

# UTILIZAÇÃO DE FIOS ORTODÔNTICOS DURANTE MECANOTERAPIA FIXA: REVISÃO SISTEMÁTICA

## WIRES ORTHODONTIC USE DURING MECHANO FIXED: SYSTEMATIC REVIEW

VITOR MOURA CHIARADIA<sup>1\*</sup>, RENATA CRISTINA GOBBI DE OLIVEIRA<sup>2</sup>, DIOGO MARQUES SAPATA<sup>3</sup>, RICARDO CÉSAR GOBBI DE OLIVEIRA<sup>4</sup>

1. Graduando em odontologia pela Faculdade Ingá - Uningá - Maringá-P; 2. Doutora em Ortodontia pela Faculdade de Odontologia de Bauru (FOB) – USP / Docente da disciplina de Ortodontia e Imaginologia da Faculdade INGÁ – Maringá – PR; 3. Especialista em Ortodontia pela Faculdade Ingá - Uningá - Maringá-PR / Mestre em odontologia Integrada pela Universidade Estadual de Maringá (UEM); 4. Especialista em Ortodontia e Implante pela Faculdade Ingá - Uningá - Maringá-PR, Mestre e Doutor em Ortodontia pela Faculdade de Odontologia de Bauru (FOB) – USP / Docente da disciplina de Ortodontia da Faculdade INGÁ – Maringá – PR.

\*Rua Marechal Deodoro, 796, apto 203, Zona 7, Maringá, Paraná. CEP: 87030-020. [vitorchiaradia@hotmail.com](mailto:vitorchiaradia@hotmail.com)

Recebido em 27/09/2016. Aceito para publicação em 16/12/2016

### RESUMO

**Objetivo:** Este estudo realizou uma revisão sistemática de literatura quanto a eficiência de diferentes ligas metálicas presentes no dia-a-dia do ortodontista em determinados momentos do tratamento ortodôntico. **Metodologia:** A estratégia de busca foi realizada em três fases, na qual, se tratava de uma busca inicial, avaliando a qualidade dos trabalhos, depois foi realizado uma busca sistemática, na base de dados PubMed, EBSCO e Periódico CAPES no período compreendido de 1988 a 2016, com os seguintes descritores "Orthodontic Wires", "Orthodontics preventive", "Orthodontic interceptive", "Orthodontic corrective", e por fim foi efetuado uma busca manual, que compreendia a retirada de trabalhos que não satisfaziam os critérios sugeridos para aceitação nessa revisão. **Resultados:** Foi encontrado um total de 3493 artigos, após aplicação do método de busca, e após leitura e compreensão dos textos apenas 37 trabalhos foram utilizados e 3456 foram excluídos. **Conclusão:** As características das ligas metálicas dos arcos ortodônticos presentes na ortodontia influenciam diretamente no tratamento ortodôntico, na qual, em determinadas fases do tratamento um tipo de arco ortodôntico, é mais indicado no início, durante e ao final do tratamento, ao ponto que se não respeitar as propriedades o prognóstico se torna desfavorável.

**PALAVRAS-CHAVE:** Ortodôntico, fios, ortodontia preventiva, ortodôntico, interceptiva, Ortodôntico para correção.

### ABSTRACT

**Objective:** This study performed a systematic review of the literature regarding the effectiveness of different metal alloys present in the daily orthodontist at certain times of orthodontic treatment. **Methodology:** The search strategy was carried out in three phases: an initial search, assessing the quality of work;

then conducted a systematic search in the data base PubMed, EBSCO and Periodic CAPES in the period 1988 to 2016, with the following descriptors "Orthodontic Wires", "Orthodontics preventive", "Orthodontic interceptive", "Orthodontic corrective", and finally it was made a manual search comprising the removal papers that did not meet the suggested criteria for acceptance in this review. **Results:** A total of 3493 articles were found after application of the search method, and after reading and understanding the papers only 37 works were used and 3456 were excluded. **Conclusion:** The characteristics of metal alloys of orthodontic arches has directly influence the orthodontic treatment in which, at certain stages of treatment a type of orthodontic arch, is more indicated at the beginning, during and after treatment, and if not respect the properties the prognosis becomes unfavorable.

