

ISADORA DE OLIVEIRA SILVARES

**COMPARAÇÃO DA EXPRESSÃO DE TORQUE ENTRE FIOS DE NiTi CONVENCIONAIS E
ESTÉTICOS**

BELO HORIZONTE

Universidade Federal de Minas Gerais

2014

Isadora de Oliveira Silveiras

COMPARAÇÃO DA EXPRESSÃO DE TORQUE ENTRE FIOS DE NiTi CONVENCIONAIS E ESTÉTICOS

Monografia apresentada no Curso de
Especialização da UFMG como requisito à
obtenção do título de Especialista em Ortodontia

Área de concentração: Ortodontia

Orientador: Elizabeth Maria Bastos Lages

Co-orientador: Vicente Tadeu Lopes Buono

Colaborador: Davidson Fróis Madureira

Belo Horizonte

Universidade Federal de Minas Gerais

2014

A meus pais, por terem me dado a oportunidade de
chegar ao dia em que realizaria meu sonho profissional,
que acreditaram que eu superaria meus limites e me incentivaram
até o fim.

AGRADECIMENTOS

A Deus, que iluminou o meu caminho durante esta caminhada.

A meus pais, irmão, familiares e amigos pelo apoio e pela confiança em mim depositada.

O conhecimento se constrói em comunhão, portanto agradeço aos mestres que imprimiram todo seu conhecimento para que me tornasse ortodontista. Em especial aos professores Vicente Bueno, Elizabeth Lages e Davidson Fróis pelo tempo que a mim dedicaram, compartilhando suas experiências para a concretização deste trabalho.

Aos colegas de classe, por todo aprendizado compartilhado e por todas as alegrias que vivemos juntos.

Aos pacientes, pela confiança e oportunidade de aprender sempre mais.

As funcionárias da Ortodontia, pela dedicação.

RESUMO

Objetivo: O propósito deste estudo foi comparar o comportamento de fios retangulares de Níquel-Titânio (NiTi) estéticos e convencionais submetidos à testes de torção. **Materiais e métodos:** Foram testados fios comerciais de NiTi pré-contornados estéticos e convencionais de 4 marcas comerciais (American Orthodontics, Eurodonto, Orthometric® e TP Orthodontics®) de secção transversal 0.016"x0.022". Os testes foram realizados em máquina de torção com rotação de 0 a 90° e foi analisado o comportamento na desativação em 20° e no torque máximo (90°). **Resultados:** Aos 20° no descarregamento, os fios estéticos e convencionais da American Orthodontics tiveram maior torque, enquanto que os fios da Eurodonto convencional e TP Orthodontics® estético apresentaram menor torque. No torque máximo (90°), os fios que tiveram maior torque foram o TP Orthodontics® convencional e American Orthodontics estético, e os fios de menor torque foram da Eurodonto convencional e Orthometric® estético. Não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas quando os fios estéticos foram comparados entre si. Ao comparar fios estéticos e convencionais de mesma marca, a única que apresentou diferença estatisticamente significativa foi a Eurodonto. **Conclusão:** Quando comparados os torques dos fios estéticos e convencionais de mesma marca, não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas, exceto o da marca Eurodonto, que apresentou menor torque para os fios convencionais.

Descritores: Fios ortodônticos estéticos. Torção. Níquel-titânio.

ABSTRACT

Objective: The purpose of this study was to compare the behavior of aesthetic and conventional Niquel-Titanium (NiTi) rectangular archwires submitted to torsion tests. **Materials and Methods:** Four commercial aesthetic and conventional NiTi archwires (American Orthodontics, Eurodonto, Orthometric® e TP Orthodontics®) of 0.016"x0.022" cross section were tested. The specimens were tested in a torsionmeter for rotation from 0° to 90° and the behavior on deactivation on 20° and on maximum torque (90°) was analyzed. **Results:** On 20° of deactivation, American Orthodontics aesthetic and conventional archwires showed the highest torque, while conventional Eurodonto and aesthetic TP Orthodontics® archwires presented the lowest torque. There was no statistically significant differences when aesthetic archwires were compared between them. When comparing aesthetic and conventional archwire of the same manufacturer, the only one that showed statistically significant differences was Erudonto. **Conclusion:** When the torques of aesthetics and conventional archwires of the same manufacturer were compared, there was no statistically significant differences, except archwires from Eurodonto, which presented lower torque for conventional archiwires.

Key words: Orthodontic aesthetic archwires. Torsion. Niquel-titanium.

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Amostra utilizada e característica dos fios.....	11
TABELA 2 – Análise comparativa do torque (N.cm) aos 20° no descarregamento obtido em todos os fios.....	16
TABELA 3 – Análise estatística da comparação de valores de torque aos 20° no descarregamento encontrados nos fios convencionais estudados.....	16
TABELA 4 – Análise estatística da comparação de valores de torque aos 20° no descarregamento encontrados nos fios estéticos estudados.....	17
TABELA 5 – Análise estatística da comparação de valores de torque aos 20° no descarregamento de fios convencionais e estéticos de mesmo fabricante.....	17
TABELA 6 – Análise comparativa do torque máximo (90°) obtido em todos os fios.....	18
TABELA 7 – Análise estatística da comparação de valores de torque máximo (90°) encontrados nos fios convencionais estudados.....	18
TABELA 8 – Análise estatística da comparação de valores de torque máximo (90°) encontrados nos fios estéticos estudados.....	18
TABELA 9 – Análise estatística da comparação de valores de torque máximo (90°) de fios convencionais e estéticos de mesmo fabricante.....	19

