

RELAÇÃO CARGA/DEFLEXÃO DE DIFERENTES FIOS  
ORTODÔNTICOS DE NÍQUEL TITÂNIO EM BRAQUETES  
AUTOLIGADOS INTERATIVOS

ELIANE CRISTINA CARRERA ELERES VERGANI

São Luís

2017

ELIANE CRISTINA CARRERA ELERES VERGANI

RELAÇÃO CARGA/DEFLEXÃO DE DIFERENTES FIOS  
ORTODÔNTICOS DE NÍQUEL TITÂNIO EM BRAQUETES  
AUTOLIGADOS INTERATIVOS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Universidade CEUMA, para obtenção do título de Mestre em Odontologia.

Área de Concentração: Ortodontia.

Orientador: Prof.<sup>o</sup> Dr. Júlio de Araújo Gurgel

Co-Orientador: Prof.<sup>o</sup> Dr. Fausto Silva  
Bramante.

São Luís

2017

V994r Vergani, Eliane Cristina Carrera Eleres.

Relação carga/deflexão de diferentes fios ortodônticos de níquel titânio em braquetes autoligados interativos. / Eliane Cristina Carrera Eleres Vergani. - São Luís : UNICEUMA, 2017.

51 p.:il.

Dissertação (Mestrado) – Curso de Odontologia. Universidade CEUMA, 2017.

1. Fios Ortodônticos. 2. Ortodontia. 3. Estudo Comparativo. I. Gurgel, Júlio de Araújo (Orientador). II. Título.

CDU: 616.314



UNIVERSIDADE DO CEUMA – UNICEUMA  
REITORIA  
Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa e Extensão  
Mestrado em Odontologia

FOLHA DE APROVAÇÃO

Dissertação apresentada e defendida por  
Eliane Cristina Carrera Eleres Vergani  
E aprovada pela comissão julgadora em:  
06/02/2017

Prof. Dr. Alex Luiz Pozzobon Pereira  
Instituição pertencente Universidade Federal do Maranhão

Prof. Dra. Célia Regina Maio Pinzan Vercelino  
Instituição pertencente Universidade do CEUMA

Prof. Dr. Júlio de Araújo Gurgel  
Presidente da Banca e orientador  
Instituição pertencente Universidade do CEUMA

Prof. Dr. Valério Monteiro Neto  
Pró-Reitor de Pós-Graduação, Pesquisa e Extensão

## DADOS CURRICULARES

Nascimento	25/08/1983
Filiação	Ademir da Silva Eleres Maria de Jesus Carrera Eleres
2002-2007	Graduação em Odontologia – Universidade Federal do Pará, Belém – PA.
2008-2009	Curso de Especialização em Periodontia – Associação Brasileira de Odontologia - Pa, Belém – PA.
2010-2013	Curso de Especialização em Ortodontia – Faculdades Unidas do Norte de Minas – FUNORTE, Instituto de Ciências da Saúde – Núcleo Belém /Pa.
2015-...	Cursando Pós-Graduação em Odontologia, área de concentração em Ortodontia, nível Mestrado – Universidade CEUMA – Uniceuma, São Luís – MA.

## DEDICATÓRIA

A DEUS, que me deu a vida e o privilégio de adquirir novos conhecimentos e fazer disso minha profissão, por sempre ter me dado força para continuar lutando com sabedoria os obstáculos da vida.

Aos meus pais Ademir Eleres e Maria Eleres por sempre estarem ao meu lado nos momentos mais difíceis dando o apoio necessário para que eu nunca desistisse dos meus sonhos, agradeço ao carinho, amor e dedicação de vocês ao longo de minha vida. Eu amo vocês!!!

Ao meu marido Rodrigo Vergani, por sempre me apoiar, incentivar com muito amor e dedicação. Agradeço a Deus todos os dias por ter você ao meu lado e contar contigo sempre em todos os momentos da minha vida. Te amo muito!

A minha irmã Ediane Eleres, por sempre estar ao meu lado em todos os momentos de minha vida e pelos conselhos na vida profissional e pessoal. Te amo!

A toda minha família e aos meus amigos que me amaram o suficiente para compreender minhas ausências, incentivar e aplaudir a minha vitória.

Eliane Carrera Eleres Vergani.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao professor e orientador Dr. Júlio Gurgel, o qual despendeu seu tempo e paciência e contribuiu com seus conhecimentos para realização deste trabalho, pela sua dedicação e pela oportunidade de ampliar meus conhecimentos me incentivando desde a fase inicial desta pesquisa e durante todo o curso, muito obrigada.

Aos professores Dr. Fausto Bramante e Dra. Célia Pinzan pela dedicação e preocupação com o nosso aprendizado durante todo o curso de pós-graduação, enriquecendo nossos trabalhos e seminários, muito obrigada.

Ao professor Dr. Etevaldo Maia, pela sua colaboração e imensa ajuda na execução desta pesquisa.

Aos professores da Universidade CEUMA que me proporcionaram o saber para exercer minha vida profissional e acadêmica.

A todos os funcionários do programa de pós-graduação da Universidade CEUMA, em especial Erymônica, sempre solícita e pronta para esclarecer nossas dúvidas.

Aos professores da Universidade Federal do Maranhão pela concessão do laboratório durante todo o período experimental, os quais não mediram esforços para condução desta pesquisa.

A família Figueiredo, em especial minha tia Rosana, pela acolhida e apoio incondicional. Obrigada pela companhia diária, conselhos (na vida profissional e pessoal) e por não pouparem esforços para que tudo desse certo.

A minha amiga-irmã de curso e da vida, Rosyane Gregório, pelo incentivo, companheirismo e amizade firmados durante todos esses anos desde graduação até o mestrado, tornando essa caminhada mais alegre. E a sua família, pelo carinho e por terem me acolhido.

A minha amiga Perla Madeira que tive oportunidade de conhecer através do curso, agradeço pelos momentos que passamos juntas no laboratório, pela força e troca de experiências.

E, claro, aos meus amigos que fiz durante o curso, em especial Patrícia e Luanda, obrigada pelas boas recordações e apoio durante todo o curso.

Eliane Carrera Eleres Vergani.



VERGANI, ECCE. Relação Carga/Deflexão de Diferentes Fios Ortodônticos de Níquel Titânio em Braquetes Autoligados Interativos. [dissertação]. São Luís: Universidade CEUMA, 2017.

## RESUMO

**INTRODUÇÃO:** O objetivo deste estudo foi comparar a relação carga/deflexão de fios de Níquel Titânio (NiTi) e NiTi termoativados (NiTi termo), para duas marcas de braquetes autoligados interativos.

**MATERIAL E MÉTODOS:** Para cada marca comercial de braquetes foram testados os fios: 0,014"; 0,016"; 0,016" x 0,022" e 0,017" x 0,025" de NiTi e NiTi termo. Utilizou-se um dispositivo de simulação clínica posicionado na máquina de ensaio universal, para a obtenção da relação carga/deflexão nas deflexões de 1 e 2 mm.

**RESULTADOS:** Nos fios NiTi houve diferença estatisticamente significativa entre as duas marcas de braquetes nas secções transversais de 0,016" para 1mm e 0,014"; 0,016" para 2 mm. Nos fios de NiTi termo, houve diferença estatisticamente significativa nas secções transversais de 0,014" e 0,016" para ambas as deflexões e entre braquetes. Para ambos os tipos de fios nas secções transversais: 0,016" x 0,022" e 0,017" X 0,025", não houveram diferenças estatisticamente significantes. Nas comparações entre os fios NiTi e NiTi termo das mesmas secções transversais e entre as duas marcas de braquetes, houve diferença estatisticamente significativa nas secções transversais de 0,014" e 0,016" na deflexão

de 1mm, e nas secções: 0,014"; 0,016"; 0,016" x 0,022"; 0,017" x 0,025" na deflexão de 2 mm para ambas as marcas de braquetes.

**CONCLUSÃO:** Para as duas marcas de braquetes, tanto nos fios NiTi quanto nos NiTi termo ocorreu uma variabilidade na força liberada dependendo da secção transversal testada, com maior tendência nas secções redondas em ambas as deflexões.

