

Biodegradação de braquetes ortodônticos: análise por microscopia eletrônica de varredura

Luciane Macedo de Menezes**, Rodrigo Matos de Souza***, Gabriel Schmidt Dolci***, Berenice Anina Dedavid****

Resumo

Objetivo: analisar, por meio de microscopia eletrônica de varredura, as alterações químicas e estruturais de braquetes metálicos submetidos a um processo de biodegradação *in vitro*.

Métodos: a amostra foi dividida em dois grupos, de acordo com a marca comercial dos acessórios — Grupo A = Dyna-Lock, 3M/Unitek (AISI 303) e Grupo B = LG Edgewise Standard, American Orthodontics (AISI 316L). Os corpos de prova, aparelhos ortodônticos simulados, permaneceram imersos em solução salina (0,05%) por um período de 60 dias, a 37°C, sob agitação. As alterações decorrentes da exposição dos acessórios à solução salina foram investigadas através da observação com microscópio eletrônico de varredura (MEV) e análise da composição química (EDX), realizadas antes e após o período de imersão (T0 e T5, respectivamente). **Resultados:** em T5, houve formação de produtos de corrosão sobre a superfície dos braquetes, especialmente no Grupo A, além disso, houve alterações na composição da liga metálica dos braquetes de ambos os grupos, sendo que, no Grupo A, houve redução dos íons ferro e cromo e, no Grupo B, redução de íons cromo. **Conclusão:** os acessórios do Grupo A apresentaram-se menos resistentes à biodegradação *in vitro*, o que poderia estar associado ao tipo de aço utilizado em sua fabricação (AISI 303).

Palavras-chave: Corrosão. Biocompatibilidade. Braquetes ortodônticos. Níquel.

Resumo do editor

Tem se tornado cada vez mais frequente a ocorrência de hipersensibilidade causada pelo níquel presente nas ligas de aço inoxidável, amplamente utilizadas no tratamento ortodôntico. Braquetes, bandas e fios ortodônticos são universalmente confeccionados a partir dessa liga, que contém aproximadamente 6 a 12% de níquel e 15 a 22% de cromo. Além da alergenicidade, efeitos carcinogênicos, mutagênicos e citotóxicos têm sido atribuídos ao níquel e, em menor proporção,

ao cromo. Um dos fatores determinantes da biocompatibilidade das ligas metálicas usadas na Odontologia é a sua resistência à corrosão. Contudo, apesar da alta resistência dos aços inoxidáveis austeníticos, principal liga usada na confecção de braquetes ortodônticos, diversos estudos têm evidenciado a corrosão desses acessórios. Devido aos inúmeros fatores associados ao processo corrosivo e à suscetibilidade dos braquetes ortodônticos a esse processo, o objetivo do presente estudo é analisar, por meio de microscopia eletrônica de

* Acesse www.dentalpress.com.br/revistas para ler o artigo na íntegra.

** Doutora em Ortodontia pela UFRJ. Professora do Curso de Mestrado em Ortodontia da Faculdade de Odontologia da PUCRS.

*** Mestres em Ortodontia e Ortopedia Facial pela PUCRS.

**** Doutora em Engenharia, coordenadora do Centro de Microscopia e Microanálise da PUCRS.

varredura (MEV), as alterações químicas e estruturais de braquetes metálicos de duas marcas comerciais submetidos a um processo de biodegradação *in vitro*.

Dois diferentes braquetes foram analisados: Dyna-Lock Standard Edgewise (3M Unitek, Monrovia, CA, EUA) e LG Edgewise (American Orthodontics, Sheboygan, Wisconsin, EUA), os quais foram divididos em dois grupos experimentais, de acordo com a marca comercial dos acessórios. Para avaliação ao MEV (Philips XL30, Eindhoven, Holanda), foram selecionados aleatoriamente 70 braquetes, que foram analisados em dois momentos: T0 (na condição “como recebidos”) e T5 (60 dias após a imersão dos acessórios em solução salina). Os corpos de prova foram imersos em tubos de ensaio que continham 10 mililitros de solução aquosa salina (NaCl 0,05%, Departamento de Bioquímica da PUCRS) e submetidos a um processo de “envelhecimento químico-mecânico”. Eles permaneceram

sob agitação por 8 horas diárias, com temperatura constante de $36\pm 1^\circ\text{C}$ (Banho Dubnoff, Nova Técnica®), por um período de até 60 dias.