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1A – Máquina de torção <i>AN8050</i> utilizada nos testes.....	12
FIGURA 1B – Fio posicionado e teste de torção em andamento.....	12

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 – Curva média obtida em todos os fios de NiTi convencionais.....	13
GRÁFICO 2 – Curva média obtida em todos os fios de NiTi estéticos.....	13
GRÁFICO 3 – Torque médio obtido para os fios convencionais e estéticos da American Orthodontics	14
GRÁFICO 4 – Torque médio obtido para os fios convencionais e estéticos da Eurodonto.....	14
GRÁFICO 5 – Torque médio obtido para os fios convencionais e estéticos da Orthometric®.....	15
GRÁFICO 6 – Torque médio obtido para os fios convencionais e estéticos da TP Orthodontics®.....	15

SUMÁRIO

RESUMO

ABSTRACT

LISTA DE TABELAS

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE GRÁFICOS

1 INTRODUÇÃO.....	10
2 MATERIAIS E MÉTODOS.....	11
3 RESULTADOS.....	13
4 DISCUSSÃO.....	20
5 CONCLUSÃO.....	24
6 REFERÊNCIAS.....	25

1 INTRODUÇÃO

O aumento pela demanda de melhor estética no tratamento ortodôntico levou ao desenvolvimento de aparelhos que combinem estética aceitável para o paciente e performance técnica aceitável para o clínico. Com a introdução de bráquetes estéticos de cerâmica, este problema foi parcialmente resolvido. Os arcos mais eficientes são feitos de aço inoxidável, liga de titânio molibdênio (TMA) e níquel-titânio (NiTi) (KAPHOOR e SUNDARESWARAN, 2011), por possuírem a flexibilidade, força e resistência química necessárias para os propósitos ortodônticos, porém por serem claramente visíveis, os pacientes com bráquetes estéticos podem ser resistentes à eles (SILVA *et al.*, 2013).

O revestimento dos fios ortodônticos é uma solução para o problema estético. Os materiais usados no recobrimento são polímeros como resina que contém flúor sintético ou resina epóxi composta principalmente por politetrafluoretileno (Teflon), que é usado para simular a cor do dente (KAPHOOR e SUNDARESWARAN, 2011; MURAYAMA, M. *et al.*, 2013; SILVA *et al.*, 2013). Existem também os fios de NiTi recobertos por ródio (Rh NiTi), que possuem menor reflexividade, portanto são mais estéticos (KATIC *et al.*, 2014); e os fios Woowa (Dany Harvest, Seoul, South Korea), compostos por uma camada dupla de estrutura de recobrimento, sendo sua camada externa de polímero especial (IIJIMA *et al.*, 2012). Além de fios revestidos, outra opção seria os fios de polímero sólido, por serem transparentes ou translúcidos, entretanto, não possuem ainda as características necessárias para um fio ortodôntico (BURSTONE *et al.*, 2011; GOLDBERG *et al.*, 2011). O revestimento dos fios cria uma superfície modificada, que pode afetar o atrito, propriedades corrosivas e sua durabilidade mecânica. Além disso, podem ocorrer mudanças na dimensão do núcleo interior do fio para compensar a espessura da camada de recobrimento, o que também irá alterar suas propriedades mecânicas (KAPHOOR e SUNDARESWARAN, 2011; SILVA *et al.*, 2013).

A hipótese nula deste estudo era que não haveria diferença no comportamento da torção de fios estéticos e convencionais da mesma dimensão. O objetivo foi comparar a expressão de torque e comportamento na curva de desativação aos 20° e no torque máximo aos 90° de fios retangulares de NiTi estéticos e convencionais de mesma secção transversal submetidos à torção sob as mesmas condições de teste.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

O presente estudo consistiu em teste laboratorial de avaliação de fios ortodônticos de NiTi estéticos e convencionais de quatro marcas comerciais (American Orthodontics, Eurodonto, Orthometric® e TP Orthodontics®). Foram utilizados 12 segmentos de arcos retangulares pré-contornados de cada marca, sendo seis estéticos e seis convencionais, com seção transversal de 0.016"x0.022". O fio estético da marca TP Orthodontics® apresenta camada de teflon apenas na superfície vestibular do fio, enquanto que o fio da American Orthodontics, comercialmente chamado de *EverWhite* NiTi, possui revestimento de teflon em todas as suas superfícies. As marcas Eurodonto e Orthometric® (Flexy NiTi) possuem fios estéticos recobertos por ródio (Rh) (TAB. 1). Todos os fios foram considerados superelásticos pelos fabricantes.

TABELA 1 – Amostra utilizada e característica dos fios

Marca comercial	Calibre	Grupo Controle	Grupo Experimental	Superelástico
American Orthodontics	0.016"x0.022"	NiTi convencional	NiTi com revestimento de teflon em todas as superfícies	Sim
Eurodonto	0.016"x0.022"	NiTi convencional	NiTi com revestimento de ródio	Sim
Orthometric®	0.016"x0.022"	NiTi convencional	NiTi com revestimento de ródio	Sim
TP Orthodontics®	0.016"x0.022"	NiTi convencional	NiTi com revestimento de teflon na superfície vestibular	Sim

Os segmentos de fio foram obtidos a partir da parte reta do arco. O corpo de prova teve 28 mm e o comprimento de separação útil na máquina era de 20 mm. Foi utilizada a máquina de torção *AN8050* (Analógica, Belo Horizonte, Brasil; FIG. 1), onde cada segmento foi posicionado e, depois de fixado, sofreu torção no sentido horário de 0° a 90° com velocidade angular de 180 graus/minuto, e retornou para a posição inicial. Os testes foram realizados à temperatura ambiente e sob as mesmas condições para todas as marcas.

