

## ARTIGO CIENTÍFICO

# Avaliação das propriedades mecânicas dos elásticos e cadeias elastoméricas em ortodontia

## An evaluation of the mechanical properties of elastic ligatures and power chains in orthodontics

Leonardo Pereira ALEXANDRE\*  
Gilberto DE OLIVEIRA JÚNIOR\*\*  
Danilo DRESSANO\*\*\*  
Luiz Renato PARANHOS\*\*\*\*  
Marco Antonio SCANAVINI\*\*\*\*

### RESUMO

**Objetivo:** avaliar a perda de força (elasticidade) dos elásticos e cadeias elastoméricas de duas marcas comerciais com a seqüência de uso no meio bucal. **Material e Métodos:** a amostra do estudo foi composta de 48 pacientes leucodermas, 27 do gênero feminino e 21 do gênero masculino, com idade média de 18 anos, com boa saúde oral e bom padrão de higienização. Após a seleção, a amostra foi dividida em quatro grupos (dois com extrações e dois sem extrações dentais). Foi utilizado o teste “t” de Student para avaliar a significância estatística entre os percentuais de degradação das forças liberadas pelas marcas. **Resultados e Conclusões:** a força dos elásticos pode chegar a 20% para a marca nacional e 25% para a marca importada, indicando uma substituição diária dos elásticos. Em relação as cadeias elastoméricas, no final de 30 dias, a força residual girou em torno de 29% para a marca nacional e 39% para a marca importada, o que foi considerado biologicamente coerente, uma vez que dispositivos fixos devem possuir forças de natureza dissipante em condições ideais.

**Palavrs-chave:** Ortodontia. Ortodontia Corretiva. Maloclusão. Má Oclusão de Angle Classe II.

### ABSTRACT

**Objective:** to evaluate the loss in force (elasticity) of orthodontic ligatures and power chains from two commercial brands, after use. **Material and Methods:** the study sample was composed of 48 leucoderma patients – 27 females and 21 males, with an average age of 18 years – with good oral health and proper hygiene standards. Following selection, the sample was divided into four groups (two with extraction and two without). Student’s t-test was used to evaluate the statistical significance between the degradation percentages in the elasticity of the analyzed brands. **Results and Conclusions:** the force of the elastic ligatures can reach 20% for the Brazilian brand and 25% for the imported brand, which indicates daily replacement of the elastics. In regards to the power chains, after 30 days the residual force stood around 29% for the Brazilian brand and 39% for the import, which was considered biologically coherent, as fixed appliances should feature dissipating forces under ideal conditions.

**Keywords:** Orthodontics. Orthodontics, Corrective. Malocclusion. Malocclusion, Angle Class II.

\* Especialista em Ortodontia e Ortopedia Facial – UNILAVRAS.

\*\* Mestrado em Ortodontia – FOB/USP. Professor Responsável de Ortodontia do Centro Universitário de Lavras

\*\*\* Aluno do Curso de Aperfeiçoamento em Ortodontia - APCD.

\*\*\*\* Mestre e Doutor em Ortodontia. Diretor da Faculdade de Odontologia da UMESSP. Coordenador do Programa da Pós-Graduação em Odontologia da Universidade Metodista de São Paulo.

\*\*\*\*\* Especialista em Ortodontia – AMO/Dental Press. Mestre e Especialista em Odontologia Legal e Deontologia – FOP/UNICAMP.

## INTRODUÇÃO

Na Ortodontia, como em todos os outros ramos da ciência, as técnicas ortodônticas vêm recebendo melhorias e se aperfeiçoando com a introdução de dispositivos que possibilitem uma melhor condução do tratamento e obtenção de um resultado cada vez mais satisfatório. Os elásticos e elastômeros usados na Ortodontia têm como precursores a borracha, que foi inicialmente descoberta e utilizada há séculos pelas antigas civilizações Incas e Maias, e que sofreram modificações para melhorar suas propriedades tais como o processo de vulcanização dando mais elasticidade e estabilidade térmica.

Os elásticos e elastômeros são polímeros amorfos feitos de material poliuretano, constituídos de um material que apresenta características tanto de borracha como de plástico<sup>28</sup>.

A característica principal dos elásticos, e que determina sua efetividade, é a elasticidade, propriedade que é definida pela capacidade de retornar às dimensões originais, após sofrerem uma substancial deformação<sup>27</sup>. A elasticidade é determinada pelo padrão geométrico e pelo tipo de atração molecular existente nos mesmos.

Inicialmente, foi introduzido na Ortodontia para o auxílio na intercuspidação dental, além da utilização na melhoria do relacionamento entre as bases ósseas. Já as correntes elastoméricas foram introduzidas nos anos 60 após a afirmação das extrações em Ortodontia. Este acessório passou a ser usado para gerar forças leves e contínuas na retração de caninos, no fechamento de espaços, na correção rotacional e na constrição de arcos. É um recurso de custo reduzido, higiênico, de fácil utilização e requer pouca ou nenhuma cooperação do paciente.

Existem vários fatores, inerentes ao material, que influenciam as propriedades mecânicas dos elásticos, como a perda de elasticidade, quantidade de força dissipada, composição do material e marca comercial. Além destes, ocorrem também os fato-

res locais, como a influência da saliva, variações do Ph, pigmentos, influência da dieta alimentar, além de efeitos dos movimentos mandibulares.