**KEYWORDS:** Orthodontic, wires, orthodontics, preventive, orthodontic, interceptive, orthodontic, corrective.

### 1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento dos arcos ortodônticos tem colaborado com tratamentos mais confortáveis e eficientes. Segundo, Louly (2013)<sup>1</sup>, desde o início da ortodontia foram várias as ligas metálicas utilizadas na prática do dia-a-dia como, latão, cobre, prata e aço inoxidável. Dependendo da fase do tratamento são utilizados até hoje. Contudo fios de Níquel-Titânio (NiTi) são cada vez mais constantes e presentes na mecânica ortodôntica, exclusivamente no início do tratamento.

Muitas ligas metálicas de fios ortodônticos estão à disposição dos profissionais, e ao mesmo tempo é fundamental compreender as características de todas as ligas.<sup>2-7</sup> estudaram as propriedades das ligas metálicas do arcos ortodônticos mas mesmo após variados estudos pouco se sabe da eficiência das diferentes ligas metálicas

quando comparadas entre si em diferentes momentos do tratamento ortodôntico.

Existem muitos trabalhos<sup>4-30</sup>, que exploraram as propriedades mecânicas e superficiais das ligas metálicas dos arcos ortodônticos através de variadas metodologias, seja in vivo ou in vitro, com exposição em meio bucal ou não. Estes autores conseguiram diversos resultados e conclusões sobre as diversas ligas metálicas. Mas ainda não se vê muitas revisões de literatura abordando todos os resultados obtidos até o momento.

Eliades (2005)<sup>2</sup>, avaliou sistematicamente determinadas variáveis de desempenho do arco ortodôntico, como o envelhecimento que afetam a morfologia, estrutura e propriedades mecânicas dos materiais ortodônticos poliméricos e metálicos. Foram analisados os efeitos do envelhecimento em meio bucal sobre a longevidade das propriedades dos fios na qual atuam na mecanoterapia, contudo não houve relação da eficiência entre determinados fios em certos momentos do tratamento.

Por sua vez, Burrow (2009)<sup>3</sup>, realizou uma revisão crítica da literatura, na qual, seus resultados demonstraram que o atrito não é o principal componente de resistência ao deslizamento da mecânica ortodôntica, e que o contato do fio com o braquete desde o início do tratamento é muito mais relevante. No entanto, pouco se pode afirmar a relação do atrito com a eficiência do tratamento, cabendo assim esta presente revisão também abordar o efeito do atrito na mecânica ortodôntica.

O objetivo desse estudo foi avaliar através de uma revisão sistemática de literatura a eficiência de diferentes ligas metálicas presentes no dia-a-dia do ortodontista em determinados momentos do tratamento ortodôntico.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### Estratégia de busca

A revisão sistemática foi dividida em três fases:

Fase 1: Busca inicial. Foi realizada com o objetivo de estimar a quantidade de informações publicadas sobre o tema em estudo, bem como a qualidade (revisões sistemáticas, testes clínicos aleatórios, etc.). Outro objetivo foi identificar as bases de dados mais adequadas e os termos a serem utilizados na pesquisa.

Fase 2: Busca sistemática. Quanto as bases de dados. Foi realizado uma busca computadorizada nas bases de dados PubMed, EBSCO, Portal CAPES no período compreendido de 1988 a 2016. Os descritores da pesquisa foram "Orthodontic Wires", "Orthodontics preventive", "Orthodontic interceptive", "Orthodontic corrective", os quais foram cruzados nos mecanismos de busca. A lista inicial de artigos, que foram avaliados por seu título e resumo, foi submetida aos critérios de inclusão para determinar a amostra final de artigos.

