

# Citotoxicidade de soldas elétricas a ponto: estudo *in vitro*

Rogério Lacerda dos Santos\*, Matheus Melo Pithon\*\*, Leonard Euler A. G. Nascimento\*\*\*, Fernanda Otaviano Martins\*\*\*\*, Maria Teresa Villela Romanos\*\*\*\*\*, Matilde da Cunha G. Nojima\*\*\*\*\*, Lincoln Issamu Nojima\*\*\*\*\*, Antônio Carlos de Oliveira Ruellas\*\*\*\*\*

## Resumo

**Objetivo:** o processo de solda envolve íons metálicos capazes de provocar lise celular. Diante disso, o objetivo deste estudo foi testar a hipótese de que existe citotoxicidade entre diferentes tipos de ligas (CrNi, TMA, NiTi) utilizadas em Ortodontia, submetidas à solda elétrica a ponto. **Métodos:** três tipos de ligas foram avaliados neste estudo. Foram confeccionados 36 corpos de prova, 6 para cada combinação entre os fios, divididos em 6 grupos — grupo AA (aço com aço), grupo AT (aço com TMA), grupo AN (aço com NiTi), grupo TT (TMA com TMA), grupo TN (TMA com NiTi) e grupo NN (NiTi com NiTi) — que foram submetidos à solda a ponto para avaliação quanto ao possível efeito citotóxico nos tecidos bucais. Previamente, os corpos de prova foram limpos com álcool isopropílico e esterilizados em luz ultravioleta. O ensaio de citotoxicidade foi realizado utilizando-se cultura de células (linhagem L929, fibroblastos de camundongos), submetida ao teste para células viáveis em vermelho neutro (“dye-uptake”) no tempo de 24h. A análise de variância e comparação múltipla (ANOVA) e teste de Tukey foram utilizados ( $p < 0,05$ ). **Resultados:** os resultados demonstraram que não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos experimentais ( $P > 0,05$ ). Foi observada maior viabilidade celular no grupo TT, seguido dos grupos AT, TN, AA, NA e NN. **Conclusão:** pôde-se evidenciar que solda em fios de liga de NiTi causaram maior quantidade de lise celular. Soldas elétricas a ponto demonstraram pequena capacidade de causar lise celular.

**Palavras-chave:** Toxicidade. Técnicas de cultura de células. Soldagem em Odontologia.

**Como citar este artigo:** Santos RL, Pithon MM, Nascimento LEAG, Martins FO, Romanos MTV, Nojima MCG, Nojima LI, Ruellas ACO. Citotoxicidade de soldas elétricas a ponto: estudo *in vitro*. Dental Press J Orthod. 2011 May-June;16(3):57.e1-6.

- 
- \* Especialista em Ortodontia pela Universidade Federal de Alfenas - UNIFAL. Mestre e Doutor em Ortodontia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ. Professor Adjunto da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG.
  - \*\* Especialista em Ortodontia pela Universidade Federal de Alfenas - UNIFAL. Mestre e Doutor em Ortodontia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ. Professor Auxiliar de Ortodontia da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB.
  - \*\*\* Doutorando em Ortodontia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ.
  - \*\*\*\* Graduada em Microbiologia e Imunologia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro. Estagiária do Instituto de Microbiologia Prof. Paulo de Góes - UFRJ.
  - \*\*\*\*\* Doutora em Ciências (Microbiologia e Imunologia) pela Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ. Professora Adjunta da Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ.
  - \*\*\*\*\* Mestre e Doutor em Ortodontia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ. Professor Adjunto de Ortodontia da Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ.

## INTRODUÇÃO

A maioria das ligas metálicas utilizadas em Ortodontia apresenta composição similar à do aço inoxidável (18/8, i.e., 18% de cromo e 8% de níquel), sendo que muitos dispositivos como máscaras faciais, anéis ortodônticos e braquetes utilizam algum tipo de solda no processo de confecção. Pesquisas têm mostrado que alguns íons podem ser liberados pela solda<sup>13,17,22,26,27,28</sup>, cuja exposição pode determinar uma variedade de efeitos adversos com alterações tóxicas diretas, de forma aguda ou de forma crônica<sup>1</sup>. A World Health Organization - International Agency for Research on Cancer e o United States National Toxicology Program têm considerado o cádmio, o cobre, a prata e o zinco, componentes da solda de prata, como metais com potencial carcinogênico em humanos<sup>1</sup>.