Com tudo isso, o profissional sente dificuldades na determinação da força adequada a ser transmitida ao dente e o seu tempo de dissipação da força útil. Vários trabalhos clássicos são reportados pela literatura ortodôntica com o propósito de precisar a quantidade ideal de forças para movimentar um elemento dentário, com respostas quantitativas e qualitativas<sup>5,13,18</sup>, definindo a força ortodôntica ótima como sendo qualquer movimento dado ao dente, sem dor ou reabsorção de raiz, e mantendo a saúde dos ligamentos periodontais em toda parte do movimento.

Assim, este trabalho busca através de experimentos “in-vivo” detectar a perda de elasticidade dos elásticos e cadeias elastoméricas e, baseado nos conceitos de força e movimentação ortodôntica, sugerir um intervalo ideal para a troca destes elásticos priorizando um melhor resultado com o mínimo dano tecidual.

## REVISÃO DA LITERATURA

### *Força Ortodôntica ideal*

Através dos tempos, os principais expoentes da literatura ortodôntica vêm se empenhando em quantificar cientificamente o ideal de forças para a movimentação dentária.

Quando dos primeiros estudos de força ideal e força ótima em Ortodontia, Schwarz<sup>22</sup> (1932) desenvolveu o conceito de “força ótima”, concluindo que ela é comparável à força que o sangue exerce nas paredes dos vasos da microcirculação, de 15 a 20 mmHg, correspondente a 20 a 26 g/cm<sup>2</sup> de superfície radicular, devendo ser apenas moderadamente maior. Com esta intensidade, torna-se possível movimentar os dentes de tal maneira que o ligamento periodontal e o osso alveolar consigam restabelecer sua normalidade e clinicamente tenha-se uma situação de dor e desconforto suportáveis.

Reitan<sup>20</sup> (1957) estabeleceu como força ideal para movimentar um dente entre 25gr para o movimento de extrusão unitário até 250gr, no estágio final de movimentação de corpo de um dente, sendo que esta força deve ser distribuída por toda superfície da raiz.

Em 1969, Hixon<sup>13</sup> preconizou uma força ideal para movimentação dentária, sendo em torno de 2,5 gr/mm<sup>2</sup> de área radicular projetada. Mais tarde, em 1970, o mesmo Autor<sup>14</sup> salientou que a individualidade, área de raiz, tempo de força e velocidade de movimentação são fatores importantes a serem observados.

Na década de 80, Burstone<sup>7</sup> definiu força ótima como aquela que proporciona uma movimentação dentária rápida, sem desconforto para o paciente ou dano tecidual, representado por perda óssea ou reabsorção radicular. A força ótima provocará a reabsorção das paredes alveolares ou reabsorção frontal, e será a força ortodôntica mais fisiológica.

Moyers<sup>18</sup> (1988) definiu teoricamente a força ótima como uma força que obtém à máxima resposta tecidual, sem dor ou reabsorção radicular e mantém a saúde dos tecidos periodontais, durante todo o movimento do dente. A quantidade desta força é determinada por numerosas variáveis como os efeitos da oclusão e intercuspidação dos dentes, a área de superfície de raiz do dente a ser movida, a direção do movimento, a inclinação natural do dente, etc.

Vellini<sup>26</sup>, em 1996, definiu força ótima como a força ideal capaz de produzir movimento ortodôntico num mínimo espaço de tempo, com um mínimo de desconforto ao paciente e sem danos aos tecidos de suporte.

Em uma revisão de literatura, no ano de 1998, sobre reabsorção radicular, Capelozza e Silva Filho<sup>8</sup> relatam que se o intervalo da aplicação da força fosse aumentado, haveria tempo para a resposta metabólica ser completa. Assim, para controlar a variação individual ou predisposição para reabsorção por capacidade de resposta

metabólica diminuída, dever-se-ia aumentar o intervalo de aplicação de força, o que seria mais importante do que alterar a magnitude da força aplicada, desde que esta força estivesse sob os limites considerados adequados.

#### *Elásticos*

Várias propostas para minimizar a perda de elasticidade que ocorre nas primeiras 24 horas foram sugeridas. A que apresentou o melhor resultado foi a proposta de distender as cadeias elastoméricas somente até o dobro de seu tamanho original. Este procedimento foi preconizado em 1976, por Kovatch et al.<sup>17</sup>, demonstrando que os valores de força inicial eram melhor mantidos, e que a degradação de força era minimizada se os elastômeros fossem esticados em 30% do seu comprimento original numa média de 0,2 a 2,0, e 20 polegadas por minuto.

No ano de 1990, Huget et al.<sup>15</sup> relataram que polímeros elastoméricos possuem uma estrutura molecular relativamente frágil, e sua função em manter o estiramento e a elasticidade do polímero sintético pode ser ainda mais enfraquecida pela presença de elementos presentes no meio bucal. Os achados do trabalho sugerem que a exposição do elastômero em água leva a um enfraquecimento das forças intermoleculares e subseqüentemente a uma degradação química. Especificamente a redução da liberação de força dos elásticos de um a sete dias em ambiente aquoso pode ser o resultado de absorção de água e da formação de ligações com correntes de hidrogênio entre as moléculas de água e os polímeros. Em alguns experimentos os autores tentaram definir os mecanismos que contribuem para a degradação das forças. Os elásticos corrente foram submersos em água a 37°C por períodos de 7, 14, 42 e 70 dias. As correntes foram distendidas em 50, 100, e 200% de seu comprimento original, com 90 segundos de descanso, antes de serem submetidas a um segundo estiramento. Um teste cromatográfico foi realizado em água para estabe-

lecer a presença de material orgânico liberado pelas correntes. A matéria orgânica só apareceu a partir do 14<sup>o</sup> dia. A partir destes dados os autores concluíram que o decréscimo da força associado às correntes elastoméricas por sete dias de submersão em água pode ser o resultado de absorção da mesma, além da formação de ligações de hidrogênio entre as moléculas de água e as moléculas dos elastômeros.