O momento de torção gerado em cada intervalo de ativação e desativação foi medido em Newton-centímetros (N.cm). Todos os ensaios foram coordenados pelo programa *MicroTorque*, que realizava a leitura instantânea dos resultados, emitindo-os em forma de gráficos de valores máximos de torque e relação torção/deflexão. Todos os gráficos foram compilados e analisados no programa *OriginPro 8*.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise estatística de variância ANOVA para estabelecer a relação entre os torques dos fios convencionais e estéticos obtidos em 20° de torção no descarregamento e em 90° para o torque máximo, considerando as marcas comerciais avaliadas. Considerou-se a hipótese de igualdade estatisticamente significativa a 95% de confiança.



FIGURA 1A – Máquina de torção AN8050 utilizada nos testes



FIGURA 1B – Fio posicionado e teste de torção em andamento

3 RESULTADOS

O GRÁFICO 1 representa a curva média obtida para todos os fios de NiTi convencionais quando sujeitos ao teste de torção.

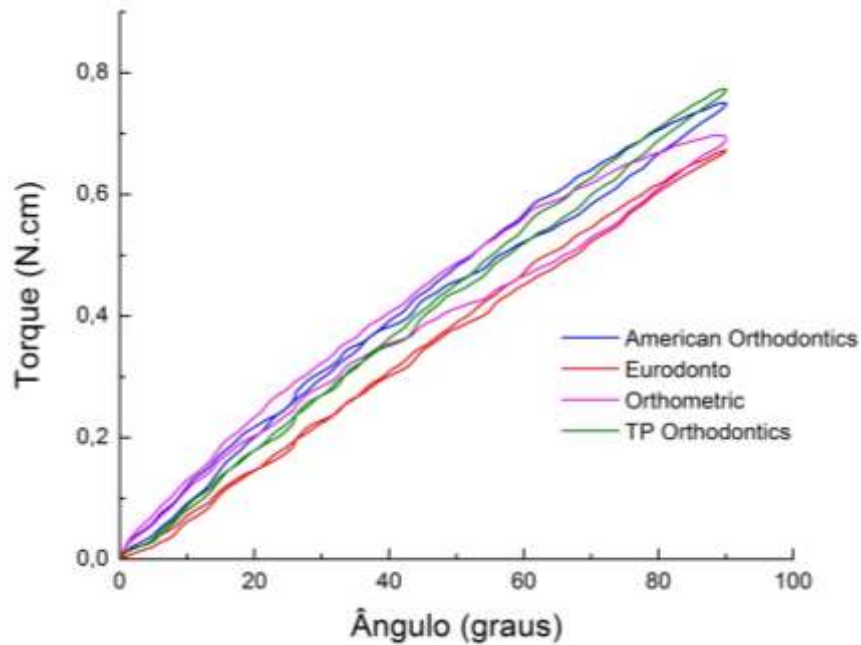


GRÁFICO 1 – Curva média obtida em todos os fios de NiTi convencionais

O GRÁFICO 2 representa a curva média obtida para todos os fios de NiTi estéticos quando sujeitos ao teste de torção.

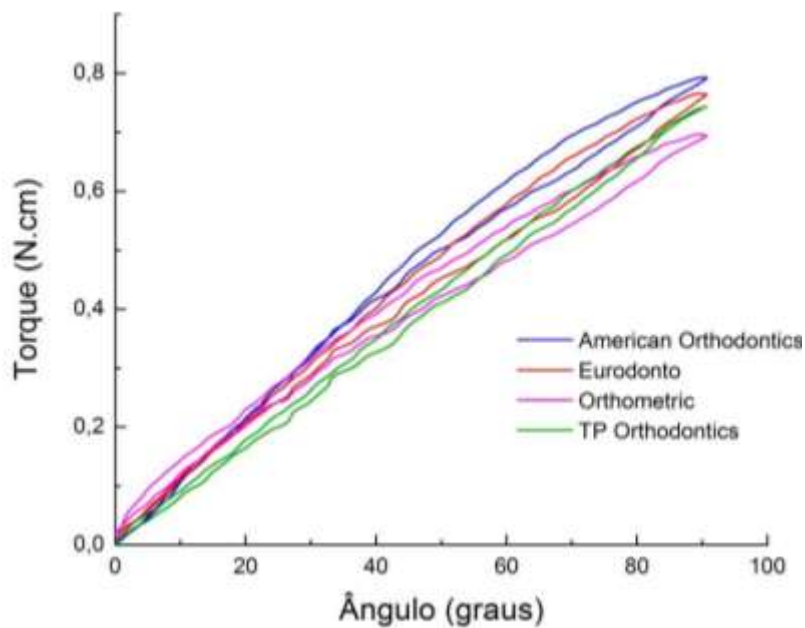


GRÁFICO 2 – Curva média obtida em todos os fios de NiTi estéticos

O GRÁFICO 3 representa a comparação entre comportamento do torque dos fios American Orthodontics convencional e estético. Pode-se observar que o fio estético atinge um nível de torque maior durante o ensaio.

