

Avaliação dimensional de slots de braquetes metálicos

Dimensional evaluation of metallic brackets slots

Tatiana Féres Assad-Loss*
Larissa Maria Cavalcante**
Regina Maria Lopes Neves***
José Nelson Mucha****

Resumo

O presente trabalho teve por objetivo avaliar as dimensões de altura e profundidade dos slots de braquetes de diferentes ligas metálicas e processos de fabricação e verificar se existem diferenças entre eles e a dimensão divulgada pelo fabricante. Para tanto, as alturas e profundidades dos slots de 45 braquetes metálicos de nove marcas comerciais foram avaliados em microscópio óptico de medição universal com cinco vezes de aumento, em temperatura de $20 \pm 0,5$ °C e umidade relativa do ar de $55\% \pm 10\%$. Foram obtidos médias e desvios-padrão das alturas e profundidades dos slots dos braquetes de cada grupo. A diferença entre a média e a dimensão divulgada pelo fabricante foi calculada e convertida em porcentagem. As dimensões dos slots apresentaram-se maiores do que a divulgada pelo fabricante, com uma variação de 1,8% a 10,9% na altura e de 8,2% a 49% na profundidade, exceto as do Grupo 5 (aço inoxidável, série light, moldagem por injeção, American Orthodontics), que apresentaram a profundidade 0,4% inferior em relação ao divulgado. Conclui-se, de maneira geral, que a dimensão real do slot dos braquetes metálicos testados é maior do que a divulgada pelo fabricante.

Palavras-chave: Ortodontia. Ortodontia corretiva. Braquetes ortodônticos.

Introdução

Tradicionalmente, os braquetes ortodônticos são confeccionados a partir da liga de aço inoxidável austenítico, que apresenta em sua composição o cromo e o níquel, responsáveis pela resistência à corrosão¹⁻³. Entretanto, os átomos de níquel não são fortemente ligados para formar componentes intermetálicos, existindo a probabilidade de liberação de

ion da superfície da liga, o que levanta as questões de biocompatibilidade da mesma⁴⁻⁶. A maior parte das reações alérgicas causadas por aparelho ortodôntico se deve ao níquel presente na liga de aço inoxidável⁶, e 30% dos pacientes com conhecida alergia ao níquel desenvolvem reação a uma liga que contenha cromo¹.

Em razão dos problemas relacionados à corrosão e sensibilidade ao níquel presente nos braquetes de aço inoxidável, novas ligas metálicas foram desenvolvidas, entre as quais os braquetes de titânio⁷. Estes, quando comparados aos de aço inoxidável, não apresentam o mesmo brilho⁸, sendo mais acinzentados e mais rugosos em textura⁹. Contudo, são equivalentes ou até melhores em relação a algumas propriedades mecânicas, tais como resistência à corrosão, força de adesão¹⁰, força de tensão⁸ e transmissão de força durante a aplicação de torção¹¹. O braquete de titânio tem se mostrado em testes totalmente compatível com o ambiente bucal e superior em integridade estrutural quando comparado ao aço inoxidável¹¹.

Existem também no mercado braquetes com cobertura de nitreto de titânio, que tem aspecto dourado e pode ser formado in situ, o qual recobre o braquete de aço inoxidável em procedimento a vácuo⁸. Essa cobertura oferece pobre proteção à liberação de níquel e não funciona como um braquete de titânio¹⁰.

Outra liga utilizada na confecção de braquetes é o cromo-cobalto, os quais apresentam dureza da superfície maior¹² e porosidade superficial comparável¹³ à encontrada nos braquetes de aço inoxidável. Testes de resistência friccional mostraram resultados semelhantes¹³, ou ainda melhores¹⁴, para os braquetes de cromo-cobalto em comparação aos de aço inoxidável.

*Especialista em Ortodontia e mestra em Clínica Odontológica pela Universidade Federal Fluminense - RJ.

**Mestra e Doutora em Clínica Odontológica, professora da Universidade Federal Fluminense - RJ.

***Mestra em Ortodontia e professora Adjunta de Ortodontia da Universidade Federal Fluminense - RJ.

****Mestre e Doutor em Ortodontia, professor Titular de Ortodontia da Universidade Federal Fluminense - RJ.

Em relação ao processo de confecção, os braquetes metálicos são tradicionalmente fabricados com técnicas de usinagem e fundição, originando braquetes angulados e afiados mais rugosos e volumosos¹⁵. Esse é um processo caro, pois 50 a 75% do metal utilizado é desperdiçado¹⁶.