De acordo com Almeida et al.<sup>1</sup> (1991), os materiais sintéticos, em forma de cadeias elastoméricas, encontram seu maior uso na mecânica de “Edgewise”, durante a movimentação dos dentes. Os elos da cadeia elastomérica se adaptam firmemente nas aletas dos bráquetes, substituindo as ligaduras metálicas, mantendo o fio em sua posição dentro da canaleta do bráquete. Em experimento realizado com quatro marcas comerciais (Tecnident, Unitek, Ormco e Dentaurem), foram utilizados três elos de elastômeros distendidos ao dobro do tamanho original e submetidos a uma força inicial de 200 gramas. As amostras foram submersas em solução Ringer a 10% a uma temperatura média de 37°C. A força foi medida diariamente por meio de um dinamômetro “Dontrix” da Ormco, durante o período de um mês. O estudo demonstrou a perda de 35% da força inicial ao final do primeiro dia e de aproximadamente 75% ao final do experimento, não havendo diferença significativa entre os materiais.

O termo elastômero é usado para classificar materiais que após deformação substancial, rapidamente retornam às suas dimensões originais. Em uma revisão de literatura feita em 1994, Baty et al.<sup>3,4</sup> relataram que a borracha original, provavelmente utilizada pelas civilizações Incas e Maias, foi o primeiro elastômero a ser conhecido. Ele tinha um uso limitado devido ao seu desfavorável comportamento na temperatura e pela suas propriedades de absorção de água. Com o advento da vulcanização introduzida por Charles Goodyear em 1839, o uso da bor-

racha natural foi gradualmente aumentando. Logo apareceram defensores da borracha de látex na Ortodontia, incluindo profissionais consagrados com Baker, Case e Angle.

Polímeros sintéticos de borracha que foram desenvolvidos pela indústria petroquímica a partir dos anos 20, têm uma atração molecular constituída de ligações primárias e secundárias. Os polímeros sintéticos são muito sensíveis aos efeitos dos sistemas de geração de radicais livres, notadamente ozônio e luz ultravioleta. A exposição aos radicais livres resulta em decréscimo da flexibilidade e da força elástica do polímero. Os fabricantes têm adicionado antioxidantes e antiozônio para retardar estes efeitos e estender a vida útil dos elastômeros.

Na década de 60, correntes elastoméricas foram introduzidas na Ortodontia e começaram a ser parte integral de muitas práticas ortodônticas. Eles são usados para gerar forças leves e contínuas na retração de caninos, fechamento de diastemas, correção rotacional e constrição de arcos. Elásticos são baratos, relativamente higiênicos, facilmente aplicáveis e requerem pequena ou nenhuma cooperação do paciente. Correntes elastoméricas, entretanto, apresentam desvantagens, quando estendidas e expostas em ambiente bucal absorvem água e saliva, tingem-se e sofrem quebra nas suas ligações internas ficando deformadas permanentemente. Outra desvantagem é a rápida perda de força durante sua distensão, resultando numa gradual perda de efetividade.

Em um estudo realizado em 1998, Natrass et al.<sup>19</sup> avaliaram a influência de três fatores ambientais comuns na degradação de força das cadeias elastoméricas. Foram mantidos estirados constantemente em meio aquoso, em coca-cola e em meio rico em condimentos com controle de temperatura de 10°C, 22°C e 37°C. Usou-se a máquina de teste Universal Instron para mensurar a força. Foi mantido um grupo controle seco à temperatura de 22°C. Como resultado observou-se que todos os meios influenciaram as cadeias elastoméricas.

Levando em conta o alto índice de alergia ao látex, Russell et al.<sup>21</sup>, em 2001, compararam a degradação de força dos elásticos sem látex e os elásticos com látex de duas marcas comerciais (GAC e Masel). Concluiu-se que a escolha clínica dos elásticos deve ser baseada na história médica do paciente e nas propriedades do tipo de material a ser utilizado.

## PROPOSIÇÃO

Este trabalho tem o objetivo de determinar por meio de um tensiômetro de precisão a quantidade de força liberada em duas diferentes marcas de elásticos, além de avaliar a perda de força (elasticidade) com a seqüência do uso. Com isso, poder indicar o melhor intervalo de tempo para a substituição dos elásticos e ligaduras elastoméricas nas diversas situações clínicas.

## MATERIAL E MÉTODO

Para esta pesquisa foram utilizados elásticos ortodônticos e cadeias elastoméricas de duas marcas comerciais diferentes (Morelli e GAC). Os elásticos utilizados foram de 5/16 polegadas de diâmetro e elasticidade média. As cadeias elastoméricas foram da cor cinza e também elasticidade média.

A amostra do estudo foi composta de 48 pacientes leucodermas, 27 do gênero feminino e 21

do gênero masculino, com idade média de 18 anos, com boa saúde oral e bom padrão de higienização.

Após a seleção, a amostra foi dividida em quatro grupos:

**Grupo 1** - Composto por 12 indivíduos que apresentavam más oclusões de Classe II tratados sem extração, utilizando como auxiliar de tratamento, elásticos intermaxilares da marca Morelli, tamanho 5/16, instalados no canino superior até o primeiro molar inferior do mesmo lado, como mostra na Figura 1A.