A análise microscópica (MEV), em T0, indicou que os braquetes do Grupo A apresentavam melhor acabamento superficial do que os do Grupo B. Foram constatadas alterações nas superfícies dos braquetes após terem permanecido 60 dias imersos em solução salina (T5), sendo mais evidentes no Grupo A (Fig. 1). Como observado nos gráficos 1 e 2, houve diferenças na composição da liga metálica dos braquetes antes (T0) e depois de terem permanecido 60 dias imersos em solução salina (T5). Os braquetes do Grupo A apresentaram uma redução da quantidade de ferro e cromo ($p < 0,05$). Já os braquetes do Grupo B apresentaram redução de íons cromo ($p < 0,05$).

Ressalta-se que a opção de utilizar ligas metálicas que apresentem menor biodegradação reduziria o risco de danos à saúde do paciente.

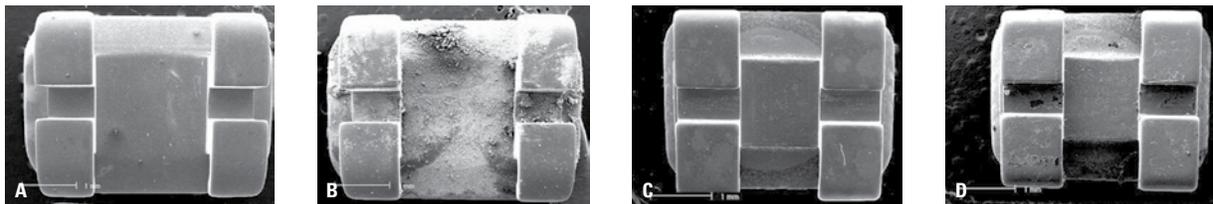


FIGURA 1 - Vista geral (50x) dos braquetes do Grupo A em T0 (A) e T5 (B); e vista geral (50x) dos braquetes do Grupo B em T0 (C) e T5 (D). Observa-se, em T5, a formação de produtos de corrosão, principalmente sobre os acessórios do Grupo A.

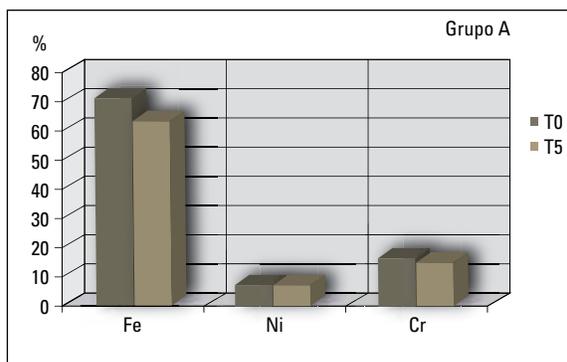


GRÁFICO 1 - Composição química (EDX) da liga metálica dos braquetes pertencentes ao Grupo A, em T0 e T5. Houve redução das quantidades de ferro ($p < 0,05$) e de cromo ($p < 0,05$).

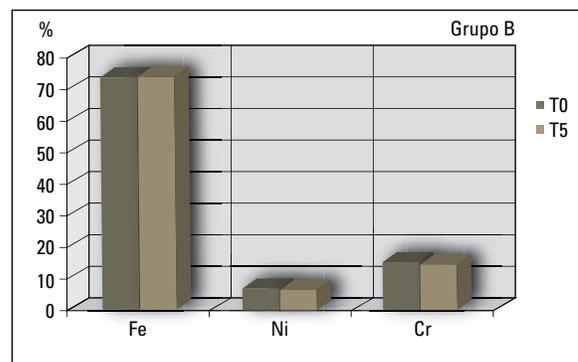


GRÁFICO 2 - Composição química (EDX) da liga metálica dos braquetes pertencentes ao Grupo B, em T0 e T5. Houve redução da quantidade de íons cromo ($p < 0,05$).

Questões aos autores

1) Como surgiu o interesse por esse tema de estudo?

