

Avaliação da Diminuição da Força de Ativação de Elásticos Correntes de Diferentes Cores: *Estudo in Vitro*

Colorful Elastomeric Chain Force Decay Assessment: an in Vitro Study

Larissa Moreira Gomes^a; Renata Rodrigues de Almeida-Pedrin^b; Victor de Miranda Ladewig^c; Victor França Didier^b;
Joel Ferreira Santiago Junior^a; Thaís Maria Freire Fernandes^b; Ana Claudia de Castro Ferreira Conti^b

^aUnisagrado, SP, Brasil

^bUnopar, Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Odontologia. PR, Brasil.

^cUnisagrado, Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Biologia Oral. SP, Brasil.

*E-mail: ana.conti@kroton.com.br

Resumo

O objetivo deste estudo consistiu em comparar a degradação de força de cinco cores diferentes de elásticos corrente, a fim de buscar parâmetros clínicos para o uso desses elásticos nas terapias ortodônticas. Foram avaliados 10 segmentos com 6 elos de elásticos corrente de força média da marca Morelli, das cores preto, cinza, azul, rosa e transparente, provenientes de embalagens seladas e dentro do prazo de validade. Os elásticos foram distendidos até o dobro de seu comprimento e mantidos por dispositivos simples com duas pontas de metal, simulando o uso contínuo dos elásticos por parte dos pacientes. Esses dispositivos foram submersos em saliva artificial a 37°C dentro de recipientes mantidos em estufa. As forças dos segmentos de elásticos foram mensuradas com um dinamômetro ortodôntico de precisão ao início e nos intervalos de 1, 7, 14, 21 e 30 dias após a imersão, e a média de força para cada grupo e tempo foi calculada. A Análise de variância (ANOVA) a dois critérios (tempo e grupos) e o teste de Tukey foram utilizados para a análise dos dados. Em todos os testes estatísticos foi adotado um nível de significância de 5%. Todas as cores de elásticos degradaram com o tempo, sendo a porcentagem média de degradação após 1 dia de 40,4%; 7 dias 48,2%; 14 dias 56,8%; 21 dias 65% e 81% após 30 dias. Entretanto, há diferença de degradação de força entre as cores dos elásticos. Os elásticos Transparente e Azul apresentaram menor degradação da força, sendo que após 30 dias o elástico Transparente se mostrou mais efetivo, seguido do Azul, Cinza, Preto e Rosa. Mesmo com a diferença na degradação de força entre as cores dos elásticos, esses dados não apresentam relevância clínica se utilizados por até 14 dias, após esse período seria melhor a utilização do elástico Transparente.

Palavras-chave: Ortodontia. Látex. Elasticidade

Abstract

The aim of this study was to compare the force degradation of five different colors of elastomeric chains, in order to achieve clinical parameters for the use of these elastics in orthodontic therapies. The sample was composed by 10 segments with 6 links (medium force) for each color of elastomeric chain (Morelli); black, gray, blue, pink and transparent, from sealed packages and within the expiration date. The elastics were stretched twice their length and maintained by simple devices with two metal tips, simulating the continuous use of the elastics by the patients. These devices were submerged in artificial saliva at 37°C to simulate the oral environment. The elastic segments strengths were measured with a precision orthodontic dynamometer at the beginning and at intervals of 1, 7, 14, 21 and 30 days after immersion, and the mean strength for each group and time was calculated. Analysis of variance (ANOVA) with two criteria (time and groups) and the Tukey test were used for data analysis. In all statistical tests, a significance level of 5% was adopted. All the elastics colors degraded over time, with the average degradation percentage after 1 day being 40.4%; 7 days 48.2%; 14 days 56.8%; 21 days 65% and 81% after 30 days. However, there is a difference in force degradation among the elastics colors. The Transparent and Blue elastics showed less force degradation, and after 30 days the Transparent elastic was more effective, followed by Blue, Gray, Black and Pink. Even with the difference in force degradation among the elastics colors, these data are not clinically relevant they are used for up to 14 days, after that period it would be better to use the Transparent elastic.