Entretanto, nos últimos anos um novo método, menos dispendioso, tem sido adotado para confecção de braquetes ortodônticos metálicos: a moldagem por injeção do metal^{11, 12, 16}. Por este processo, o pó de metal é misturado a aglutinantes, lubrificantes e dispersantes, obtendo-se uma mistura homogênea que é injetada em formas. Os braquetes são formados dentro da geometria desejada, mas resultam de 17 a 22% maiores em suas dimensões, uma vez que ainda sofrerão a contração após o processo de sinterização, quando o calor, o solvente, ou ambos, serão responsáveis pela eliminação e remoção do aglutinante da mistura¹².

Os produtos da moldagem por injeção têm tolerância estendida de aproximadamente 0,3% da dimensão desejada^{12, 16} e permitem o uso de qualquer liga para a produção de braquetes ortodônticos. Independentemente das vantagens econômicas, este método de produção pode gerar sérias implicações no desempenho clínico dos braquetes ortodônticos¹².

Uma característica importante do slot do braquete é sua dimensão, que, quando alterada, pode afetar a eficiência da mecânica ortodôntica de deslizamento¹⁷ por afetar a resistência friccional¹⁸ e a aplicação de momentos de torque¹⁹ e comprometer os movimentos de primeira, segunda e terceira ordens.

A evolução dos aparelhos ortodônticos resultou em duas dimensões dos slots dos braquetes ortodônticos, 0,018" (0,45 mm) ou 0,022" (0,55 mm), entre as quais o ortodontista deve escolher para efetuar o tratamento ortodôntico de seus pacientes²⁰.

Os fabricantes não declaram o método que usam para a mensuração do slot nem a tolerância da dimensão do mesmo em seus catálogos ou embalagens¹⁹. Assim, pesquisadores têm avaliado a precisão da dimensão do slot dos braquetes utilizando diferentes instrumentos.

Meling et al.¹⁹ (1998) estimaram a altura do slot usando uma fórmula que descreve a relação entre largura do slot, altura e largura do fio, borda do fio e torção aplicada (ângulo formado da parede do slot e fio quando uma dobra de terceira ordem é aplicada). Basudan e Al-Emran¹⁷ (2001) mediram a altura do slot dos braquetes metálicos submetidos a diferentes métodos de recondicionamento em consultório com um microscópio de teste de microdureza com 100X de aumento. Cash et al.²⁰ (2004) verificaram a geometria e a dimensão dos slots 0,022" utilizando o leitor digital Maxtascan®, nos quais foram realizadas duas medidas (no topo e na base). Jones et al.¹⁸ (2002) mediram as alterações dimensionais do slot do braquete de aço inoxidável resultantes do seu recondicionamento comercial num fotomicroscópio Wild M400® com 10X de aumento, utilizando lentes graduadas e micrômetro, o que permitiu medição linear direta.

O objetivo deste estudo foi medir as dimensões da altura e profundidade do slot de nove tipos de braquetes de diferentes ligas e processos de obtenção, além de comparar tais medidas às divulgadas pelo fabricante.

Materiais e método

A amostra foi composta por 45 braquetes metálicos para caninos superiores, todos com slot 0,022, divididos em nove grupos de cinco braquetes cada⁴, de acordo com a liga do material, fabricante, método de confecção e especificações, como demonstrado no Quadro 1.

Quadro 1 - Descrição dos grupos de acordo com o material, modelo, fabricante, tamanho do slot, tipo de prescrição e processo de confecção

