



MESTRADO PROFISSIONAL EM ORTODONTIA

SANDRO MARCHETTE

**COMPARAÇÃO DAS FORÇAS DE DEFLEXÃO DE FIOS
ORTODÔNTICOS ESTÉTICOS EM BRAQUETES
AUTOLIGÁVEIS CERÂMICOS**

Guarulhos
2020

SANDRO MARCHETTE

**COMPARAÇÃO DAS FORÇAS DE DEFLEXÃO DE FIOS
ORTODÔNTICOS ESTÉTICOS EM BRAQUETES
AUTOLIGÁVEIS CERÂMICOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Ortodontia da Universidade Guarulhos, como requisito exigido para obtenção do título de Mestre em Ortodontia.

Orientador: Prof. Dr. Murilo Matias

Guarulhos
2020

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Bibliotecas Fernando Gay da Fonseca

M317c

Marchette, Sandro

Comparação das forças de deflexão de fios ortodônticos estéticos em braquetes autoligáveis cerâmicos. / Sandro Marchette. -- 2020.

26 f.; 31 cm.

Orientador: Prof^o. Dr. Murilo Matias

Dissertação (Mestrado em Ortodontia) – Centro de Pós-Graduação e Pesquisa e Extensão, Univeritas/Universidade Guarulhos, Guarulhos, SP, 2020.

1. Fios Ortodônticos 2. Braquetes Ortodônticos 3. Ortodontia 4. Anti-infecciosos I. Título II. Matias, Murilo (Orientador). III. Univeritas/Universidade Guarulhos

CDD. 617.6



A Comissão Julgadora dos trabalhos de Defesa de Dissertação de MESTRADO PROSSIONAL EM ORTODONTIA, intitulada “COMPARAÇÃO DAS FORÇAS DE DEFLEXÃO DE FIOS ORTODÔNTICOS ESTÉTICOS EM BRAQUETES AUTOLIGÁVEIS CERÂMICO” em sessão pública realizada em 08 de dezembro de 2020, considerou a candidata SANDRO MARCHETTE aprovado.

COMISSÃO EXAMINADORA:

1. Prof. Dr. Murilo Matias (UNG)

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Murilo Matias", written over a horizontal line.

2. Prof. Dr. William Juarez G. Guirro (FACOP)

A handwritten signature in black ink, appearing to read "William Juarez G. Guirro", written on a grey rectangular background.

3. Profa. Dra. Liliana Avila Maltagliati (UNG)

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Liliana Avila Maltagliati", written on a white background with a faint shadow effect.

Guarulhos, 08 de dezembro de 2020.

Dedico este trabalho a minha esposa, que me manteve firme nos momentos de fraqueza e desafiando nos momentos que precisava de inspiração, e aos nossos filhos pelo seu sorriso e olhar de incentivo nos momentos certos.

AGRADECIMENTOS

A presente dissertação de mestrado não poderia chegar ao final sem o precioso apoio de várias pessoas.

Agradeço a Deus acima de tudo, ao meu Orientador Prof. Dr. Murilo Matias pela paciência, suporte e orientação durante todo o desenvolvimento desse trabalho. A todos os professores desta instituição pelo conhecimento compartilhado.

A minha turma onde junto enfrentamos todos os desafios impostos a nós com dedicação e sabedoria, pelos momentos de interação que tornar a vida acadêmica mais “divertida” e alegre, aos meus amigos de turma pela compreensão e apoio nos momentos que mais precisamos.

Quero agradecer à minha família e amigos pelo apoio incondicional que me deram, especialmente a minha esposa Patricia pelo apoio durante essa jornada longa da elaboração deste trabalho.

Obrigado a todos que direta ou indiretamente contribuíram para concretização desde sonho.

Não confunda derrotas com fracasso nem vitórias com sucesso. Na vida de um campeão sempre haverá algumas derrotas, assim como na vida de um perdedor sempre haverá vitórias. A diferença é que, enquanto os campeões crescem nas derrotas, os perdedores se acomodam nas vitórias.

MARCHETTE, S.M. COMPARAÇÃO DAS FORÇAS DE DEFLEXÃO DE FIOS ORTODÔNTICOS ESTÉTICOS EM BRAQUETES AUTOLIGÁVEIS CERÂMICOS. [Dissertação de Mestrado].Guarulhos: Universidade Guarulhos UNG; 2020.

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi comparar a força de deflexão dos fios ortodônticos de Níquel-Titânio (NiTi) em braquetes autoligáveis cerâmicos passivos e interativos. Os corpos de prova foram montados em um modelo de simulação clínica e avaliados em uma Máquina de Ensaio Universal seguindo como protocolo a norma ISO 15.841. Em uma placa de resina acrílica 10 dispositivos também em acrílico foram fixados em forma de parábola, nos quais foram colados os braquetes. A distância entre os braquetes afixados na placa de resina foi mantida constante para evitar erros durante a medição da força gerada pela deflexão dos fios. Foram confeccionados quatro destes modelos para a colagem de cada conjunto de acessórios a serem testados. O dispositivo representante do incisivo central direito superior foi movimentado no sentido vestibulo-lingual, em deslocamentos de 0 a 3 mm, com velocidade constante de 0,5 mm/min. Os resultados foram avaliados por meio da Análise de Variância (ANOVA) a dois critérios para comparação dos grupos. Onde uma diferença estatisticamente significativa foi observada, a análise comparativa das médias foi realizada por meio do teste de Tukey ($p < 0,05$). As maiores médias de força foram apresentadas pelos fios Aesthetic Polymer e Flexy NiTi Rhodium quando empregados com o braquete Clarity. Braquetes autoligáveis cerâmicos utilizados com diferentes fios estéticos podem apresentar comportamentos diferentes devido principalmente às características dos materiais de recobrimento empregados nos fios.

Palavras-Chave: Fios Ortodônticos, Braquetes Ortodônticos, Ortodontia

MARCHETTE, S.M. COMPARAÇÃO DAS FORÇAS DE DEFLEXÃO DE FIOS ORTODÔNTICOS ESTÉTICOS EM BRAQUETES AUTOLIGÁVEIS CERÂMICOS. [Dissertação de Mestrado]. Guarulhos: Universidade Guarulhos UNG; 2020.

ABSTRACT

The aim of this research was to compare the deflection force of NickelTitanium (NiTi) orthodontic archwires in passive and interactive self-ligating ceramic brackets. Four different bracket models were assembled in a clinical simulation device and evaluated on a Universal Testing Machine following the ISO 15.841 protocol. Ten devices were attached to an acrylic resin plate, where the brackets were positioned. They were fixed in a way that resembles the positioning of the teeth in the upper dental arch in a parabola form. The interbracket distance was kept constant to avoid errors when measuring the force generated by the deflection of the archwires. The device representing the upper right central incisor was moved of 0 to 3mm in the buccal-lingual direction, with a constant speed of 0.5mm/min. The intergroup comparison was evaluated by two-way ANOVA. Where a statistically significant difference was observed, comparative analysis of means was performed using the Tukey test ($p < 0.05$). The highest mean forces were presented by the Aesthetic Polymer and Flexy NiTi Rhodium archwires when used with the Clarity bracket. Self-ligating ceramic brackets used with different esthetic archwires may behave differently mainly due to the characteristics of the covering materials used in the archwires.