No entanto, a solda é largamente utilizada, na prática ortodôntica, com intuito de auxiliar a movimentação dentária. A solda elétrica a ponto é uma solda que apresenta menor tempo de confecção, facilidade de trabalho, custo inferior, higiene e estética favoráveis<sup>5</sup>. Porém, esse tipo de solda tem sido evitado, devido à pouca resistência mecânica apresentada quando comparado à solda de prata<sup>14</sup>.

Para obtenção de qualidade na solda a ponto, são fatores que devem ser considerados: o tipo de máquina de solda, o formato dos eletrodos e a liga do fio utilizado<sup>7</sup>. A máquina de solda a ponto foi introduzida no mercado em 1934 e, atualmente, há relato de máquinas que propõem a obtenção de soldas resistentes a partir de funções que permitem uma adequada fusão dos materiais, diminuição da presença de óxidos que podem enfraquecer a união entre os fios, além de ausência de calor em torno dos contatos dos eletrodos, o que possibilita que fios de diferentes tipos de ligas mantenham suas características mecânicas.

O uso da liga de aço inoxidável (CrNi) predominou na Ortodontia durante décadas; mas, com o advento de novas ligas metálicas, tornou-se diversificado o universo de fios disponíveis com características de soldabilidade.

Diante da comprovada citotoxicidade apresentada pelas soldas à prata, outras formas de união isentas de íons metálicos provenientes da solda de prata vêm sendo utilizadas, com intuito de diminuir os efeitos citotóxicos. O objetivo do presente estudo foi testar a hipótese de que existe citotoxicidade entre diferentes tipos de ligas (CrNi, TMA, NiTi) submetidas à solda elétrica a ponto utilizada em Ortodontia.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Cultura de células

Para a realização desse estudo, foi utilizada a cultura de células L929 (fibroblastos de camundongos) obtida do American Type Culture Collection (ATCC, Rockville, MD, EUA), mantidas em Meio Mínimo Essencial de Eagle (MEM-Eagle) (Cultilab, Campinas, Brasil) acrescido de 0,03mg/ml de glutamina (Sigma, St. Louis, Missouri), 50µg/ml de gamicina (Schering Plough, Kenilworth, New Jersey), 2,5mg/ml de fungizona (Bristol-Myers-Squibb, New York, EUA), solução de bicarbonato de sódio a 0,25% (Merck, Darmstadt, Germany), HEPES 10mM (Sigma, St. Louis, Missouri) e 10% de soro fetal bovino (Cultilab, Campinas, Brasil) e mantida a 37°C em ambiente contendo 5% de CO<sub>2</sub>.

### Confecção dos corpos de prova

Três diferentes tipos de ligas foram avaliados nesse estudo. Os corpos de prova foram confeccionados com fios retangulares (0,019" x 0,025"), cortados em segmentos de 25mm, que foram soldados utilizando-se combinações entre os fios (Morelli, Sorocaba, São Paulo, Brasil) de aço inoxidável (CrNi); níquel-titânio (NiTi) e titânio-molibdênio (TMA). Para a execução da soldagem entre os dois segmentos de fios, os mesmos foram colocados sobrepostos em forma de "X", levados à máquina de soldagem elétrica a ponto (SMP- Super Micro Ponto 3000, Kernit, Indaiatuba, São Paulo, Brasil) e submetidos a um único ponto de solda, regulado na potência de 30W para todas as amostras.

Para cada solda realizada, as extremidades dos eletrodos foram limpas com uma lixa d'água de granulação 400 (3M, Sumaré, São Paulo, Brasil).

Foram confeccionados 36 corpos de prova, 6 para cada combinação entre os fios, divididos em: grupo AA (aço com aço), grupo AT (aço com TMA), grupo AN (aço com NiTi), grupo TT (TMA com TMA), grupo TN (TMA com NiTi) e grupo NN (NiTi com NiTi). Após a solda, todos os espécimes foram limpos com álcool isopropílico e, em seguida, esterilizados por exposição à luz ultravioleta (Labconco, Kansas, Missouri, EUA) durante 30 minutos para cada superfície do corpo de prova, assim como os controles positivo e negativo. A confecção dos corpos de prova e a execução da solda foram realizadas por um único operador.