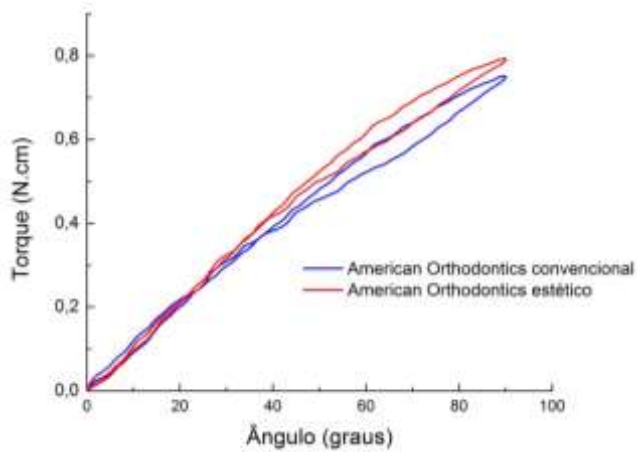


GRÁFICO 3 – Torque médio obtido para os fios convencionais e estéticos da American Orthodontics

O GRÁFICO 4 representa a comparação entre comportamento do torque dos fios Eurodonto convencional e estético. É nítida a diferença do torque entre os dois, sendo o estético o de maior torque durante todo o teste.

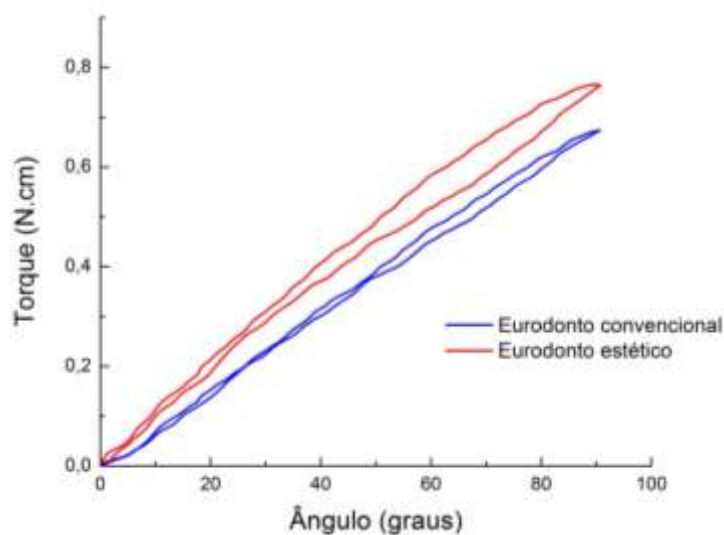


GRÁFICO 4 – Torque médio obtido para os fios convencionais e estéticos da Eurodonto

O GRÁFICO 5 representa a comparação entre comportamento do torque dos fios Orthometric® convencional e estético. O fio convencional apresenta maior torque na ativação e menor torque na desativação quando comparado ao estético.

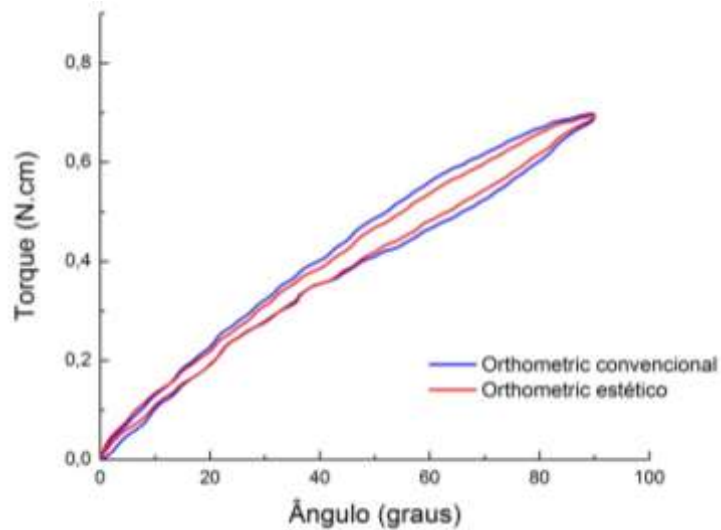


GRÁFICO 5 – Torque médio obtido para os fios convencionais e estéticos da Orthometric®

O GRÁFICO 6 mostra a comparação entre o comportamento do torque de fios convencional e estético da TP Orthodontics®. Observa-se que o fio convencional apresenta forças maiores do que o estético.

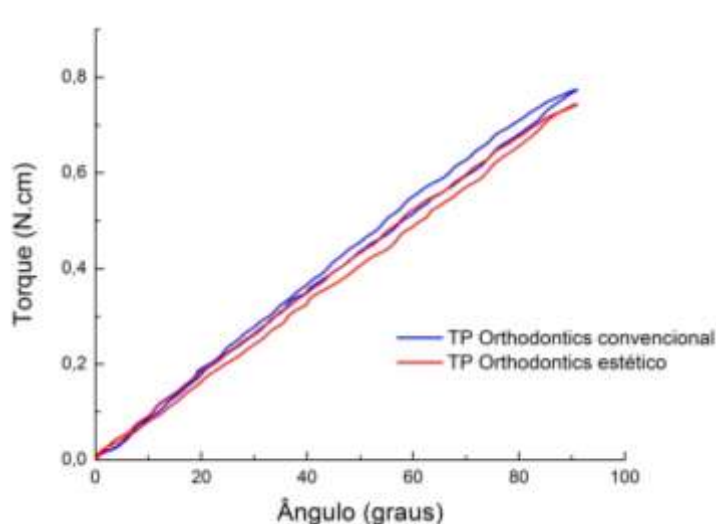


GRÁFICO 6 – Torque médio obtido para os fios convencionais e estéticos da TP Orthodontics®