Keywords: Orthodontic archwires, Orthodontic Brackets, Orthodontics

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

NiTi: Níquel Titânio.

DP: Desvio Padrão

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Modelo de simulação clínica com as estruturas em posição durante a execução dos testes de deflexão.....6

Figura 2: Modelo de Simulação Clínica completo. (a- célula de carga; b-Termostato digital; c- Recipiente de acrílico; d-Placa de acrílico; e- Resistência elétrica submersa; Máquina de Teste Universal.....7

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Média (em cN) e desvio padrão (D.P.) dos resultados do teste ANOVA a um critério de seleção e teste de Tukey, quando necessário, para avaliar o comportamento dos braquetes quando empregados com o fio Aesthetic Polymer (N=7).....	9
Tabela 2: Média (em cN) e desvio padrão (D.P.) dos resultados do teste ANOVA a um critério de seleção e teste de Tukey, quando necessário, para avaliar o comportamento dos braquetes quando empregados com o fio Flexy NiTi Rhodium (N=7)	9
Tabela 3: Média (em cN) e desvio padrão (D.P.) dos resultados do teste ANOVA a um critério de seleção e teste de Tukey, quando necessário, para avaliar o comportamento dos braquetes quando empregados com o fio High Aesthetic Nickel Titanium Archwire (N=7).....	10
Tabela 4: Média (em cN) e desvio padrão (D.P.) dos resultados do teste ANOVA a um critério de seleção e teste de Tukey, quando necessário, para avaliar o comportamento dos braquetes quando empregados com o fio High Aesthetic (N=7).....	10

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. PROPOSIÇÃO	4
3. MATERIAL E MÉTODOS	5
4. RESULTADOS	9
5. ARTIGO CIENTÍFICO	11
6. CONCLUSÕES	22
REFERÊNCIAS	23

1. INTRODUÇÃO

A estética exerce papel fundamental na decisão do paciente pelo tratamento ortodôntico, mesmo em casos de evidente necessidade funcional (Gazit-Rappaport, Haisraeli-Shalish, and Gazit 2010). Com isso, muitas vezes a primeira preocupação do paciente ao procurar pelo tratamento está relacionada à aparência do acessório ortodôntico em si e ao impacto estético que este pode causar em sua qualidade de vida (Zhang et al. 2007).

A mecânica ortodôntica é baseada no princípio do acúmulo de energia elástica e transformação dessa energia em trabalho mecânico, que resulta na movimentação dos dentes. Cada ativação do aparelho armazena e controla o mecanismo de transferência e distribuição das forças. Um ótimo controle do movimento dentário requer a aplicação de um sistema de forças específico, que é devidamente guiado por meio de acessórios, tais como os braquetes e os fios ortodônticos (Quintão and Brunharo 2009).

Como o tratamento ortodôntico estende-se por vários meses, a aparência dos acessórios é avaliada pelos pacientes como um fator significativo a ser considerado. A demanda pela estética fez com que diversas empresas começassem a produzir, no final da década de 70, braquetes de policarbonato ou cerâmicos. Atualmente, os braquetes estéticos representam uma realidade na clínica ortodôntica, oferecendo uma excelente alternativa aos braquetes metálicos (Huang et al. 2003).

Os braquetes autoligáveis, por sua vez, foram introduzidos na década de 30 do século passado como aparelho Russel Lock (porca e parafuso), e constituem sistemas de braquetes sem ligadura que apresentam um dispositivo mecânico que permite esta ligação por meio de abertura e fechamento da parede vestibular do braquete (Berger 1994).

De acordo com o grau de pressão que o sistema aplica no fio ortodôntico os braquetes autoligáveis podem ser ativos, quando o sistema pressiona o fio dentro da canaleta; passivos, quando o sistema permite liberdade do fio na canaleta; ou interativos, quando os braquetes autoligáveis exercem pressão em fios mais espessos, mas permitem liberdade de fios menos calibrosos (Sathler et al. 2011).

Dependendo da pressão do braquete autoligável sobre o fio, é possível obter maior ou menor atrito, o que pode alterar a quantidade de força necessária para movimentação ortodôntica (Sathler et al. 2011). Quando os braquetes ativos são utilizados, o atrito é muito maior do que quando se utiliza o sistema de braquetes passivos (Damon 1998; Kim, Kim, and Baek 2008; Thomas, Sherriff, and Birnie 1998).

Com relação aos fios ortodônticos, na década de setenta, com o desenvolvimento tecnológico, surgiu a liga de Níquel-Titânio (NiTi). Na década de oitenta, os fios de beta-titânio (TMA) e os de níquel-titânio superelásticos foram introduzidos no mercado. A introdução dessas ligas com memória de forma foi importante pois ela reduziu consideravelmente a relação de carga x deflexão. Estes fios têm um módulo de elasticidade significativamente maior (baixa rigidez) quando comparados aos fios de aço inoxidável. Portanto, fios com dimensões maiores puderam ser utilizados mais cedo no tratamento, para um maior controle do movimento dentário (Gurgel et al. 2001; Quintão and Brunharo 2009).

É sabido que as ligas de NiTi exibem não somente o comportamento memória de forma, como também o comportamento superelástico. Assim sendo, as propriedades dessas ligas são derivadas das mudanças microestruturais que podem ocorrer devido à aplicação de tensão ou variação de temperatura. A transformação de fase induzida pela tensão permite que uma certa deformação possa ser totalmente recuperada quando o material sofre uma desativação por meio de uma transformação de fase reversa (Tarniță et al. 2009)

Ainda sobre os fios, diferentes tipos metálicos com algum recobrimento estético foram lançados ultimamente no mercado, tais como: fios metálicos com cobertura de teflon, fios metálicos recobertos por resina epoxídica, fios ortodônticos compostos por uma matriz à base de nylon contendo fibras de silicone para reforço e fios ortodônticos feitos de material compósito polimérico reforçados com fibra de vidro (Matias et al. 2018).

Esses materiais de recobrimento dos fios devem possuir como requisitos básicos a facilidade de aplicação em camadas finas, a resistência e o baixo coeficiente de atrito, além da necessidade de serem biocompatíveis e possuírem aspecto estético agradável, compatível com a translucidez dos braquetes estéticos e com a coloração dos dentes. Ainda hoje as empresas de materiais ortodônticos investem na busca da cobertura ideal para os fios metálicos ortodônticos, a fim de torná-los estéticos e, ao

mesmo tempo, eficientes mecanicamente. Os diferentes tipos de cobertura alteram algumas propriedades dos fios, tais como o atrito (Quintão and Brunharo 2009).

Sobre as diferentes metodologias de avaliação das propriedades mecânicas dos fios, basicamente dois modos de realizar a deflexão elástica têm sido propostos. Um deles é o uso de dispositivos de simulação clínica fabricados com a intenção de aproximar os resultados laboratoriais aos da clínica (Schaus and Nikolai 1986). O outro modo, que é o mais utilizado nas áreas da Engenharia, é o teste de 3 pontos. Este teste é mais simples e seria, portanto, menos influenciado por fatores alheios aos investigados na pesquisa (Berger and Waram 2007; Krishnan and Kumar 2004; Oltjen et al. 1997). Por causa dessa ambiguidade, ainda há a necessidade de esclarecer se existe diferença nos resultados obtidos por esses dois modos de checagem da deflexão elástica dos fios ortodônticos.