Os critérios de inclusão para a seleção dos artigos, sendo, relato de casos, revisões sistemáticas, metanálises, coorte, caso-controle, estudos randomizados, deveriam compreender:

-Estudos que relatavam as principais propriedades dos fios de NiTi, e a que ponto essas propriedades interferem na eficiência do tratamento ortodôntico

-Artigos publicados de 1986 a 2016

-Artigos redigidos em língua inglesa e portuguesa

A revisão sistemática foi realizada pelos autores da pesquisa, um terceiro revisor comparou os resultados dos dois primeiros revisores. Esta pesquisa foi realizada entre os dias 31 de Janeiro e 26 de Agosto de 2016.

Fase 3: Busca Manual. As referências foram retiradas dos artigos selecionados na fase 2 que não cumpriram com os requisitos da estratégia de busca.

## 3. RESULTADOS

### Resultados de busca

Conforme a estratégia de busca mencionada na metodologia, foi encontrado um total de 3493 artigos, sem exclusão de qualquer artigo.

Em detalhes, conforme as buscas pelos descritores, não foram encontrados artigos quando informado todos os descritores ao mesmo tempo na ferramentas de buscas; já quando mencionado "Orthodontic Wires" e "Orthodontics preventive"; os resultados foram de 25 artigos; "Orthodontic Wires" e "Orthodontic interceptive"; os resultados chegaram a 37 artigos, "Orthodontic Wires" e "Orthodontic corrective", os resultados foram de 319 artigos e por fim, apenas "Orthodontic Wires" os resultados atingiram 3091 publicações. A mesma sequência de descritores foi realizada para encontrar revisões de literatura e o resultado total foi de 120 revisões onde foram incluídas apenas 4, contudo, quando informado todos os descritores não foi encontrado nenhuma revisão.

Após aplicação do método de busca, e após leitura e compreensão dos textos apenas 37 trabalhos foram utilizados e 3456 artigos foram excluídos da revisão sistemática.

## 4. DISCUSSÃO

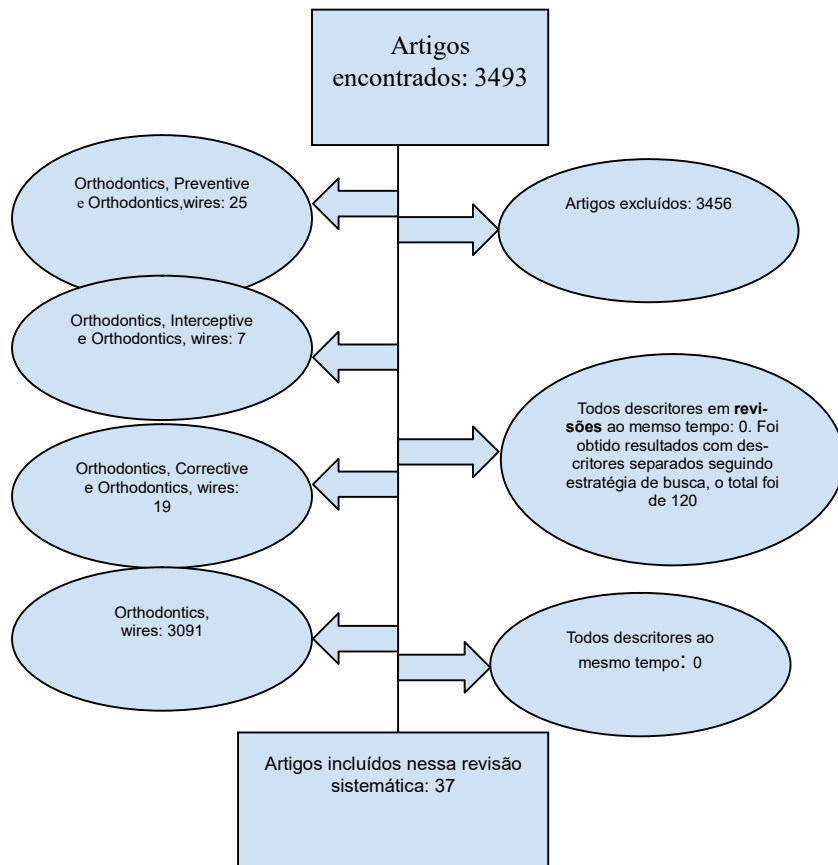
Este estudo encontrou uma grande quantidade de artigos referentes aos fios ortodônticos e suas respectivas propriedades e eficiência em determinado momento do tratamento. Apenas 37 artigos foram incluídos para análise e discussão, o restante de 3456 de artigo encontrados foram descartados, para um melhor resultado.