O interesse pelo assunto biocompatibilidade teve início com uma reação alérgica de um paciente à parte metálica da tala cervical do aparelho extrabucal. Na época, em 1996, a paciente chegou ao consultório relatando urticária e irritação na pele do pescoço. Ao exame clínico, foi observada uma área eritematosa com vesículas no pescoço, uma lesão de cada lado, correspondendo em tamanho e localização com as partes metálicas da tala do aparelho extrabucal. A análise da história clínica da paciente revelou alergia a brincos (que não fossem de ouro), com inflamação local e descamação da pele após o uso dos mesmos. Dessa maneira, foi diagnosticada uma dermatite de contato. O tratamento realizado consistiu da remoção do estímulo (troca da tala cervical por uma onde a parte metálica não entrasse em contato com a pele). Quinze dias após, a paciente retornou sem nenhum sinal de reação alérgica¹. Desde então, começamos a estudar de diferentes maneiras, através de estudos *in vitro*² e *in vivo*³⁻⁸, as causas e consequências dessas reações orgânicas, que podem se manifestar no local ou em regiões distantes do corpo humano. Um dos pontos determinantes da biocompatibilidade das ligas metálicas em Odontologia é a resistência à corrosão⁶. A corrosão representa uma perda de metal ou sua conversão num óxido. No ambiente úmido da cavidade bucal, todas as ligas sofrem corrosão, pelo menos em alguma extensão⁹. Diversos são os fatores que podem interferir no processo de liberação iônica de uma liga: o método de fabricação, o tipo de liga e as características superficiais do acessório; as características do meio em que a peça está inserida, como composição, temperatura, pH, flora bacteriana, atividade enzimática e presença de proteínas¹⁰; além de fatores como o uso (envelhecimento) da liga, que pode estar sujeita a adversidades como estresse, tratamento térmico, reciclagem ou reutilização de componentes, dentre outros¹¹.

2) Quais seriam as soluções para reduzir a biodegradação de braquetes ortodônticos metálicos?

Em primeiro lugar, deve-se usar materiais de boa qualidade, de modo que os efeitos da corrosão sejam minimizados. O uso de braquetes reciclados deve ser evitado. Essa questão foi investigada avaliando-se o padrão de liberação de íons de braquetes novos e reciclados, de aço inoxidável. Para tanto, os braquetes foram imersos em soluções com diferentes valores de pH ao longo de um período de 48 semanas. A liberação de íons níquel, cromo, ferro, cobre, cobalto e manganês foi analisada por espectrofotometria de absorção atômica. Os resultados mostraram que os braquetes reciclados liberaram mais íons do que os braquetes novos. Esse estudo demonstra que ambos os braquetes, novos e reciclados, sofrerão corrosão no ambiente bucal¹². Entretanto, os procedimentos de limpeza e esterilização envolvidos no processo de reciclagem resultam em alterações microestruturais que aumentam a corrosão. Deve-se considerar, também, a possibilidade de utilização de produtos alternativos, como braquetes sem níquel (“nickel-free”), de cerâmica, de titânio, de policarbonato ou banhados a ouro.

3) Seria importante avaliar a citotoxicidade dos agentes químicos liberados na corrosão dos braquetes de aço?

Para a biocompatibilidade de um determinado material é necessária uma resposta adequada do hospedeiro, o que, em Odontologia, significa a não-ocorrência de reações adversas, ou a ocorrência de reações adversas toleráveis, do organismo frente a esse material¹⁴. A ocorrência de qualquer reação adversa é chamada de toxicidade. Já a citotoxicidade, ou avaliação da toxicidade em cultura de células, é um fenômeno *in vivo* complexo, o qual pode manifestar um amplo espectro de efeitos, desde uma simples morte celular até aberrações metabólicas, nas quais não ocorre morte celular, mas apenas alterações funcionais¹⁵.

Na literatura, é grande a diversidade de trabalhos com enfoque na liberação de íons metálicos de braquetes ortodônticos — principalmente ferro, cromo

e níquel, que representam os principais produtos da corrosão do aço inoxidável. Entretanto, outros íons metálicos presentes na solda de prata utilizada na aparelhagem ortodôntica — como o cádmio, o cobre e o zinco — podem ser liberados na cavidade bucal. Esses já são considerados produtos químicos potencialmente perigosos, sendo incluídos na lista de substâncias e processos considerados de grande risco para a vida humana. Em estudo sobre a liberação iônica e citotoxicidade da solda de prata, Freitas⁷ observou alta toxicidade desse material para fibroblastos, denotando alterações na adesão, proliferação e crescimento celular, bem como liberação significativa dos íons constituintes da solda de prata, com concentrações elevadas imediatamente após a instalação do aparelho, em ordem decrescente, de cobre, prata, zinco e cádmio, representando risco de absorção e retenção desses íons pelo organismo humano.