A TAB. 2 mostra os valores médios de torque aos 20° durante o descarregamento, juntamente com o desvio padrão (IDP), para todas as amostras de fios testados. Pode-se notar que os fios convencional e estético da American Orthodontics são os que apresentam maiores de valores de torque (0,215 N.cm e 0,207 N.cm, respectivamente). Já o fio convencional da Eurodonto apresentou menor torque (0,142 N.cm), enquanto que o fio estético da TP Orthodontics® teve menor valor (0,161 N.cm).

TABELA 2 – Análise comparativa do torque (N.cm) aos 20° no descarregamento obtido em fios convencionais e estéticos de NiTi 0.016"x0.022".

		American Orthodontics	Eurodonto	Orthometric®	TP Orthodontics®
CONVENCIONAIS	Média	0,215 ± 0,026	0,142 ± 0,044	0,199 ± 0,028	0,179 ± 0,032
ESTÉTICOS	Média	0,207 ± 0,034	0,200 ± 0,027	0,196 ± 0,041	0,161 ± 0,046

A TAB. 3 apresenta a análise estatística da comparação entre valores de torque aos 20° no descarregamento encontrados em fios convencionais de todas as marcas. A TAB. 4 apresenta a mesma análise para os fios estéticos. Nota-se que, dentre os fios estéticos, não houve diferença estatisticamente significativa quando os torques foram comparados ($p > 0,05$). Já entre os fios convencionais, houve diferença estatisticamente significativa entre os fios da American Orthodontics e Eurodonto ($p = 0,006$), entre as marcas Orthometric® e Eurodonto ($p = 0,024$).

TABELA 3 – Análise estatística da comparação de valores de torque aos 20° no descarregamento encontrados nos fios convencionais estudados.

	American Orthodontics	Eurodonto	Orthometric®	TP Orthodontics®
American Orthodontics	–	$p = 0,006 *$	$p = 0,316$	$p = 0,054$
Eurodonto	$p = 0,006 *$	–	$p = 0,024 *$	$p = 0,127$
Orthometric®	$p = 0,316$	$p = 0,024 *$	–	$p = 0,271$
TP Orthodontics®	$p = 0,054 *$	$p = 0,127$	$p = 0,271$	–

* $p \leq 0,05$ (ANOVA)

TABELA 4 – Análise estatística da comparação de valores de torque aos 20° no descarregamento encontrados nos fios estéticos estudados.

	American Orthodontics	Eurodonto	Orthometric®	TP Orthodontics®
American Orthodontics	–	p = 0,704	p = 0,619	p = 0,076
Eurodonto	p = 0,704	–	p = 0,840	p = 0,103
Orthometric®	p = 0,619	p = 0,840	–	p = 0,194
TP Orthodontics®	p = 0,076	p = 0,103	p = 0,194	–

* $p \leq 0,05$. (ANOVA)

A TAB. 5 exibe a análise estatística da comparação entre valores do torque aos 20° no descarregamento de fios convencionais e estéticos do mesmo fabricante. Apenas o fio da marca Eurodonto apresentou diferença estatisticamente significativa ($p \leq 0,05$, sendo $p = 0,022$).

TABELA 5 – Análise estatística da comparação de valores de torque aos 20° no descarregamento de fios convencionais e estéticos de mesmo fabricante.

	Valor-p
American Orthodontics	p = 0,637
Eurodonto	p = 0,022 *
Orthometric®	p = 0,872
TP Orthodontics®	p = 0,437

* $p \leq 0,05$. (ANOVA)

A TAB. 6 mostra os valores médios de torque máximo (90°), juntamente com o desvio padrão, para todas as amostras de fios testados. Pode-se notar que o fio convencional da TP Orthodontics® apresentou maior de valor de torque médio (0,774 N.cm), enquanto que o fio estético com maior valor de torque foi o da American Orthodontics (0,792 N.cm). O fio convencional da Eurodonto apresentou menor torque (0,673 N.cm), enquanto que o fio estético da Orthometric® teve menor valor (0,696 N.cm).

TABELA 6 – Análise comparativa do torque máximo (90°) obtido em todos os fios.

		American Orthodontics	Eurodonto	Orthometric®	TP Orthodontics®
CONVENCIONAIS	Média	0,750 ± 0,030	0,673 ± 0,058	0,697 ± 0,047	0,774 ± 0,022
ESTÉTICOS	Média	0,792 ± 0,055	0,764 ± 0,014	0,696 ± 0,032	0,742 ± 0,053

A TAB. 7 e 8 apresentam a análise estatística da comparação entre valores de torque máximo (90°) encontrados em fios convencionais e estéticos, respectivamente, de todas as marcas. Nota-se que, dentre os fios estéticos, houve diferença estatisticamente significativa quando foram comparados os torques da Eurodonto e Orthometric® ($p=0,001$); e entre American Orthodontics e Orthometric® ($p=0,004$). Já entre os fios convencionais, houve diferença estatisticamente significativa entre os fios da American Orthodontics e Eurodonto ($p=0,016$), American Orthodontics e Orthometric® ($p=0,042$), Eurodonto e TP Orthodontics® ($p=0,003$), e entre Orthometric® e TP Orthodontics® ($p=0,005$).