**Grupo 2** - Composto por 12 indivíduos que apresentavam más oclusões de Classe II tratados sem extração, utilizando como auxiliar de tratamento, elásticos intermaxilares da marca GAC, tamanho 5/16, instalados na mesma posição que o grupo anterior (Figura 1A).

**Grupo 3** - Composto por 12 indivíduos que apresentavam más oclusões que requeriam extrações dentárias e utilizaram cadeia elastomérica da marca Morelli para fechamento dos espaços, dispostos como mostra na Figura 1B.

**Grupo 4** - Composto 12 indivíduos que apresentavam más oclusões que requeriam extrações dentárias e utilizaram cadeia elastomérica da marca GAC para fechamento dos espaços (Figura 1B).

Os elásticos foram removidos de suas embalagens e pré-selecionados visualmente conforme sua uniformidade de tamanho e espessura, onde os discrepantes foram descartados.



FIGURA 1 – (A) Posição do elástico 5/16 para a correção da Classe II, sem extração. (B) Posição da cadeia elastomérica na retração dos caninos, pós-extração.

As cadeias elastoméricas foram removidas dos carretéis originais e, cortadas em segmentos de quatro elos, sendo em seguida, instalados na boca dos pacientes que compunham a amostra.

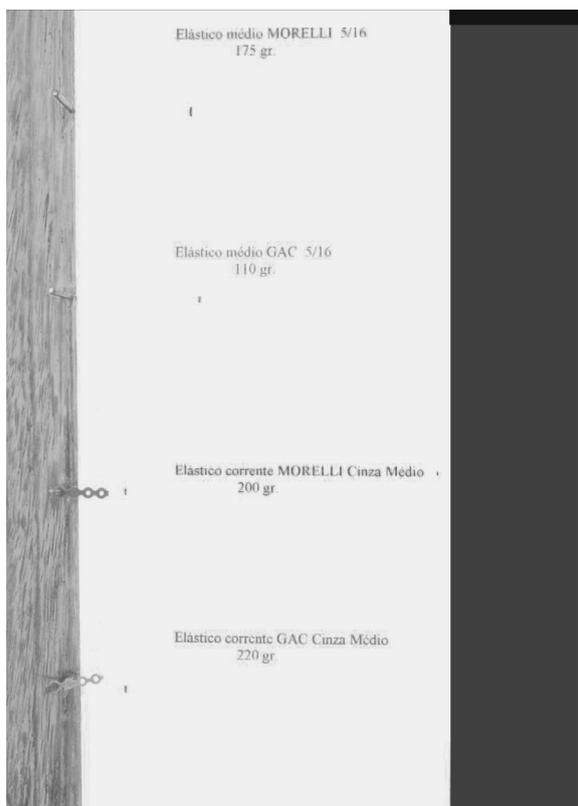
Cada indivíduo, dos grupos de elásticos intermaxilares (Grupos 1 e 2) foi orientado para que usasse em tempo integral, com remoção apenas durante as refeições, e os substituísse com intervalos de 1, 2 e 3 dias de uso. Por sua vez, cada indivíduo dos grupos de cadeias elastoméricas (Grupos 3 e 4) foram submetidos a trocas das correntes pelo profissional com intervalos de 15 dias, 21 dias, e 30 dias de uso.

Com objetivo de investigar a degradação de força sofrida pelos elásticos e cadeias elastoméricas foi construído um dispositivo com um gabarito para as medições (Figura 2), e que foi baseado em estudo piloto clínico, onde os elásticos e correntes elastoméricas foram

distendidos em situações clínicas semelhantes a da amostra a ser testada.

A medida inicial dos elásticos e elastômeros foi feita como controle para efeito de comparação às medições dos elásticos que seriam utilizados clinicamente. Estas medidas iniciais não sofreram influência do meio bucal, e a média de força liberada foi aferida e marcada no gabarito: elásticos GAC-110 gramas; elásticos Morelli-175 gramas (Figura 3A); cadeia elastomérica GAC-220 gramas; cadeia elastomérica Morelli - 200 gramas (Figura 3B). As amostras retiradas da boca foram posteriormente comparados com estes valores.

Com o auxílio de um tensiômetro de precisão da marca Dentaurum do tipo Dual-Tipe (Figura 4) foram registrados os valores em gramas liberados pelos elásticos e cadeias elastoméricas. As amostras, após serem submetidas ao meio bucal nos intervalos descritos, foram levadas ao dispositivo e distendidas até o ponto pré-estabelecido no gabarito (obtido pela média do estudo piloto); e neste ponto a força foi medida, sendo os valores das forças registrados em uma tabela. A avaliação da degradação da força foi realizada calculando o percentual de força perdida em relação à força inicial em cada intervalo de tempo e para cada amostra testada.



fotos: Luiz Renato Paranhos

FIGURA 2 – Gabarito para as medições da degradação de força sofrida pelos elásticos e cadeias elastoméricas.