**Palavras-chave:** Fios ortodônticos, Ortodontia, Estudo Comparativo.

VERGANI, ECCE. Load/Deflection Ratio of Different Titanium Nickel Orthodontic Wires in Self-ligating Brackets. [dissertation]. São Luís: Universidade CEUMA, 2017.

## ABSTRACT

**INTRODUCTION:** The objective of this study was to compare the force-deflection behavior of Nickel Titanium (NiTi) and Nickel Titanium thermal activated (thermal NiTi) archwires engaged in two types of self - ligating interactive brackets. **MATERIALS AND METHODS:** For each type of bracket (Morelli and Orthometric) were tested the following cross-section: 0.014 "; 0.016"; 0.016" x 0.022" and 0.017 "x 0.025" NiTi and NiTi term. A clinical simulation device positioned on the universal test machine was used to obtain the force-deflection for 1 and 2 mm activation. **RESULTS:** Significant differences in force were observed for NiTi 0.016" at 1mm; 0.014" and 0.016" at 2 mm of deflection. For thermal NiTi wires, occurred statistically significant difference between the two bracket marks for 0.014" and 0.016 "cross sections in both deflections. For both types of wires in the rectangular cross-sections there were no statistically significant differences In the same cross sections comparisons between the NiTi and thermal NiTi wires for two bracket marks, there was a statistically significant difference for 0.014"and 0.016" cross sections in the Morelli brackets at the 1mm deflection. However, for 2 mm of deflection the following sections 0.014 "; 0.016"; 0.016 "x

0.022"; 0.017 "x 0.025" presented statistically significant difference between the tested brackets. **CONCLUSION:** For the two tested bracket, both the NiTi and the NiTi wires occurred a variability in the force released depending on the cross section tested, with a greater tendency for round sections in both deflections.

**Key Words:** Orthodontic Wires, Orthodontics, Comparative Study

## LISTA DE ABREVIATURAS

NiTi	Níquel Titânio
NiTi termo	Níquel Titânio termoativados
Cr-Co	Cromo–Cobalto
TMA	Titânio-Molibdênio
N	Newton
"	Polegadas
mm	milímetros
min	minuto
°C	Graus Celsius
IC	Intervalo de Confiança
M	Morelli
O	Orthometric

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Dispositivo metálico de sete cilindros.....	24
Figura 2 - Comparação da relação carga/deflexão (Newton) dos fios NiTi entre as marcas de braquetes Morelli (M) e Orthometric (O) de acordo com as secções transversais avaliadas.....	30
Figura 3 – Comparação da relação carga/deflexão (Newton) dos fios NiTi termo entre as marcas de braquetes Morelli (M) e Orthometric (O) de acordo com as secções transversais avaliadas.....	31
Figura 4 – Comparação ( $\pm$ erro padrão) da relação carga/deflexão (Newton) entre os fios NiTi e NiTi termo testados nas marcas de braquetes Morelli (M) e Orthometric (O) de acordo com as secções transversais avaliadas.....	32
Figura 5 - Máquina de ensaio universal Instron 3342 e célula de carga utilizada (500N) .....	42
Figura 6 - Dispositivo metálico de sete cilindros.....	43
Figura 7 - Paquímetro digital.....	43

## LISTA DE TABELA

Tabela 1 - Valores médios (desvios-padrão), em Newton (N), da relação carga/deflexão de acordo com as marcas de braquetes e os tipos de fios e secções transversais.....	29
---	----

## SUMÁRIO

CAPÍTULO 1.....	17
RESUMO.....	19
INTRODUÇÃO.....	21
MATERIAL E MÉTODOS.....	23
RESULTADOS.....	26
DISCUSSÃO.....	33
CONCLUSÕES.....	36
REFERÊNCIAS.....	36
ANEXOS.....	40



# Capítulo 1

Normas: The Angle Orthodontist

Relação carga/deflexão de diferentes fios ortodônticos de níquel titânio em braquetes autoligados interativos.

Eliane Cristina Carrera Eleres Vergani<sup>a</sup>, Júlio de Araújo Gurgel<sup>b</sup>.

Departamento de Ortodontia, Universidade Renascença,  
Universidade CEUMA, São Luís, Maranhão, Brasil.

<sup>a</sup>Mestranda em Ortodontia – Universidade CEUMA.

<sup>b</sup>Professor Doutor da Disciplina de Ortodontia – Universidade CEUMA, São Luís, Maranhão, Brasil.

Endereço de correspondência: Eliane Cristina Carrera Eleres Vergani

elianecristina21@yahoo.com.br

Travessa Lomas Valentina, 1066 Edifício Plaza Athenee apto 1402

Pedreira – 66087441

Belém –PA- Brasil

(55-91)981414096

RELAÇÃO CARGA/DEFLEXÃO DE DIFERENTES FIOS  
ORTODÔNTICOS DE NÍQUEL TITÂNIO EM BRAQUETES  
AUTOLIGADOS INTERATIVOS

**RESUMO**

**INTRODUÇÃO:** O objetivo deste estudo foi comparar a relação carga/deflexão de fios de Níquel Titânio (NiTi) e NiTi termoativados (NiTi termo), para duas marcas de braquetes autoligados interativos.

**MATERIAL E MÉTODOS:** Para cada marca comercial de braquetes foram testados os fios: 0,014"; 0,016"; 0,016" x 0,022" e 0,017" x 0,025" de NiTi e NiTi termo. Utilizou-se um dispositivo de simulação clínica posicionado na máquina de ensaio universal, para a obtenção da relação carga/deflexão nas deflexões de 1 e 2 mm.

**RESULTADOS:** Nos fios NiTi houve diferença estatisticamente significativa entre as duas marcas de braquetes nas secções transversais de 0,016" para 1mm e 0,014"; 0,016" para 2 mm. Nos fios de NiTi termo, houve diferença estatisticamente significativa nas secções transversais de 0,014" e 0,016" para ambas as deflexões e entre braquetes. Para ambos os tipos de fios nas secções transversais: 0,016" x 0,022" e 0,017" X 0,025", não houveram diferenças estatisticamente significantes. Nas comparações entre os fios NiTi e NiTi termo das mesmas secções transversais e entre as duas marcas de braquetes, houve diferença estatisticamente significativa nas secções transversais de 0,014" e 0,016" na deflexão

de 1mm, e nas secções: 0,014"; 0,016"; 0,016" x 0,022"; 0,017" x 0,025" na deflexão de 2 mm para ambas as marcas de braquetes.

**CONCLUSÃO:** Para as duas marcas de braquetes, tanto nos fios NiTi quanto nos NiTi termo ocorreu uma variabilidade na força liberada dependendo da secção transversal testada, com maior tendência nas secções redondas em ambas as deflexões.

**Palavras-chave:** Fios ortodônticos, Ortodontia, Estudo Comparativo.

## INTRODUÇÃO

A Ortodontia mantém-se evoluindo cientificamente por meio da aquisição de diversas inovações tecnológicas que proporcionaram não somente o avanço da especialidade, mas também maior conforto para o paciente durante o tratamento ortodôntico.

Dentre os braquetes comercializados, destacam-se os autoligados, caracterizados pela incorporação de uma porta ou clipe que mantém o fio adaptado a ranhura, dispensando a necessidade de ligaduras metálicas ou elásticas, facilitando assim sua higienização<sup>1,2</sup>. Considerados como sistemas de braquetes, os autoligados são como uma alternativa para o tratamento ortodôntico<sup>3</sup>, uma vez que nesse sistema a atividade friccional é consideravelmente reduzida havendo liberação de forças mais leves facilitando assim o movimento dentário<sup>4,5</sup>.

O mercado nacional disponibiliza diferentes tipos de braquetes e fios ortodônticos, possibilitando ao clínico individualizar os tratamentos, utilizamos neste estudo braquetes autoligados interativos, pois mais estudos ainda são necessários para garantir benefícios<sup>6</sup> desses tipos de braquetes autoligados que apresentam tanto funções passivas, permitindo maior liberdade de fios menos calibrosos como funções ativas, exercendo pressão em fios mais espessos<sup>2,7,8</sup>.

