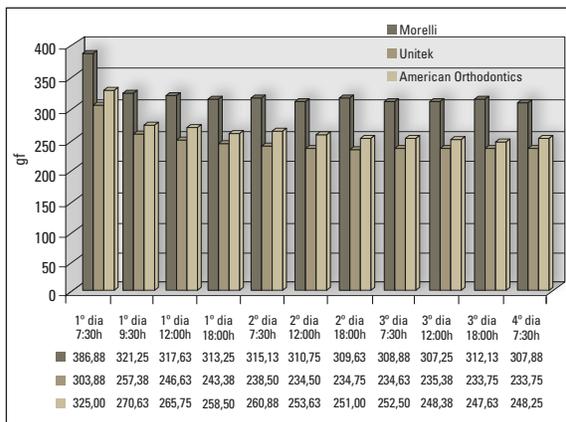


GRÁFICO 14 - Forças dos elásticos 5/16” em 44mm.

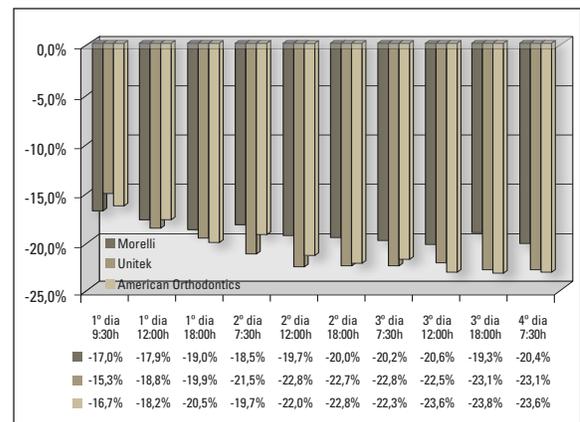


GRÁFICO 15 - Degradação das forças dos elásticos 5/16” em 44mm.

As exceções ficaram para a amostra 5, cujo valor da força da American Orthodontics foi superior ao da 3M Unitek ( $p < 0,05$ ) (Gráf. 12).

O maior índice de degradação da força ocorreu nas primeiras 2 horas – sendo 14,8%; 17,6% e 14,3% – e ao final do experimento 19,0%; 25,6% e 22,8%, respectivamente Dental Morelli, 3M Unitek e American Orthodontics (Gráf. 13).

Para a distância de 44mm, os elásticos da Morelli apresentaram maior força que os da marca 3M Unitek e American Orthodontics ( $p < 0,005$ ). Quando comparados os elásticos 3M Unitek e American Orthodontics, os mesmo não mostraram diferença estatisticamente significativa, sendo a única exceção da amostra 5 ( $p < 0,05$ ) (Gráf. 14).

Observou-se uma maior degradação da força nas primeiras 2 horas – sendo 17,0%; 15,3% e 16,7% – e ao final do experimento 20,4%; 23,1% e 23,6%, respectivamente Dental Morelli, 3M Unitek e American Orthodontics (Gráf. 15).

## DISCUSSÃO

Os elásticos ortodônticos de látex são largamente utilizados em Ortodontia, devido ao seu baixo custo e grande versatilidade<sup>10</sup>, entretanto esses materiais não liberam forças constantes, mas, ao contrário, sofrem uma degradação da força ao longo do tempo que pode ser prejudicial ao controle do tratamento. Muitos autores<sup>3,5,6,7,9,10,11,13,14,19-22</sup> procuraram avaliar essa degradação da força ao longo do tempo estaticamente, ou seja, os elásticos eram alongados a uma determinada distância e assim permaneciam, e, com o passar do tempo, as leituras das forças por eles liberadas eram executadas.

Quando os elásticos são usados de maneira intramaxilar, esses sofrem alongamentos quando a mandíbula se movimenta (fala, deglutição, mastigação, bocejo, etc). Assim, consideramos importante avaliar os elásticos sob condições dinâmicas que simulassem esses alongamentos. Alguns poucos autores<sup>14,15,16</sup> tiveram essa preocupação – dentre eles, temos alguns que avaliaram os elásticos 1/4" de látex e não látex por 24 horas em água

destilada a 37°C<sup>14,15</sup>. Nesses trabalhos, os elásticos eram alongados 19,05mm e, a cada 1 minuto, essa distância aumentava mais 24,7mm, com duração de 1 segundo. Esse adicional de 24,7mm, de acordo com os autores, ocorre quando uma abertura máxima de boca (50mm) acontece. Durante as 24 horas avaliadas, os elásticos ficaram sujeitos a esses alongamentos adicionais.

