

CARACTERIZAÇÃO DA SUPERFÍCIE DE ARCOS ORTODÔNTICOS METÁLICOS

**FERNANDA PRIEBE DOS SANTOS¹; DOUVER MICHELON²; EVANDRO PIVA³,
CELIA DE FRAGA Malfatti⁴, CAROLINE ANTUNES CORREA⁵ RICARDO
MARQUES E SILVA⁶**

¹ Universidade Federal de Pelotas – fernanda_priebe@hotmail.com

² Universidade Federal de Pelotas – douvermichelon@gmail.com

³ Universidade Federal de Pelotas – evpiva@gmail.com

⁴ Universidade Federal do Rio Grande do Sul – celia.malfatti@ufrgs.br

⁵ Universidade Federal do Rio Grande do Sul – celia.malfatti@ufrgs.br

⁶ Universidade Federal de Pelotas – ricardomarqueseng@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

Os arcos ortodônticos são componentes essenciais dos aparelhos ortodônticos fixos usados no tratamento de más oclusões. Constituem os elementos responsáveis pela transferência da energia de ativação/deflexão aos braquetes, e consequentemente aos dentes proporcionando a ocorrência dos movimentos dentários planejados pelo ortodontista (BURSTONE et al., 1981).

Os procedimentos biomecânicos utilizados na clínica diária para movimentação dentária podem demandar necessidades especificamente baseadas na relação entre os arcos e os braquetes ortodônticos, nesse sentido a superfície dos arcos pode desempenhar um papel decisivo nos resultados finais (KAPILA et al., 1990). A rugosidade da superfície de arcos ortodônticos e outras características topográficas são fatores determinantes da eficácia do movimento dentário em um grande número de casos. Muitas vezes no tratamento ortodôntico quando grupos de dentes são movimentados, à partir de técnicas baseadas prioritariamente em deslizamentos dos fios no interior de braquetes, o atrito originado nas superfícies dos fios pode ter papel altamente significativo.

Atualmente os especialistas em ortodontia fazem uso mais frequente de arcos ortodônticos fabricados com ligas diversas, as quais oferecem propriedades diferenciadas e maior versatilidade clínica. Isso proporcionou o surgimento de técnicas de correção para dentes desalinhados mais intensamente vinculadas aos fatores geradores de atrito decorrente da relação arco/braquete (VIAZIS, 1991). Alguns estudos demonstraram que quando uma correção de dentes desalinhados é maior do que 3 mm, a presença de maior atrito pode ser um fator altamente importante no desempenho clínico de aparelhos ortodônticos fixos (ANDREASEN e AMBORN, 1989).

Os materiais que compõem os arcos e as técnicas metalúrgicas envolvidas em sua fabricação são elementos significativos na determinação da qualidade da topografia das superfícies dos mesmos (MOHLIN et al., 1991). Atualmente os arcos de ligas de aço inoxidável, de níquel-titânio e os de beta-titânio, são os mais utilizados nas rotinas de tratamento em clínicas ortodônticas. Esses arcos apresentam características superficiais distintas e seu comportamento clínico segue padrões igualmente diferenciados por decorrência das suas diferentes composições (MAYHEW E KUSY, 1988).

A rugosidade média e irregularidades nas superfícies dos arcos são fatores positivamente relacionados à ocorrência de corrosão, em especial como efeito da sua exposição ao meio bucal, o que por sua vez pode ter impacto no seu desempenho clínico (QUINTÃO E CHEVITARESE, 1989). Alguns autores puderam demonstrar que a rugosidade superficial pode servir como um indicador da

tendência dos arcos ortodônticos para sofrerem corrosão. Estudos relatam que os defeitos introduzidos durante o processo de fabricação de fios de NiTi passam a ser áreas mais suscetíveis à corrosão (HARRIS et al., 1988). Do mesmo modo, estudos sobre a biocompatibilidade de arcos ortodônticos têm demonstrado que devido a corrosão resultante do contato com a saliva, ocorre a indesejável liberação de íons metálicos na cavidade oral. Diversos efeitos relacionados a esse problema já são conhecidos, assim como efeitos desconhecidos sobre o corpo humano são considerados (BERGE et al., 1982.) Essas substâncias podem afetar diretamente a mucosa oral, o sistema imunológico e outras funções orgânicas. A ocorrência de alergia a determinados íons é um distúrbio sistêmico frequentemente relatado na literatura (BÜDINGER e BÜDINGER, 2000). Arcos comumente usados, como os de liga de aço inox e NiTi, podem conter metais com efeitos alergênicos conhecidos, como é o caso do níquel, o qual também pode apresentar eventuais efeitos citotóxicos (ARNDT et al., 2005).