### Controles

Para verificar a resposta celular frente aos extremos, outros seis grupos foram inseridos: grupo CC (controle de célula), no qual as células não foram expostas a nenhum material; grupo C+ (controle positivo), constituído de um cilindro de amálgama de cobre (Pratic NG 2, Vigodent, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil); grupo C- (controle negativo), constituído por cilindro de vidro; e os grupos C- (aço), C- (TMA), C- (NiTi) (controles negativos, respectivamente, dos seguintes fios: aço inoxidável, TMA e NiTi), que ficaram em contato com as células.

### Ensaio de citotoxicidade dos materiais

Após esterilização, as 6 amostras de cada material foram colocadas em placas de 24 poços contendo meio de cultura (MEM) (Cultilab, Campinas, São Paulo, Brasil). Após 24h, o meio de cultura foi coletado e avaliado quanto à toxicidade para as células L929. Os sobrenadantes foram colocados, em triplicata, em placa de 96 poços contendo monocamada confluenta de L929 e incubados por 24 horas a 37°C em ambiente contendo 5% de CO<sub>2</sub>. Terminado o tempo de incubação, o efeito na viabilidade celular

foi determinado através da técnica "dye-uptake", descrita por Neyndorff et al.<sup>16</sup>, com pequenas modificações. Após 24 horas de incubação, foram adicionados 100µl de vermelho neutro a 0,01% (Sigma, St. Louis, Missouri, EUA), em meio de cultura, em cada poço das microplacas e essas foram incubadas a 37°C por 3 horas para penetração do corante vital nas células vivas. Passado esse período, após desprezar o corante, foram adicionados 100µl de solução de formaldeído (Reagen) a 4% em PBS (NaCl 130mM; KCl 2mM; Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> 2H<sub>2</sub>O 6mM; K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> 1mM, pH 7,2) por 5 minutos, para promover a fixação das células às placas. Em seguida, para a extração do corante, foram adicionados 100µl de uma solução de ácido acético (Vetec, Rio de Janeiro, Brasil) a 1% com metanol (Reagen, Rio de Janeiro, Brasil) a 50%. Após 20 minutos, a leitura da densidade óptica dos grupos experimentais e controles positivo e negativo foi realizada em espectrofotômetro (BioTek, Winooski, Vermont, EUA) em um comprimento de onda de 492nm ( $\lambda = 492\text{nm}$ ).

As análises estatísticas foram realizadas com auxílio do programa SPSS 13.0 (SPSS Inc., Chicago, Illinois, EUA). Os dados foram comparados pela análise de variância (ANOVA) e, em seguida, teste de Tukey para avaliação entre grupos, com confiabilidade ao nível de 0,05 de significância.

### RESULTADOS

Os resultados demonstraram que não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos experimentais (AA, AT, AN, TT, TN e NN) ( $P > 0,05$ ). Houve diferença estatisticamente significativa entre o grupo CC e o grupo NN ( $P < 0,05$ ). Foi observada maior viabilidade celular no grupo TT, seguido dos grupos AT, TN, AA, NA e NN (Tab. 1).

Pôde-se evidenciar que a liga TMA apresentou maior viabilidade celular do que as ligas de aço e NiTi, o mesmo sendo demonstrado pelos controles negativos dessas respectivas ligas que não receberam solda (Tab. 1).

TABELA 1 - Técnica Dye-uptake. Descrição estatística para densidade óptica dos grupos experimentais (n=6).

Grupos	N	Tempo (24 h)			Células Viáveis (%)
		Média	Mediana	DP	
CC	6	1,107 <sup>a</sup>	0,989	0,119	100,0
C+	6	0,377	0,349	0,076	34,1
C-	6	1,098	0,991	0,129	99,2
C- (aço)	6	1,052	0,960	0,076	95,1
C- (TMA)	6	1,092	0,946	0,139	98,8
C- (NiTi)	6	0,919	0,859	0,116	83,1
AA	6	0,927 <sup>a</sup>	0,889	0,129	83,8
AT	6	0,994 <sup>a</sup>	0,917	0,115	89,8
AN	6	0,897 <sup>a</sup>	0,829	0,123	81,1
TT	6	1,039 <sup>a</sup>	0,963	0,137	93,9
TN	6	0,943 <sup>a</sup>	0,891	0,125	85,2
NN	6	0,787 <sup>b</sup>	0,721	0,113	71,1

Valores seguidos por letras iguais não apresentam diferença estatisticamente significativa ( $p > 0,05$ ) (DP = Desvio-padrão).