Em nosso trabalho, usamos elásticos de 3 medidas diferentes (1/8", 3/16" e 5/16") os quais foram alongados a 26mm, o que corresponde à distância média entre a face distal de um braquete colado no centro da face vestibular de um canino superior até a face mesial de um tubo fixado na face vestibular do 1º molar inferior, do mesmo lado do arco dentário. A cada minuto, ocorria um alongamento adicional de 18mm, estirando, assim, os elásticos a 44mm, distância média que ocorre em uma abertura de boca máxima de 50mm<sup>14,15</sup>.

Esses alongamentos adicionais eram suspensos nos horários das refeições e nos períodos de dormir, desse modo nos aproximamos mais da rotina de uso dos elásticos pelos pacientes<sup>17</sup>. No período das refeições, os elásticos ficavam em repouso, a seco, durante 1 hora, sem tensão, pois consideramos que os pacientes os retiram nestes momentos para se alimentar e escovar seus dentes, e à noite desligávamos o dispositivo de alongamento e os elásticos ficavam estirados em 26mm, sem sofrer os alongamentos adicionais – já que, durante o sono, os movimentos mandibulares caem acentuadamente.

Além disso, consideramos importante avaliar os elásticos em saliva artificial com pH e temperaturas controladas, buscando, assim, mais semelhanças possíveis com o meio bucal, já que os elásticos sofrem influência da temperatura e da saliva<sup>7,8,11,19</sup>.

Embora a classificação de tipo pesado seja a mesma anunciada pelos 3 fabricantes, na análise dimensional podemos perceber uma diferença estatisticamente significativa entre as 3 marcas testadas, tanto em largura quanto em espessura, o que acabou refletindo em resultados diferentes quanto à degradação da força. Para os elásticos 1/8", as amostras

da Dental Morelli apresentaram dimensões (espessura e largura) maiores que as da 3M Unitek e estes maiores que as da American Orthodontics.

Já para os elásticos 3/16" e 5/16", no quesito espessura, os da Dental Morelli foram maiores que os da 3M Unitek e esses mais espessos que os da American Orthodontics. Agora, em largura, os espécimes da Dental Morelli foram os mais largos e os da American Orthodontics superaram os da 3M Unitek.

Comparando os três tamanhos de elásticos, separadamente por marcas, o elástico de menor diâmetro (1/8") foi o que apresentou a maior liberação de força inicial a 26mm, seguido do 3/16" e por último o 5/16". A força liberada ao final do experimento em 26mm do elástico 1/8" foi menor que do elástico 3/16" e 5/16", com exceção do elástico 5/16" da Dental Morelli, que foi menor que o seu modelo 1/8". O elástico 3/16" foi superior ao 5/16" em força inicial e final, a 26mm.

Ainda, avaliando a força liberada, agora em 44mm, o elástico 1/8" teve a maior força inicial. Entretanto, na força final, foi superior ao 5/16" e inferior ao 3/16", com exceção ao 3/16" da Dental Morelli, que foi inferior ao seu modelo 1/8". O elástico 3/16" foi superior ao 5/16", na força liberada inicial e final em 44mm.

Considerando a percentagem de degradação de força em relação à medição inicial (26 e 44mm), pode-se constatar que os elásticos 1/8", ao final do experimento, tiveram o maior índice, seguidos do 3/16" e, por último, o 5/16" foi o que teve a menor degradação da força, com exceção dos elásticos 5/16" da 3M Unitek e American Orthodontics, que perderam mais forças que os seus modelos 3/16", respectivamente em 44mm e 26mm.

Assim, quando o ortodontista, em uma mecânica de Classe II, utilizar um dos elásticos testados neste trabalho, poderá orientar-se a partir dos dados seguintes, guardadas as limitações de ser um trabalho *in vitro*:

a) Se usar elásticos 1/8", terá forças iniciais em 26mm elevadas (380,63gf; 239,75gf e 179,25gf, respectivamente Dental Morelli, 3M Unitek e

American Orthodontics). Já os níveis de degradação da força foram, nas 2 primeiras horas, de 12,4%; 22,7% e 14,8%; após 24 horas de 21,9%; 34,6% e 18,5%; depois de 48 horas 30,1%; 47,8% e 40,5%; e ao final de 72 horas 31,7%; 57,2% e 51,5%, respectivamente para Dental Morelli, 3M Unitek e American Orthodontics.