O estudo e a compreensão da relação entre a topografia superficial em arcos ortodônticos e os fatores decorrentes dessa característica podem oferecer contribuições importantes para melhorar a qualidade e a eficiência no uso clínico mais desses materiais.

O objetivo desse trabalho foi realizar estudo comparativo das superfícies de fios ortodônticos compostos por três ligas metálicas comumente usadas em atividades clínicas: aço inoxidável, níquel-titânico e beta-titânio, utilizando recursos de Microscopia de Força Atômica e Microscopia Eletrônica de Varredura.

2. METODOLOGIA

Para realização deste estudo foram selecionados, por conveniência e disponibilidade comercial, arcos de diversos fabricantes, compostos das seguintes ligas metálicas: Aço Inoxidável (**SS**), Níquel-Titânio (**NiTi**) e Beta-titânio (**TMA**), sendo que nessa última variedade de liga, foi incluída também a avaliação amostras de arcos em beta-titânio recobertos com níquel-titânio por íon-implantação, fabricados pela empresa TP Orthodontics. Os fabricantes dos arcos incluídos no trabalho foram: DENTAL MORELLI (**MOR**); Ormco (**ORMCO**); R&H Orthodontics (**RH**); Beijing Smart Technology (**BST**) e TP Orthodontics, (**TP**).

Os espécimes foram constituídos por amostras de 30mm de comprimento retiradas de arcos retangulares (0.019" x 0.025") das ligas e dos fabricantes anteriormente descritos. Um total de 120 unidades foram separadas em 12 grupos (n=10), conforme o tipo de liga e o fabricante designados da seguinte maneira: **SS/MOR**, **SSORMCO**, **SSBH**, **SSTP**, **NiTiMOR**, **NiTiORMCO**, **NiTiBST**, **NiTiTP**, **TMA/MOR**, **TMAORMCO**, **TMABST** e **TMATP**.

Todas as unidades amostrais foram avaliadas, como recebidas do fabricante. A análise topográfica foi realizada usando o microscópio eletrônico de varredura (MEV), modelo SSX-550 da empresa Shimadzu Corp./Japan. As amostras receberam preparação prévia e cobertura de ouro paládio conforme o protocolo convencional para esta análise. Foram realizadas duas imagens digitais na região central de cada segmento de fio, correspondentes as ampliações de 100 e 1000 vezes respectivamente. Os segmentos de arcos foram dispostos da mesma forma no suporte de inserção para MEV, de modo a proporcionarem imagens similares das diferentes amostras.

Nas mesmas condições anteriormente descritas, 3 unidades amostrais de cada grupo foram escolhidas de modo aleatório, e encaminhadas para a realização de avaliação da rugosidade com uso de um microscópio de força atômica (AFM), modelo: SPM-9500J3, da empresa Shimadzu Corp./Japan. Foram geradas

imagens digitais dos espécimes selecionadas para avaliação da rugosidade superficial, operando em modo de contato, com sondas de nitreto de silício (**NANOSENSORS**), *scanner* com variação vertical de 8 μm e área de varredura de 20x20 μm . A avaliação da rugosidade das superfícies foi realizada através da leitura da Rugosidade média ($R_a/\mu\text{m}$), que é a média aritmética dos valores absolutos das ordenadas de afastamento dos pontos do perfil de rugosidade em relação à linha média dentro do percurso de medição. As imagens das amostras foram geradas e processadas através do software Image J.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No processamento dos dados resultantes da AFM foi utilizada Análise de Variância segundo duas vias (fatores: “marcas comerciais” e “tipo de liga”) e método complementar de Tukey para comparações entre grupos ($\alpha=5\%$). Apenas o fator tipo de liga foi significativo ($p=0,002$). Os dados agrupados para os diferentes tipos de liga, independente de marcas comerciais demonstraram que os arcos compostos pela liga **TMA** ($30,73\pm 11,93$, média e desvio padrão respectivamente) apresentaram significativamente maiores valores de R_a ($p<0,05$) que as ligas **NiTi** ($16,50\pm 11,96$) e **SS** ($15,19\pm 5,93$). Cabe observar nos resultados que não houve diferença estatisticamente significativa para a R_a quando comparados arcos compostos por liga **TMA** sem e com recobrimento por íon-implantação.