Keywords: Orthodontics. Latex. Elasticity

1 Introdução

Por possuírem características apropriadas para utilização na cavidade bucal, os elásticos corrente são acessórios muito importantes durante o tratamento ortodôntico. Eles permitem fechamento de espaços entre os dentes liberando forças contínuas e suaves graças a sua propriedade elástica, ou seja, capacidade de retornar ao seu formato original após ser estirado, fazendo desses um ótimo auxiliar da movimentação ortodôntica (CHANG *et al.*, 2018; SANTOS *et al.*, 2009; ALEXANDRE *et al.*, 2008; BATY; VOLZ; VON FRAUNHOFER, 1994).

No entanto, com o passar do tempo, o elástico perde gradativamente suas propriedades e ocorre uma redução da força inicial. Com isso, caso o profissional não esteja atento, pode ocorrer diminuição ou, até mesmo interrupção da movimentação pretendida resultando em um maior tempo de tratamento. Diversos fatores podem interferir na redução da força empregada pelo elástico, tais como exposição prolongada à água, enzimas presentes no meio bucal e às variações de temperatura. Recentemente, a utilização de pigmentação para tornar os elásticos coloridos também vêm sendo apontados como um dos fatores que interferem em suas

propriedades, aumentando o percentual de degradação de força (NOTAROBERTO *et al.*, 2018; FERNANDES *et al.*, 2011; MORIS *et al.*, 2009; ARAUJO *et al.*, 2006; MARTINS *et al.*, 2006; LORIATO; MACHADO; PACHECO, 2006; CABRERA *et al.*, 2003; HENRIQUES *et al.*, 2003; VON FRAUNHOFER; COFFELT; ORBELL, 1992; DE GENOVA *et al.*, 1985; ANDREASEN; BISHARA, 1970; BISHARA; ANDREASEN, 1970).

O conhecimento das alterações nas propriedades mecânicas dos elásticos em cadeia quando estirados é de grande interesse para o emprego desses acessórios, uma vez que poderão permanecer por um tempo relativamente longo na cavidade bucal, sendo extremamente desejável que, durante esse intervalo, continuem exercendo uma força clinicamente adequada. Portanto se torna oportuno a verificação das forças de diferentes cores de elásticos correntes e sua degradação com o passar do tempo, a fim de buscar parâmetros clínicos para o uso desses elásticos nas terapias ortodônticas (OLIVEIRA *et al.*, 2011; ARAUJO *et al.*, 2006; MARTINS *et al.*, 2006;).

Dessa forma, o objetivo desta pesquisa *in vitro* consiste em comparar a quantidade de força dissipada por elásticos corrente de diversas cores com o tempo, contribuindo para a escolha da cor dos elásticos, pelos próprios profissionais ou pelos pacientes, sem prejudicar o andamento do tratamento.

2 Material e Métodos

Foram avaliados elásticos corrente coloridos, todos de força média e da marca Morelli (Sorocaba, SP, Brasil) e de cinco cores diferentes: transparente, cinza, azul, rosa e preto proveniente de embalagens seladas e dentro do prazo de validade (Figura 1).

Figura 1 - Elásticos corrente coloridos de força média da marca Morelli



Fonte: Os autores.

Os elásticos foram divididos em grupos de acordo com a cor, cada grupo foi composto por 10 segmentos de elásticos

corrente de 6 elos de comprimento, distendidos o dobro de seu comprimento e mantidos por dispositivos simples com duas pontas de metal simulando o uso contínuo dos elásticos por parte dos pacientes. A força de cada segmento foi mensurada por meio de dinamômetro ortodôntico Zeuzan (São Paulo, SP, Brasil) em gramas e anotada em uma planilha do software Excel para Windows da Microsoft®. Após isto, estes dispositivos de apreensão dos elásticos foram imersos em saliva artificial. Os recipientes permaneceram em estufa a 37°C, simulando o ambiente bucal. Após os períodos de 1, 7, 14, 21 e 30 dias, as forças foram novamente mensuradas e anotadas. As médias das forças de cada grupo de elásticos em cada período avaliado foram utilizadas para as análises.