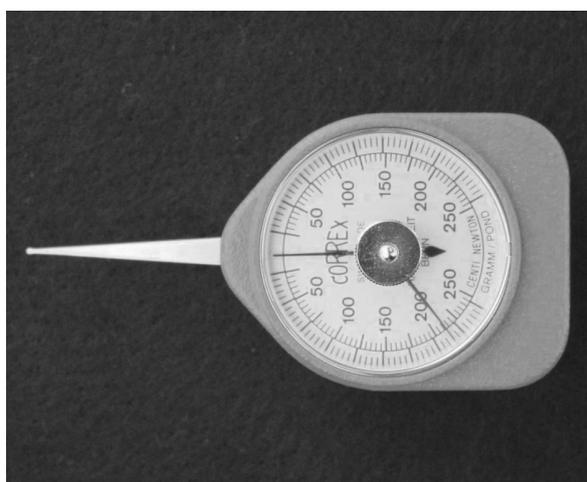


FIGURA 4 – Tensiômetro de precisão utilizado para registrar os valores em gramas liberados pelos elásticos e cadeias elastoméricas (Dentaurum – Dual Tipe).

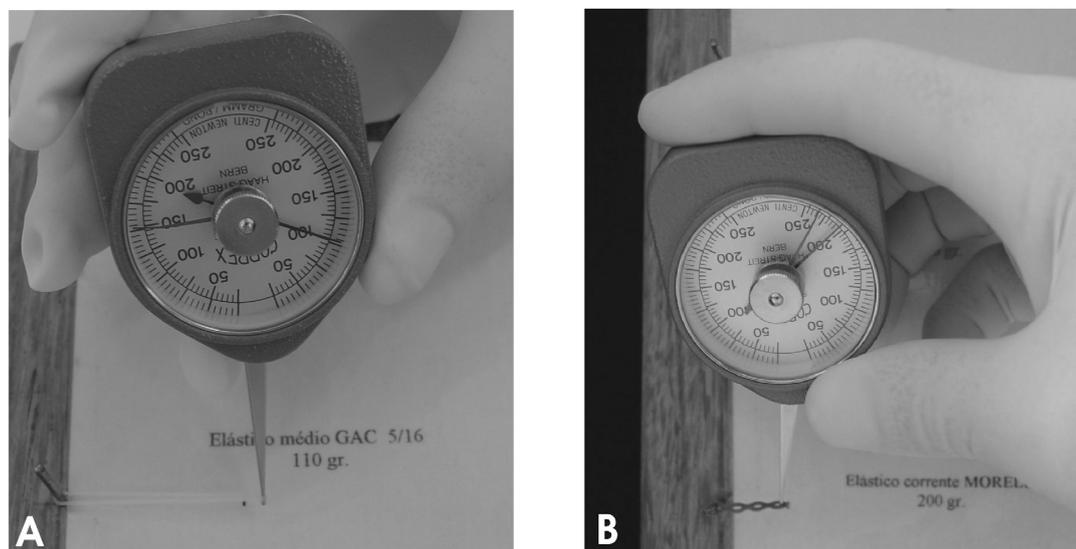


FIGURA 3 – (A) Método de medição inicial dos elásticos intermaxilares. (B) Método de medição inicial das cadeias elastoméricas.

As amostras dos grupos testados, que ao serem inseridos no meio bucal, sofreram quebra ou arrebentaram, foram registradas e não descartadas. Este procedimento foi tomado uma vez que esta situação é comum no tratamento com o auxílio do uso de elásticos.

O tratamento estatístico foi realizado com objetivo de verificar se existe diferença estatisticamente significativa entre os percentuais de degradação das forças liberadas pelas marcas. Foi utilizado o teste “t” de Student para testar esta hipótese.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As Tabelas 1 - 4 contêm as quantidades de força (gramas) em valores médios absolutos juntamente com o desvio padrão aplicado para as comparações do uso por 1, 2, e 3 dias para as Tabelas 1 e 2 e 15, 21, 30 dias para as Tabelas 3 e 4.

TABELA 1 - Média da força dissipada pelos elásticos (Morelli), diâmetro de 5/16 polegadas, no manequim idealizado para 1, 2, e 3 dias de uso, acompanhados do desvio padrão e variância, além do teste estatístico.

	FORÇA DISSIPADA	DESVIO PADRÃO	VARIÂNCIA	TESTE “T”
Inicial	175 gr.			
Após 1 dia	165,41 gr.	6,89	47,53	4,81**
Após 2 dias	155,00 gr.	7,68	59,09	9,01**
Após 3 dias	140,90 gr.	8,01	64,09	14,12**

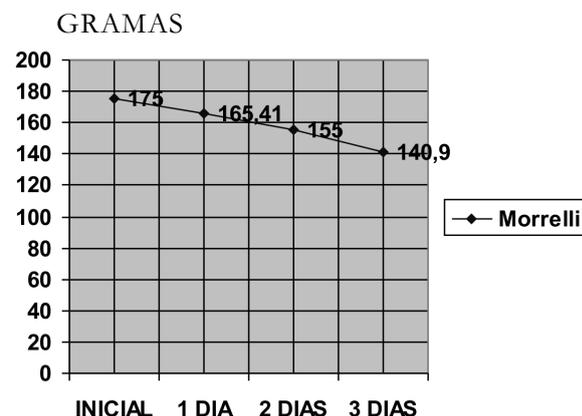


GRÁFICO 1 - Média de degradação de força dos elásticos de 5/16 polegadas. Valores em gramas (Morelli).

De acordo com os dados apresentados na Tabela 1, a força liberada inicialmente pelo elástico de 5/16 polegadas, elasticidade média (Morelli), utilizado na mecânica ortodôntica como auxiliar de tratamento da Classe II, localizado de canino superior até primeiro molar inferior do mesmo lado foi de 175gr. Podemos observar que a partir do primeiro dia de uso no meio bucal já houve um decréscimo de força dissipada pelos elásticos.