Grupo	Material	Modelo	Slot	Prescrição	Confecção	Fabricante
1	Aço inoxidável	Equilibrium 2°	0,022" X 0,030"	Roth	Moldagem por injeção	Dentaurum ^a
2	Titânio	Equilibrium ti°	0,022" X 0,030"	Roth	Moldagem por injeção	Dentaurum ^a
3	Cromo-cobalto	Topic°	0,022" X 0,030"	Roth	Moldagem por injeção	Dentaurum ^a
4	Aço inoxidável	Standard°	0,022" X 0,028"	Edgewise	Moldagem por injeção	TP Orthodontics ^b
5	Aço inoxidável	Serie light°	0,022" X 0,028"	Edgewise	Moldagem por injeção	American Orthodontics ^c
6	Aço inoxidável	Kirium line°	0,022" X 0,028"	Edgewise	Moldagem por injeção	Abzil Lancer ^d
7	Aço inoxidável	Monobloc°	0,022" X 0,030"	Roth	Moldagem por injeção	Morelli ^e
8	Aço inoxidável	Convencional°	0,022" X 0,030"	Roth	Usinagem	Morelli ^e
9	Aço inoxidável + nitreto de titânio	Monobloc Golden°	0,022" X 0,030"	Roth	Moldagem por injeção	Morelli ^e

^a = Ispringen, Alemanha; ^b = La Porte, Indiana, EUA; ^c = Sheboigan, WI, EUA; ^d = São José do Rio Preto, SP, Brasil; ^e = Sorocaba, SP, Brasil.

As dimensões dos slots (altura e profundidade) foram avaliadas por um único operador, treinado para esta medição, por meio do microscópio óptico de medição universal (RBC – Mitutoyo®, Certificado nº 2878/05 – Suzano, SP, Brasil), com 5X de aumento.

Nos grupos que apresentavam diferentes tamanhos de asas do slot, a altura da menor asa foi a medida adotada, uma vez que é a altura limite de contato do fio com o slot.

As condições ambientais durante o ensaio foram de temperatura de $20 \pm 0,5$ °C e umidade relativa do ar de $55\% \pm 10\%$. Cada braquete foi colocado de perfil⁹ para se proceder às avaliações de acordo com a Figura 1.

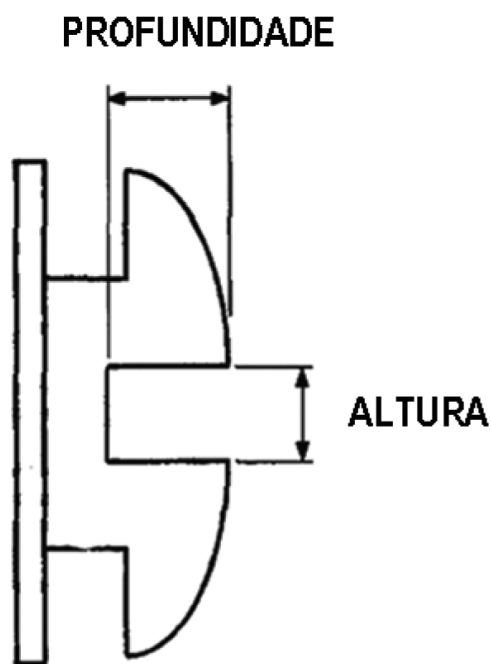


Figura 1 - Desenho esquemático do braquete com as medições da altura e profundidade efetuadas no microscópio óptico de medição universal

Foram obtidas as médias e os desvios-padrão dos valores dos cinco braquetes de cada grupo para a altura e profundidade do slot. A diferença entre a média e a dimensão divulgada pelo fabricante foi calculada e convertida em porcentagem.

Resultados

As fotografias de um braquete de cada grupo, os quais foram avaliados por meio do microscópio óptico de medição universal, estão apresentadas na Figura 2.