2.1 Análise estatística

Realizou-se uma análise de poder do teste para as comparações entre grupos e intervalos, sendo que o valor de α encontrado foi 1,0.

Os dados foram analisados em relação à distribuição normal (teste Shapiro-Wilk) e, posteriormente, foi adotado o teste de análise de variância a dois critérios (ANOVA) (tempo e grupos) e para as análises de comparações múltiplas se utilizou o teste de Tukey. Adotou-se um nível de significância de 5% para as análises.

Todos os testes estatísticos foram realizados no software SigmaPlot (SigmaPlot, San Jose, CA, EUA) versão 13.0.

3 Resultados e Discussão

Fundamental em certas mecânicas ortodônticas, os elásticos correntes são amplamente utilizados na rotina clínica. No entanto, a força liberada por esses elásticos é instável em função das características inerentes ao material e ao seu processo de manufatura. Quanto mais natural for o elástico, melhor será sua propriedade de liberação de força. Por esse motivo, alguns autores questionam a influência da pigmentação nas propriedades desse acessório ortodôntico (NOTAROBERTO *et al.*, 2018; FERNANDES *et al.*, 2011; MORIS *et al.*, 2009; ALEXANDRE *et al.*, 2008; ARAUJO *et al.*, 2006; LORIATO; MACHADO; PACHECO, 2006; CABRERA *et al.*, 2003; HENRIQUES *et al.*, 2003; BATY; VOLZ; VON FRAUNHOFER, 1994; ANDREASEN; BISHARA, 1970; BISHARA; ANDREASEN, 1970).

Este estudo analisou a quantidade de força dissipada por elásticos corrente de diversas cores e a degradação de força com o tempo, a fim de observar se os corantes presentes nos elásticos correntes coloridos influenciam em sua degradação de força. Além disso, o ambiente bucal foi simulado com o uso de saliva artificial a 37°C, já que estudos mostraram que o ambiente bucal influencia para uma maior degradação de força (VON FRAUNHOFER; COFFELT; ORBELL, 1992; DE GENOVA *et al.*, 1985).

Os cinco grupos de elásticos corrente (transparente, cinza, azul, rosa e preto) representados por 10 elásticos, em cada

grupo, foram analisados, sendo que a degradação de força foi mensurada ao longo do tempo, até 30 dias após imersão em saliva artificial. Esse tempo de avaliação e mensuração das forças simula o intervalo entre as consultas em que, normalmente, ocorre a troca destes dispositivos. Durante a mensuração da força residual dos diferentes grupos de elásticos, ocorreu o rompimento de 10 desses após aplicação de força no dia 30, sendo desses 4 pretos, 1 cinza, 1 azul e 4 rosas. Esses elásticos foram descartados da amostragem final.

O Quadro 1 apresenta o percentual de degradação da força de cada grupo de elástico nos diferentes momentos de mensuração. De acordo com os resultados deste estudo, observou-se uma perda de força muito grande em todos os grupos após o 1º dia, entre 38% e 44%. O grupo dos elásticos Rosa sofreu uma maior degradação da sua força inicial (44%). Após esse período, até o final do período de observação de 30 dias, a maior perda observada foi de 25% para o grupo rosa entre os dias 21 e 30, ou seja, 7 dias para ocorrer essa perda. Esse resultado está em consonância com diversos estudos (NOTAROBERTO *et al.*, 2018; BATY *et al.*, 1994; HUGET *et al.*, 1990; ASH; NIKOLAI, 1978) que afirmam que os elásticos não liberaram níveis de força constantes, uma vez que após 24h há uma grande perda, e esta se torna mais branda nos demais dias. Essa degradação se torna facilmente identificável quando se observa a Figura 2 e se visualiza que, após as primeiras 24 horas os níveis médios de força são representados por uma linha mais horizontal do que a observada no intervalo do 1º dia.