Este decréscimo continua ocorrendo até o final do terceiro dia com um aumento progressivo da perda da força. Esta degradação, ocorrida provavelmente devido aos efeitos do meio bucal sobre os elásticos, ocorreu em escala menor que os valores encontrados na literatura com estudos “*in-vitro*”.

Segundo vários Autores<sup>5,11,13,14,20,23,24,29</sup>, a força ideal para este tipo de movimento fica em torno de 150gr a 200gr, sugerindo uma troca diária dos elásticos para se obter um intervalo maior da força ideal para o tratamento ortodôntico.

TABELA 2 - Média da força dissipada pelos elásticos (GAC), diâmetro de 5/16 polegadas, no manequim idealizado para 1, 2, e 3 dias de uso, acompanhados do desvio padrão e variância, além do teste estatístico.

	FORÇA DISSIPADA	DESVIO PADRÃO	VARIÂNCIA	TESTE “T”
Inicial	110 gr.			
Após 1 dia	102,08 gr.	2,57	6,62	10,65**
Após 2 dias	92,91 gr.	3,96	15,71	14,92**
Após 3 dias	82,50 gr.	8,11	65,90	11,73**



GRÁFICO 2 - Média de degradação de força dos elásticos de 5/16 polegadas. Valores em gramas (GAC).

De acordo com os dados apresentados na Tabela 2, a força liberada inicialmente pelo elástico 5/16 polegadas, elasticidade média (GAC), utilizado na mecânica ortodôntica como auxiliar de tratamento da Classe II, localizado do canino superior até o primeiro molar inferior do mesmo lado foi de 110gr. Podemos observar que a partir do primeiro dia de uso no meio bucal já houve um decréscimo de força dissipada pelos elásticos.

O decréscimo da força dos elásticos, ocorrido devido à atuação do meio bucal, continua até o final do terceiro dia com o aumento progressivo da perda de força. Estes valores foram em escala menor que os valores encontrados na literatura com estudos “*in-vitro*”.

A força ideal para este tipo de movimento fica em torno de 100gr a 200gr<sup>5,11,13,14,20,23,24,29</sup>, sugerindo uma troca diária dos elásticos para se obter um intervalo maior da força ideal para o tratamento ortodôntico.

TABELA 3 - Média da força dissipada pelas cadeias elastoméricas (Morelli), no manequim idealizado para 15, 21, e 30 dias de uso, acompanhados do desvio padrão e variância, além do teste estatístico.

	FORÇA DISSIPADA	DESVIO PADRÃO	VARIÂNCIA	TESTE “T”
Inicial	200 gr.			
Após 15 dias	139,58 gr.	16,44	270,26	12,73**
Após 21 dias	92,91 gr.	29,88	892,99	12,41**
Após 30 dias	58,33 gr.	10,07	101,51	10,07**

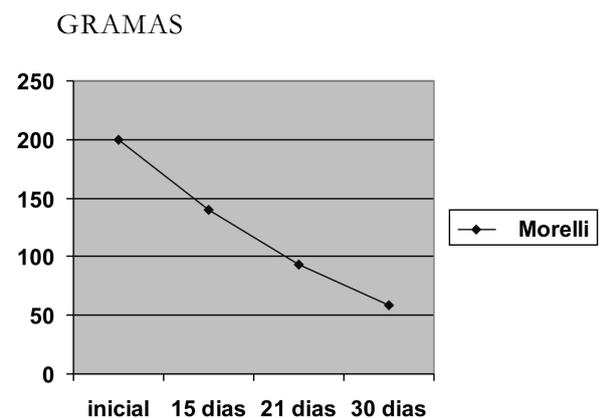


GRÁFICO 3 - Média de degradação de força das cadeias elastoméricas. Valores em gramas (Morelli).

De acordo com os dados apresentados na Tabela 3, a força liberada inicialmente pelas cadeias elastoméricas, de elasticidade média (Morelli), utilizado na mecânica ortodôntica para retração de canino superior, no caso de extração de primeiro pré-molar, foi de 200gr. Podemos observar que a partir do décimo quinto dia de uso no meio bucal já houve um decréscimo de força dissipada pelas cadeias elastoméricas.

Este decréscimo continua ocorrendo até o final do trigésimo dia com um aumento progressivo da perda da força. Esta degradação ocorreu em escala menor que os valores encontrados na literatura com estudos “*in-vitro*”<sup>1,2,6,9,12,16,25,27</sup>. Os efeitos do meio bucal, que as amostras sofreram, influenciaram melhorando o desempenho das cadeias elastoméricas em relação aos trabalhos citados, uma vez que o biofilme e os íons presentes na saliva alteram o processo de degradação das moléculas das cadeias elastoméricas<sup>10</sup>.

Outro fator importante, é que na literatura, a força dissipada inicialmente pelas cadeias elastoméricas, foi mensurada através de medida em centímetros, já no presente estudo, a força dissipada inicialmente das cadeias elastoméricas foi obtida através do estiramento, até atingir a força ideal estabelecida por um estudo piloto. Este fato proporcionou uma medida mais precisa da força evitando distorções, uma vez que no estudo “*in vivo*” as distâncias em centímetros poderiam variar de paciente para paciente.