Os fios ortodônticos eleitos e avaliados neste estudo basearam-se no conhecimento de que os fios de NiTi são mais indicados para o início do tratamento, alinhamento e nivelamento, especialmente os redondos de baixa secção transversal,<sup>9-14</sup>, no entanto, também foram avaliados os fios retangulares de NiTi, devido ao atual aumento do uso destes no início do tratamento ortodôntico<sup>15-17</sup>. Foram utilizados fios de NiTi e NiTi termo, pois a literatura carece de estudos comparativos e vantagens para eleger a liga mais indicada para cada situação clínica.

Segundo Schemann-Miguel et al.,<sup>16</sup> o fio ortodôntico é o principal responsável pela força que movimenta os dentes, devendo esta carga ser leve e contínua. Dessa maneira, diversos aspectos pertencentes aos fios ortodônticos devem ser analisados, como por exemplo: espessura, secção transversal, composição da liga metálica, a distância interbraquetes, o tipo de amarrilho, o tamanho dos braquetes, o atrito entre o fio e o braquete, a curvatura do arco<sup>18</sup>; assim como a relação entre a tensão e deformação do fio - denominada módulo de elasticidade<sup>17</sup>.

Nesse contexto é essencial conhecer as características mecânicas dos fios ortodônticos, visto que nem todos os fabricantes dispõem as reais características de seus produtos em suas embalagens<sup>11,19</sup>.

Compreender as situações em que há vantagens e desvantagens no uso de fios Niti convencionais ou termoativados

traz ao ortodontista a segurança de que estará empregando o material mais aconselhado para uma situação específica<sup>19</sup>.

O objetivo deste estudo foi comparar a relação carga/deflexão de fios de Níquel Titânio (NiTi) e NiTi termoativados (NiTi termo), entre diferentes secções transversais e entre duas marcas de braquetes autoligados interativos.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Foi realizado o cálculo amostral levando em consideração um poder do teste de Análise de Variância de 0.95, para detectar um tamanho de efeito de 0.50, com um nível de significância de 0.05. Teve como resultado 10 amostras para cada grupo (PASS 11. NCSS, LLC. Kaysville, Utah, USA. [www.ncss.com](http://www.ncss.com)).

A amostra utilizada nesta pesquisa foi constituída por braquetes autoligados interativos: Roth "slot" 0,022" SLI- Self Ligating Interactive (Morelli, Sorocaba, SP, Brasil) e tubos ortodônticos de colagem simples Morelli. E por braquetes autoligados interativos: Roth "slot" 0,022" Orthoclip – Self Ligating Brackets U-CLIP (Orthometric, Marília, SP, Brasil) e tubos ortodônticos de colagem simples Orthometric. Para ambos os grupos foram testados segmentos de fio NiTi e NiTi termo da marca comercial Orthometric das seguintes secções transversais: 0,014"; 0,016"; 0,016" x 0,022"; 0,017" x 0,025".

Para a avaliação da deflexão elástica foi realizado o teste de tração, utilizando-se um dispositivo para teste de deslocamento e atrito de fios ortodônticos OD47 (Odeme Dental Research, versão 1.0) (Odeme, Luzerna, SC, Brasil), adaptado a máquina de ensaio universal Instron 3342 (Norwood, MA, USA) com célula de carga de 500N, a uma velocidade de 1mm/min (Figura 1).

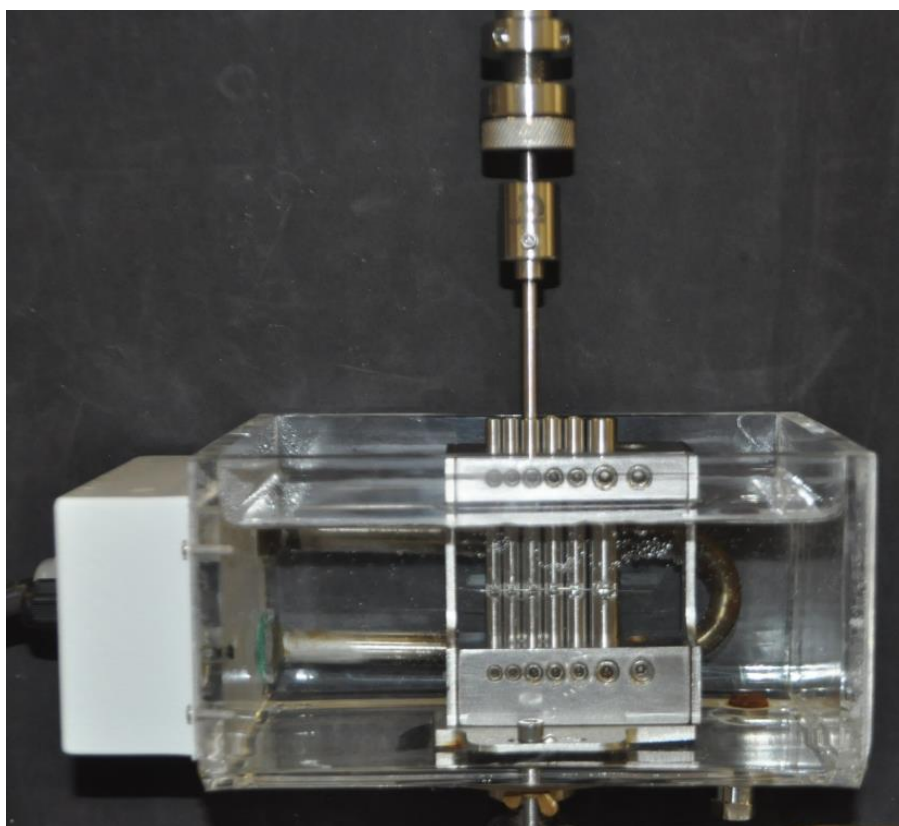


Figura 1 - Dispositivo metálico de sete cilindros

O dispositivo de simulação clínica possui sete cilindros, representando as dimensões médias dos dentes inferiores permanentes, do incisivo central inferior ao primeiro molar inferior, os braquetes inferiores foram colados nestes cilindros com resina



fotopolimerizável (Llis FGM de lote 220115, Joinville, SC, Brasil), os fios NiTi e NiTi termo foram instalados, e posteriormente este conjunto foi acoplado à máquina Instron. Os braquetes foram trocados a cada 10 testes realizados e a relação carga/deflexão foi verificada por meio do movimento do cilindro correspondente ao canino inferior.

A fim de padronizar os testes laboratoriais, o comprimento dos fios foi de 60mm cortado da porção mais distal dos fios utilizou-se um paquímetro digital, modelo Stainless Hardened (Zhongyi, Shandong, China).

As avaliações da deflexão elástica dos fios foram realizadas somente no carregamento (ativação), demonstrando a força aplicada ao dente quando o ortodontista deflete o fio para encaixá-lo ao braquete. Os braquetes utilizados inicialmente foram alinhados, através de um gabarito, confeccionado com um fio de aço retificado 0,019" x 0,025", e o cilindro correspondente ao canino inferior sofreu movimento de tração de até 3 mm, a partir de então os ensaios de deflexão foram processados pelo programa de computador (Bluehill Late, 2.24), tendo a leitura instantânea dos resultados em newtons (N). Os fios foram avaliados nas deflexões de 1 e 2mm<sup>12,19-21</sup>.

Para atingir e manter a temperatura durante os testes foi adaptado à máquina Instron um recipiente de acrílico contendo saliva artificial (36,5±1°C), mantida e controlada por meio de um termostato eletrônico digital (Odeme, Luzerna, SC, Brasil).

## **Análise estatística**

Foram calculados os valores médios e desvios-padrão da relação carga/deflexão nas deflexões de 1 e 2 mm<sup>12,19-21</sup> de acordo com as marcas de braquetes e os tipos de fios e secções transversais.

Os dados foram submetidos ao teste de normalidade (Shapiro-Wilk) e de acordo com o resultado as comparações foram realizadas por meio do teste T de Student para amostras independentes (quando a distribuição foi normal) e teste Mann-Whitney (quando a distribuição foi não-normal).

O nível de significância adotado foi de 5%. O programa estatístico utilizado foi o SPSS 23.0 (IBM, Armonk, NY, USA).

## **RESULTADOS**

A tabela 1 mostra os valores médios (Newton) e desvios-padrão das médias da relação carga/deflexão nas deflexões de 1 e 2 mm de acordo com as marcas de braquetes e os tipos de fios e secções transversais.