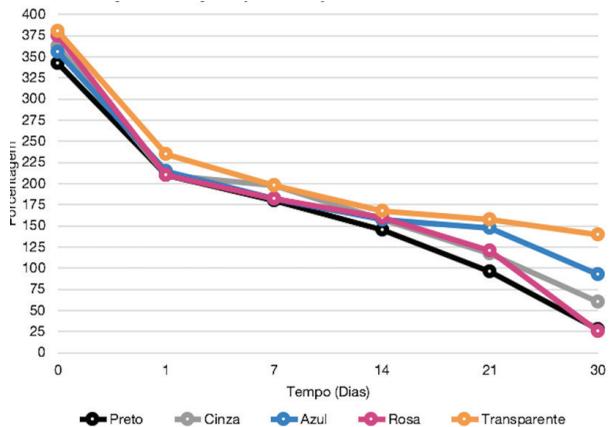
Quadro 1- Porcentagem da degradação das forças avaliadas para cada grupo de elásticos com o decorrer do tempo do experimento

Tempo	Preto	Cinza	Azul	Rosa	Transparente
Dia 1	39%	42%	39%	44%	38%
Dia 7	47%	46%	49%	51%	48%
Dia 14	58%	57%	56%	57%	56%
Dia 21	72%	68%	58%	68%	59%
Dia 30	92%	83%	74%	93%	63%

Fonte: Dados da pesquisa.

Ainda na Figura 2, é possível visualizar que as médias das forças de cada grupo de elásticos permaneceram semelhantes até o 14º dia. Do 21º dia em diante, observou-se uma diferença na degradação de força de modo que, ao final dos 30 dias de avaliação, o elástico transparente foi o que apresentava maior quantidade de força residual (140g). O elástico azul apresentou um pouco mais que a metade da força remanescente do transparente (92,5g), o cinza apenas 60g de força, enquanto os elásticos preto e rosa foram os que apresentaram menor quantidade de força remanescente (27,5g e 25g respectivamente).

Figura 2 - Porcentagem da degradação da força dos elásticos corrente coloridos em função do tempo (dias)



Fonte: Dados da pesquisa.

No 14º dia, observa-se no Quadro 1 que todos os grupos estudados já haviam perdido mais da metade de sua força inicial (Preto: 58%; Cinza: 57%; Azul: 56%; Rosa: 57%; Transparente: 56%). A literatura (KOCHENBORGER *et al.*, 2011; ALEXANDRE *et al.*, 2008; WANG *et al.*, 2007; ALMEIDA *et al.*, 1991) ainda mostra que, após 21 dias, todas as cores de elásticos perdem mais de metade de sua força inicial. Após o 14º dia, essa degradação foi mais acentuada para os elásticos Rosa e Preto, que apresentaram ao final dos 30 dias uma degradação de 93% e 92%, respectivamente, de sua força inicial. O grupo Cinza apresentou perda de mais de 4/5 de sua força inicial (83%) e o Azul finalizou as mensurações com perda de 74% de força. Por sua vez, o elástico Transparente foi aquele que manteve uma quantidade maior de força ao final do período, com degradação média de 63% da sua força inicial, mostrando os melhores resultados.