Assim, a justificativa do presente trabalho baseia-se nas poucas publicações científicas que são apresentadas até o presente momento na literatura, especificamente em relação aos fios estéticos e braquetes autoligáveis estéticos atuando simultaneamente, referentes às forças geradas pela deflexão de fios ortodônticos associados a diferentes tipos de braquetes autoligáveis.

2. PROPOSIÇÃO

OBJETIVO GERAL

O objetivo deste trabalho foi comparar as forças de deflexão geradas pelos fios ortodônticos de Níquel-Titânio com recobrimento estético, quando empregados em conjunto com braquetes autoligáveis cerâmicos passivos e interativos.

3. MATERIAL E MÉTODOS

MATERIAL

Grupos experimentais

Quatro modelos de simulação clínica foram utilizados neste estudo. Cada um deles recebeu um diferente tipo de braquete ortodôntico, variando de acordo com as características de abertura e fechamento do sistema, a saber: 2 modelos de braquetes estéticos autoligáveis passivos e 2 modelos de braquetes estéticos autoligáveis interativos (Quadro 1).

Os braquetes foram colados com cianoacrilato em gel (Super Bonder, Loctite, São Paulo, SP, Brasil) nas estruturas de acrílico e posicionados de forma que todos os *slots* dos braquetes ficassem alinhados num mesmo nível, utilizando-se um arco 0,021x0,025” de aço inox como guia. Essas estruturas foram fixadas com parafusos rosqueados na parte inferior da placa de resina acrílica.

Nesses modelos foram testados 4 diferentes fios de NiTi, de secção redonda de 0,016”, todos com algum tipo de revestimento estético, nos quais foram aplicadas forças para promover a sua deflexão de 0 até 3 mm durante a sua desativação. Foram 16 grupos, utilizando 7 fios por grupo, totalizando 112 testes. (Quadro 1).

Quadro 1: Discriminação dos materiais utilizados na pesquisa

Fio	Calibre	Marca Comercial	Braquete	Tipo	Marca comercial
NiTi com revestimento	0.016”	High Aesthetic Nickel Titanium Archwire (TP Orthodontics)	Cerâmica Policristalina	Autoligável passivo	Damon Clear (Ormco)
		Flexy NiTi Rhodium (Orthometric)			Clarity (Dentsply/GAC)
		High Aesthetic (GAC)		Autoligável interativo	Quicklear (Forestadent)
		Aesthetic Polymer (Aditek)			In-Ovation C (Dentsply/GAC)

MÉTODOS

Com o objetivo de padronizar internacionalmente os testes da forma mais adequada possível, este estudo seguiu a norma ISO 15841 (ISO 2006).

Os testes de deflexão foram realizados com a máquina de testes universal EMIC com célula de carga de 10 N. Essa célula de carga tem uma precisão de 0,5% do valor de leitura quando numa temperatura de 25 ° C. A célula de carga foi mantida nessa temperatura e, portanto, os resultados tiveram uma acurácia significativa.

Para que a comparação das forças de deflexão geradas fosse fidedigna, os quatro modelos foram construídos de maneira idêntica e a aplicação de força foi realizada de maneira sistemática. Em cada dispositivo representante do incisivo central superior direito, de cada um dos quatro modelos, uma deflexão gradual de 0 a 3 mm foi aplicada. As cargas geradas foram analisadas em 0,5mm, 1mm, 2mm e 3mm.

A Figura 1 representa o esquema do modelo de simulação clínica que foi utilizado neste estudo. Este modelo é composto de uma placa de resina acrílica preparada para receber os dispositivos de acrílico que representavam os dentes.

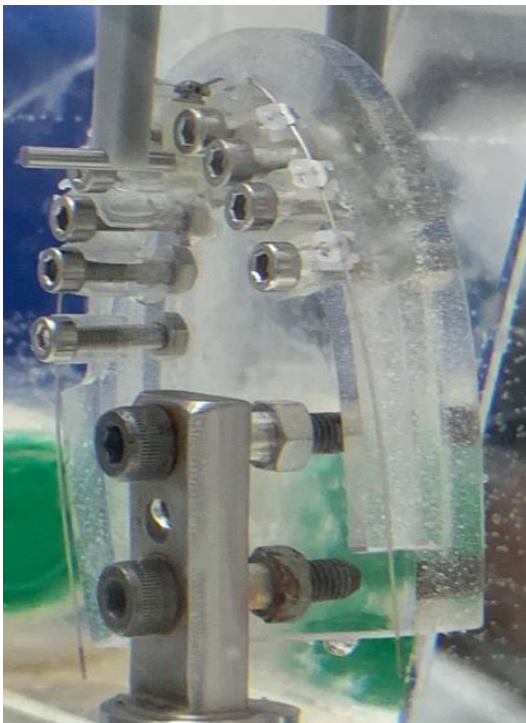


Figura 1: Modelo de simulação clínica com as estruturas em posição durante a execução dos testes de deflexão.

Os testes foram feitos na área correspondente ao incisivo central. O cilindro correspondente a esse dente foi afixado ao arco e, posteriormente, desparafusado da placa de resina, para não alterar a distância inter-braquetes. A extremidade da ponta ativadora foi fixada na máquina de ensaios para promover o deslocamento. O modelo de simulação clínica foi fixado com o nivelamento adequado para que a linha de ação da força ativadora atuasse perpendicularmente ao plano do braquete.

A movimentação do braquete com o arco corresponde clinicamente à ativação durante o aumento gradual da força e a desativação corresponde à diminuição gradual da força que provocou a deflexão. A velocidade da máquina de ensaio para o deslocamento, tanto na ativação quanto na desativação, foi de 0,5 mm/min.

Um recipiente de acrílico com água a 36 ± 1 ° C, mantido com o auxílio de resistência elétrica submersível, conectado a um termostato digital (modelo TIC 17RGTi / 9, Full Gauge Controls, Canoas, RS, Brasil), previamente agendado para ficar na faixa de temperatura desejada, foi adaptado à máquina de teste. Antes de cada teste, a célula de carga foi calibrada com o software Bluehill Lite (v.2.25, 2005) (Figura 2).