Assim, esses elásticos deveriam ser trocados pelo menos 1 vez ao dia<sup>6,8</sup>, pois desse modo teremos, ao final de 24 horas, para a distância de 26mm, uma degradação de força da ordem de 21,9%; 34,6% e 18,5%, e forças liberadas de 297,14gf, 156,88gf e 146,00gf, respectivamente Dental Morelli, 3M Unitek e American Orthodontics. Essa troca a cada 24 horas poderia ser efetuada à noite, pois aproveitaríamos forças próximas das iniciais, em um período em que os movimentos mandibulares são diminuídos, reduzindo, assim, o componente extrusivo provocado pelos mesmos movimentos.

b) Ao usar um elástico 3/16", terá também forças iniciais altas em 26mm (356,13gf; 206,88gf e 197,25gf, respectivamente Dental Morelli, 3M Unitek e American Orthodontics). Já os níveis de degradação da força foram, nas 2 primeiras horas, de 15,1%; 13,5% e 9,8%; após 24 horas de 18,1%; 23,6% e 22,6%; depois de 48 horas 19,9%; 24,8% e 18,6%; e ao final de 72 horas 20,4%; 27,4% e 19,3%, respectivamente Dental Morelli, 3M Unitek e American Orthodontics. Esses elásticos sofrem uma degradação maior da força nas 2 primeiras horas e, depois, as quedas são pouco significativas até o final das 72 horas, quando temos as seguintes forças liberadas: 283,5gf, 150,13gf e 159,13gf, respectivamente Dental Morelli, 3M Unitek e American Orthodontics. Assim, para esses elásticos, a troca poderia ser efetuada a cada 72 horas, já que as degradações após as 2 horas iniciais são suaves até o final do experimento<sup>3,9,13,14,21,22</sup>.

c) Ao optar por um elástico 5/16", esse liberará forças iniciais mais leves em 26mm (202,25gf, 169,25gf e 177,25gf, respectivamente Dental Morelli, 3M Unitek e American Orthodontics). Já os níveis de degradação da força foram, nas 2

primeiras horas, de 14,8%; 17,6% e 14,3%; após 24 horas de 18,4%; 23,2% e 18,3%; depois de 48 horas 18,5%; 25,1% e 21,6%; e ao final de 72 horas 19,0%; 25,6% e 22,8%, respectivamente Dental Morelli, 3M Unitek e American Orthodontics.

Assim como os elásticos 3/16" em 26mm, esses também têm uma queda acentuada da força nas 2 primeiras horas do ensaio, seguindo um período de certa constância e, ao final das 72 horas do ensaio, temos força liberada de 163,75gf; 126,00gf e 136,75gf, respectivamente Dental Morelli, 3M Unitek e American Orthodontics. Do mesmo modo que os elásticos 3/16", esses poderiam ser trocados a cada 3 dias de uso.

A grande degradação da força dos elásticos 1/8" se deve ao excesso de estiramento que esse elástico, considerado pequeno, sofre nas distâncias estudadas, o que acaba por ultrapassar o seu limite de elasticidade. Isso acabou provocando o rompimento de 2 elásticos 1/8" durante o experimento (1 da Dental Morelli e 1 da American Orthodontics), fato que não ocorreu em nenhuma amostra dos elásticos 3/16" e 5/16".

Todos os elásticos apresentaram, ao final desse experimento, condições estéticas pobres, características já relatadas por alguns autores<sup>3</sup>.

Outro fato que chamou a atenção em alguns elásticos foi a recuperação da força de uma medição para a outra. A causa dessa recuperação não é conhecida, mas pode ser resultado de uma reorganização tempo-dependente das cadeias de polímeros, que são separadas após os repetidos alongamentos<sup>16</sup>.

O padrão especificado pelos fabricantes, com relação ao tamanho e força, é uma classificação puramente para normalizar a produção dos elásticos, sendo sua aplicabilidade clínica sujeita aos inúmeros fatores, tais como: anatomia, mecânica e ambiente bucal. Ao decidir qual elástico usar, dentre os estudados, deve-se observar o comportamento individual de cada marca e tamanho, devido à variabilidade dos resultados, e assim escolher qual o elástico ideal para o caso, procurando não esquecer do efeito extrusivo dos elásticos na

mecânica de Classe II<sup>10,18</sup>.

Já que o nível ideal de força é variável na literatura<sup>1,10,18</sup>, seria interessante o ortodontista ter em seu consultório elásticos de variados tamanhos e marcas, e também fazer uso do dinamômetro para a seleção do seu elástico<sup>10</sup>, procurando compensar as percentagens de degradação da força que ocorre com o uso.