Em uma análise intergrupos, em cada período (Quadro 2), desde o momento em que as forças iniciais foram mensuradas, os grupos já apresentavam diferenças, corroborando com o estudo de Martins *et al.* (2006), que relatou diferenças significativas entre a força inicial gerada por elásticos de diferentes cores. Foi observado que no 1º dia, o grupo Transparente apresentou valores médios de força similar ao azul, porém significativamente diferente dos grupos Rosa, Cinza e Preto ($p=0,030$). Nesse período, embora o valor médio do Azul tenha sido similar ao transparente, esse valor não foi significativamente diferente dos outros grupos. No período de 7 a 14 dias não houve diferença significativa entre nenhum dos grupos. Entretanto, após 21 dias, os grupos de elásticos Transparente e Azul não apresentaram diferença significativa entre esses, porém demonstraram diferença com as outras cores, mostrando que se trocados a cada 21 dias, as cores transparente e azul demonstram os melhores resultados. No último dia de avaliação (dia 30), todos os grupos apresentaram diferença significativa entre esses, com exceção do grupo Preto vs. Rosa, sendo que o grupo de elásticos Transparente foi o que demonstrou os melhores níveis de força.

Quadro 2 - Comparação entre grupos (cores diferentes) em cada período de tempo das médias das forças (em gramas) avaliadas: média (m) e desvio padrão (dp)

Tempo (dias)	Preto m / dp	Cinza m / dp	Azul m/ dp	Rosa m/ dp	Transparente m/ dp
0	342.5(16.87) a,b,c,D,E	362.5 (17.67) a,b,c,d,e	355 (25.81) a,b,c,D,E	375 (20.41) A,b,c,d,e	380 (22.97) A,b,C,d,e
1	210 (12.90) a,b,c,d,E	210 (46.32) a,b,c,d,E	215 (12.90) a,b,c,d,e	210 (12.90) a,b,c,d,E	235 (21.08) A,B,c,D,e
7	180 (10.54) a,b,c,d,e	197.5 (65.66) a,b,c,d,e	182.5(12.07) a,b,c,d,e	182.5(16.87) a,b,c,d,e	197.5(14.19) a,b,c,d,e
14	145 (15.81) a,b,c,d,e	157.5 (77.32) a,b,c,d,e	157,5 (12,07) a,b,c,d,e	160 (12.90) a,b,c,d,e	167.5 (20.58) a,b,c,d,e
21	97.5 (14.19) a,b,C,d,E	117,5 (81,47) a,b,C,d,E	147.5 (7.90) A,B,c,D,e	120 (19.72) a,b,C,d,E	157.5 (12.07) A,B,c,D,e
30	27.5 (27.5) a,B,C,d,E	60 (85.95) A,b,C,D,E	92.5 (35.45) A,B,c,D,E	25 (23.57) a,B,C,d,E	140 (21.08) A,B,C,D,e

Análise Estatística: considerar linha horizontal (variando-se as cores) para comparações: Preto (a); Cinza (b); Azul (c); Rosa (d); Transparente (e). A leitura deve ser realizada comparando a primeira letra de cada coluna com a primeira letra da coluna subsequente e assim por diante, ex. Preto (a) vs. Rosa (A) apresentou $p < 0,05$ em tempo 0. Letras iguais minúsculas: $p \geq 0,05$ (a,a; b,b; c,c; d,d; e,e), letras iguais minúsculas/maiúsculas na comparação entre grupos de cores diferentes: $p < 0,05$ (a,A; b,B; c,C; d,D; e,E). Para todos os testes de comparação múltipla emparelhados se empregou o pós-teste de Tukey.

Fonte: Dados da pesquisa.

O Quadro 3 (análise intragrupos) mostra a comparação dos valores médios das forças residuais de cada grupo dentro dos períodos. Com exceção dos valores obtidos nos dias 1 e 7 para o elástico Cinza, e nos dias 14 e 21 para o elástico azul e dias 21 e 30 para o elástico transparente, todos os demais valores apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$). Diversos autores reportam uma diferença da força residual em diferentes momentos de mensuração e sugerem que, a fim de

reduzir o percentual de degradação de força tornando-a mais gradativa, seja realizada distensão prévia imediatamente antes de posicionar o elástico para exercer a mecânica. Tal manobra reduz a perda da força exercida pelo elástico, tornando-a estatisticamente insignificante por um período maior de tempo (CHANG *et al.*, 2018, YOUNG; SANDRIK, 1979; WONG, 1976; KOVATCH *et al.*, 1976; ANDREASSEN; BISHARA, 1970).