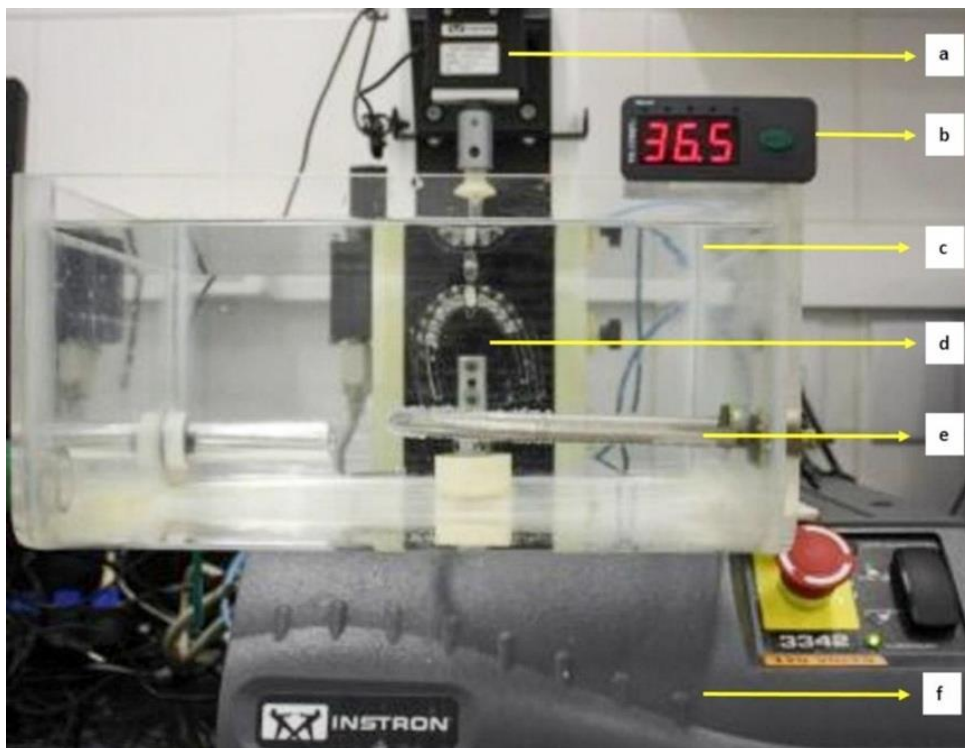


Figura 2: Modelo de Simulação Clínica completo. (a- célula de carga; b-Termostato digital; c- Recipiente de acrílico; d-Placa de acrílico; e- Resistência elétrica submersa; f- Máquina de Teste Universal).

ANÁLISE ESTATÍSTICA

A distribuição normal das variáveis foi avaliada por meio do teste de Kolmogorov-Smirnov. Como todas as variáveis apresentaram uma distribuição normal, testes paramétricos, com média e desvio-padrão, foram empregados.

Após os testes de deflexão, os resultados das forças geradas foram avaliados por meio da análise de variância (ANOVA) a dois critérios de seleção, com nível de significância de 5% para comparação dos grupos, seguidos pelo teste de Tukey nos casos em que apresentaram diferenças estatisticamente significantes ($p < 0,05$).

Todos os testes foram realizados com o auxílio do programa IBM® SPSS® Statistics, versão 23.

4. RESULTADOS

Os resultados das análises estatísticas realizadas na presente pesquisa estão descritos nas tabelas abaixo e mostram as comparações entre fios estéticos e braquetes autoligáveis. De maneira geral, foram observadas diferenças estatisticamente significantes em todas as deflexões estudadas (0,5, 1, 2 e 3mm).

A tabela 1 mostra a comparação dos diferentes tipos de braquetes quando empregados em conjunto com o fio Aesthetic Polymer. Os maiores níveis de força foram observados com o braquete Clarity, principalmente nas deflexões de 2mm e 3mm.

Tabela 1: Média (em cN) e desvio padrão (D.P.) dos resultados do teste ANOVA a um critério de seleção e teste de Tukey, quando necessário, para avaliar o comportamento dos braquetes quando empregados com o fio **Aesthetic Polymer** (N=7)

Variável	Clarity		Damon Clear		In-Ovation		Quicklear		P
	Média	D.P.	Média	D.P.	Média	D.P.	Média	D.P.	
3,0mm	4476,14 ^a	583,64	3606,78 ^{b,c}	194,98	4000,00 ^{a,c}	425,82	3776,33 ^{b,c}	118,82	0,002*
2,0mm	2112,55 ^a	234,53	1817,46 ^b	181,43	1857,14 ^{a,b}	169,29	1866,52 ^{a,b}	169,37	0,031*
1,0mm	839,87	349,80	924,87	339,85	1035,74	527,00	987,73	250,71	0,792
0,5mm	242,42	187,61	242,42	227,27	333,33	313,45	349,92	330,40	0,049

*Estatisticamente significante para $p < 0,05$.

Diferentes letras indicam a presença de diferença estatisticamente significante entre os grupos, indicados pelo Teste de Tukey.

A tabela 2 apresenta a comparação dos braquetes autoligáveis empregados com o fio Flexy NiTi Rhodium. Somente na deflexão de 2mm foram encontradas diferenças estatisticamente significantes, novamente com as maiores forças sendo apresentadas pelo braquete Clarity.

Tabela 2: Média (em cN) e desvio padrão (D.P.) dos resultados do teste ANOVA a um critério de seleção e teste de Tukey, quando necessário, para avaliar o comportamento dos braquetes quando empregados com o fio **Flexy NiTi Rhodium** (N=7)

Variável	Clarity		Damon Clear		In-Ovation		Quicklear		P
	Média	D.P.	Média	D.P.	Média	D.P.	Média	D.P.	
3,0mm	4035,04	192,24	3692,96	291,57	3800,81	436,50	3746,03	426,25	0,252
2,0mm	2765,55 ^a	458,40	1901,24 ^b	144,13	2361,31 ^{c,d}	110,62	2022,00 ^{b,c}	219,05	0,001*
1,0mm	1117,50	666,75	683,01	236,50	846,43	195,92	898,62	472,21	0,327
0,5mm	250,18	244,36	188,94	126,99	167,05	90,99	312,77	243,16	0,494

*Estatisticamente significante para $p < 0,05$.

Diferentes letras indicam a presença de diferença estatisticamente significante entre os grupos, indicados pelo Teste de Tukey.

A tabela 3 apresenta a comparação dos braquetes autoligáveis estéticos com o fio High Aesthetic Nickel Titanium Archwire. Novamente, o braquete Clarity apresentou as maiores médias de forças de deflexão, com valores estatisticamente significante para as deflexões de 1mm e 2mm.

Tabela 3: Média (em cN) e desvio padrão (D.P.) dos resultados do teste ANOVA a um critério de seleção e teste de Tukey, quando necessário, para avaliar o comportamento dos braquetes quando empregados com o fio **High Aesthetic Nickel Titanium Archwire** (N=7)

Variável	Clarity		Damon Clear		In-Ovation		Quicklear		P
	Média	D.P.	Média	D.P.	Média	D.P.	Média	D.P.	
3,0mm	3907,90	163,41	3545,94	282,30	3793,61	315,58	3545,45	269,62	0,005
2,0mm	2268,13 ^a	552,03	1762,58 ^{a,b}	489,74	2013,76 ^{a,b}	358,40	1790,67 ^b	328,00	0,012*
1,0mm	1031,71 ^a	514,10	672,34 ^b	322,44	905,71 ^{b,c}	338,30	994,31 ^{a,b}	294,88	0,002*
0,5mm	282,52	254,28	179,79	159,98	254,21	198,67	452,29	298,14	0,062

*Estatisticamente significante para $p < 0,05$.

Diferentes letras indicam a presença de diferença estatisticamente significante entre os grupos, indicados pelo Teste de Tukey.

Por fim, a tabela 4 mostra o comportamento dos braquetes quando em contato com o fio High Aesthetic. Diferentemente dos demais fios, observou-se que, para todas as deflexões estudadas, tivemos valores estatisticamente significantes, porém sem uma característica em comum, mas ainda com o braquete Clarity apresentando valores maiores, principalmente nas deflexões de 1 e 3mm.