TABELA 7 – Análise estatística da comparação de valores de torque máximo (90°) encontrados nos fios convencionais estudados.

	American Orthodontics	Eurodonto	Orthometric®	TP Orthodontics®
American Orthodontics	–	$p = 0,016 *$	$p = 0,042 *$	$p = 0,151$
Eurodonto	$p = 0,016 *$	–	$p = 0,448$	$p = 0,003 *$
Orthometric®	$p = 0,042 *$	$p = 0,448$	–	$p = 0,005 *$
TP Orthodontics®	$p = 0,151$	$p = 0,003 *$	$p = 0,005 *$	–

* $p \leq 0,05$. (ANOVA)

TABELA 8 – Análise estatística da comparação de valores de torque máximo (90°) encontrados nos fios estéticos estudados.

	American Orthodontics	Eurodonto	Orthometric®	TP Orthodontics®
American Orthodontics	–	$p = 0,258$	$p = 0,004 *$	$p = 0,142$
Eurodonto	$p = 0,258$	–	$p = 0,001 *$	$p = 0,350$
Orthometric®	$p = 0,004 *$	$p = 0,001 *$	–	$p = 0,095$
TP Orthodontics®	$p = 0,142$	$p = 0,350$	$p = 0,095$	–

* $p \leq 0,05$. (ANOVA)

A TAB. 9 exhibe a análise estatística da comparação entre valores do torque máximo de fios convencionais e estéticos de mesmo fabricante. Conclui-se que apenas o fio

da marca Eurodonto apresentou diferença estatisticamente significativa ($p \leq 0,05$, sendo $p=0,004$).

TABELA 9 – Análise estatística da comparação de valores de torque máximo (90°) de fios convencionais e estéticos de mesmo fabricante.

	Valor-p
American Orthodontics	$p = 0,134$
Eurodonto	$p = 0,004^*$
Orthometric®	$p = 0,956$
TP Orthodontics®	$p = 0,207$

* $p \leq 0,05$. (ANOVA)

4 DISCUSSÃO

Para corrigir más oclusões associadas com inclinação axial irregular do dente faz-se necessário o movimento controlado de raiz, o qual é comumente chamado de movimento de terceira ordem ou torque de raiz. O momento de força que gera rotação do dente em torno do eixo x (vestíbulo-lingual) é conhecido como expressão de torque (ARCHAMBAULT *et al.*, 2010). No presente estudo, os ensaios foram levados até um torque máximo de 90° e retornaram a 0° para que a curva de descarga pudesse ser analisada. A curva de descarga é a de interesse para o ortodontista, pois ela representa a força distribuída no dente pelos fios durante o tratamento ortodôntico (ELAYYAN *et al.*, 2010; GATTO *et al.*, 2013). Optou-se por avaliar o torque em 20° durante a desativação por este ser o torque máximo da maioria das prescrições dos bráquetes comercialmente disponíveis. Meling e Ødegaard, (1998) defendem a ideia que uma ativação de 25° seria razoável no ponto de vista clínico, mas que este valor seria insuficiente para revelar a superelasticidade de fios de NiTi.

Diferente de estudos de dobramento de três pontos, os testes de torção envolvendo fios de NiTi estéticos e convencionais não são tão abundantes na literatura, o que deixa a comparação direta com outros achados científicos difícil de ser realizada. Neste estudo, pôde-se notar que os torques em 20° durante o descarregamento dos fios convencionais da marca American Orthodontics foram maiores (0,215 N.cm), enquanto que os da Eurodonto foram menores (0,142 N.cm). Já para os fios estéticos, a American Orthodontics também foi a marca que apresentou maior torque (0,207 N.cm) e a de menor valor foi a TP Orthodontics® (0,161 N.cm), porém, não foi notada diferença estatisticamente significativa quando os torques de fios estéticos foram comparados entre si. Na comparação entre os fios convencionais, houve diferença estatisticamente significativa entre os fios da American Orthodontics e Eurodonto ($p=0,006$), sendo que o fio da American Orthodontics apresentou maior torque (0,215 N.cm) e do da Eurodonto teve torque de apenas 0,142 N.cm. Também foi encontrada diferença estatisticamente significativa entre os fios convencionais da Orthometric® e Eurodonto ($p=0,024$), de modo que o primeiro apresentou torque de 0,199 N.cm e o segundo de 0,142 N.cm. Ao comparar estatisticamente fios convencionais e estéticos de mesmo fabricante, o único que apresentou diferença significativa foi o fio Eurodonto, tanto em 20° na descarga ($p=0,022$), como no torque máximo de 90° ($p=0,004$). Ao avaliar o valor médio do torque dos fios convencional e estético da Eurodonto com os fios de outras marcas, observa-se que seu fio estético está dentro do padrão encontrado, enquanto que o fio convencional possui menor valor médio de torque, logo, liberaria menor força ao dente.