A força ideal para este tipo de movimento fica em torno de 150gr a 200gr<sup>5,11,13,14,20,23,24,29</sup>, sugerindo, de acordo com os resultados deste trabalho, uma troca com intervalos menores que 15 dias ou um aumento da força inicial, em torno de 30%, para manter um intervalo maior da atuação da força ideal para o tratamento ortodôntico.

De acordo com os dados apresentados na Tabela 4, a força liberada inicialmente pelas cadeias elastoméricas de cor cinza, elasticidade média (GAC), utilizado na mecânica ortodôntica para retração de canino superior, no caso de extração

de primeiro pré-molare, foi de 220 gr. Podemos observar que a partir do décimo quinto dia de uso no meio bucal já houve um decréscimo de força dissipada pelas cadeias elastoméricas.

TABELA 4 - Média da força dissipada pelas cadeias elastoméricas (GAC), no manequim idealizado para 15, 21, e 30 dias de uso, acompanhados do desvio padrão e variância, além do teste estatístico.

	FORÇA DISSIPADA	DESVIO PADRÃO	VARIÂNCIA	TESTE “T”
Inicial	220 gr.			
Após 15 dias	134,58 gr.	7,21	52,08	41,00**
Após 21 dias	118,75 gr.	9,07	82,38	38,61**
Após 30 dias	85,83 gr.	5,96	35,60	77,88**

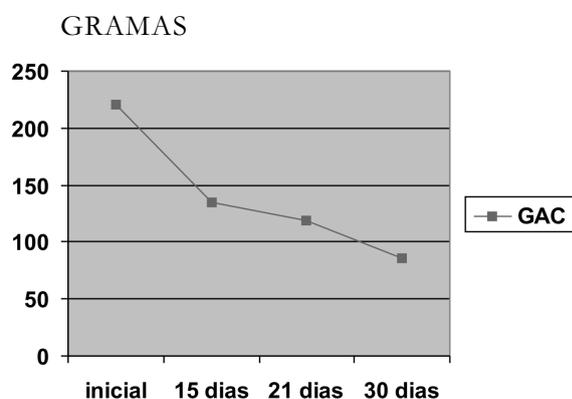


GRÁFICO 4 - Média de degradação de força das cadeias elastoméricas. Valores em gramas (GAC).

Este decréscimo continua ocorrendo até o final do trigésimo dia com um aumento progressivo da perda da força. Esta degradação ocorreu em escala menor que os valores encontrados na literatura com estudos “*in-vitro*”<sup>1,2,6,9,12,16,25,27</sup>. Os efeitos do meio bucal que as amostras sofreram influenciaram melhorando o desempenho das cadeias elastoméricas em relação aos estudos citados da mesma forma que a marca Morelli.

No presente estudo a força dissipada inicialmente pelas cadeias elastoméricas foi obtida através do estiramento até atingir a força ideal estabelecida por um estudo piloto, ao contrário

dos estudos revisados na literatura que mediram em centímetros. Este fato proporcionou uma medida mais precisa da força evitando distorções, uma vez que no estudo “*in vivo*” as distâncias em centímetros poderiam variar de paciente para paciente.

A força ideal para este tipo de movimento fica em torno de 150gr a 200gr, de acordo com a literatura, o que sugere uma troca com intervalos menores que 15 dias ou um aumento da força inicial em torno de 30% para manter um intervalo maior da atuação da força ideal para o tratamento ortodôntico.

Como a força ideal deve ser de natureza leve e dissipante, a degradação de força sofrida pelas cadeias elastoméricas pode ser usada a favor dos ortodontistas, pois esta diminuição gradativa na força liberada é traduzida como característica de força dissipante.

## CONCLUSÃO

Baseados nos resultados obtidos e na metodologia utilizada, podemos concluir que:

- Os elásticos intermaxilares da marca Morelli liberam uma quantidade de força inicial de 175gr. Maior que a marca GAC, que foi de 110gr. As cadeias elastoméricas da marca Morelli dissiparam uma força inicial de 200gr, menor que as cadeias GAC, que dissiparam 220gr;

- Os elásticos de 5/16 polegadas das marcas Morelli e GAC sofreram uma degradação significativa de suas forças nos primeiros dias de uso, comportamento semelhante às cadeias elastoméricas das mesmas marcas, que também sofreram uma degradação de suas forças em até 71%, no caso da marca Morelli, e 61%, no caso da marca GAC, no final de 30 dias;

- Os resultados do presente estudo sugerem que os elásticos intermaxilares recebam uma troca diária para uma melhor eficiência mecânica, e as cadeias elastoméricas podem receber uma troca mensal, uma vez que, embora haja uma degrada-

ção significativa após os primeiros 15 dias de uso, a natureza dissipante da força ortodôntica em dispositivos fixos é considerada ideal.

Constatou-se que fatores ambientais como movimento dentário, mudanças de temperatura, variações de Ph, água, colutórios bucais, enzimas salivares e forças mastigatórias, estão diretamente relacionados com a deformação e degradação da força, além de relaxamento das cadeias elastoméricas e dos elásticos, indicando a importância do correto armazenamento e da correta manipulação dos materiais para evitar distorções. Salienta-se ainda, a importância do uso de um medidor de força de precisão para determinar a força inicial desejada.