Tabela 4: Média (em cN) e desvio padrão (D.P.) dos resultados do teste ANOVA a um critério de seleção e teste de Tukey, quando necessário, para avaliar o comportamento dos braquetes quando empregados com o fio **High Aesthetic**-(N=7)

Variável	Clarity		Damon Clear		In-Ovation		Quicklear		P
	Média	D.P.	Média	D.P.	Média	D.P.	Média	D.P.	
3,0mm	3083,31 ^a	192,66	2601,92 ^b	371,96	2799,28 ^{a,b}	159,07	2885,28 ^{a,b}	172,15	0,007*
2,0mm	1547,65 ^{a,c}	166,24	1217,20 ^b	276,00	1566,34 ^a	46,04	1305,19 ^{b,c}	80,80	0,001*
1,0mm	1466,26 ^c	385,16	718,78 ^b	243,66	959,06 ^{a,c}	358,55	1103,17 ^a	282,97	0,001*
0,5mm	118,22 ^{a,c}	138,87	83,14 ^{a,c}	94,06	204,08 ^c	140,26	634,19 ^b	215,61	0,001*

*Estatisticamente significante para $p < 0,05$.

Diferentes letras indicam a presença de diferença estatisticamente significante entre os grupos, indicados pelo Teste de Tukey.

5. ARTIGO CIENTÍFICO

The article presented in this Dissertation was written according to the **Progress in Orthodontics** instructions and guidelines for article submission.

EVALUATION OF MECHANICAL PROPERTIES OF AESTHETIC ORTHODONTIC ARCHWIRES AND SELF-LIGATING CERAMIC BRACKETS

ABSTRACT

Objective: to compare the deflection forces on aesthetic orthodontic archwires in passive and interactive self-ligating ceramic brackets. **Methods:** Four specimens were assembled in a clinical simulation device and evaluated on a Universal Testing Machine (Emic). Ten devices were attached to an acrylic resin plate, where the brackets were attached, simulating the upper dental arch in the parabola form. The acrylic device representing the upper right central incisor was moved in activations of 0 to 3 mm, with a constant speed of 0.5 mm/min. Analysis of Variance and Tukey tests, with a significance level of 5% ($P < 0.05$) were performed. **Results:** The highest mean force were presented by the Aesthetic Polymer and Flexy NiTi Rhodium archwires when used with the Clarity bracket. **Conclusion:** Self-ligating ceramic brackets used with different aesthetic archwires may behave differently due to the characteristics of the covering materials used in the archwires.

Keywords: Orthodontic Archwires, Orthodontic Brackets, Orthodontics

INTRODUCTION

Orthodontic mechanics is based on the principle of the accumulation of elastic energy and the transformation of this energy into mechanical work through the movement of teeth. Each adjustment of the device stores and controls the force transfer and distribution mechanism. Optimal control of tooth movement requires the application of a specific force system, which is properly guided by means of accessories, such as orthodontic archwires¹.

As the orthodontic treatment lasts for several months, the appearance of the accessories is evaluated by the patients as a significant factor to be considered. The demand for aesthetics led several companies to start producing, in the late 1970s, non-metallic, polycarbonate or ceramic brackets. Currently, esthetic brackets represent a reality in orthodontic clinic, offering an alternative to metallic ones. However, the same did not happen in relation to aesthetic archwires, which were little reported in orthodontic literature until the middle of the first decade of the 21st century².

Self-ligating brackets, in turn, were introduced in the mid-1930s in the form of a Russel accessory, and constitute bracket systems without ligature that feature a mechanical device that allows this connection by opening and closing the bracket slot³.

With regard to the archwires, their covering materials must have as requirements the ease of application in thin layers, the resistance and the low coefficient of friction, in addition to the need to be biocompatible and have a pleasant aesthetic aspect, compatible with the translucency of the aesthetic brackets and with the color of the teeth. Orthodontic material companies are still investing in the search for the ideal coverage for orthodontic metallic archwires, in order to make them aesthetic and, at the same time, mechanically efficient. The different types of coverage alter some properties of the threads, such as friction⁴.

Thus, the justification of the present work is based on the few scientific publications that are presented to date in the literature, specifically in relation to aesthetic archwires and self-ligating aesthetic brackets acting simultaneously, referring to the forces generated by the deflection of orthodontic archwires associated with different types self-ligating brackets.

The aim of this work was to compare the deflection forces generated by aesthetic Nickel-Titanium (NiTi) orthodontic archwires with passive and interactive self-ligating ceramic brackets.

MATERIALS AND METHODS

MATERIAL

Four clinical simulation devices were used in this study. Each of them received a different type of orthodontic bracket, varying according to the opening and closing characteristics of the system, namely: two passive self-ligating ceramic brackets and two interactive self-ligating ceramic brackets.

In these models, 4 different aesthetic NiTi archwire, 0.016" round section, were tested, all with some aesthetic covering, in which forces were applied to promote their deflection from 0 to 3 mm during deactivation. There were 16 groups, using 7 archwires per group, totaling 112 tests. (Table 1).

Table 1: Discrimination of the materials used in the research

Archwire	Caliber	Trade Mark		Bracket	Type	Trade Mark
Coated NiTi	0.016"	High Aesthetic Nickel Titanium Archwire (TP Orthodontics)		Ceramic Polycrystalline	Passive self-ligating	Damon Clear (Ormco)
		Flexy NiTi Rhodium (Orthometric)				Clarity (Dentsply/GAC)
		High Aesthetic (GAC)			Active self-ligating	Quicklear (Forestadent)
		Aesthetic Polymer (Aditek)				In-Ovation C (Dentsply/GAC)

METHODS

The devices were attached to the acrylic plate with a channel respecting a standard interbracket distance of 6mm. The shape of the parabola was determined by the geometry of the archwire to be tested, decreasing the risk of generating forces different from those resulting from the deflection applied for this study.

In order for the comparison of the generated deflection forces to be reliable, the four models were constructed in an identical manner and the application of force was carried out systematically. In each device representing the upper right central incisor of each of the four models, a gradual deflection of 0 to 3 mm was applied. The generated loads were analyzed in 0.5mm, 1mm, 2mm and 3mm.

Figure 1 represents the schematic of the clinical simulation model that was used in this study. This model is composed of an acrylic resin plate prepared to receive the acrylic devices that represented the teeth. The brackets, corresponding to each type of device, were bonded with cyanoacrylate gel on the devices and these were fixed by means of threaded screws at the bottom of the acrylic resin.



Figure 1: Clinical simulation device with the structures in position during deflection tests.

Tests were performed on the area corresponding to the central incisor. The cylinder corresponding to that tooth was affixed to the arch and subsequently unscrewed from the resin plate, so as not to alter the inter-bracket distance. The end of the activating tip was fixed on the testing machine to promote displacement. The clinical simulation model was fixed with the appropriate leveling so that the line of action of the activating force would act perpendicular to the bracket plane.

The movement of the bracket with the arch corresponds clinically to the activation during the gradual increase of the force and the deactivation corresponds to the gradual decrease of the force that caused the deflection. The speed of the test

machine for displacement was 0.5 mm/min. An EMIC test machine with a 10N load cell was used, whose precision and sensitivity enabled more reliable results.

Statistical analysis

The normal distribution of variables was assessed using the Kolmogorov-Smirnov test. As all variables had a normal distribution, parametric tests, with mean and standard deviation, were used.