## DISCUSSÃO

A maioria dos materiais ortodônticos apresenta algum tipo de interação com o ambiente, o que pode comprometer sua utilização, devido à deterioração de suas propriedades mecânicas e físicas ou de sua aparência. Um dos processos de degradação é a corrosão<sup>15</sup>. A corrosão de metais que ocorre na boca é, principalmente, do tipo eletrolítica, devido à interação de duas ligas, o que gera corrosão galvânica<sup>15</sup>.

Os íons liberados pelo processo de corrosão têm o potencial de interagir com os tecidos por meio de diferentes mecanismos. As reações biológicas acontecem pela interação do íon liberado com uma molécula do hospedeiro, sendo a composição da liga de fundamental importância. Os efeitos causados no organismo aparecem devido à influência do íon sobre os mecanismos de adesão bacteriana, por toxicidade, efeitos subtóxicos ou alergia aos íons metálicos liberados<sup>15</sup>.

Uma das condições fundamentais para a utilização de materiais metálicos no meio bucal é que esses resistam à ação corrosiva da saliva e de alimentos

alcalinos ou ácidos<sup>4,8</sup>, bem como às variações de pH e de temperatura. Um dos materiais de uso ortodôntico muito suscetível à corrosão são as soldas à prata<sup>10</sup>, material que é utilizado quando deseja-se unir ligas de aço inoxidável ou outros tipos de ligas para a confecção de aparelhos ortodônticos.

Ao serem analisados os aspectos biológicos da solda à prata, os resultados sugerem que, ao contrário do que tem sido rotina na prática ortodôntica, o uso da solda à prata deve ser indicado com parcimônia para permanecer no meio bucal<sup>18,19</sup>.

Baseado nessa premissa, tem-se buscado utilizar outras formas de soldas<sup>27,28</sup>, isentas dos íons metálicos provenientes da solda à prata<sup>13,17,22,26,27,28</sup>, como a solda elétrica a ponto. O presente estudo foi realizado no intuito de averiguar o comportamento das ligas de CrNi, NiTi e TMA submetidas à solda a ponto frente à cultura de fibroblastos.

A utilização de cultura de células vem sendo adotada como parte de uma série de testes recomendados para avaliar o comportamento biológico dos materiais a serem colocados em contato com tecidos humanos. Nesse estudo utilizou-se o amálgama de cobre como controle positivo, por ser comprovadamente citotóxico<sup>23</sup>, e o vidro como controle negativo — necessários para a validação dos resultados.

Os achados do presente estudo demonstraram baixa citotoxicidade celular dos grupos experimentais quando comparados aos grupos controle de célula e ao grupo controle negativo; exceto o grupo NN, que apresentou diferença estatisticamente significativa com o grupo controle de célula ( $p < 0,05$ ). Tal resultado pode ser justificado pela alta presença de níquel nesse tipo de liga, se comparado aos outros tipos de ligas avaliadas.

O percentual de níquel nos braquetes, fios e aparelhos auxiliares usados em Ortodontia varia de 8% (como no aço inoxidável) até mais de 50% (como no caso do níquel-titânio)<sup>9,20</sup>.

O níquel é conhecido por seu potencial alergênico<sup>11,21,25</sup>. Estima-se que 4,5% a 28,5% da população têm hipersensibilidade ao níquel<sup>3,12,21,24</sup>. O sexo feminino apresenta maior prevalência de alergia ao

níquel, na proporção de 10 mulheres para cada homem<sup>21</sup>. Diante da presença nos aparelhos ortodônticos de íons metálicos como o níquel, esse tem sido associado a reações de hipersensibilidade em Ortodontia<sup>2</sup>.

Os grupos NN e AN demonstraram maior citotoxicidade quando comparados aos grupos que possuíam titânio-molibdênio. Porém, quando avaliados os controles negativos C- (NiTi) e C- (aço), que não receberam solda, essas ligas causaram baixa quantidade de lise celular. Todos os grupos submetidos à solda apresentaram maior quantidade de lise celular se comparados aos seus respectivos controles, o que sugere a liberação de íons metálicos capazes de causar lise celular, como o níquel, durante o processo de fusão entre os fios.