O teste de normalidade mostrou que os fios NiTi termo de secção transversal 0,016", testados nos braquetes da marca comercial da Orthometric não apresentaram distribuição normal ( $P < 0,05$ ).

As médias (IC95%) da relação carga/deflexão dos fios NiTi estão representadas na figura 2 para as deflexões de 1 (A) e 2 mm (B), respectivamente, e na figura 3 para os fios NiTi termo também para as deflexões de 1 (A) e 2 mm (B), respectivamente. Para os fios NiTi, houve diferença estatística significativa entre as duas marcas de braquetes nas secções transversais de 0,016" para 1mm e 0,014" e 0,016" para a deflexão de 2 mm ( $p < 0,05$ ), porém nas secções retangulares (0,016" x 0,022" e 0,017" x 0,025") não houve diferença estatística significativa. Para os fios NiTi termo, houve diferença estatística significativa entre as marcas de braquetes da Morelli e Orthometric nas secções transversais 0,014" e 0,016" tanto na deflexão de 1 mm quanto na de 2 mm ( $p < 0,05$ ), porém nas secções retangulares (0,016" x 0,022" e 0,017" x 0,025") não houve diferença estatisticamente significante.

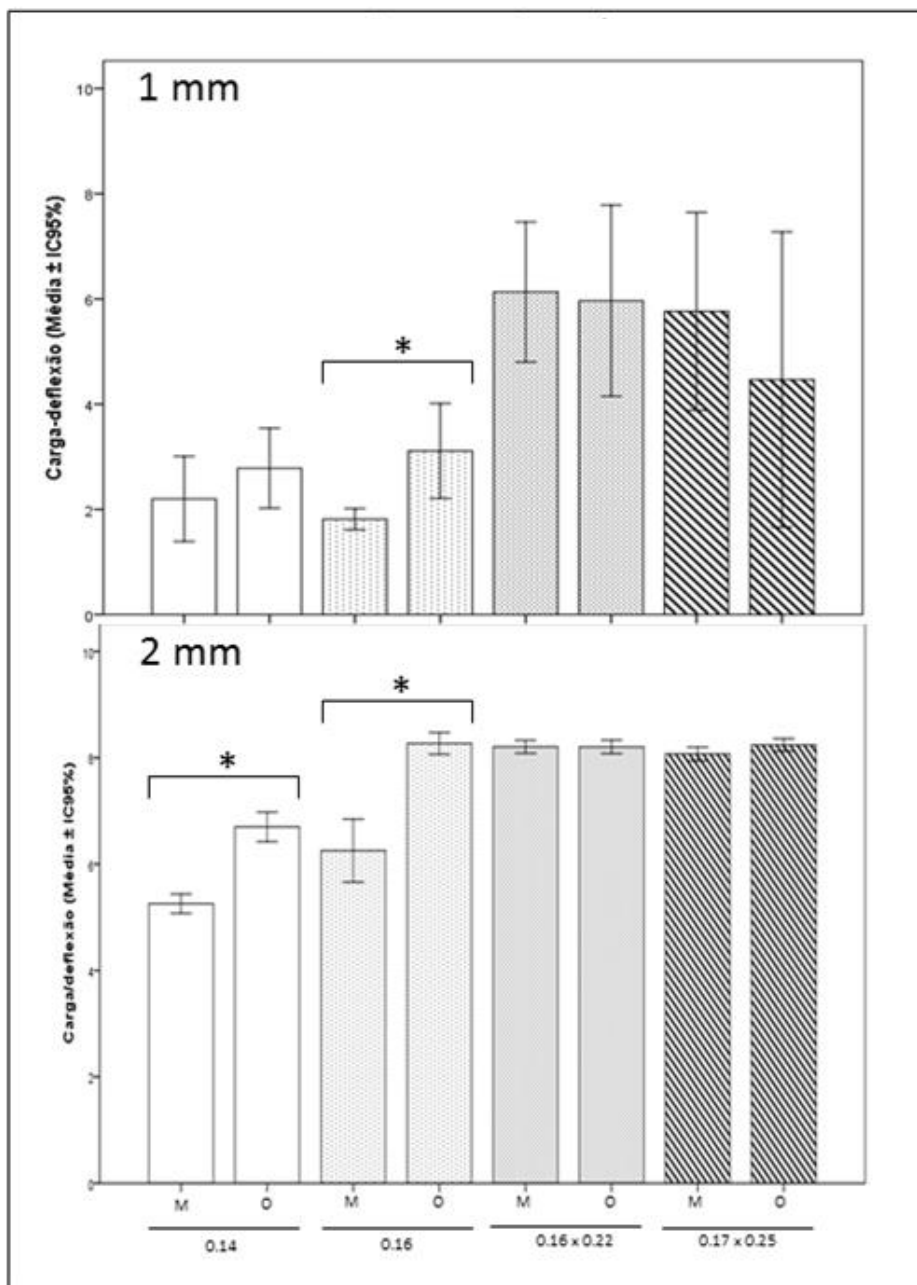
A figura 4 representa os valores médios (IC95%) da relação carga/deflexão entre os fios NiTi e NiTi termo testados nos braquetes das marcas comerciais Morelli (M) e Orthometric (O) de acordo com as secções transversais avaliadas, nas deflexões de 1(A) e 2 mm (B). As comparações entre os fios NiTi e NiTi termo da mesma secção transversal e a mesma marca de braquete mostraram que houve somente diferença estatística significativa nas secções transversais 0,014" e 0,016" nos braquetes da marca comercial Morelli ( $p < 0,05$ ) para a deflexão de 1mm, e para a maioria das secções transversais para a deflexão de 2 mm, com exceção

das secções transversais 0,016" e 0,017" x 0,025" nos braquetes da marca Orthometric.

Tabela 1 - Valores médios (desvios-padrão), em Newton (N), da relação carga/deflexão de acordo com as marcas de braquetes e os tipos de fios e secções transversais.

Deflexão	Tipo de fio (Orthometric)	Marca/ Braquete	Calibre			
			0,014"	0,016"	0,016"x0,022"	0,017"x0,025"
1mm	Termoativado	Morelli	0,68 (0,49)	1,02 (0,87)	4,92 (2,03)	6,22 (1,66)
		Orthometric	2,57 (0,74)	3,34 (0,87)	6,13 (1,66)	5,29 (1,66)
	Convencional	Morelli	2,19(1,13)	1,81 (0,28)	6,13 (1,86)	5,76 (2,62)
		Orthometric	2,78 (1,06)	3,11 (0,28)	5,96 (2,54)	4,46 (3,92)
2mm	Termoativado	Morelli	2,34 (1,10)	4,56 (2,09)	7,87 (0,30)	8,30 (0,08)
		Orthometric	4,34 (0,55)	7,33 (1,45)	7,65 (0,30)	8,21 (0,16)
	Convencional	Morelli	5,25 (0,25)	6,25 (0,29)	8,20 (0,17)	8,07 (0,17)
		Orthometric	6,70 (0,38)	8,26 (0,28)	8,20 (0,17)	8,23 (0,16)