After the deflection tests, the results of the generated forces were evaluated by means of analysis of variance (ANOVA) to two selection criteria, with a significance level of 5% for comparison of the groups, followed by the Tukey test in the cases in which they presented statistically significant differences ($p < 0.05$).

All tests were performed using the IBM® SPSS® Statistics program, version 23.

RESULTS

The results of the statistical analyzes carried out in this research are described in the tables below and show the comparisons between aesthetic archwires and self-ligating brackets. In general, statistically significant differences were observed in all deflections studied (0.5, 1, 2 and 3mm).

Table 1 shows the comparison of the different types of brackets when used in conjunction with the Aesthetic Polymer archwire. The highest levels of strength were observed with the Clarity bracket, mainly in the deflections of 2mm and 3mm.

Table 1: Mean (in cN) and standard deviation (SD) of the results of the ANOVA test to a selection criterion and Tukey test, when necessary, to assess the behavior of the brackets when used with the Aesthetic Polymer archwire (N = 7)

Variable	Clarity		Damon Clear		In-Ovation		Quicklear		P
	Average	D.P.	Average	D.P.	Average	D.P.	Average	D.P.	
3,0mm	4476,14 ^a	583,64	3606,78 ^{b,c}	194,98	4000,00 ^{a,c}	425,82	3776,33 ^{b,c}	118,82	0,002*
2,0mm	2112,55 ^a	234,53	1817,46 ^b	181,43	1857,14 ^{a,b}	169,29	1866,52 ^{a,b}	169,37	0,031*
1,0mm	839,87	349,80	924,87	339,85	1035,74	527,00	987,73	250,71	0,792
0,5mm	242,42	187,61	242,42	227,27	333,33	313,45	349,92	330,40	0,049

* Statistically significant for $p < 0.05$

Different letters indicate the presence of a statistically significant difference between the groups, indicated by the Tukey test.

Table 2 shows the comparison of the self-ligating brackets used with the Flexy NiTi Rhodium archwire. Only at the 2mm deflection were statistically significant differences found, again with the greatest forces being presented by the Clarity bracket.

Table 2: Mean (in cN) and standard deviation (SD) of the results of the ANOVA test to a selection criterion and Tukey test, when necessary, to evaluate the behavior of the brackets when used with the Flexy NiTi Rhodium archwire (N = 7)

Variable	Clarity		Damon Clear		In-Ovation		Quicklear		P
	Average	D.P.	Average	D.P.	Average	D.P.	Average	D.P.	
3,0mm	4035,04	192,24	3692,96	291,57	3800,81	436,50	3746,03	426,25	0,252
2,0mm	2765,55 ^a	458,40	1901,24 ^b	144,13	2361,31 ^{c,d}	110,62	2022,00 ^{b,c}	219,05	0,001*
1,0mm	1117,50	666,75	683,01	236,50	846,43	195,92	898,62	472,21	0,327
0,5mm	250,18	244,36	188,94	126,99	167,05	90,99	312,77	243,16	0,494

* Statistically significant for $p < 0.05$.

Different letters indicate the presence of a statistically significant difference between the groups, indicated by the Tukey test.

Table 3 shows the comparison of the self-ligating aesthetic brackets with the High Aesthetic Nickel Titanium Archwire. Again, the Clarity bracket had the highest deflection force averages, with statistically significant values for deflections of 1mm and 2mm.

Table 3: Mean (in cN) and standard deviation (SD) of the results of the ANOVA test to a selection criterion and Tukey test, when necessary, to assess the behavior of the brackets when used with High Aesthetic Nickel Titanium archwire (N = 7)

Variable	Clarity		Damon Clear		In-Ovation		Quicklear		P
	Average	D.P.	Average	D.P.	Average	D.P.	Average	D.P.	
3,0mm	3907,90	163,41	3545,94	282,30	3793,61	315,58	3545,45	269,62	0,005
2,0mm	2268,13 ^a	552,03	1762,58 ^{a,b}	489,74	2013,76 ^{a,b}	358,40	1790,67 ^b	328,00	0,012*
1,0mm	1031,71 ^a	514,10	672,34 ^b	322,44	905,71 ^{b,c}	338,30	994,31 ^{a,b}	294,88	0,002*
0,5mm	282,52	254,28	179,79	159,98	254,21	198,67	452,29	298,14	0,062

* Statistically significant for $p < 0.05$.

Different letters indicate the presence of a statistically significant difference between the groups, indicated by the Tukey test.

Finally, table 4 shows the behavior of the brackets when in contact with the High Aesthetic archwire. Unlike the other archwires, it was observed that, for all the studied deflections, we had statistically significant values, but without a common characteristic, but still with the Clarity bracket showing higher values, mainly in the 1 and 3mm deflections.

Table 4: Mean (in cN) and standard deviation (SD) of the results of the ANOVA test to a selection criterion and Tukey test, when necessary, to assess the behavior of the brackets when used with the High Aesthetic GAC archwire (N = 7)

Variable	Clarity		Damon Clear		In-Ovation		Quicklear		P
	Average	D.P.	Average	D.P.	Average	D.P.	Average	D.P.	
3,0mm	3083,31 ^a	192,66	2601,92 ^b	371,96	2799,28 ^{a,b}	159,07	2885,28 ^{a,b}	172,15	0,007*
2,0mm	1547,65 ^{a,c}	166,24	1217,20 ^b	276,00	1566,34 ^a	46,04	1305,19 ^{b,c}	80,80	0,001*
1,0mm	1466,26 ^c	385,16	718,78 ^b	243,66	959,06 ^{a,c}	358,55	1103,17 ^a	282,97	0,001*
0,5mm	118,22 ^{a,c}	138,87	83,14 ^{a,c}	94,06	204,08 ^c	140,26	634,19 ^b	215,61	0,001*

* Statistically significant for $p < 0.05$.

Different letters indicate the presence of a statistically significant difference between the groups, indicated by the Tukey test.

DISCUSSION

Due to the scarcity of scientific works in the literature on the mechanical properties of aesthetic archwires available on the market, the question still remains whether the covered metallic archwires have mechanical properties similar to those of the original metallic archwires, thus being able to replace them and meet the requirement of the required aesthetics by patients. Therefore, in the present work we seek to analyze the mechanical behavior of these archwires in order to fill this gap regarding the production of knowledge, as it aims to evaluate the strength-deflection characteristics of aesthetic archwires available on the market, using a simulation model clinic, with different types of self-ligating brackets (passive and active), used during the initial alignment and leveling phase of orthodontic treatment.

There is no consensus in the literature on the number of specimens used for each type of archwire. Da Silva et al.⁵ used 5 samples for each type of yarn, and Ijima et al.⁶ used only one. The international standard ISO 15481 indicates a sample greater than or equal to six specimens for each type of archwire. Other studies⁷⁻⁹ used 10 samples for each type of archwire studied. It is important to note that all the archwires tested in this research were used only once in the clinical simulation device.

Although the elastic deflection test on the three-point machine is widely used by several authors^{5-8,10} for simulating the pressure of the archwire to the teeth during orthodontic treatment and offering reproducibility, thus facilitating comparisons

between studies, in this research we used a simulation device as reported by other authors^{5,8,9,11,12} who sought to increase or modify the three-point deflection tests, including these variables as types of brackets and elastic bandages in order to better reproduce the clinical environment, where situations such as friction between these components can influence the magnitude of the force. On the other hand, as many variables are introduced, the reproducibility of the results becomes more difficult, limiting comparisons with other studies^{6,7,11,13}.