## CONCLUSÕES

- Para o elástico 1/8" alongado à distância de 26mm: o elástico da Dental Morelli mostrou ter uma força muito superior aos demais testados, sendo que o da 3M Unitek apresentou uma força um pouco superior ao da American Orthodontics, com exceção para as amostras do 2º dia coletadas no período da manhã. A degradação da força, em relação à inicial, foi nas 2 primeiras horas de 12,4%; 22,7% e 14,8%; após 24 horas de 21,9%; 34,6% e 18,5%; depois de 48 horas 30,1%; 47,8% e 40,5%; e ao final de 72 horas 31,7%; 57,2% e 51,5%, respectivamente Dental Morelli, 3M Unitek e American Orthodontics.

O elástico 1/8" deve ser trocado, pelo menos, a cada 24 horas, caso se deseje níveis de força próximos dos iniciais.

- Para o elástico 3/16" alongado à distância de 26mm: os elásticos da Dental Morelli apresentaram força muito superior aos da 3M Unitek e American Orthodontics, que por sua vez não tiveram diferença estatisticamente significativa em todas as medições. A degradação da força, em relação à inicial, foi nas 2 primeiras horas de 15,1%; 13,5% e 9,8%; após 24 horas de 18,1%; 23,6% e 22,6%; depois de 48 horas 19,9%; 24,8% e 18,6%; e ao final de 72 horas 20,4%; 27,4% e 19,3%, respectivamente Dental Morelli, 3M Unitek e American Orthodontics.

O elástico 3/16" pode ser trocado a cada 72 horas.

- Para o elástico 5/16" alongado à distância de 26mm: o elástico da Dental Morelli apresentou maior força do que as duas outras marcas,

entretanto, a diferença para esse tipo de elástico foi a menor entre as três marcas no estudo. O elástico da 3M Unitek foi semelhante ao da American Orthodontics, com exceção para a amostra 5, cujo valor da força da American Orthodontics foi superior ao da 3M Unitek. A degradação da força, em relação à inicial, foi nas 2 primeiras horas de 14,8%; 17,6% e 14,3%; após 24 horas de 18,4%; 23,2% e 18,3%; depois de 48 horas 18,5%; 25,1% e 21,6%; e ao final de 72 horas 19,0%; 25,6% e 22,8%, respectivamente Dental Morelli, 3M Unitek e American Orthodontics.

O elástico 5/16" pode ser trocado a cada 72 horas.

Os elásticos apresentaram diferenças estatisticamente significativas tanto em espessura quanto em largura.

## AGRADECIMENTOS

Ao Sr. Oraci João de Vecchi Morelli, proprietário da Dental Morelli Ltda., pela concessão do laboratório e dos equipamentos para a realização deste trabalho.

Enviado em: agosto de 2006  
Revisado e aceito: dezembro de 2006

---

## In vitro study of the force degradation of latex orthodontic elastics under dynamic conditions

### Abstract

**Aim:** To analyze 3 sizes of latex orthodontics elastics (1/8", 3/16" and 5/16"), all classified as heavy force by their manufacturers, of the following commercial brands: Dental Morelli, 3M Unitek Corporation and American Orthodontics. **Methods:** Through a developed device, the elastics bands were distended 26mm (position of rest of the mandible) and submerged in artificial saliva to 37°C. Every minute they were prolonged to 44mm (simulation of mandibular movements) and after 1 second they returned to 26mm. Measurements were accomplished in intervals of varied times. In the periods considered as meals time (3 times a day), the elastics bands were removed of the device and kept in an acrylic box, and in the period considered as nocturne the pneumatic device was turned off and the elastics bands were stretched in 26mm. **Results:** The larger force degradation happened in the first 2 hours for the whole sample. **Conclusion:** the elastics bands presented significant statistic differences in relation to thickness and width; and the 1/8" elastics bands should be changed at least every 24 hours and the 3/16" and 5/16" elastic bands can be changed every 72 hours, if force levels similar to the initials are desired.