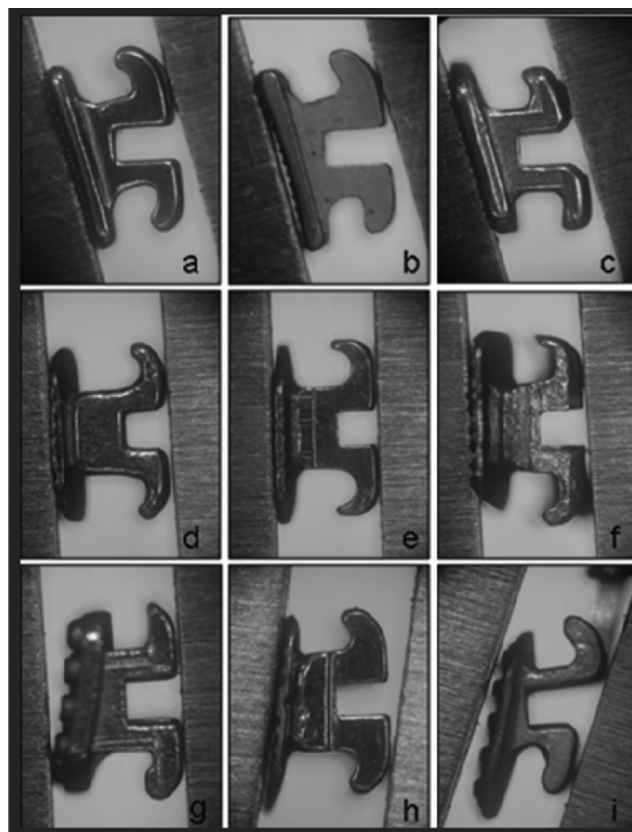


Figura 2 - Fotografias dos braquetes utilizados no estudo e posicionados no microscópio óptico de medição universal; a - Grupo 1 - aço inoxidável (Equilibrium 2°); b - Grupo 2 - titânio (Equilibrium ti°); c - Grupo 3 - cromo-cobalto (Topic°); d - Grupo 4 - aço inoxidável (Standard TP°); e - Grupo 5 - aço inoxidável (Serie light°); f - Grupo 6 - aço inoxidável (Kirium line°); g - Grupo 7 - aço inoxidável (Monobloc°); h - Grupo 8 - aço inoxidável (Convencional°); i - Grupo 9 - aço inoxidável (Monobloc Golden°).

As medidas em polegadas obtidas das alturas e profundidades dos slots dos braquetes de cada grupo, bem como a média, o desvio-padrão, a diferença entre a média do grupo, a medida fornecida pelo fabricante e a diferença em porcentagem da medida fornecida pelo fabricante e a verificada neste estudo estão dispostas nas Tabelas 1 e 2.

Em todos os grupos foram verificadas dimensões do slot aumentadas em relação às divulgadas pelo fabricante. No Grupo 5 verificou-se a menor diferença, estando a altura aumentada em 1,8%; no Grupo 4 foi verificado slot 10,9% mais alto que o divulgado; os demais grupos apresentaram variação de 2,3% a 7,7%.

O desvio-padrão encontrado para todos os grupos foi muito pequeno, não excedendo a diferença encontrada entre a média e o padrão do fabricante.

Em relação à profundidade do slot, todos os grupos apresentaram valores aumentados, exceto o Grupo 5, que mostrou valores 0,3% menores que o apresentado pelo fabricante. Os Grupos 1, 2, 3, 6, 8 e 9 apresentaram valores bastante aumentados, variando de 23,3% a 49%. Os Grupos 4 e 7 apresentaram porcentagem menor que a maior parte dos grupos, porém ainda aumentados em relação ao padrão do fabricante em 8,2% e 13%, respectivamente.

O desvio-padrão foi maior para as medidas de profundidade que os valores encontrados para a altura do slot, mostrando maior variação desta medida. No Grupo 9 o desvio-padrão foi maior que a diferença entre a média e o padrão do fabricante.

Tabela 1 - Alturas dos slots dos braquetes avaliados nos nove grupos, em polegadas

Altura dos slots		Grupos								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Braquetes	1	0,0227	0,0235	0,0240	0,0224	0,0225	0,0232	0,0235	0,0224	0,0224
	2	0,0226	0,0235	0,0237	0,0247	0,0226	0,0231	0,0231	0,0227	0,0233
	3	0,0226	0,0236	0,0235	0,0241	0,0224	0,0224	0,0231	0,0227	0,0230
	4	0,0226	0,0237	0,0237	0,0256	0,0222	0,0224	0,0230	0,0230	0,0232
	5	0,0226	0,0238	0,0236	0,0252	0,0223	0,0230	0,0232	0,0218	0,0224
Média		0,0226	0,0236	0,0237	0,0244	0,0224	0,0228	0,0232	0,0225	0,0229
Desvio-padrão		0,0000	0,0001	0,0002	0,0013	0,0002	0,0004	0,0002	0,0005	0,0004
Divulgado pelo fabricante		0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022
Diferença		0,0006	0,0016	0,0017	0,0024	0,0004	0,0008	0,0012	0,0005	0,0009
Diferença Percentual (%)		2,7	7,3	7,7	10,9	1,8	3,6	5,4	2,3	4,1