Diante da citotoxicidade observada nos grupos avaliados, parece existir uma relação entre a quantidade de níquel presente nas ligas e a quantidade de lise celular causada pelas mesmas. Para David, Lobner<sup>6</sup> e Eliades et al.<sup>9</sup>, não há evidência clara de que exista relação direta entre a citotoxicidade e o níquel, porém os achados de Sestini et al.<sup>27</sup> evi-

denciaram que o níquel e o cromo causaram diminuição da atividade celular. Apesar da avaliação *in vitro* não simular um meio bucal, faz-se necessário não julgá-lo clinicamente inertes.

Os resultados desse trabalho estão de acordo com os de Sestini et al.<sup>27</sup>, que avaliaram duas ligas diferentes submetidas à solda a ponto e concluíram que ambas foram bem toleradas por diferentes tipos celulares, incluindo fibroblastos e osteoblastos, o que concorda também com os achados de Vande Vannet et al.<sup>28</sup>

O sucesso na clínica ortodôntica não envolve somente o domínio da técnica corretiva para atingir a oclusão dentária ideal, mas exige também materiais que sejam inertes ao meio bucal.

## CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos, pode-se concluir que soldas elétricas a ponto mostraram pequena capacidade de provocar lise celular, sendo que as soldas envolvendo fios de liga de NiTi causaram menor viabilidade celular, e as envolvendo fios de liga de TMA causaram maior viabilidade celular.

---

## Cytotoxicity of electric spot welding: an in vitro study

### Abstract

**Objective:** The welding process involves metal ions capable of causing cell lysis. In view of this fact, the aim of this study was to test the hypothesis that cytotoxicity is present in different types of alloys (CrNi, TMA, NiTi) commonly used in orthodontic practice when these alloys are subjected to electric spot welding. **Methods:** Three types of alloys were evaluated in this study. Thirty-six test specimens were fabricated, 6 for each wire combination, and divided into 6 groups: Group SS (stainless steel), Group ST (steel with TMA), Group SN (steel with NiTi), Group TT (TMA with TMA), Group TN group (TMA with NiTi) and Group NN (NiTi with NiTi). All groups were subjected to spot welding and assessed in terms of their potential cytotoxicity to oral tissues. The specimens were first cleaned with isopropyl alcohol and sterilized with ultraviolet light (UV). A cytotoxicity assay was performed using cultured cells (strain L929, mouse fibroblast cells), which were tested for viable cells in neutral red dye-uptake over 24 hours. Analysis of variance and multiple comparison (ANOVA), as well as Tukey test were employed ( $p < 0.05$ ). **Results:** The results showed no statistically significant difference between experimental groups ( $P > 0.05$ ). Cell viability was higher in the TT group, followed by groups ST, TN, SS, NS and NN. **Conclusions:** It became evident that the welding of NiTi alloy wires caused a greater amount of cell lysis. Electric spot welding was found to cause little cell lysis.