Despite efforts to reproduce a clinical situation, each study presents its particularities in the evaluation of the mechanical properties of the threads. Therefore, it is suggested that greater emphasis be given to the order of the magnitude of the forces produced by the threads and not to the numerical value of the amount of force released by them¹⁴.

The results of the present research showed that, for all NiTi archwires with different types of aesthetic covering studied, the greatest deflection forces were presented by the Clarity bracket (passive self-ligating) followed by the In-Ovation bracket (active self-ligating). It is suggested, therefore, that when the aesthetic NiTi archwires are in contact with the aforementioned brackets, lower levels of friction are acting on the archwire / bracket system and, consequently, most of the energy stored in the archwire is able to return in the form of tooth movement during deactivation. In view of the above, the results of this study do not allow a thorough comparison with other studies, since aspects such as archwire diameter, deflection values, the presence or absence of brackets and test temperature are essential variables in this type of research need to be taken into consideration^{5,6,8,9,11,15,16}.

According to ISO 15841 the maximum tolerance for variation of the arc section should be approximately 0.01 mm (0.0003937 inches). Archwires covered by different types of aesthetic materials may present diameters different from those specified by the manufacturer on their packaging, a factor that is extremely relevant when we analyze the mechanical behavior of these archwires, as it can result in both a reduction in the caliber of the internal NiTi archwire and an increase excessive amount of cover material.

The reduction in the dimensions of the internal NiTi alloy in order to compensate for the coating thickness seems to be the variable responsible for the biggest changes

in the mechanical properties of the aesthetic archwires, particularly in the elastic deflection forces, as verified in this work.

It was observed that the aesthetic archwires used in this work presented mostly deflection forces compatible with those obtained by NiTi archwires. When NiTi archwires with different types of aesthetic coverage are compared, there is a significant difference in the intensity of the forces produced by them.

As there are still few studies in the literature on the mechanical properties of aesthetic archwires, it is suggested that further studies be carried out, in order that these mechanical properties are compatible with the desired strength levels in induced tooth movement.

CONCLUSION:

According to the methodology used in the present work, it was concluded that the greatest deflection forces, during deactivation, were exerted by the Aesthetic Polymer and Flexy NiTi Rhodium archwires together with the Clarity bracket.

Self-ligating ceramic brackets used together with different types of aesthetic archwires may behave differently mainly due to the characteristics of the covering materials used in the archwires.

REFERENCES

1. Quintão CCA, Brunharo IHVP. Fios ortodônticos: conhecer para otimizar a aplicação clínica. *Rev Dent Press Ortod Ortop Facial* 2009;14(6):144–57.
2. Huang Z-M, Gopal R, Fujihara K, et al. Fabrication of a new composite orthodontic archwire and validation by a bridging micromechanics model. *Biomaterials* 2003;24(17):2941–53.
3. Sathler R, Silva RG, Janson G, Branco NCC, Zanda M. Desmistificando os braquetes autoligáveis. *Dent Press J Orthod* 2011;16(2):e1–8.
4. Kusy RP. A review of contemporary archwires: their properties and characteristics. *Angle Orthod* 1997;67(3):197–207.
5. da Silva DL, Mattos CT, Sant' Anna EF, Ruellas AC de O, Elias CN. Cross-section dimensions and mechanical properties of esthetic orthodontic coated archwires. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2013;143(4 Suppl):S85-91.
6. Iijima M, Muguruma T, Brantley W, et al. Effect of coating on properties of esthetic orthodontic nickel-titanium archwires. *Angle Orthod* 2012;82(2):319–25.
7. Ballard RW, Sarkar NK, Irby MC, Armbruster PC, Berzins DW. Three-point bending test comparison of fiber-reinforced composite archwires to nickel-titanium archwires. *Orthodontics* 2012;13(1):46–51.
8. Elayyan F, Silikas N, Bearn D. Mechanical properties of coated superelastic archwires in conventional and self-ligating orthodontic brackets. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2010;137(2):213–7.
9. Kaphoor AA, Sundareswaran S. Aesthetic nickel titanium archwires--how much do they deliver? *Eur J Orthod* 2012;34(5):603–9.
10. Elayyan F, Silikas N, Bearn D. Ex vivo surface and mechanical properties of coated orthodontic archwires. *Eur J Orthod* 2008;30(6):661–7.
11. Santoro M, Nicolay OF, Cangialosi TJ. Pseudoelasticity and thermoelasticity of nickel-titanium alloys: a clinically oriented review. Part II: Deactivation forces. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2001;119(6):594–603.
12. Burstone CJ, Liebler SAH, Goldberg AJ. Polyphenylene polymers as esthetic orthodontic archwires. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2011;139(4 Suppl):e391-8.
13. Nakano H, Satoh K, Norris R, et al. Mechanical properties of several nickel-titanium alloy archwires in three-point bending tests. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1999;115(4):390–5.

14. Wilkinson PD, Dysart PS, Hood JAA, Herbison GP. Load-deflection characteristics of superelastic nickel-titanium orthodontic archwires. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 2002;121(5):483–95.
15. Imai T, Watari F, Yamagata S, Kobayashi M, Nagayama K, Nakamura S. Effects of water immersion on mechanical properties of new esthetic orthodontic archwire. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1999;116(5):533–8.
16. Imai T, Watari F, Yamagata S, et al. Mechanical properties and aesthetics of FRP orthodontic archwire fabricated by hot drawing. *Biomaterials* 1998;19(23):2195–200.

6. CONCLUSÕES

De acordo com a metodologia empregada no presente trabalho, pôde-se concluir que as maiores forças de deflexão, durante a desativação, foram exercidas pelos fios Aesthetic Polymer e Flexy NiTi Rhodium em conjunto com o braquete Clarity.

Braquetes autoligáveis cerâmicos empregados juntamente com diferentes tipos de fios de estéticos podem apresentar comportamentos diferentes principalmente em virtude das características dos materiais de revestimento empregados nos fios.