Quadro 3 - Comparação dentro de cada grupo (cor) variando-se os períodos de tempos (linhas) das médias das forças (em gramas): média (m) e desvio padrão (dp).

Tempo (dias)	Preto m / dp	Cinza m / dp	Azul m/ dp	Rosa m / dp	Transparente m / dp
0	342.5(16.87) a,A,A,A,A,A	362.5 (17.67) b,B,B,B,B,B	355 (25.81) c,C,C,C,C,C	375 (20.41) d,D,D,D,D,D	380 (22.97) e,E,E,E,E,E
1	210 (12.90) A,a,A,A,A,A	210 (46.32) B,b,b,B,B,B	215 (12.90) C,c,C,C,C,C	210 (12.90) D,d,D,D,D,D	235 (21.08) E,e,E,E,E,E
7	180 (10.54) A,A,a,A,A,A	197.5 (65.66) B,b,b,B,B,B	182.5 (12.07) C,C,c,C,C,C	182.5 (16.87) D,D,d,D,D,D	197.5 (14.19) E,E,e,E,E,E
14	145 (15.81) A,A,A,a,A,A	157.5 (77.32) B,B,b,B,B,B	157,5 (12,07) C,C,C,c,C,C	160 (12.90) D,D,D,d,D,D	167.5 (20.58) E,E,E,e,E,E
21	97.5 (14.19) A,A,A,A,a,A	117,5 (81,47) B,B,B,B,b,B	147.5 (7.90) C,C,C,c,c,C	120 (19.72) D,D,D,D,d,D	157.5 (12.07) E,E,E,e,e,e
30	27.5 (27.5) A,A,A,A,A,a	60 (85.95) B,B,B,B,B,b	92.5 (35.45) C,C,C,C,C,c	25 (23.57) D,D,D,D,D,d	140 (21.08) E,E,E,E,E,e

Análise Estatística: considerar colunas na vertical para comparações (variação dos tempos dentro de cada cor): Preto (a); Cinza (b); Azul (c); Rosa (d); Transparente (e). A leitura deve ser realizada comparando a primeira letra de cada coluna com a primeira letra da linha subsequente, ex. Preto (a) tempo 0 vs. Preto (A) tempo 1, apresentou $p < 0,05$. Letras iguais maiúsculas (A,A; B,B;C,C; D,D); maiúsculas/minúsculas(A,a; B,b; C,c; D,d; E,e): $p < 0,05$; letras iguais minúsculas (b,b; c,c; e,e): $p \geq 0,05$. Para todos os testes de comparação múltipla emparelhados se empregou o pós-teste de Tukey.

Fonte: Dados da pesquisa.

Em geral, a escolha da cor dos elásticos também se baseia na preferência dos pacientes e do tipo de braquete, logicamente quando se utilizam braquetes estéticos a preferência é por elásticos mais estéticos também, nos tons de branco, transparente e perolados. Porém, o profissional

deve estar atento a influência das cores dos elásticos no seu índice de degradação de força, uma vez que esta pode influenciar na degradação de força, principalmente após o 14º dia de mecânica. Desse modo, recomenda-se a troca desses dispositivos dentro desse período, visto que a partir desse

momento a força dos elásticos correntes é degradada em mais de 50% de sua força inicial.