Kerosuo, Moe e Kleven¹⁶ observaram *in vitro* que parece ocorrer liberação detectável de níquel e de cromo dos aparelhos ortodônticos, sendo a

quantidade maior em condições dinâmicas. Mesmo assim, a quantidade estimada de liberação de níquel de um aparelho ortodôntico completo é menor do que 10% da quantidade ingerida diariamente na dieta¹⁷, sendo considerada negligenciável do ponto de vista toxicológico¹⁶. Barrett, Bishara e Quinn¹⁷ ressaltam que ainda precisa ser determinado quanto desses produtos de corrosão é realmente absorvido pelo paciente. Bergman et al.¹⁸ ressaltaram não ter qualquer informação sobre quando a dissolução do níquel das ligas se inicia e quando se estabelece a máxima concentração de níquel nos vários tecidos, sobre o padrão e a dinâmica de liberação de níquel, além da absorção e excreção desse metal pelo organismo³. Portanto, sabe-se, ainda, muito pouco sobre os reais efeitos do níquel sobre o funcionamento dos órgãos e tecidos expostos ao mesmo e, apesar dos vários estudos existentes, muitas questões ainda permanecem sem respostas, confirmando a necessidade de mais investigações sobre o tema.

REFERÊNCIAS

- Menezes LM, Souza FL, Bolognese AM, Chevitarese O. Reação alérgica em paciente ortodôntico: um caso clínico. *Ortodontia Gaúcha*. 1997;1(1):51-6.
- Dolci GS, Menezes LM, Souza RM, Dedavid BA. Biodegradação de braquetes ortodônticos: avaliação da liberação iônica *in vitro*. *Rev Dental Press Ortod Ortop Facial*. 2008 maio-jun;13(3):77-84.
- Menezes LM, Campos LC, Quintão CC, Bolognese AM. Hypersensitivity to metals in orthodontics. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2004;126:58-64.
- Menezes LM, Quintão CA, Bolognese AM. Urinary excretion levels of nickel in orthodontic patients. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2007;131:635-8.
- Westphalen GH, Menezes LM, Pra D, Garcia GG, Schmitt VM, Henriques JA, et al. In vivo determination of genotoxicity induced by metals from orthodontic appliances using micronucleus and comet assays. *Genet Mol Res* 2008;7:1259-66.
- Souza RM, Menezes LM. Nickel, chromium and iron levels in the saliva of patients with simulated fixed orthodontic appliances. *Angle Orthod*. 2008;78:345-50.
- Freitas MPM. Toxicidade da solda de prata utilizada em Ortodontia: estudo *in vitro* e *in situ*. [dissertação]. Porto Alegre: Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul; 2008.
- Menezes LM, Freitas MPM, Gonçalves TS. Biocompatibilidade dos materiais em Ortodontia: mito ou realidade? *Rev Dental Press Ortod Ortop Facial*. 2009 mar-abr;14(2):144-57.
- Stenman E, Bergman M. Hypersensitivity reactions to dental materials in a referred group of patients. *Scand J Dent Res*. 1989;97(1):76-83.
- Staffolani N, Damiani F, Lilli C, Guerra M, Staffolani NJ, Belcastro S, et al. Ion release from orthodontic appliances. *J Dent*. 1999;27(6):449-54.
- Huang TH, Yen CC, Kao CT. Comparison of ion release from new and recycled orthodontic brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2001;120(1):68-75.
- Huang TH, Ding SJ, Min Y, Kao CT. Metal ion release from new and recycled stainless steel brackets. *Eur J Orthod*. 2004;26:171-7.
- Von Fraunhofer JA. Corrosion of orthodontic devices. *Semin Orthod*. 1997;3:198-205.
- Schmalz G, Browne RM. The biological evaluation of medical devices used in dentistry: the influence of the European Union on the preclinical screening of dental materials. *Int Dent J*. 1995;45(4):275-8.
- Estrela C. Metodologia científica. 2ª ed. São Paulo: Artmed; 2005.
- Kerosuo H, Moe G, Kleven E. In vitro release of nickel and chromium from different types of simulated orthodontic appliances. *Angle Orthod*. 1995;65(2):111-6.
- Barrett RD, Bishara SE, Quinn JK. Biodegradation of orthodontic appliances. Part I. Biodegradation of nickel and chromium *in vitro*. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1993 Jan;103(1):8-14.
- Bergman B, Bergman M, Magnusson B, Söremark R, Toda Y. The distribution of nickel in mice. An autoradiographic study. *J Oral Rehabil*. 1980;7(4):319-24.

Endereço para correspondência

Luciane Macedo de Menezes
Av. Ipiranga, 6681, prédio 6, sala 209
CEP: 90.619-900 – Porto Alegre / RS
E-mail: luciane@portoweb.com.br