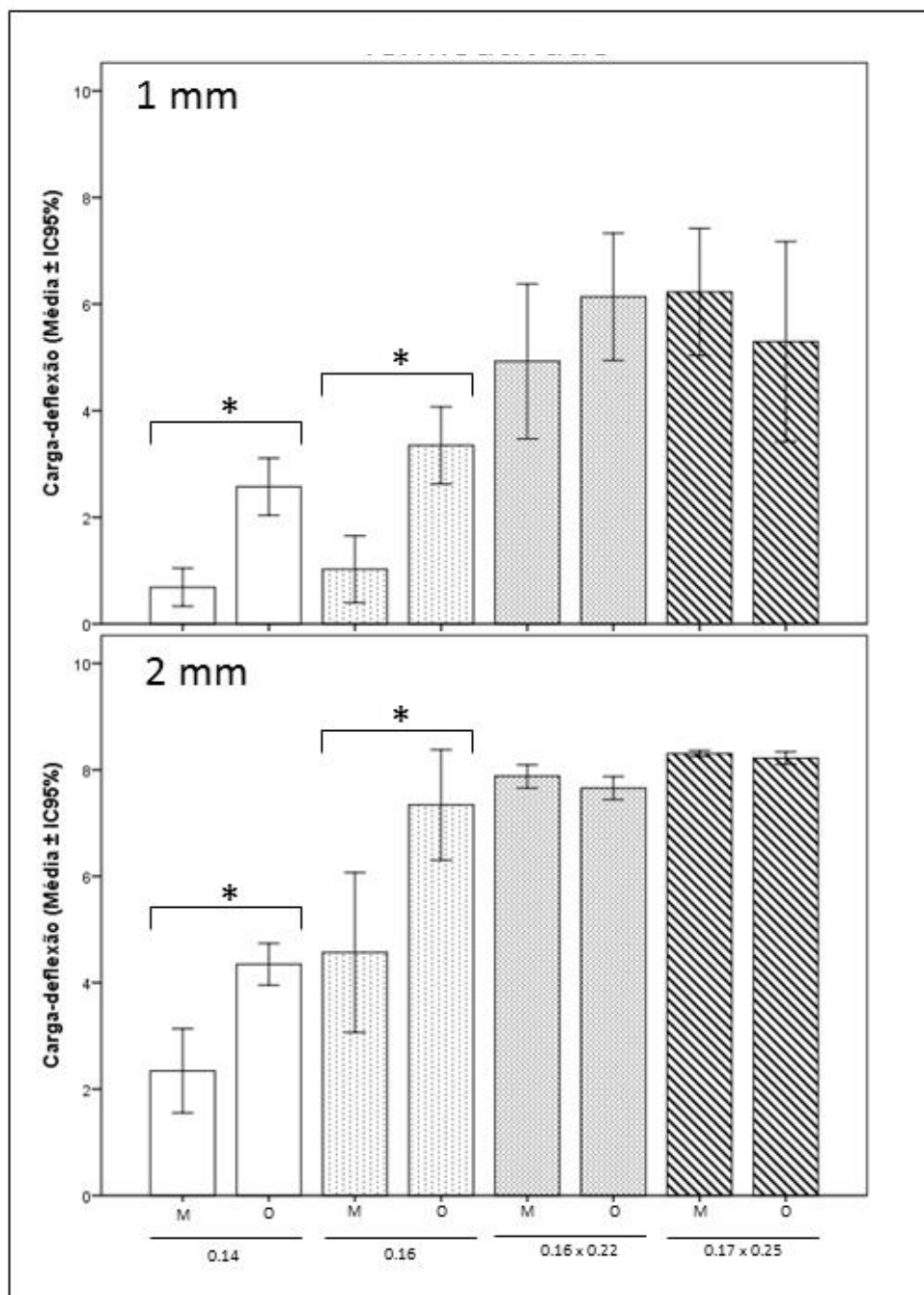
Figura 2 – Comparação da relação carga/deflexão (Newton) dos fios NiTi entre as marcas de braquetes Morelli (M) e Orthometric (O) de acordo com as secções transversais avaliadas.



Comparações entre as marcas dos braquetes com a mesma secção transversal de NiTi.

\*diferença estatística significativa ( $p < 0,05$ ).

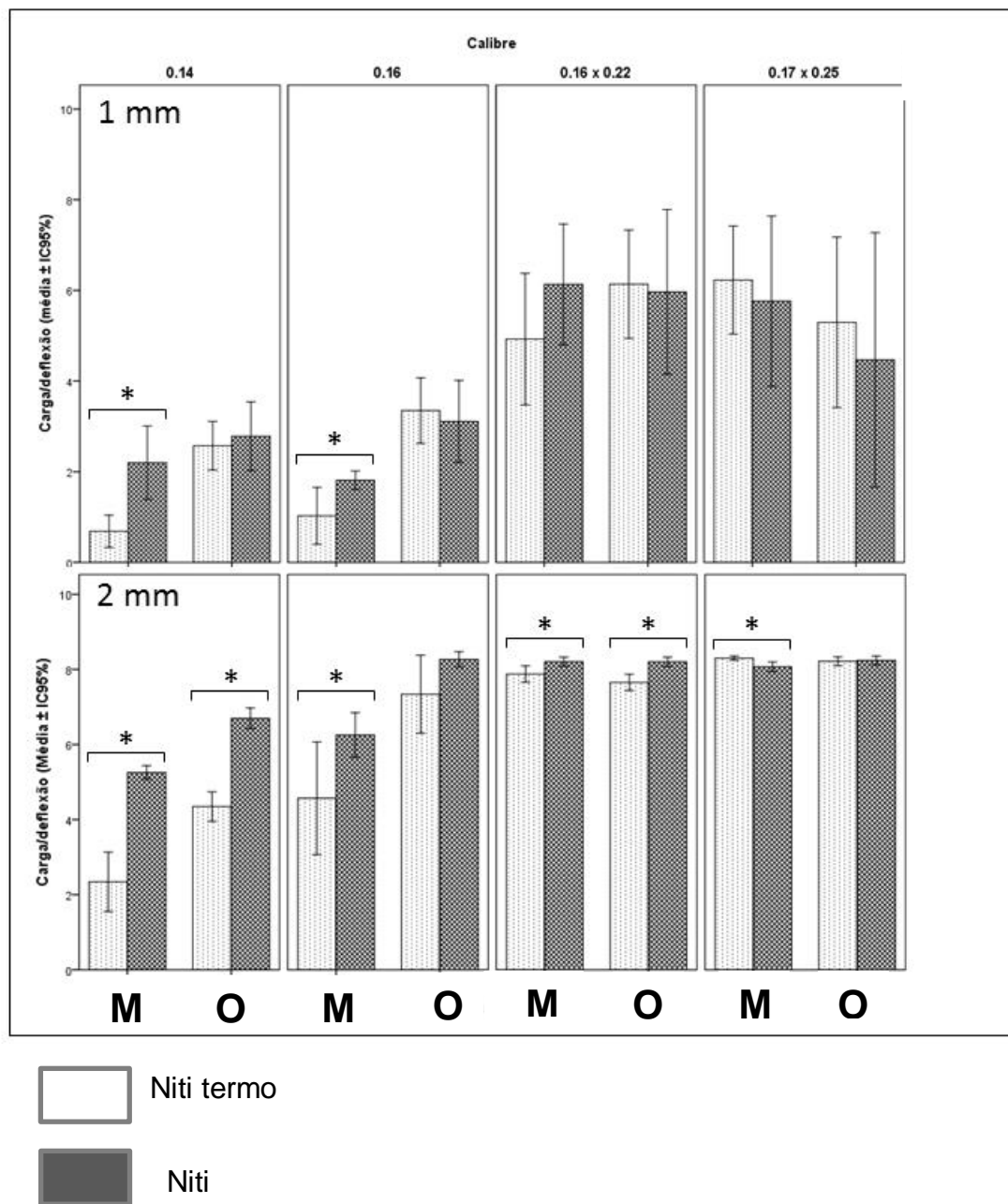
Figura 3 – Comparação da relação carga/deflexão (Newton) dos fios NiTi termo entre as marcas de braquetes Morelli (M) e Orthometric (O) de acordo com as secções transversais avaliadas.



Comparações entre as marcas dos braquetes com a mesma secção transversal de NiTi.

\*diferença estatística significativa ( $p < 0,05$ ).

Figura 4 – Comparação ( $\pm$  erro padrão) da relação carga/deflexão (Newton) entre os fios NiTi e NiTi termo testados nas marcas de braquetes Morelli (M) e Orthometric (O) de acordo com as secções transversais avaliadas.



\*diferença estatística significativa ( $p < 0,05$ ).



## DISCUSSÃO

Na comparação entre as marcas Morelli e Orthometric encontrou-se diferença estatística significativa somente para o fio 0,016" NiTi na deflexão de 1 mm. Na deflexão de 2 mm a diferença estatística significativa ocorreu para os fios 0,014" e 0,016" NiTi. Contudo, estas diferenças estatísticas significativas ocorreram nas deflexões de 1 e 2 mm nas secções transversais (0,014" e 0,016") nos fios NiTi termo. Os braquetes da Orthometric propiciaram valores de força mais elevados, sugerindo algum fator associado aos braquetes da Orthometric, como por exemplo: características do clipe, o atrito entre a canaleta e o fio, a composição e comprimento dos braquetes autoligados que atuam na liberação de força por parte do fio para os dentes<sup>1,2,22-24</sup>.