A degradação do elástico, em ambiente laboratorial e no meio bucal, ocorre de maneira distinta, visto que a influência da variação de pH, da temperatura e das forças da mastigação em contato com o material podem agravar ainda mais o seu desgaste e, conseqüentemente, a perda de força de ativação. Dessa forma, é importante frisar a limitação do estudo por se tratar de ensaio *in vitro*, mas provavelmente o efeito do ambiente bucal é mais nocivo ao elástico do que o ambiente controlado em laboratório.

Mesmo realizando uma pesquisa *in vitro*, a influência dos pigmentos das cores dos elásticos associados com a exposição à saliva artificial foram testados e mostraram importância na força resultante dos elásticos. Esses resultados são dependentes também do tempo decorrido da distensão dos elásticos submersos na saliva, por isso as forças foram mensuradas em tempos distintos. Dessa forma, a conduta clínica poderá ser melhor embasada independente da influência da dieta dos pacientes.

4 Conclusão

De acordo com os dados obtidos no presente estudo é possível concluir as seguintes constatações. Todas as cores de elásticos corrente estudadas apresentaram decaimento da força com o tempo. Após 14 dias foi possível observar perda de mais de 50% da força inicial em todos os elásticos.

A cor do material influenciou na redução da força de ativação, uma vez que o elástico Transparente se mostrou com mais força residual após 30 dias, seguido do Azul, Cinza, Preto e Rosa.

Mesmo com a diferença de força entre os elásticos, ao longo do tempo, se trocados em até 14 dias qualquer das cores poderia ser utilizada. Quando o intervalo entre as consultas for mensal se recomenda que seja utilizado o elástico Transparente.

Referências

ALEXANDRE, L.P. *et al.* Avaliação das propriedades mecânicas dos elásticos e cadeias elastoméricas em ortodontia. *Rev. Odonto.*, v.16, n.32, p.53-64, 2008. doi: 10.15603/2176-1000/odonto.v16n32p53-63

ALMEIDA, R.R. *et al.* Degradação da força das cadeias de elastômeros. *Ortodontia.*, v.24, n.3, p.11-8, 1991.

ANDREASEN, G.F.; BISHARA, S.E. Comparison of alastik chain with elastics involved with intra-arch molar to molar forces. *Angle Orthod.*, v.40, n.3, p.151-158, 1970. doi: 10.1043/0003-3219(1970)040<0151:COACWE>2.0.CO;2

ASH, J.L.; NIKOLAI, R.J. Relaxation of orthodontic elastomeric chains and modules in vitro and in vivo. *J. Dent. Res.*, v.57, n.5, p.685-690, 1978. doi: 10.1177/00220345780570050301

BATY, I.D.; STORI, D.J.; VUOI FRAUNHOFER, J.A. Synthetic elastomeric chains: a literature review. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, v.105, n.6, p.536-542, 1994a. doi: 10.1016/S0889-5406(94)70137-7

BATY, I.D.; VOLZ, J.E.; VUOI FRAUNHOFER, J.A. Force delivery properties of colored elastomeric modules. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, v.106, n.1, p.40-46, 1994b. doi: 10.1016/S0889-5406(94)70019-2

BISHARA, S.E.; ANDREASSEN, G.F. A comparison of time related forces between plastic alastiks and latex elastics. *Angle Orthod.*, v.40, n.4, p.319-328, 1970. doi: 10.1043/0003-3219(1970)040<0319:ACOTRF>2.0.CO;2

CABRERA, M.C. *et al.* Elástico em Ortodontia. Comportamento e aplicação clínica. *Rev. Dental Press Ortodon Ortop Facial.*, v.8, n.1, p.115-129, 2003.

CHANG, J.H. *et al.* Effects of prestretch on stress relaxation and permanent deformation of orthodontic synthetic elastomeric chains. *Korean J. Orthod.*, v.48, n.6, p.384-394, 2018. doi: 10.4041/kjod.2018.48.6.384.