A análise das imagens digitais obtidas com o uso de MEV para comparação da superfície dos arcos, agrupados de acordo com as ligas metálicas que os compõem, permitiu, ainda que de modo subjetivo, atribuir aspecto de maior rugosidade superficial para os arcos fabricados com ligas TMA. Os arcos compostos por ligas de aço inoxidável apresentaram aspecto de lisura superficial similares aos compostos por ligas de Níquel Titânio. Não foi possível estabelecer distinção significativa no aspecto superficial dos arcos do mesmo grupo quando comparadas entre si, e ou tampouco quando comparadas as mesmas ligas e marcas comerciais. Os resultados dessa avaliação, embora subjetivos, corroboram os dados objetivos encontrados na análise com o uso de MFA.

4. CONCLUSÕES

Conclui-se com base nas amostras analisadas que arcos compostos de ligas de TMA apresentam rugosidade superficial significativamente maior em relação aos arcos compostos de ligas de aço inoxidável e de NiTi. Também foi possível concluir que o processo de íon-implantação não atribuiu menor rugosidade superficial nos arcos TMA em relação aos seus homólogos convencionais, considerando os arcos avaliados nesse estudo. Essas características podem ter impacto na eficácia do movimento dentário guiado por arco, no comportamento de corrosão e na estética durante a utilização em clínica ortodôntica desses materiais.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDREASEN, G. F.; AMBORN, R. M. Aligning, leveling, and torque control – a pilot study. **Angle Orthod**, New York, v. 59, n. 1, p. 51-60, Spring 1989.

ARNDT M.; UCK A. BR.; SCULLY T.; AGER A. J., BOURAUUEL C. - Nickel ion release from orthodontic NiTi wires under simulation of realistic in-situ conditions - **Journal of Materials Science** - n.40 p. 3658-3667- 2005.

BERGE, M.; GJERDET, N. R. E ERICHSEN, E. S. Corrosion of silver soldered orthodontic wires - **Acta Odontol. Scand.** - n.40 p.75-79, 1982.

BÜDINGER, M. H. L.; BÜDINGER, L. - Immunologic mechanisms in hypersensitivity reactions to metal ions: an overview. **Allergy** n.55p.108- 115, 2000.

BURSTONE, C. J. Variable – modulus orthodontics. **Am J Orthod**, St. Louis, v. 80, n. 1, p. 1-16, July 1981.

HARRIS, E. F.; NEWMAN, S. M.; NICHOLSON, J. A. Nitinol arch wire in a simulated oral environment: changes in mechanical properties. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, St. Louis, v. 93, n. 6, p. 508-513, June 1988.

KAPILA, S.; SAKIMA, T.; WYAZAKI, S.; SACHDEVA, R. Currently used orthodontic alloys. Review (1). **Rev Odontol Univ São Paulo**, São Paulo, v. 4, n. 4, p. 334-342, Oct./Dec. 1990.

MAYHEW, M. J.; KUSY, R. P. Effects of sterilization on the mechanical properties and the surface topography of nickel-titanium arch wires. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, St. Louis, v. 93, n. 3, p. 232-236, Mar. 1988.

MOHLIN, B.; MULLER, H.; ODMAN, J.; THILANDER, B. Examination of Chinese NiTi wire by a combined clinical and laboratory approach. **Eur J Orthod**, London, v. 13, n. 5, p. 386-391, Oct. 1991.

QUINTÃO, C. C. A.; CHEVITARESE, O. Propriedades mecânicas de fios ortodônticos avaliados em ensaio de tração. **Rev SOB**, Rio de Janeiro, v. 1, n. 1, p.2-16, 1989.

VIAZIS, A. D. Clinical applications of superelastic nickel titanium wires. **J Clin Orthod**, New York, v. 25, n. 6, p. 370-374, June 1991.

VIAZIS, A. D. Correction of open bite with elastics and rectangular NiTi wires. **J Clin Orthod**, New York, v. 25, n. 11, p. 697-698, Nov. 1991.