O dispositivo de simulação clínica utilizado, baseou-se em outras pesquisas que realizaram o teste de deflexão em dispositivos de simulação clínica, a fim de promover um ambiente mais parecido com a realidade clínica e facilmente reproduzível,<sup>4,19,20,25,26</sup> semelhante aos procedimentos realizados ao longo deste estudo, que para atingir e manter a temperatura durante os testes foi adaptado a máquina Instron um recipiente de acrílico contendo saliva artificial ( $36,5\pm 1^{\circ}\text{C}$ ), mantida e controlada por meio de um termostato eletrônico digital.

Além da carência de estudos comparativos com os tipos de fios, há a necessidade de se avaliar os braquetes. E modelos novos

no mercado necessitam de análise laboratorial para serem parâmetros de análises clínicas. Assim como foram analisados outras marcas comerciais em vários estudos anteriores<sup>5,7,26</sup>, neste estudo analisamos duas marcas brasileiras, uma vez que as marcas Morelli e Orthometric têm sido bem aceitas no país, especialmente pelo seu custo/benefício.

Pequenas diferenças no processo fabricação poderiam contribuir para a variação do comportamento dos fios<sup>19,27</sup>, concordando com os achados neste estudo que para o mesmo tipo de braquetes interativos, os fios de secções transversais menores se comportaram de maneiras diferentes. Como anteriormente observado também em outras marcas de braquetes<sup>5,7</sup>.

Sendo assim, neste estudo os fios de secções transversais menores expressaram diferentes patamares de força, isto ocorreu possivelmente pelo comprimento dos braquetes autoligados interativos testados, os braquetes da Morelli apresentam 3,0mm, enquanto que os braquetes da Orthometric apresentam 3,95mm. Além disso, as dimensões das ranhuras da marca comercial da Morelli aparecem como: comprimento superior antes do clip é de 0,85mm, comprimento inferior é de 0,70mm e a altura é de 0,56mm; enquanto que os braquetes da marca comercial da Orthometric aparecem como: comprimento superior antes do clip é de 0,79mm, comprimento inferior é de 0,43mm e a altura é de 0,56mm.

Neste estudo, observou-se um comportamento mais uniforme da força para as maiores deflexões, pois quando a comparação ocorreu na deflexão de 2 mm, os fios NiTi termo apresentaram menores níveis de força para ambas as marcas de braquetes avaliadas, com exceção da secção transversal 0,017" x 0,025" testados nos braquetes autoligados das marcas Morelli e Orthometric, concordando com diversos estudos, que compararam os níveis de forças em diferentes secções transversais de diferentes tipos de fios de NiTi e demonstraram que os fios de NiTi termo geraram níveis de força muito mais baixos do que os fios de NiTi de mesma secção transversal<sup>4,16,21,25,28,29</sup>.

Na avaliação dos fios de NiTi termo (0,014" e 0,016") em braquetes autoligados Morelli e Orthometric observou-se o aumento do nível de força quando se aumentou a secção transversal do fio para ambas as deflexões avaliadas, corroborando com os resultados obtidos por Montasser et. al.<sup>26</sup>.

Com a intenção de preservar intacto o efeito de ligação entre o clipe e o fio, procedemos os testes em ativação<sup>30,31</sup>, que avaliam a força necessária para inserir o fio no slot do braquete, diferente de outros estudos que avaliaram a desativação<sup>19,28</sup> ou nos 3 planos do espaço<sup>26</sup>.

Conhecer as vantagens e desvantagens dos materiais introduzidos no mercado é de fundamental importância para o

ortodontista, visto que com uma correta escolha do material irá permitir ao clínico individualizar os tratamentos.

## **CONCLUSÕES**

De acordo com a metodologia aplicada nesta pesquisa podemos concluir que para as duas marcas de braquetes testadas, tanto para os fios NiTi como para os NiTi termo, ocorreu uma variabilidade da força liberada nas diferentes secções transversais testadas, com maior tendência nas secções redondas em ambas deflexões.

## **REFERÊNCIAS**

- 1-Shivapuja PK, Berger J. A comparative study of conventional ligation and self-ligation bracket systems. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1994 Nov;106(5):472-80.
- 2- Kumar S, Singh S, Hamsa PRR, Ahmed S, Prasanthma, Bhatnagar A, et al. Evaluation of friction in orthodontics using various brackets and archwire combinations-an in vitro study. *Journal of clinical and diagnostic research :JCDR.* 2014 May;8(5):ZC33-6.
- 3- Brauchli LM, Senn C, Wichelhaus A. Active and passive self-ligation-a myth? *Angle Orthod.* 2011 Mar;81(2):312-8.
- 4- Berger J, Waram T. Force Levels of Nickel Titanium Initial Archwires. *J Clin Orthod.* 2007;41 (5):286-92.
- 5- Muguruma T, Iijima M, Brantley WA, Ahluwalia KS, Kohda N, Mizoguchi I. Effects of third-order torque on frictional force self-ligating brackets. *Angle Orthod*, November 2014, Vol. 84, No. 6, pp. 1054-1061.
- 6- Celar A, Schedlberger M, Dorfler P, Bertl M. Systematic review on self-ligating vs. conventional brackets: initial pain, number of visits, treatment time. *J Orofac Orthop* 2013; 74:40-51.

- 7- Rinchuse DJ, Miles PG. Self-ligating brackets: present and future. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2007; 132 (2): 216-22.
- 8- Sathler R, Silva RG, Janson G, Branco NCC, Zanda M. Demystifying self-ligating brackets. *Dental Press J Orthod.* 2011;16 (2):50.e1-e8.
- 9- Andreasen GF, Morrow RE. Laboratory and clinical analyses of nitinol wire. *Am J Orthod.* 1978;73 (2): 142-51.
- 10- Miura F, Mogi M, Ohura Y, Hamanaka H. The super-elastic property of the Japanese NiTi alloy wire for use in orthodontics. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1986;90 (1): 1-10.
- 11- Ferreira MA, Luersen MA, Borges PC. Nickel-titanium alloys: A systematic review. *Dental Press J Orthod.* 2012 May-June;17(3):71-82.
- 12- Nucera R, Gatto E, Borsellino C, Aceto P, Fabiano F, Matarese G et al. Influence of bracket-slot design on the forces released by superelastic nickel-titanium alignment wires in different deflection configurations. *Angle Orthod* 2014;84:541-547.
- 13- Oltjen JM, Duncanson MG, Jr., Ghosh J, Nanda RS, Currier GF. Stiffness/deflection behavior of selected orthodontic wires. *Angle Orthod* 1997;67:209-218.
- 14- Waters NE. A rationale for the selection of orthodontic wires. *Eur J Orthod.* 1992 Jun;14(3):240-5.
- 15- Sakima, M.; Dalstra, M.; Melsen, B. How does temperature influence the properties of rectangular nickel-titanium wires? *European Journal of Orthodontics*, Oxford, v. 28, n. 3, p. 282-291, jun. 2006.
- 16- Schemann-Miguel F, Cotrim-Ferreira F, Streva AM, Chaves AVOA, Ferreira AC. Comparative analysis of the load / deflection of NiTi conventional and thermoactivated of rectangular section arches. *Dental Press J Orthod.* 2012 May-June; 17(3):35.e1-6.
- 17- Bustone CJ. Variable-modules orthodontics. *Am J Orthod.* 1981;80 (1):1-16.
- 18- Queiroz GV, Ballester RY, De Paiva JB, Rino Neto J, Galon GM. Comparative study of frictional forces generated by NiTi archwire deformation in different orthodontic brackets: in vitro evaluation. *Dental Press J Orthod.* 2012;17(4): 45-50.