Grupo 1 = Aço inoxidável, Equilibrium[®], Roth, Dentaurem. Grupo 2 = Titânio, Equilibrium ti[®], Roth, Dentaurem. Grupo 3 = Cromo-cobalto, Topic[®], Roth, Dentaurem. Grupo 4 = Aço inoxidável, Standard[®], Edgewise Standard, TP Orthodontics. Grupo 5 = Aço inoxidável, Serie light[®], Edgewise Standard, American Orthodontics. Grupo 6 = Aço inoxidável, Kirium line[®], Edgewise Standard, Abzil Lancer. Grupo 7 = Aço inoxidável, Monobloc[®], Edgewise Standard, Morelli. Grupo 8 = Aço inoxidável, Convencional[®], Roth, Morelli. Grupo 9 = Aço inoxidável, Monobloc Golden[®], Roth, Morelli.

Tabela 2 - Profundidades dos slots dos braquetes avaliados nos nove grupos, em polegadas

Profundidade dos slots		Grupos								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Braquetes	1	0,0415	0,0437	0,0437	0,0317	0,0267	0,0333	0,0342	0,0389	0,027
	2	0,0302	0,0443	0,0443	0,0293	0,0281	0,0494	0,0335	0,0367	0,0593
	3	0,0418	0,0441	0,0443	0,0301	0,0278	0,042	0,0335	0,0377	0,0285
	4	0,0419	0,0477	0,0445	0,0301	0,0272	0,0429	0,0343	0,0368	0,0345
	5	0,0415	0,0439	0,0435	0,0304	0,0296	0,0347	0,034	0,0371	0,0357
Média		0,0394	0,0447	0,0441	0,0303	0,0279	0,0405	0,0339	0,0374	0,0370
Desvio-padrão		0,0051	0,0017	0,0004	0,0009	0,0011	0,0066	0,0004	0,0009	0,0130
Divulgado pelo fabricante		0,030	0,030	0,030	0,028	0,028	0,028	0,030	0,030	0,030
Diferença		0,0094	0,0147	0,0141	0,0003	-0,0021	0,0105	0,0039	0,0074	0,0070
Diferença Percentual (%)		31,3	49	47	8,2	-0,3	44,6	13	24,6	23,3

Grupo 1 = Aço inoxidável, Equilibrium[®], Roth, Dentauro. Grupo 2 = Titânio, Equilibrium[®] ti[®], Roth, Dentauro. Grupo 3 = Cromo-cobalto, Topic[®], Roth, Dentauro. Grupo 4 = Aço inoxidável, Standard[®], Edgewise Standard, TP Orthodontics. Grupo 5 = Aço inoxidável, Serie light[®], Edgewise Standard, American Orthodontics. Grupo 6 = Aço inoxidável, Kirium line[®], Edgewise Standard, Abzil Lancer. Grupo 7 = Aço inoxidável, Monobloc[®], Edgewise Standard, Morelli. Grupo 8 = Aço inoxidável, Convencional[®], Roth, Morelli. Grupo 9 = Aço inoxidável, Monobloc Golden[®], Roth, Morelli.

Discussão

O objetivo deste trabalho foi verificar a precisão entre a dimensão dos slots de braquetes metálicos de diferentes fabricantes e de diferentes materiais.

Quanto às dimensões dos slots, ao ser avaliada a altura do slot dos braquetes de todos os grupos, estes se apresentaram aumentados, variando este aumento de 1,82% a 10,91%. Outros autores também encontraram esta medida aumentada com variação ainda maior, de 5% a 24%¹⁸⁻²⁰.

Os produtos da moldagem por injeção têm tolerância estendida de, aproximadamente, 0,3% da dimensão desejada^{12,16}. Entretanto, as alterações dimensionais observadas foram maiores que esta tolerância. Essa tolerância dimensional é estabelecida

para os braquetes confeccionados pelo processo de injeção de metal, uma vez que são formados dentro da geometria desejada, mas 17 a 22% aumentada para compensar a contração após a sinterização¹².

Essa afirmação pode ser questionada, pois, caso não haja controle rígido desse processo, os braquetes podem não alcançar os valores de acordo com o padrão do fabricante. Esse fato pode ter ocorrido na presente amostra, composta em sua maior parte por braquetes confeccionados por moldagem por injeção.