**Keywords:** Toxicity. Cell culture techniques. Welding in dentistry.

---

## REFERÊNCIAS

1. Azevedo CRF. Characterization of metallic piercings. *Eng Fail Anal.* 2003;10(2):255-63.
2. Bass JK, Fine H, Cisneros GJ. Nickel hypersensitivity in the orthodontic patient. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1993;103(3):280-5.
3. Blanco-Dalmau L, Carrasquillo-Alberty H, Silva-Parra J. A study of nickel allergy. *J Prosthet Dent.* 1984;52(1):116-9.
4. Cadosch D, Chan E, Gautschi OP, Simmen HP, Filgueira L. Bio-corrosion of stainless steel by osteoclasts-in vitro evidence. *J Orthop Res.* 2009;27(7):841-6.
5. Correr DF Sobrinho, Nouer DF, Mendonça MR, Consani RLX, Sinhoretti MAC. Estudo comparativo da resistência à tração de soldas de prata e super micro ponto, utilizadas em ortodontia. *Rev Fac Odontol Univ Passo Fundo.* 1997;2(1):51-7.
6. David A, Lobner D. In vitro cytotoxicity of orthodontic archwires in cortical cell cultures. *Eur J Orthod.* 2004;26(4):421-6.
7. Donovan MT, Lin JJ, Brantley WA, Conover JP. Weldability of beta titanium arch wires. *Am J Orthod.* 1984;85(3):207-16.
8. El Safty A, El Mahgoub K, Helal S, Abdel Maksoud N. Zinc toxicity among galvanization workers in the iron and steel industry. *Ann NY Acad Sci.* 2008;1140:256-62.
9. Eliades T, Pratsinis H, Klekas D, Eliades G, Makou M. Characterization and cytotoxicity of ions released from stainless steel and nickel-titanium orthodontic alloys. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2004;125(1):24-9.
10. Grimsdottir MR, Gjerdet NR, Hensten-Pettersen A. Composition and in vitro corrosion of orthodontic appliances. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1992;101(6):525-32.
11. Jacobsen N, Hensten-Pettersen A. Occupational health problems and adverse patient reactions in orthodontics. *Eur J Orthod.* 1989;11(3):254-64.
12. Janson GR, Dainesi EA, Consolaro A, Woodside DG, Freitas MR. Nickel hypersensitivity reaction before, during, and after orthodontic therapy. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1998;113(6):655-60.
13. Kalimo K, Mattila L, Kautiainen H. Nickel allergy and orthodontic treatment. *J Eur Acad Dermatol Venereol.* 2004;18(5):543-5.
14. Lopes MB, Correr L Sobrinho, Consani S, Sinhoretti MA, Cangiani MB. Resistência à fadiga de solda de prata e solda elétrica a ponto utilizadas em ortodontia. *Rev Dental Press Ortodon Ortop Facial.* 2000;5(6):45-9.
15. Morais LS, Guimarães GS, Elias CN. Liberação de íons por biomateriais metálicos. *Rev Dent Press Ortodon Ortop Facial.* 2007;12(3):48-53.
16. Neyendorff HC, Bartel DL, Tufaro F, Levy JG. Development of a model to demonstrate photosensitizer-mediated viral inactivation in blood. *Transfusion.* 1990;30(6):485-90.
17. Oh KT, Kim KN. Ion release and cytotoxicity of stainless steel wires. *Eur J Orthod.* 2005;27(6):533-40.
18. Pacheco MCT. Propriedades mecânicas, resistência à corrosão e citotoxicidade de soldagens ortodônticas [tese]. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro; 1995. 235 p.
19. Pacheco MCT, Wigg MD, Chevitaress O. Biocompatibilidade das soldagens ortodônticas. *Rev SBO.* 1995;2(8):233-38.
20. Park HY, Shearer TR. In vitro release of nickel and chromium from simulated orthodontic appliances. *Am J Orthod.* 1983;84(2):156-9.
21. Peltonen L. Nickel sensitivity in the general population. *Contact Dermatitis.* 1979;5(1):27-32.
22. Saglam AM, Baysal V, Ceylan AM. Nickel and cobalt hypersensitivity reaction before and after orthodontic therapy in children. *J Contemp Dent Pract.* 2004;5(4):79-90.
23. Santos RL, Pithon MM, Oliveira MV, Mendes GS, Romanos MTV, Ruellas ACO. Cytotoxicity of intraoral orthodontic elastics. *Braz J Oral Sci.* 2008;24(4):1520-5.
24. Schafer T, Bohler E, Ruhdorfer S, Weigl L, Wessner D, Filipiak B, et al. Epidemiology of contact allergy in adults. *Allergy.* 2001;56(12):1192-6.
25. Schubert H, Berova N, Czernielewski A, Hegyi E, Jirásek L, Kohánka V, et al. Epidemiology of nickel allergy. *Contact Dermatitis.* 1987;16(3):122-8.
26. Schultz JC, Connelly E, Glesne L, Warshaw EM. Cutaneous and oral eruption from oral exposure to nickel in dental braces. *Dermatitis.* 2004;15(3):154-7.
27. Sestini S, Notarantonio L, Cerboni B, Alessandrini C, Fimiani M, Nannelli P, et al. In vitro toxicity evaluation of silver soldering, electrical resistance, and laser welding of orthodontic wires. *Eur J Orthod.* 2006;28(6):567-72.
28. Vande Vannet B, Hanssens JL, Wehrbein H. The use of three-dimensional oral mucosa cell cultures to assess the toxicity of soldered and welded wires. *Eur J Orthod.* 2007;29(1):60-6.

Enviado em: fevereiro de 2009  
Revisado e aceito: outubro de 2009

### Endereço para correspondência

Antônio Carlos de Oliveira Ruellas  
Av. Professor Rodolpho Paulo Rocco, 325 - Ilha do Fundão  
CEP: 21.941-617 - Rio de Janeiro / RJ  
E-mail: antonioruellas@yahoo.com.br