Esses achados indicam que, em geral, os fios estéticos e convencionais testados tiveram desempenho semelhante quando comparados entre eles, para cada fabricante. Ao confrontar este dado com o que a literatura indica sobre o comportamento de fios estéticos e convencionais durante o dobramento de três pontos, observa-se uma incongruência de informações, uma vez que fios estéticos liberaram menor força em alguns estudos (BRADLEY *et al.*, 2014; ELAYYAN *et al.*, 2010; KAPHOOR. e SUNDARESWARAN, 2012; SILVA *et al.*, 2013) e maior força em outros (IIJIMA, 2012).

Em estudo de dobramento de três pontos feito com fios de Rh NiTi, foi observado que o módulo de elasticidade desses fios é significativamente maior na carga e descarga, exibindo maior rigidez entre os fios testados (NiTi convencional, NiTi Nitrificado e Rh NiTi). Concluiu-se que o tipo de revestimento não afetou as propriedades de trabalho dos fios na descarga, porém o revestimento de ródio aumentou a rigidez e produziu forças maiores durante a carga (KATIC *et al.*, 2014). Ao analisar o GRÁF. 4 e 5, percebe-se que o achado deste estudo para as marcas TP Orthodontics® e Orthometric® não corroboram com a conclusão de Katic *et al.* (2014) no que diz respeito à torção.

Fios recobertos podem ter seu núcleo interior reduzido para compensar a espessura da camada de recobrimento. Os clínicos devem saber que, normalmente, os fabricantes relatam a dimensão da secção transversal do fio incluindo a espessura do recobrimento, e não o tamanho real apenas do material de NiTi (ELAYYAN *et al.*, 2010; KAPHOOR e SUNDARESWARAN, 2011). Portanto, não se deve esperar que esses arcos tenham comportamento mecânico similar aos fios não recobertos com as mesmas dimensões. Mudanças nas dimensões dos fios podem influenciar a folga de torção e a rigidez (SILVA, D.L. *et al.*, 2013). O presente estudo não realizou a medição da camada de revestimento, tampouco do núcleo interior de NiTi, porém, é interessante notar que os fios recobertos por teflon se comportaram de forma inesperada. O fio que possui todas suas superfícies recobertas (American Orthodontics) apresentou maiores forças durante o ensaio de torção quando comparado com o NiTi convencional (GRÁF.3), porém não houve diferença estatisticamente significativa quando comparados na desativação em 20° ($p=0,637$). Já o fio que possui apenas sua superfície vestibular recoberta (TP Orthodontics®) mostrou menor torque quando comparado ao NiTi convencional (GRÁF. 6), também sem apresentar diferença estatisticamente significante ($p=0,437$). Os resultados dos estudos de Silva *et al.*(2013), indicam a importância de se considerar a utilização de fios mais calibrosos quando se usa fios com todas suas faces recobertas, entretanto, segundo a presente pesquisa, isso não seria necessário, uma vez que não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre os fios estéticos e convencionais. Os autores recém citados ainda sugerem que os fabricantes devem manter o núcleo interno do fio com dimensões iguais, e aplicar a camada de recobrimento apenas na face vestibular do fio.

Todos os fios deste estudo foram considerados superelásticos pelos fabricantes, porém, existe pouca vantagem em usar fios de NiTi superelásticos como arcos de nivelamento quando comparados com arcos de NiTi convencionais e arcos de aço inoxidável multitraçado. Logo, a significância clínica do uso de fios superelásticos está sendo questionada para casos de apinhamentos leves (GURGEL *et al.*, 2001; SCHUMACHER *et al.*, 1992, apud MELING, T. R.; ØDEGAARD, J., 1998; MELING, T. R.; ØDEGAARD, J., 1998). Meling e Ødegaard, 1998, justificaram esse fato pela necessidade de pelo menos 45° de ativação para mostrar o platô de desativação.

Por definição, cada liga metálica ortodôntica possui um módulo de elasticidade que não varia, mesmo quando se altera a espessura ou a secção transversal do fio. O módulo de elasticidade corresponde à dureza elástica ou rigidez do material. Quanto maior o módulo de elasticidade de um fio, maior sua relação carga/deflexão e maior sua rigidez (SCHEMANN-MIGUEL *et al.*, 2012; SILVA *et al.*, 2013). As ligas ortodônticas com alto módulo de elasticidade são o aço inoxidável e o Cromo-Cobalto, e as ligas com módulos de elasticidade mais baixos são o TMA e NiTi. Archambault *et al.* (2010) compararam a expressão de torque entre fios de aço inoxidável, TMA e NiTi e concluíram que em ângulos de torque maiores que 24°, fios de aço inoxidável forneceram 1,5 a 2 vezes mais torque que o TMA e 2,5 a 3 vezes mais que o NiTi. Logo, não era de se esperar que os fios NiTi pudessem exercer grandes quantidades de torque neste ensaio. O ortodontista que utiliza fios retangulares superelásticos para promover alinhamento, nivelamento e torque pode selecionar o fio mais apropriado quando a resiliência é levada em consideração. Fios que produzem menores momentos podem não permitir a correção do torque tão bem quanto os fios com maior rigidez. Por esses problemas, a finalização do alinhamento, nivelamento e torque deve ser feito com fios de aço inoxidável retangulares (GURGEL *et al.*, 2001).