O único grupo formado por braquetes confeccionados pelo processo de usinagem e fundição foi o Grupo 8, o qual pode ser comparado apenas ao seu correspondente do mesmo fabricante confeccionado pelo processo de moldagem por injeção de metal (Grupo 7). Os braquetes do Grupo 8 apresentaram menor variação na altura (2,3%) em relação aos do Grupo 7 (5,3%), porém a variação na profundidade

foi maior para o Grupo 8 (24,6%), em comparação ao Grupo 7 (13%).

A comparação entre os Grupos 1, 2 e 3, compostos por braquetes do mesmo fabricante, mas de diferentes materiais, mostra que os braquetes de aço inoxidável (Grupo 1) apresentaram menores variações em relação ao divulgado pelo fabricante tanto em altura quanto em profundidade.

A variação encontrada para a altura do slot em relação ao padrão do fabricante foi menor que a variação em relação à profundidade do slot, ao contrário dos resultados de outros estudos, que encontraram diferença na profundidade de apenas 1,3% em relação ao relatado pelo fabricante¹⁸.

A medição da profundidade em alguns grupos foi dificultada em razão do arredondamento do ângulo externo, não permitindo uma precisa verificação de seu limite final, como pode ser observado na Figura 2.

Os Grupos 3, 4 e 9 mostraram grande arredondamento do ângulo externo, embora no Grupo 9 a delimitação tenha sido ainda mais dificultada, o que pode ser expresso pelo desvio-padrão aumentado.

A medição da profundidade apresenta uma dificuldade maior para a padronização da medição e não é possível saber até que ponto o fabricante considera para realizar sua medição. Talvez por este motivo não tenham sido encontrados muitos trabalhos na literatura até este momento sobre essa medida.

O Grupo 5 apresentou a menor variação tanto em relação à altura (1,8%) quanto à profundidade (-0,3%).

Os braquetes de aço inoxidável dos Grupos 1, 5 e 7 apresentaram pequena variação da altura do slot em relação ao padrão do fabricante, demonstrando o bom controle de qualidade desses produtos e a maior previsibilidade de resultados a serem obtidos.

No presente estudo os braquetes Edgewise Standard® e os com prescrições Roth apresentaram-se de maneira similar. Ainda, o processo de obtenção por moldagem por injeção ou por usinagem não se constitui em característica que tenha influência na largura ou profundidade dos slots, mas, sim, os cuidados e procedimentos industriais de cada fabricante.

Embora estudo anterior¹⁸ não tenha observado diferença significativa na resistência friccional em decorrência da alteração da dimensão do slot, novos trabalhos devem ser realizados com o objetivo de testar o efeito de tais alterações na mecânica ortodôntica, bem como em outros tipos de braquetes® confeccionados por outros fabricantes.

Conclusões

De acordo com a metodologia empregada neste estudo, avaliando-se a altura e profundidade dos slots de braquetes metálicos, pode-se concluir que:

- existem diferenças entre a altura e profundidade real do slot e a divulgada pelo fabricante;
- as alturas dos slots apresentaram-se maiores do que as divulgadas, com uma variação de 1,8% a 10,9%;
- as profundidades dos slots apresentaram-se maiores de 8,2% a 49%, exceto para os braquetes do Grupo 5 (aço inoxidável, série Light®), que apresentaram a profundidade 0,3% inferior em relação ao padrão.

Abstract

The aim of this study was to evaluate the dimensions of height and depth of the metallic bracket slots of different alloys and manufacturing processes as well as to verify if there are differences between them and the amount disclosed by the manufacturer. The heights and depths of slots of 45 metal brackets from 9 types were evaluated by an Universal Measurement Optical Microscope (RBC Mitutoyo) increased 5X, $20 \pm 0.5^\circ\text{C}$ and $55\% \pm 10\%$ of relative humidity. Means and standard deviations of the heights and depths of slots of brackets in each group were obtained. The difference between the average size and the announced by the manufacturer was calculated and converted into percentage. The dimensions of the slots were higher than the ones showed by the manufacturer with a variation from 1.82% to 10.91% height and from 8.21% to 49% depth, except those of group 5 (stainless steel, light series, injection molding, American Orthodontics) that showed 0.4%, which was inferior in relation to what was presented. It is concluded that the real dimension of the metallic brackets slot tested is greater than that presented by the manufacturer.