Existem várias as formas de avaliação que os fios ortodônticos são submetidos como, por exemplo: O de tração, torção de dureza e de dobras.

Tais métodos se comprometem a simular as condições da prática clínica sobre os arcos ortodônticos para

então compreender as propriedades das ligas metálicas que os constituem, e enfim, traduzir os resultados em eficiência e conforto para o paciente e para o profissional.

**Organograma**



**Figura1.** Organograma representativo dos resultados referente a revisão sistemática de literatura

Total de artigos encontrados / artigos excluídos / artigos acrescentados.

Tais métodos se comprometem a simular as condições da prática clínica sobre os arcos ortodônticos para então compreender as propriedades das ligas metálicas que os constituem, e enfim, traduzir os resultados em eficiência e conforto para o paciente e para o profissional.

A liga de NiTi sofre degradação da superfície, que favorece o aumento da força de atrito, porém não se mostrou um fator que influencia de forma significativa o desenvolvimento da mecânica ortodôntica. Outro ponto abordado foi o baixo pH que está presente em meio bucal, alguns pesquisadores concluíram que o baixo pH e o flúor podem modificar a superfície dos fios expostos. Em relação a deflexão, as pesquisas mostraram que o ortodontista pode regular a força de deflexão e a liberação de carga do fio de NiTi, dependendo das características dos

fios de NiTi conforme sua estrutura química ou geométrica, tipo de ligadura e o braquete utilizado. Os resultados das pesquisas mostraram que o fio sofre degradação e liberação de níquel em meio bucal. Conforme o fio sofre deflexão há uma maior liberação desse metal, não há reações adversas quando em contato com o ambiente oral do paciente.

De acordo com Gurgel (2001)<sup>31</sup> a preferência pelo fio para cada etapa do tratamento implica numa avaliação clínica e a noção dos diferentes tipos de ligas metálicas. É necessário avaliar cada situação, pois alguns fatores podem influenciar a seleção dos fios como, por exemplo, as condições dentárias e o respectivo periodonto de sustentação, os quais determinam a quantidade de força a ser aplicada. Em relação ao fio ortodôntico, as propriedades mecânicas da liga, a secção transversal e a distância entre os braquetes, é que ditarão a obtenção da força desejada. Uma grande resiliência e baixa formabilidade são desejáveis para a primeira etapa do tratamento, quando geralmente há um grande desnivelamento e desalinhamento.

Segundo Lombarde (2012)<sup>32</sup> que investigaram e fizeram comparações das características e tipos mais utilizados de arcos durante o início do tratamento, como as ligas de NiTi termoativado e de NiTi superelástico, capaz de recuperar a sua forma