- 19- Gurgel JA, Kerr S, Powers JM, LeCrone V. Force-deflection properties of superelastic nickel-titanium archwires. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2001; 120 (4):378-82.
- 20- Parvizi F, Rock W. The load/deflection characteristics of thermally activated orthodontic archwires. *The European Journal of Orthodontics* 2003;25:417-421.
- 21- Gatto E, Matarese G, Di Bella G, Nucera R, Borsellino C, Cordasco G. Load-deflection characteristics of superelastic and thermal nickel-titanium wires. *Eur J Orthod* 2013;35:115-123.
- 22- Cacciafesta V, Sfondrini MF, Ricciardi A, Scribante A, Klersy C, Auricchio F. Evaluation of friction of stainless steel and esthetic self-ligating brackets in various bracket-archwire combinations. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2003;124:395-402.
- 23- Wilkinson PD, Dysart PS, Hood JA, Herbison GP. Load-deflection characteristics of superelastic nickel-titanium orthodontic wires. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2002;121:483-495.
- 24- Petersen A, Rosenstein S, Kim KB, Israel H. Force decay of elastomeric ligatures: influence on unloading force compared to self-ligation. *Angle Orthod* 2009;79:934-938.
- 25- Henao SP, Kusy RP. Evaluation of the frictional resistance of conventional and self-ligating bracket designs using standardized archwires and dental typodonts. *Angle Orthod.* 2004;74(2):202-11.
- 26- Montasser et. al, Effect of archwire cross-section changes on force levels during complex tooth alignment with conventional and self-ligating brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2015;147:S101-8).
- 27- Garrec P, Jordan L. Stiffness in Bending of a Superelastic Ni-Ti Orthodontic Wire as a Function of Cross-Sectional Dimension. *Angle Orthod* 2004;74(5):691–696.
- 28- Nakano H, Satoh K, Norris R, Jin T, Kamegai T, Ishikawa F, et al. Mechanical properties of several nickel-titanium alloy wires in three-point bending tests. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1999 Apr;115(4):390-5.
- 29- Lombardo L, Marafioti M, Stefanoni F, Mollica F, Siciliani G. Load deflection characteristics and force level of nickel titanium initial archwires. *Angle Orthod* 2012;82:507-521.

30- Rock WP, Wilson HJ. Forces exerted by orthodontic aligning archwires. BrJ Orthod 1988; 15:255-259.

31- Rino NJ, Queiroz GV, de Paiva JB, Ballester RY. Does self-ligating brackets type influence the hysteresis, activation and desactivation forces of superelastic niti archwires? Dental Press J Orthod. 2013;18 (1):81-5.

## **ANEXOS**



## ANEXO 1

### **Metodologia detalhada**

#### **Materiais**

A amostra utilizada nesta pesquisa foi constituída por braquetes autoligados interativos: Roth "slot" 0,022" SLI- Self Ligating Interactive (Morelli, Sorocaba, SP, Brasil) e tubos ortodônticos de colagem simples Morelli. E por braquetes autoligados interativos: Roth "slot" 0,022" Orthoclip – Self Ligating Brackets U-CLIP (Orthometric, Marília, SP, Brasil) e tubos ortodônticos de colagem simples Orthometric. Para ambos os grupos foram testados segmentos de fio NiTi e NiTi termo da marca comercial Orthometric das seguintes secções transversais: 0,014"; 0,016"; 0,016" x 0,022"; 0,017" x 0,025".

#### **Métodos**

Este estudo experimental foi conduzido no Laboratório de Pesquisa em Materiais Dentários da Universidade Federal do Maranhão (UFMA) e para a avaliação da deflexão elástica foi realizado o teste de tração, utilizando-se um dispositivo para teste de deslocamento e atrito de fios ortodônticos OD47 (Odeme Dental Research, versão 1.0) (Odeme, Luzerna, SC, Brasil), adaptado a máquina de ensaio universal Instron 3342 (Norwood, MA, USA) com célula de carga de 500N, a uma velocidade de 1mm/min (Figura 5).

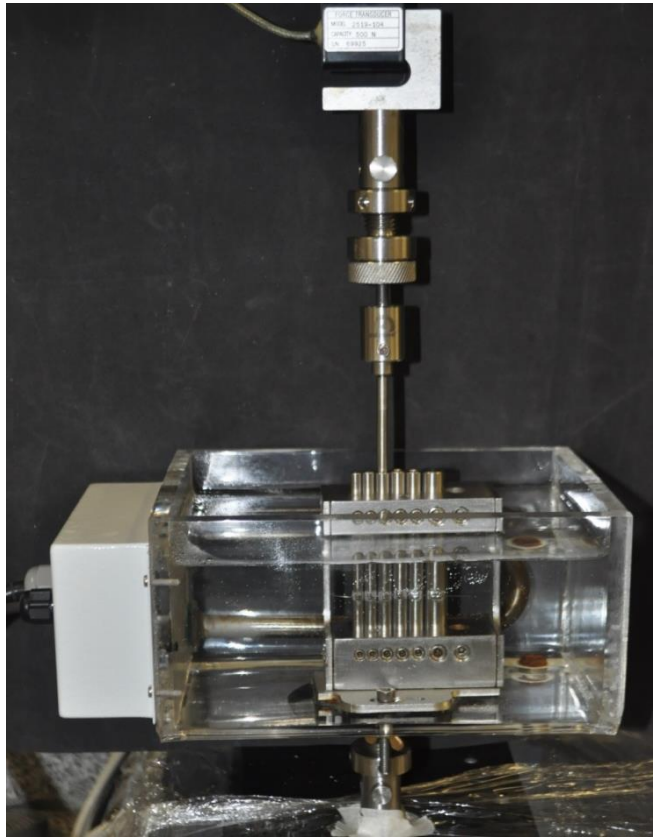


Figura 5 - Máquina de ensaio universal Instron 3342 e célula de carga

O dispositivo de simulação clínica possui sete cilindros representando as dimensões médias dos dentes inferiores permanentes, do incisivo central inferior ao primeiro molar inferior, os braquetes inferiores foram colados nestes cilindros com resina fotopolimerizável (Llis FGM de lote 220115, Joinville, SC, Brasil) (Figura 6), os fios NiTi e NiTi termo foram instalados, e posteriormente este conjunto foi acoplado à máquina Instron. Os braquetes foram trocados a cada 10 testes realizados e a relação carga/deflexão foi verificada por meio do movimento do cilindro correspondente ao canino inferior.

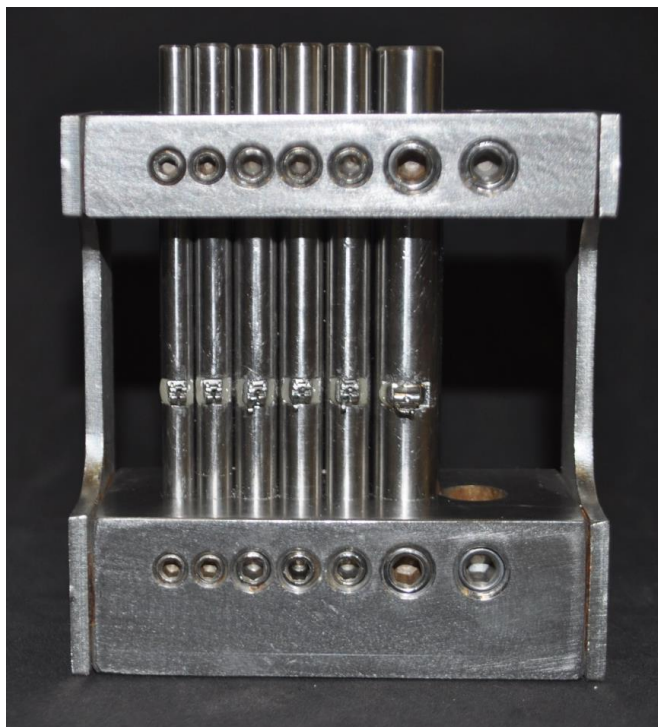


Figura 6 – Dispositivo metálico de sete cilindros

A fim de padronizar os testes laboratoriais, o comprimento dos fios foi de 60mm cortado da porção mais distal dos fios utilizou-se um paquímetro digital, modelo Stainless Hardened (Zhongyi, Shandong, China) (Figura 7).



Figura 7 - Paquímetro digital

As avaliações da deflexão elástica dos fios foram realizadas somente no carregamento (ativação), demonstrando a força aplicada ao dente quando o ortodontista deflete o fio para encaixá-lo ao braquete. Os braquetes utilizados inicialmente foram alinhados, através de um gabarito, confeccionado com um fio de aço retificado 0,019" x 0,025", e o cilindro correspondente ao canino inferior sofreu movimento de tração de até 3 mm, a partir de então os ensaios de deflexão foram processados pelo programa de computador (Bluehill Late, 2.24), tendo a leitura instantânea dos resultados em newtons (N). Os fios foram avaliados nas seguintes deflexões: 1 e 2mm.