Key words: Orthodontics. Corrective orthodontics. Orthodontic brackets.

Referências

1. Anusavice KJ. Phillips/Materiais Dentários. 10. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 1998.
2. Assad-Loss TF, Neves RML, Mucha JN. Composição química e aspecto superficial do slot de braquetes metálicos. Rev Dental Press Ortodon Ortop Facial 2008; 13(3):85-96.
3. Kusy RP, Whitley JQ. Friction between different wire-bracket configurations and materials. Semin Orthod 1997; 3(3):166-77.
4. Dolci GS, Menezes LM, Souza RM, Dedavid BA. Biodegradação de braquetes ortodônticos: avaliação da liberação iônica in vitro. Rev Dental Press Ortodon Ortop Facial 2008; 13(3):85-96.

5. Eliades T, Athanasiou AE. In vivo aging of orthodontic alloys: implications for corrosion potential, nickel release and biocompatibility. *Angle Orthod* 2002; 72(3):222-37.
6. Matasa CG. Biomateriais em ortodontia. In: Graber TM, Varnarsdall RL. *Ortodontia: Princípios e Técnicas Atuais*. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2002. p. 269-99.
7. Kapur R, Sinha PK, Nanda RS. Comparison of frictional resistance in titanium and stainless steel brackets. *Am J Orthod Dentof Orthop* 1999; 116(3):271-4.
8. Matasa CG. Titanium, a metal with a future in orthodontics. http://www.orthocycle.com/insider/insider_1995/september_1995.pdf; 8(3); 1995.
9. Kusy RP, Whitley JQ, Ambrose WW, Newman JG. Evaluation of titanium brackets for orthodontic treatment: Part I. The passive configuration. *Am J Orthod Dentof Orthop* 1998; 114(5):558-72.
10. Deguchi T, Ito M, Obata A, Koh Y, Yamagishi T, Oshida Y. Trial production of titanium orthodontic brackets fabricated by metal injection molding (MIM) with sinterizing. *J Dental Research* 1996; 75:1491-6.
11. Kapur R, Sinha PK, Nanda RS. Frictional resistance in orthodontic brackets with repeated use. *Am J Orthod Dentof Orthop* 1999; 116 (4):400-4.
12. Zinelis S, Annousaki O, Makou M, Eliades T. Metallurgical characterization of orthodontic brackets produced by metal injection molding (MIM). *Angle Orthod* 2005; 75(6):1024-31.
13. Moore MM, Harrington E, Rock WP. Factors affecting friction in the pre-adjusted appliance. *Eur J Orthod* 2004; 26(6):579-83.
14. Redlich M, Mayer Y, Harari D, Lewinstein I. In vitro study of frictional forces during sliding mechanics of "reduced-friction" brackets. *Am J Orthod Dentof Orthop* 2003; 124 (1):69-73.
15. Ogata RH, Nanda RS, Duncanson MG, Sinha PK, Currier GF. Frictional resistances in stainless steel bracket-wire combinations with effects of vertical defections. *Am J Orthod Dentof Orthop* 1996; 109(5):535-42.
16. Cohrt H. Metal injection molding. *Mater World* 1999; 7:201-3.
17. Basudan AM, Al-Emran SE. The effects of in-office reconditioning on the morphology of slots and bases of stainless steel brackets and on the shear/peel bond strength. *J Orthod* 2001; 28(3):231-6.
18. Jones SP, Tan CCH, Davies EH. The effects of reconditioning on the slot dimensions and static frictional resistance of stainless steel brackets. *Eur J Orthod* 2002; 24:183-90.
19. Meling TR, Ødegaard J, Segner D. On bracket slot height: a methodologic study. *Am J Orthod Dentof Orthop* 1998; 113(4):387-93.
20. Cash A, Good S, Curtis R, McDonald F. An evaluation of slot size in orthodontic brackets – are standards as expected? *Angle Orthod* 2004; 74(4):450-3.

Endereço para correspondência

Tatiana Féres Assad-Loss
 Rua Santa Rosa, 96, Santa Rosa
 24220-240 Niterói - RJ
 Fone: (21) 2612-8691
 E-mail: tatianaassad@yahoo.com.br

Recebido: 05.10.2008 Aceito: 14.12.2009