original retornando para a sua fase austenítica, ou seja, ligas dotadas de memória e forma. Foram encontradas diferenças entre quase todos os fios, para os três parâmetros considerados, elasticidade, tracionamento e ativado por calor. O aumento da força tende a ser bastante estável, embora algumas diferenças foram observadas entre os fios superelásticos e termoativados. Na Comparação dos arcos tracionados e ativados por calor do mesmo diâmetro, mostrou uma força exercida significativamente mais leve quando comparado com termoativado, (24%), gerando um patamar significativamente maior que (13%) confrontado a superelástico. Em média, um aumento de 0,002 polegada de diâmetro transversal gera um aumento de 50% na força 0,002 (0,012-0,014 e 0,014-0,016). O patamar de força foi aumentado aproximadamente 50% e cerca de 150% quando o diâmetro foi aumentado em 0,004 polegadas (0,012-0,016) e um aumento no percentual em média depende do aumento do diâmetro de arcos do mesmo tipo (NiTi superelástico ou termoativado) e também varia de acordo com fabricantes

diferentes.

Alguns autores<sup>33</sup> relataram que quando os arcos ortodônticos são expostos em meio bucal, há um aumento significativo no acúmulo de detritos e de força de atrito. Mostrando uma relação linear entre a dureza dos materiais e o atrito. Independentemente de outros fatores que podem afetar o deslizamento entre os braquetes. Contudo,<sup>11</sup> alega que a rugosidade de superfície pode interferir na eficiência do braquete e do arco ortodôntico, mas que seria necessário explorar mais a questão do atrito e o fio ortodôntico.

Por sua vez<sup>34</sup> estudaram os efeitos da flexão e liberação de níquel em um ambiente com saliva artificial. Os ensaios de imersão mostraram que os fios de NiTi, exibiram um aumento substancial na liberação de níquel. Em condições de flexão, a taxa de libertação de ions de Níquel variou de 4,3 a 36,8 mg por centímetro quadrado, depois de um dia de imersão. As taxas mais elevadas de dissolução para amostras submetidas a deflexão em ambas as condições de pH foram no período experimental 0-1 dia. Os resultados sugeriram que a flexão poderia danificar os fios de NiTi. A redução da liberação de ions de níquel pode ser atribuído à passivação dos fios na saliva artificial. Alguns fios de NiTi submetidos à deflexão aumentou ligeiramente em 3 a 14 dias. Isso pode ser porque o fio de NiTi não é estável sob condições de carga e rachaduras. Apesar de tudo foi constatado que em aplicações clínicas os fios de NiTi podem ser utilizados por mais de um mês em tratamentos ortodônticos alcançando bons resultados.

Dessa maneira, outros autores<sup>35</sup> pesquisaram as características dos braquetes, forma e quantidade de força liberadas por fios de NiTi superelásticos durante o alinhamento. A utilização de um sistema de ranhura no braquete de 0,018 polegadas, em comparação com um sistema de 0,022 polegadas, aumentou a força exercida pelos fios NiTi superelásticos de 2 milímetros de deformação máxima. Após 4 mm de deflexão máxima do fio, a dimensão e ranhura vertical não afetou as forças liberadas por fios de NiTi superelástico. A utilização de um sistema de braquete auto-ligado aumenta a força de liberação pelo fio super elástico, em comparação com a do sistema de braquete de ligadura convencional. O tipo de teste experimental qualitativa e quantitativa afeta a liberação de força e vigor do fio. Quando os fios NiTi superelásticos são testados, liberam as forças que mostram elevadas variações qualitativa e quantitativa que depende da deformação máxima do fio.

Marques *et al.*, (2010)<sup>36</sup> Investigaram métodos de limpeza dos fios após o uso clínico. As alterações no grau de detritos impregnados sobre a superfície dos fios foram avaliados. Os fios retangulares de Aço inoxidável (AI), quando exposto ao ambiente oral durante 8 semanas, mostrou um aumento na escala significativa no grau de detritos, causando o aumento dos níveis de atrito entre o

fio e o braquete durante a mecânica de deslizamento. Estas alterações foram eficazmente eliminadas após a limpeza dos fios ortodônticos, esfregando com uma esponja de aço durante 1 minuto ou por imersão durante 15 minutos junto com ultrassom de limpeza, embora uma esponja de aço parecer ser clinicamente mais prática.