**Keywords:** Orthodontics. Elastic. Latex. Degradation. Force.

---

## REFERÊNCIAS

1. ANDREASEN, G. F. Class II and Class III interarch elastic forces. **Aust. Dent. J.**, Sidney, v. 16, no. 6, p. 347-349, Dec. 1971.
2. ANGLE, E. H. **Malocclusion of the teeth**. 7th ed. Philadelphia: S. S. White, 1907.
3. ARAÚJO, F. B. C. et al. Estudo da degradação de forças geradas por elásticos ortodônticos de látex. **Rev. Assoc. Paul. Cir. Dent.**, São Paulo, v. 58, no. 5, p. 345-349, set./out. 2004.
4. AZEVEDO, L. B. S. **Avaliação da resistência à corrosão de fios Ni-Ti termo ativado e superelástico em presença de íons fluoreto**. 2003. Dissertação (Mestrado)–Faculdade de Engenharia Metalúrgica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2003.
5. BALES, T. R.; CHACONAS, S. J.; CAPUTO, A. A. Force-extension characteristics of orthodontic elastics. **Am. J. Orthod.**, St. Louis, v. 72, no. 3, p. 296-302, Sept. 1977.
6. BARRIE, W. J. M.; SPENCE, J. A. Elastics: their properties and clinical applications in orthodontic fixed appliance therapy. **Br. J. Orthod.**, London, v. 1, no. 4, p. 167-171, July 1974.
7. BELLO, J. Ensayos sobre anillos de caucho usados in ortodoncia. **Ortodoncia**, Buenos Aires, v. 8, n. 14, p. 191-196, out. 1943.
8. BERTRAN, C. Die krafte der orthodontischen gummuligatur. In: PAULICH, F. Measuring of orthodontic forces. **Am. J. Orthod.**, St. Louis, v. 25, no. 9, p. 817-849, Sept. 1939.
9. BISHARA, S. E.; ANDREASEN, G. F. A comparison of time related forces between plastic alastiks and latex elastics. **Angle Orthod.**, Appleton, v. 40, no. 4, p. 319-328, Oct. 1970.
10. CABRERA, M. C. et al. Elásticos em Ortodontia: comportamento e aplicação clínica. **Rev. Dental Press Ortodon. Ortop. Facial**, Maringá, v. 8, n. 1, p. 115-129, jan./fev. 2003.
11. CHUNG, J. H.; JUNG, Y. C. Mechanical and biological comparison of latex and silicone rubber bands. **Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.**, St. Louis, v. 124, no. 4, p. 379-386, Oct. 2003.
12. JARABAK, J. R.; FIZZEL, J. A. **Aparatologia del arco de canto com alambres delgados: técnica y tratamiento**. Tradução de: Frederico Rosenmeyer, Martha Collarini de Marino. Buenos Aires: Mundi, 1977. 2 v., p. 27.
13. KANCHANA, P.; GODFREY, K. Calibration of force extension and force degradation characteristics of orthodontic latex elastics. **Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.**, St. Louis, v. 118, no. 3, p. 280-287, Sept. 2000.
14. KERSEY, M. L. et al. A comparison of dynamic and static testing of latex and nonlatex orthodontic elastics. **Angle Orthod.**, Appleton, v. 73, no. 2, p. 181-186, Apr. 2003.
15. KERSEY, M. L. et al. An in vitro comparison of 4 brands of nonlatex orthodontic elastics. **Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.**, St. Louis, v. 123, no. 4, p. 401-407, Apr. 2003.
16. LIU, C. C.; WATAHA, J. C.; CRAIG, R. G. The effect of repeated stretching on the force decay and compliance of vulcanized cis-polyisoprene orthodontic elastics. **Dent. Mater**, Copenhagen, v. 9, no. 1, p. 37-40, Jan. 1993.
17. MACEWEN, L. D. **A study of the physical properties of orthodontic rubber bands**. 1939. Master's (Thesis)-Dental School, Northwestern University, Bethesda, 1939.
18. PROFFIT, W. R.; FIELDS, H. W. **Ortodontia contemporânea**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1995.
19. RÉGIO, M. R. S. **Propriedades mecânicas de elásticos para fins ortodônticos**. 1979. Dissertação (Mestrado)–Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1979.
20. RUSSEL, K. A. et al. In vitro assessment of the mechanical properties of latex and non-latex orthodontic elastics. **Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.**, St. Louis, v. 120, no. 1, p. 36-44, July 2001.
21. WOLFGANG, H. B.; DROSCHL, H. Forces produced by orthodontic elastics as a function of time and distance extended. **Eur. J. Orthod.**, London, v. 8, no. 3, p. 198-201, Aug. 1986.
22. WONG, A. K. Orthodontic elastic materials. **Angle Orthod.**, Appleton, v. 46, no. 2, p. 196-205, Apr. 1976.

---

### Endereço para correspondência

Adriano Francisco de Lucca Facholli  
Rua Miguel Terra, 153 Centro  
CEP: 18.230-000 - São Miguel Arcanjo/SP  
E-mail: adriano@doutorpedrinho.com.br