REFERÊNCIAS

- Ballard, Richard W., Nikhil K. Sarkar, Merrell C. Irby, Paul C. Armbruster, and David W. Berzins. 2012. "Three-Point Bending Test Comparison of Fiber-Reinforced Composite Archwires to Nickel-Titanium Archwires." *Orthodontics* 13(1):46–51.
- Berger, J. L. 1994. "The SPEED Appliance: A 14-Year Update on This Unique Self-Ligating Orthodontic Mechanism." *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 105(3):217–23.
- Berger, Jeff, and Tom Waram. 2007. "Force Levels of Nickel Titanium Initial Archwires." *J Clin Orthod* 41(5):286–92.
- Burstone, Charles J., Stephenie A. H. Liebler, and A. Jon Goldberg. 2011. "Polyphenylene Polymers as Esthetic Orthodontic Archwires." *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 139(4 Suppl):e391-8.
- Damon, D. H. 1998. "The Damon Low-Friction Bracket: A Biologically Compatible Straight-Wire System." *J Clin Orthod* 32(11):670–80.
- Elayyan, Firas, Nick Silikas, and David Bearn. 2008. "Ex Vivo Surface and Mechanical Properties of Coated Orthodontic Archwires." *Eur J Orthod* 30(6):661–67.
- Elayyan, Firas, Nick Silikas, and David Bearn. 2010. "Mechanical Properties of Coated Superelastic Archwires in Conventional and Self-Ligating Orthodontic Brackets." *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 137(2):213–17.
- Gazit-Rappaport, Talia, Miri Haisraeli-Shalish, and Esther Gazit. 2010. "Psychosocial Reward of Orthodontic Treatment in Adult Patients." *Eur J Orthod* 32(4):441–46.
- Gurgel, J. A., S. Kerr, J. M. Powers, and V. LeCrone. 2001. "Force-Deflection Properties of Superelastic Nickel-Titanium Archwires." *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 120(4):378–82.
- Huang, Zheng-Ming, R. Gopal, K. Fujihara, S. Ramakrishna, P. L. Loh, W. C. Foong, V. K. Ganesh, and C. L. Chew. 2003. "Fabrication of a New Composite Orthodontic Archwire and Validation by a Bridging Micromechanics Model." *Biomaterials* 24(17):2941–53.
- Iijima, Masahiro, Takeshi Muguruma, William Brantley, Han-Cheol Choe, Susumu Nakagaki, Satish B. Alapati, and Itaru Mizoguchi. 2012. "Effect of Coating on Properties of Esthetic Orthodontic Nickel-Titanium Archwires." *Angle Orthod* 82(2):319–25.
- Imai, T., F. Watari, S. Yamagata, M. Kobayashi, K. Nagayama, and S. Nakamura. 1999. "Effects of Water Immersion on Mechanical Properties of New Esthetic Orthodontic Archwire." *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 116(5):533–38.

- Imai, T., F. Watari, S. Yamagata, M. Kobayashi, K. Nagayama, Y. Toyoizumi, and S. Nakamura. 1998. "Mechanical Properties and Aesthetics of FRP Orthodontic Archwire Fabricated by Hot Drawing." *Biomaterials* 19(23):2195–2200.
- ISO, International Organization for Standardization-. 2006. *ISO 15841: Dentistry - Archwires for Use in Orthodontics*. 1 Ed. Geneva.
- Kaphoor, Anil Abdul, and Shobha Sundareswaran. 2012. "Aesthetic Nickel Titanium Archwires--How Much Do They Deliver?" *Eur J Orthod* 34(5):603–9.
- Kim, Tae-Kyung, Ki-Dal Kim, and Seung-Hak Baek. 2008. "Comparison of Frictional Forces during the Initial Leveling Stage in Various Combinations of Self-Ligating Brackets and Archwires with a Custom-Designed Typodont System." *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 133(2):187.e15-24.
- Krishnan, Vinod, and K. Jyothindra Kumar. 2004. "Mechanical Properties and Surface Characteristics of Three Archwire Alloys." *Angle Orthod* 74(6):825–31.
- Matias, M., M. R. de Freitas, K. M. S. de Freitas, G. Janson, R. H. Higa, and M. F. Francisconi. 2018. "Comparison of Deflection Forces of Esthetic Archwires Combined with Ceramic Brackets." *J Appl Oral Sci*. 26.
- Nakano, H., K. Satoh, R. Norris, T. Jin, T. Kamegai, F. Ishikawa, and H. Katsura. 1999. "Mechanical Properties of Several Nickel-Titanium Alloy Archwires in Three-Point Bending Tests." *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 115(4):390–95.
- Oltjen, J. M., M. G. Jr Duncanson, J. Ghosh, R. S. Nanda, and G. F. Currier. 1997. "Stiffness-Deflection Behavior of Selected Orthodontic Archwires." *The Angle Orthodontist* 67(3):209–18.
- Quintão, Cátia Cardoso Abdo, and Ione Helena Vieira Portella Brunharo. 2009. "Fios Ortodônticos: Conhecer Para Otimizar a Aplicação Clínica." *Rev. Dent. Press Ortod. Ortop. Facial* 14(6):144–57.
- Santoro, M., O. F. Nicolay, and T. J. Cangialosi. 2001. "Pseudoelasticity and Thermoelasticity of Nickel-Titanium Alloys: A Clinically Oriented Review. Part II: Deactivation Forces." *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 119(6):594–603.
- Sathler, Renata, Renata Gonçalves Silva, Guilherme Janson, Nuria Cabral Castello Branco, and Marcelo Zanda. 2011. "Desmistificando Os Braquetes Autoligáveis." *Dental Press J Orthod* 16(2):e1–8.
- Schaus, J. G., and R. J. Nikolai. 1986. "Localized, Transverse, Flexural Stiffnesses of Continuous Arch Archwires." *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 89(5):407–14.
- da Silva, Dayanne Lopes, Claudia Trindade Mattos, Eduardo Franzotti Sant' Anna, Antônio Carlos de Oliveira Ruellas, and Carlos Nelson Elias. 2013. "Cross-Section Dimensions and Mechanical Properties of Esthetic Orthodontic Coated Archwires." *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 143(4 Suppl):S85-91.

- Tarniță, Daniela, D. N. Tarniță, N. Bîzdoacă, I. Mîndrilă, and Mirela Vasilescu. 2009. "Properties and Medical Applications of Shape Memory Alloys." *Rom J Morphol Embryol* 50(1):15–21.
- Thomas, S., M. Sherriff, and D. Birnie. 1998. "A Comparative in Vitro Study of the Frictional Characteristics of Two Types of Self-Ligating Brackets and Two Types of Pre-Adjusted Edgewise Brackets Tied with Elastomeric Ligatures." *Eur J Orthod* 20(5):589–96.
- Wilkinson, Peter D., Peter S. Dysart, James A. A. Hood, and G. Peter Herbison. 2002. "Load-Deflection Characteristics of Superelastic Nickel-Titanium Orthodontic Archwires." *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 121(5):483–95.
- Zhang, Man, Colman McGrath, Urban Hagg, Zhang M., McGrath C., and Hägg U. 2007. "Patients' Expectations and Experiences of Fixed Orthodontic Appliance Therapy: Impact on Quality of Life." *Angle Orthod* 77(2):318–22.

ANEXO A – EMAIL DE RECEBIMENTO DA REVISTA CIENTÍFICA NA QUAL O ARTIGO FOI SUBMETIDO E ACEITO

Sandro Marchette

De: Profa. Dra. Rosa Aurea Quintella Fernandes- Editora Chefe
<fernands@uol.com.br>
Enviado em: segunda-feira, 2 de novembro de 2020 09:27
Para: Dr. Murilo Matias
Cc: Igor Geoffroy Barbosa Fagundes; Guilherme Beani; Monalisa Mota; Sandro Marchette; Liliana Maltagliati
Assunto: [Saude]

Caros autores

Seu manuscrito " AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES MECÂNICAS DE FIOS E BRAQUETES ORTODÔNTICOS ESTÉTICOS" foi aceito pela Revista Saúde e será publicado na próxima edição.

Atenciosamente

Profa Dra Rosa Aurea Quintella Fernandes Editora-Chefe da revista Saúde UNG Prof. Esp. Edson Roberto Berbel
Universidade Guarulhos – UNG Revistas Científicas Eletrônicas Coordenação de Editoração Institucional