Com isso, um estudo de Liu *et al.* (2007)<sup>37</sup> realizou comparações entre os fios ortodônticos, os resultados experimentais indicaram que os fios estressados mostraram taxas de corrosão mais elevadas, em comparação com amostras nas regiões passivas. O produto de corrosão tem negativa biocompatibilidade. Sugere-se que a tensão de flexão induz danos nos fios de óxido passivo em fios de NiTi no teste eletroquímico. Para aplicação na ortodontia, uma melhor compreensão das tensões sobre o comportamento à corrosão e as propriedades de superfície, deve ser utilizada para avaliar e desenvolver os fios de liga de NiTi relacionados.

Assim sendo, estudos avaliaram a rápida evolução da tecnologia dos fios e a elaboração de novas técnicas ortodônticas geraram a busca por uma melhor qualidade das ligas, a fim de torná-los biologicamente mais efetivas. Realizando uma comparação entres os fios ortodôntico existente, para possibilitar aos profissionais na escolha do melhor protocolo de tratamento para o seu paciente, realizando um tratamento mais eficaz, mais rápido, de menor custo e com menor possibilidade de causar danos aos dentes e tecidos de suporte. O mais importante é o conhecimento dos fios, entretanto, reside no fato de permitir ao ortodontista optar por materiais com segurança na escolha, sem se deixar influenciar apenas por recursos, marca e propagandas.<sup>38</sup>

Dessa forma os autores<sup>31</sup> realizaram pesquisas de efetividade do movimento ortodôntico, que envolve a interação adequada de fatores relacionados ao paciente, à mecânica aplicada, aos dentes e suas estruturas de suporte. Depende da ação dos fios ortodônticos, conforme suas características estruturais e mecânicas. Na sequência de troca dos fios de aço inoxidável utilizada na fase de alinhamento e nivelamento, a transição progressiva dos calibres dos fios altera a quantidade de força liberada. A modificação da carga dissipada também pode ser obtida pelo uso de fios constituídos por outros materiais. Por muito tempo os fios de aço inoxidável predominaram na Ortodontia, novas ligas metálicas tornou diversificado o universo de fios disponíveis. Estas novas ligas têm propiciado algumas alterações no protocolo de tratamento, encurtando o tempo de cadeira, bem como do tratamento como um todo. As propriedades particulares destas ligas permitem a aplicação nas várias fases do tratamento.

Esta revisão sistemática de literatura abordou diversos trabalhos que mostraram as propriedades e características dos arcos ortodônticos de variadas ligas metálicas, e seus resultados demonstraram os pontos a favor e con-

tra de determinados fios em certos momentos do tratamento ortodôntico. Contudo, revisões de literatura de metanálise devem ser desenvolvidas para integrar os resultados de vários estudos sobre uma mesma questão de pesquisa e aprimorar ainda mais os conhecimentos sobre os arcos ortodônticos.

## 5. CONCLUSÃO

Esta revisão sistemática concluiu que vários estudos mostraram a partir de variadas metodologias, que na deflexão ocasionada durante a mecânica ortodôntica pode ser capaz de facilitar a degradação do arco ortodôntico e promover aumento da rugosidade de superfície capaz de interferir no atrito gerado a partir do contato do fio com o braquete, além de facilitar a liberação de Níquel em meio bucal. A força de deflexão dos fios pode variar de acordo com a secção transversal tanto pelo tamanho da secção quanto pelo seu desenho.

O biofilme pode interferir diretamente no atrito do fio com o braquete promovendo menor eficiência no tratamento e que uma higienização do fio durante as manutenções é recomendada. Portanto o tratamento ortodôntico depende que o profissional compreenda o material a sua disposição para uma melhor aplicação do mesmo, além de entregar qualidade e conforto durante as fases do tratamento, para que enfim o prognóstico da maioria dos tratamentos ortodônticos seja favorável.