DE GENOVA, D.C. *et al.* Force degradation of orthodontic elastomeric chains: a product comparison study. *Am J. Orthod Dentofacial Orthop.*, v.87, n.5, p.377-384, 1985. doi: 10.1016/0002-9416(85)90197-6

FERNANDES, D.J. *et al.* Force extension relaxation of medium force orthodontic latex elastics. *Angle Orthod.*, v.81, n.5, p.812-819, 2011. doi: 10.2319/120810-709.1.

HENRIQUES, J.F.C.; HAYASAKI, S.M.; HENRIQUES, R.P. Elásticos Ortodônticos: como Seleccioná-los e Utilizá-los de Maneira Eficaz. *J. Bras. Ortodon. Ortop. Facial.* v.48, n.8, p.471-475, 2003.

HUGET, E.F.; PATRICK, K.S.; NUNES, L.J. Observations on the elastic behavior of a synthetic orthodontic elastomer. *J. Dent. Res.*, v.62, n.2, p.496-501, 1990. doi: 10.1177/00220345900690021601

KOCHENBORGER, C. *et al.* Assesment of force decay in orthodontic elastomeric chains: an in vitro study. *Dental Press J. Orthod.* v.16, n.6, p.93-99, 2011. doi: 10.1590/S2176-94512011000600015

KOVATCH, J.S. *et al.* Load extension time behavior of orthodontic alastiks. *J. Dent. Res.*, v.55, n.5, p.783-786, 1976. doi: 10.1177/00220345760550051201

LORIATO, L.B.; MACHADO, A.W.; PACHECO, W. Considerações clínicas e biomecânicas de elásticos em Ortodontia. *Clin Ortodon Dental Press.*, v.5, n.1, p.42-55, 2006.

MARTINS, M.M. *et al.* Comparative study of different colors of molded elastomeric ligatures. *R Dental Press Ortodon Ortop Facial.*, v.11, n.4, p.81,90, 2006.

MORIS, A. *et al.* In Vitro study of the force degradation of latex orthodontic elastics under dynamic conditions. *Rev. Dental Press Ortodon. Ortop. Facial.*, v.14, n.2, p.95-108, 2009. doi: 10.1590/S1415-54192009000200012

NOTAROBERTO, D.F.C. *et al.* Force decay evaluation of latex and no-latex orthodontic intramural elastics: in vivo study. *Dental Press J. Orthod.*, v.23, n.6, p.42-47, 2018. doi: 10.1590/2177-6709.23.6.042-047.oar

OLIVEIRA, C.B. *et al.* Degradação de forças dos elásticos intermaxilares ortodônticos sintéticos. *Ortodontia.*, v.44, n.5, p.427-432, 2011.

SANTOS, R.L. *et al.* Cytotoxicity of intermaxillary orthodontic elastics of different colors: an in vitro study. *J. Appl. Oral Sci.*, v.17, n.4, p.326-329, 2009. doi: 10.1590/s1678-77572009000400010

VON FRAUNHOFER, J.A.; COFFELT, M.T.; ORBELL, G.M. The effects of artificial saliva and topical fluoride treatments on the degradation of the elastic properties of orthodontic chains. *Angle Orthod.*, v.62, n.4, p.265-274, 1992. doi:

10.1043/0003-3219(1992)062<0265:TEOASA>2.0.CO;2

WANG, T. *et al.* Evaluation of force degradation characteristics of orthodontic latex elastics in vitro and in vivo. *Angle Orthod.*, v.77, n.4, p.688-693, 2007. doi: 10.2319/022306-76

WONG, A.K. Orthodontic elastic materials. *Angle Orthod.*, v.46,

n.2, p.196-205, 1976. doi: 10.1043/0003-3219(1976)046<0196:OEM>2.0.CO;2

YOUNG, J.; SANDRIK, J. The influence of preloading on stress relaxation of orthodontic elastic polymers. *Angle Orthod.*, v.49, n.2, p.104-109, 1979. doi: 10.1043/0003-3219(1979)049<0104:TIOPOS>2.0.CO;2