Para atingir e manter a temperatura durante os testes foi adaptado à máquina Instron um recipiente de acrílico contendo saliva artificial ( $36,5\pm 1^{\circ}\text{C}$ ), mantida e controlada por meio de um termostato eletrônico digital (Odeme, Luzerna, SC, Brasil).

Os resultados obtidos foram submetidos à análise estatística para estabelecer a relação carga/deflexão dos diversos fios ortodônticos, considerando-se as seções transversais e os dois tipos de marcas de autoligados interativos usados nesta pesquisa.

Após submeter os fios ortodônticos de NiTi e NiTi termo aos seus respectivos ensaios, os mesmos foram enumerados e armazenados individualmente em embalagens plásticas; permitindo identificar desta forma em qual marca de braquete autoligado esse foi utilizado.

## ANEXO 2

### **NORMAS DA REVISTA**

Please be aware that *The Angle Orthodontist* participates in the CrossCheck™ initiative and that all submissions are subject to screening with iThenticate software to detect plagiarism.

Please organize and enter your Original Article manuscript using the following headings (Case reports and other types of articles may vary):

**COVER LETTER** - Must contain the following:

Copyright Releases - The following written statement, signed by one of the authors and acting on behalf of all of the authors, must accompany all manuscripts: "The undersigned author transfers all copyright ownership of the manuscript (fill in the title of your manuscript) to *The Angle Orthodontist* in the event the work is published. The undersigned author warrants that the article is original, is not under consideration for publication by another journal and has not been previously published. I sign for and accept responsibility for releasing this material on behalf of *any* and all coauthors."

Direct quotations, tables or images that have appeared elsewhere in copyrighted material must be accompanied by a signed release from the copyright owner. Complete information identifying the source of the material is required.

**Patient Releases** - A signed release must be obtained for all images that contain identifiable patients or human subjects. These releases must be retained indefinitely by the Corresponding Author. A cover letter must be submitted with the manuscript attesting to the fact that all applicable patient releases were obtained and are on file with the Corresponding Author.

Each release statement must be on a separate page, include the manuscript title, all authors' names and contain a copy of the following statement signed by the patient:

"I hereby grant all rights to publish photographs or other images of me in the above manuscript where I appear as a patient or subject without payment of any kind. I have been informed that any images of me that do appear may be modified."

- **ARTICLE FILE**

Articles must be original and written in clear English. The total article file must be entered as one document and must contain the Title, Abstract, Text References and Figure Legends. The article file must not exceed a maximum of 3500 words. To determine the number of words in your document, go to the toolbar, click on tools and then click on word count.

For Systematic Reviews, use the PRISMA statement for uniformity in reporting [format:\(http://www.prisma-statement.org/2.1.2%20-%20PRISMA%202009%20Checklist.pdf\)](http://www.prisma-statement.org/2.1.2%20-%20PRISMA%202009%20Checklist.pdf). Follow the proposed structure and subheadings whenever possible.

The article file for systematic reviews must not exceed a maximum of 4000 words.

For Letters to the Editor, the article file must not exceed a maximum of 250 words.

**Please enter only the following items in the article file:**

**Title** of the manuscript

**Abstract** - *The Angle Orthodontist* is using a structured abstract which must be limited to 250 words. The abstract should conform to the following outline and not contain an introduction, literature review or discussion.

**ABSTRACT**

Objective: List the specific goal(s) of the research.

Materials and Methods: Briefly describe the procedures you used to accomplish this work. Leave the small details for the manuscript itself.

Results: Identify the results that were found as a result of this study.

Conclusion: List the specific conclusion(s) that can be drawn based on the results of this study.

Manuscript text - Please remove all references to the author's identity or institutions as manuscripts are peer reviewed anonymously. An original article text will contain the following in order:

INTRODUCTION - This section states the purpose of the research and includes a brief summary of the literature describing the current state of the field.

MATERIALS AND METHODS -This section states exactly what was done and should enable a reader to replicate the work. Materials or methods described elsewhere in the literature can be referenced without repeating these details. Identify teeth using the full name of the tooth or the FDI annotation. If human subjects or animals were involved in the work, this section must contain a statement that the rights of the human or animal subjects were protected and approval was obtained from an identified institutional review board, or its equivalent.

RESULTS - This section should describe the objective findings without any comment on their significance or relative importance. Cite all tables and figures in sequential order in the text.

DISCUSSION - Only this section allows you freedom to interpret your data and to give your opinion of the value of your findings relative to previous work. All opinions must be limited to this section.

CONCLUSION - This section states what conclusions can be drawn specifically from the research reported. Bullet points are preferred. Do not repeat material from other sections..

REFERENCES - References cited must refer to published material. Number references consecutively in order of their appearance in the manuscript using superscript and Arabic numerals. References to "personal communication" or unpublished theses are not acceptable. The style and punctuation of references should strictly conform to American Medical Association Manual of Style: A Guide for Authors and Editors, 9th ed (Baltimore, Md: Williams & Wilkins; 1998). Consult previous issues of The Angle Orthodontist for guidance (Available at <http://www.angle.org> ).

FIGURE LEGENDS - All figures must be numbered sequentially in the manuscript and a legend for each figure must appear in this section.

#### TABLE FILES

Each table must be in WORD or EXCEL format and entered as a separate file. Each table must have its own legend accompanying it, numbered with Arabic numerals and sequentially referred to in the text. All abbreviations used in the table must be defined in a footnote. Use \* P=.05; \*\* P=.01; \*\*\* P=.001; \*\*\*\*P=.0001 as needed. Tables cannot be in pictorial or image formats. Pictorial or image formats are figures and must be entered as figures.

#### FIGURE FILES

Each figure must be of sufficient resolution for high quality publication usually in TIFF or EPS format. All images need to be at 300 DPI when the figure is of the size to be used in publication.

If you enter a large image at 300 DPI and reduce it to a much smaller size for publication, this will increase the DPI and the image will be very heavy and slow to open electronically. If you enter a



small image (such as a 35 mm picture) and plan to enlarge it for publication, it needs to be entered at more than 300 DPI since enlargement will only reduce the resolution.

Figures in WORD or presentation software such as PowerPoint, Corel Draw or Harvard Graphics do not contain sufficient resolution for publication and will not be accepted. Authors will be charged for publication of figures in color.

#### ACKNOWLEDGEMENTS

If this research was funded or supported by a commercial firm or other outside entities, please provide their name and location. If an author(s) receives funding or support from a commercial firm or other outside entity related to this research, it also should be revealed here.

#### Manuscript Review

After you have entered your manuscript, you will receive automated responses from the system as the manuscript is processed. You may also follow the progress of your manuscript via the web site and your own password you created when you first entered the system.

Your manuscript will be peer reviewed and the reviewers' comments will be sent to you. Please allow adequate time for this process. Our automated system is instantaneous, but the reviewers are busy people who donate their expertise and time.

A manuscript returned to an author with suggested revisions must be returned within 3 months. Revised manuscripts returned after this time will be considered new submissions.

After the revisions are complete, the editor will submit the manuscript to the printer and an electronic copy of your galley proof will be sent to you for corrections and final approval. Expect the figures in the galley proof to be of low resolution for ease of transmission. The final publication will contain your high quality figures.

#### Reprints

Reprints are available through special order for a nominal charge. Your galley copy will contain an order form for you to request any reprints desired. When you complete this application, return it directly to the printer. Reprints are not sent out or billed to you until the printed copy of you article is mailed out.

#### General Information

The E. H. Angle Education and Research Foundation invites manuscripts concerning the dental and craniofacial complex. Original research, clinical observations and review articles as well as guest editorials, letters to the editor and case reports are welcome.

Articles are peer reviewed through a double-blind process and are subject to editorial revision. Statements and opinions expressed in articles are not necessarily those of the editor or publisher. The editor and the publisher disclaim any responsibility or liability for such material.

The Angle Orthodontist is now ONLINE for all manuscript submissions and review. Please go to the Internet: <http://angle.allentrack.net/> and follow the easy instructions for manuscript submission. If you have questions regarding the submission of your manuscript, please e-mail those questions to <[rjisaacson@aol.com](mailto:rjisaacson@aol.com)>.