## REFERÊNCIAS

- [01] Louly F Fios Ortodônticos: propriedades, classificações e aplicações, Revista UNINGÁ, Maringá- PR, n 36, p. 149-165 abr/jun 2013.
- [02] Eliades T, Intraoral aging of orthodontic materials: the picture we miss and its clinical relevance. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics Volume 127, Number 4, April 2005.
- [03] Burrow SJ. Friction and resistance to sliding in orthodontics: A critical review. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, Volume 135, Number 4, 2009.
- [04] Ikeda FT. Fios Ortodônticos, In: Biblioteca Uningá - Vol., 01 - Pág., 1-28. Maringá, Brasil, 2015
- [05] Dantas GF. Fios Ortodônticos, In: Biblioteca Uningá, 38f, Brasil 2013.
- [06] JÚNIOR JFN. Fios Ortodônticos, In: Biblioteca Uningá, 30 f, Brasil 2009.
- [07] GREBIN LAP. Fios Ortodônticos, In: Biblioteca Uningá, 30f, Faculdade Ingá – Núcleo Uningá Criciúma, 2014.
- [08] Brantley WA, ELIADES T. Orthodontic Materials: Scientific and Clinical Aspects. Stuttgart, Germany: Thieme; pag., 91-99, 2001.
- [09] Leite VV, Lopes MB, Junior AG, Almeida MR, Moura SK, Almeida RR. Comparison of frictional resistance between self-ligating and conventional brackets tied with elastomeric and metal ligature in orthodontic archwires, Dental Press J Orthod. 2014.
- [10] Choi S, LEE S, Cheong Y, Park K, Park H, Park Y. Ultrastructural Effect of SelfLigating Bracket Materials on Stainless Steel and Superelastic NiTi Wire Surfaces. Microscopy Research and Technique, 2012.
- [11] Kusy RP, Whitley JQ, Mayhew MJ, Buckthal JE. Surface roughness of orthodontic archwires via laser spectroscopy. Angle Orthodontics.;58:33–45, 1988.
- [12] Krishnan M, Kalathil S, Abraham KM. Comparative evaluation of frictional forces in active and passive self-ligating brackets with various archwire alloys. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 2009.
- [13] Ramazanzadeh BA, Ahrari F, Sabzeveri B, Habibi S. Nickel Ion Release from Three Types of Nickel-titanium-based Orthodontic Archwires in the As-received State and After Oral Simulation, Jodd, Vol. 14, No.2 Spring 2014.
- [14] Tecco S, Festa F, Caputi S, Traini T, Di Lorio D, D'attilio M. Friction of Conventional and SelfLigating Brackets Using a 10 Bracket Model. Angle Orthodontist. Vol 75, No 6, 2005.
- [15] Gopikrishnan S, Melath A, Ajith VV, Binoy N. A Comparative Study of Bio Degradation of Various Orthodontic Arch Wires: An In Vitro, Journal of International Oral Health 2015.
- [16] Bartzela TN, Senn C, Wichelhaus A. Load-Deflection Characteristics of Superelastic Nickel- Titanium Wires. Angle Orthodontist, Vol 77, No 6, 2007.
- [17] Kawashima I, Ohno H, Sachdeva R. Relationship between  $A_T$  temperature and load changes in Ni-Ti orthodontic wire under different thermomechanical conditions. Dental Materials Journal, 18 (4): 403-412, 1999.
- [18] Garrec P, Tavernier B, Jordan L. Evolution of flexural rigidity according to the cross-sectional dimension of a superelastic nickel titanium orthodontic wire. European Journal of Orthodontics, 2005.
- [19] Rondelli G, Vicentini B. Localized corrosion behaviour in simulated human body fluids of commercial Ni-Ti orthodontic wires. Biomaterials, 1999.
- [20] Kasuya S, Nagasaka S, Hanyuda A, Ishimura S, Hirashita A. The effect of ligation on the load-deflection characteristics of nickel-titanium orthodontic wire. European Journal of Orthodontics, 2007.
- [21] Wilkinson PD, Dysart PS, Hood JAA, Herbison GP. Load-deflection characteristics of superelastic nickel-titanium orthodontic wires. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 2002.
- [22] Petoumeno E, Kislyuk M, Hoederath H, Keilig L, Bourauel C, Jäger A. Corrosion Susceptibility and Nickel Release of Nickel Titanium Wires during Clinical Application. Journal of Orofacial Orthopedics, 2008.
- [23] Huang HH. Localized corrosion behaviour in simulated human body fluids of commercial Ni-Ti orthodontic wires. Angle Orthodontist, Vol 75, No 4, 2005.
- [24] Jaber LCL, Rodrigues JA, Amaral FLB, França FMG, BASTING RT, TURSSI CP. Degradation of orthodontic wires under simulated cariogenic and erosive conditions. Braz Oral Res, 28(1):1-6, 2014.
- [25] Tahmasbi S, Ghorbani M, Masudrad M. Galvanic Corrosion of and Ion Release from Various Orthodontic Brackets and Wires in a Fluoride-containing Mouthwash,