Os fios dos ensaios em questão foram fixados na máquina de torção através das garras da mesma, e não por bráquetes ou aparatos ortodônticos. O ângulo em que o torque começa a ser expresso mais significativamente nos ensaios pode variar de acordo com a marca e tipo do bráquete (autoligado passivo, autoligado ativo ou convencional), o material para sua confecção e o tipo de ligadura usada quando o bráquete usado for convencional, como defendido por Archambault *et al.* em 2010. Embora o valor do torque possa ser mensurado, é improvável, e até mesmo não recomendado, que o ortodontista exerça uma quantidade de torque muito elevada em um dente. O conceito de força ortodôntica ótima vem sendo discutido desde o século XX e Schwarz, 1982, definiu força ótima como aquela que determina uma mudança na pressão similar à pressão capilar, para que a oclusão dos vasos na área de compressão do ligamento periodontal seja prevenida. Ele defende que forças de 15 a 20 gramas por centímetro quadrado devem ser aplicadas para que haja uma força ótima biologicamente.

Pandis e Bourauel, 2010, sugeriram que os estudos metalúrgicos de testes de fios de NiTi podem facilitar a obtenção de informações úteis sobre as propriedades fundamentais desses fios. Porém, quando usados para extrapolar as evidências clínicas da performance dos fios de NiTi, esses estudos falham em fornecer dados confiáveis.

5 CONCLUSÃO

1. Quando comparados os torques dos fios estéticos e convencionais de mesma marca de calibre 0.016"x0.022", não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas, exceto os fios da marca Eurodonto.
2. O fio estético da marca Eurodonto apresentou torque médio dentro do padrão dos outros fios estéticos tanto aos 20° quanto aos 90°, levando a concluir que seu fio convencional não aplica a mesma força que as demais marcas avaliadas neste estudo.

REFERÊNCIAS

- ARCHAMBAULT, A. *et al.* A comparison of torque expression between stainless steel, titanium molybdenum alloy, and copper nickel titanium wires in metallic self-ligating brackets. *Angle Orthodontist*, v. 80, n. 5, p. 884-889, 2010.
- BRADLEY, T. G., *et al.* An investigation into the mechanical and aesthetic properties of new generation coated nickel-titanium wires in the as-received state and after clinical use. *European Journal of Orthodontics*, v. 36, p. 290-296, 2014.
- BURSTONE, C.J. *et al.* Polyphenylene polymers as esthetic orthodontic archwires. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, v. 139, n. 4, p. e391-e398, 2011.
- ELAYYAN, F. *et al.* Mechanical properties of coated superelastic archwires in conventional and self-ligating orthodontic brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, v.137, n. 2, p. 213-217, 2010.
- GATTO, E. *et al.* Load–deflection characteristics of superelastic and thermal nickel–titanium wires. *European Journal of Orthodontics*, v. 35, p. 115–123, 2013.
- GOLDBERG, A.J. *et al.* Viscoelastic properties of an aesthetic translucent orthodontic wire. *European Journal of Orthodontics*, v. 33, p. 673-678, 2011.
- GURGEL, J.A. *et al.* Torsional properties of commercial nickel-titanium wires during activation and deactivation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, v. 120, n. 1, p. 76-79, 2001.
- IJIMA, M. *et al.* Effect of coating on properties of esthetic orthodontic nickel-titanium wires. *Angle Orthod*, v. 82, n. 2, p. 319-325, 2012.
- KAPHOOR, A.A. e SUNDARESWARAN, S. Aesthetic nickel titanium wires - how much do they deliver? *European Journal of Orthodontics*, v. 34, p. 603-609, 2012.
- KATIC, V. *et al.* Influence of surface layer on mechanical and corrosion properties of nickel-titanium orthodontic wires. *Angle Orthod*, v. 84, n. 6, p. 1041-1048, 2014.
- MELING, T. R.; ØDEGAARD, J. On the variability of cross-sectional dimensions and torsional properties of rectangular nickel-titanium arch wires. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, v. 113, n. 5, p. 546-557, 1998.

MELING, T. R., ØDEGAARD, J. The effect of temperature changes on the elastic responses to longitudinal torsion of rectangular nickel titanium archwires. *Angle Orthodontist*, v. 68, n. 4, p. 357-368, 1998.

MURAYAMA, M. *et al.* Relationship between friction force and orthodontic force at the leveling stage using coated wire. *J. Appl Oral Sci*, v. 21, n. 6, p. 554-559, 2013.

PANDIS, N.; BOURAUUEL, C. P. Nickel-Titanium (NiTi) Arch Wires: The Clinical Significance of Super Elasticity. *Semin Orthod*, v. 16, p. 249-257, 2010.

SILVA, D.L. *et al.* Cross-section dimensions and mechanical properties of esthetic orthodontic coated archwires. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, v. 143, n. 4, p. 85-91, 2013.

SCHEMANN-MIGUEL, F. *et al.* Comparative analysis of the load/deflection of NiTi conventional and termoativados of rectangular section arches. *Dental Press J Orthod*, v. 17, p. 35, 2012.

SCHUMACHER, H. A., *et al.* Deaktivierungsverhalten und Effektivität verschiedener orthodontischer Nivellierungsboğen - eine dynamische Analyse der Kraftsysteme. *Fortschr Kieferorthop*, v.53, p. 273-285, 1992 *apud* MELING, T. R.; ØDEGAARD, J. On the variability of cross-sectional dimensions and torsional properties of rectangular nickel-titanium arch wires. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, v. 113, n. 5, p. 546-557, 1998.

SCHWARZ, M.D. Tissue changes incidental to orthodontic tooth movement. *Int J Orthod Oral Surg Radiog*, v. 18, p. 331-352, 1982.