## REFERÊNCIAS

1. ALMEIDA, R. R. et al.; Degradação da força das cadeias de elastômeros. **Ortodontia**, São Paulo, v. 24, n. 3, p. 11-13, 1991.
2. ANDREASEN, G. F.; BISHARA, S. E. Comparison of alastik chain with elastics involved with intra-arch molar to molar forces. **Angle Orthod**, v. 40, no. 3, p. 151-158, Jul. 1970.
3. BATY, D. L.; VOLZ, J. E.; VON FRAUNHOFER, J. A. Force delivery properties of colored elastomeric modules. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v. 106, no. 1, p. 40-46, 1994.
4. BATY, D. L.; VOLZ, J. E.; VON FRAUNHOFER, J. A. Synthetic elastomeric chain: a literature review. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v. 107, no. 6, p. 536-542, 1994.
5. BOESTER, C. H.; JOHNSTON, L. E. A clinical investigation of the concepts of differential and optimal force in canine retraction. **Angle Orthod**, v. 44, no. 2, p. 113-119, 1974.
6. BRANTLEY, W. A. Effects of prestretching on forces degradation characteristics of plastic modules. **Angle Orthod**, v. 49, no. 1, p. 37-43, 1979.
7. BURSTONE, C. J.; KOENIG, H. A. Force systems from an ideal arch. **Am J Orthod**, v. 65, no. 3, p. 270-289, 1974.
8. CAPELOZZA FILHO, L.; SILVA FILHO, O. G. Reabsorção radicular na clínica ortodôntica: atitudes para uma conduta preventiva. **Rev Dent Press Ortodon Ortop Facial**, Maringá, v. 3, n. 1, p. 104-126, 1998.
9. DE GENOVA, D. C.; MCINNES-LEDOUX, P.; WEINBERGER, R.; SHAYER, R. Force degradation of orthodontic elastomeric chains-A product comparison study. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v. 87, no. 5, p. 377-384, May. 1985.
10. ELIADES, T.; ELIADES, G.; WATTS, D. C. Structural conformation of in vitro and in vivo aged orthodontics elastomeric modules. **Eur J Orthod**, v. 21, no. 6, p. 649-658, 1999.

11. GIANELLY, A. A.; BERDNAR, J. R.; DIETZ, V. S. A bidimensional edgewise technique. **J Clin Orthod**, p. 418-421, Jun. 1985.
12. HERSHEY, H. G.; REYNOLDS, W. G. The plastic module as an orthodontic tooth-moving mechanism. **Am J Orthod**, v. 67, no. 5, p. 554-562, 1975.
13. HIXON, E. H. On force and tooth movement. **Am J Orthod**, v. 57, p. 476-489, May. 1970.
14. HIXON, E. H. Optimal force, differential force, and anchorage. **Am J Orthod**, v. 55, p. 437-457, May. 1969.
15. HUGET, E. F.; PATRICK, K. S.; NUNEZ, L. J. Observations on the elastic behavior of synthetic orthodontic elastomer. **J Dent Res**, v. 69, no. 2, p. 496-501, Feb. 1990.
16. KILLIANY, D. M. Duplessis J. Relaxation of elastomeric chain. **JCO**, v. 19, no. 8, p. 592-593, Aug. 1985.
17. KOVATCH, J. S.; LAUTENSCHLAGER, E. P.; APFEL, D. A. Load-Extension-Time behavior of orthodontic elastiks. **J Dent Reserch**, v. 55, no. 5, p. 783-86, 1976.
18. MOYERS, R. E. **Ortodontia**. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, 669p. 1988.
19. NATTRASS, C.; IRELAND, A. J.; SHERRIFF, M. The effect of invironment factors on elastomeric chain and nickel titanium coil springs. **Eur J Orthop**, v. 20, no. 2, p. 169-176, 1998.
20. REITAN, K. Some factors determining the evaluation of forces in orthodontics. **Am J Orthod**, v. 43, no. 1, p. 32-45, Jan. 1957.
21. RUSSEL, K. A.; MILNE, A. D.; KLANNA, R. A.; LEE, J. M. In vitro assessment of the mechanical properties and non-latex orthodontic elastics. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v. 120, no. 1, p. 36-44, 2001.
22. SCHWARZ, A. M. Tissue changes incidental to orthodontic tooth movement. **Int J Orthod**, 1932.
23. SMITH, R.; STOREY, E. The importance of force in orthodontics. **Aust J Dent**, v. 56, p. 11-18, 1952.
24. SMITH, R. J.; BURSTONE, C. J. Mechanics of tooth movement. **Am J Orthod**, v. 85, no. 4, p. 294-307, 1984.
25. TALOUMIS, L. J.; SMITH, T. M.; HONDRUM, S. O. Lorton L. Force decay and deformation of orthodontic elastomeric ligatures. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v. 111, no. 1, p. 1-11, 1997.
26. VELLINI, F. F. Ortodontia – Diagnóstico e planejamento clínico. **Artes Médicas**, São Paulo. 1996.
27. WONG, A. K. Ortodontic elastic materials. **Angle Orthod**, v. 46, no. 2, p. 196-205, Apr. 1976.
28. YOUNG, J.; SANDRIK, J. The influence of preloading on stress relaxation of orthodontic elastic polymers. **Angle Orthod**, v. 49, no. 2, p. 104-109, Apr. 1979.
29. ZIEGLER, P.; INGERVALL, B. A clinical study of maxillary canine retraction with a retraction spring and with sliding mechanics. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v. 95, p. 99-106, 1989.

Recebimento: 5/12/08

Aceito: 7/2 /09

---

Endereço para correspondência:

Luiz Renato Paranhos

Rua Padre Roque, 958, Centro - Mogi Mirim, São Paulo

CEP.: 13800-033 - e-mail: paranhos@ortodontista.com.br