April 201.

- [26] Wichelhaus A, Geserick M, Hibst R, Sander FG. The effect of surface treatment and clinical use on friction in NiTi orthodontic wires. *Dent Mater.*;21:938–945, 2005.
- [27] Elayyan F, Silikas N, Bearn D. *Ex vivo* surface and mechanical properties of coated orthodontic archwires. *European Journal of Orthodontics*, 2008.
- [28] D'Antò V, Rongo R, Ametrano G, Spagnuolo G, Manzo P, Martina R, *et al.* Evaluation of surface roughness of orthodontic wires by means of atomic force microscopy. *Angle Orthodontist*, Vol 82, No 5, 2012
- [29] Silva DL, Mattos CT, Sant' Anna EF, Ruellas ACO, Elias CN. Cross-section dimensions and mechanical properties of esthetic orthodontic coated archwires. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 2013.
- [30] Lin J, Han S, Zhu J, Wang X, Chen Y, Vlath O, *et al.* Influence of fluoridecontaining acidic artificial saliva on the mechanical properties of Nickel-Titanium orthodontics wires. *Indian Journal of Dental Research*, 2012.
- [31] Gurgel JA, Ramos AL, Kerr SD. Fios Ortodônticos, R Dental Press Ortodon Ortop Facial, Maringá, v. 6, n. 4, p. 103-114, jul./ago. 2001
- [32] Lombarde L, Marafioti M, Stefanoni F, Mollica F, Siciliani G, Load deflection characteristics and force level of nickel titanium initial archwires, *Angle Orthodontist*, Vol 82, No3, 2012.
- [33] Alfonso MV, Espinar E, Llamas JM, Rupe´ REZ E, Manero JM, Barrera JM, Solano E, Gil FJ. Friction coefficients and wear rates of different orthodontic archwires in artificial saliva. *Journal Mater Sci: Mater Med*, 2013
- [34] Liu J, Lee T, Liu I. Effect of loading force on the dissolution behavior and surface properties of nickel-titanium orthodontic archwires in artificial saliva. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 2011.
- [35] 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 Orthodontist*, Vol 84, No 3, 2014.
- [36] Marques I, Araújo A, Gurgel J, Normando D. Debris, Roughness and Friction of Stainless Steel Archwires Following Clinical Use . *Angle Orthodontist*, Vol 80, No 3, 2010.
- [37] Liu IH, Lee TM, Chang CY, Liu CK. Effect of Load Deflection on Corrosion Behavior of NiTi Wire. *Journal dental research*, 2007.
- [38] Quintão CCA, BRUNHARO IHVP. Fios ortodônticos: conhecer para otimizar a aplicação clínica, R Dental Press Ortodon Ortop Facial 144 Maringá, v. 14, n. 6, p. 144-157, nov./dez. 2009.