

Fricção superficial dos bráquetes autoligados

Surface friction of self-ligated brackets

Ana Flávia Borges de Paula

Mestre em Ortodontista pela São Leopoldo Mandic (SP)
Coordenadora e Professora do Curso de Especialização em Ortodontia no INCO 25 (RJ)

Ana Paula Borges de Paula

Ortodontista da Aeronáutica (DF)

RESUMO

Este trabalho avalia a fricção superficial dos bráquetes autoligados e bráquetes convencionais, suas vantagens e desvantagens. Alguns estudos avaliaram fatores como: os materiais dos fios e dos bráquetes, as condições da superfície dos fios e do encaixe do bráquete, a secção do fio, o torque na interface fio-bráquete, a angulação dos bráquetes, o tipo e a força da ligadura, a salina e as funções bucais. Estes fatores influenciam na fricção tanto dos bráquetes autoligados como dos bráquetes convencionais, porém todos os bráquetes autoligados mostraram valores de fricção inferiores aos dos bráquetes convencionais, tanto no atrito estático como cinético.

Palavras-chave: bráquetes; autoligados; fricção; atrito.

ABSTRACT

The present paper compares the friction surface of self-ligated brackets and conventional brackets, their advantages and disadvantages, based in studies wich evaluates such factors as the materials of wires and brackets, the surface condition of the wires and the brackets fit, the cable section, the torque on the bracket-wire interface, the angle of the brackets and strength of their ligations, the saline and oral functions. These factors influence the friction of both self-ligated brackets and conventional brackets, but all self-bonded brackets showed lower friction values compared to those of conventional brackets in both (static and kinetic) frictions.

Keywords: brackets, self-ligated, friction.

Introdução

O movimento dentário ortodôntico depende de diversos fatores para que seja executado de maneira precisa, tais como: tipo de bráquete e qualidade dos materiais; tipo de amarração entre bráquete e fio e resposta individual. Para que o sistema de amarração arco-bráquete seja ideal, deve apresentar algumas propriedades essenciais, como: ser resistente; manter força constante; proporcionar engrenamento total do arco no slot do bráquete; produzir o menor atrito possível; ser de manuseio fácil e rápido; permitir aumento da força de fricção, quando desejável; permitir a colocação de um elástico em cadeia; proporcionar uma boa higiene e ser confortável para o paciente (15).

O uso de uma amarração com ligadura convencional (elástica ou metálica) tem uma alta prevalência entre os ortodontistas. Entretanto, estes tipos de ligadura não preenchem todos os requisitos para uma amarração ideal. Durante um longo tempo, as ligaduras metálicas eram as únicas utilizadas. Elas têm como propriedade uma baixa resiliência, tornando difícil o engrenamento total fio-slot (canaleta da estrutura do bráquete onde é inserido o arco), e sua força de ligação podem variar de acordo com o manuseio do operador, além de causar desconforto e injúrias ao paciente (15).

Com o objetivo principal de diminuir a resistência do movimento ortodôntico e acelerar o tempo de atendimento do paciente, Stolzenberg criou, em 1935, o primeiro bráquete do sistema *self-ligating* (26). Este sistema, também conhecido como *self-ligating* ou autoligável, se caracteriza por não necessitar da utilização de uma amarração externa, seja elástica ou metálica, pois o sistema de ligadura está inerente à estrutura do bráquete. O design deste bráquete apresenta como característica um parafuso horizontal com rosca para fixar o arco, dispensando o uso de amarrilho (9). A ideia de um sistema livre de ligadura foi redefinida por Wildman, em 1972, como um bráquete que apresenta tampa que desliza para abrir e fechar o slot, deixando o arco liberado para qualquer movimento (5).

Ao longo dos anos, diversos fabricantes desenvolveram diferentes modelos de bráquetes autoligados sem obterem muito sucesso de venda, atraindo o interesse apenas de uma pequena porcentagem dos profissionais da área (15). Nos meados dos anos 1980, foi colocado no mercado um bráquete chamado *Speed* (Strite Ltd.), desenvolvido por Hanson, que se tornou um sucesso de vendas (4). Esses bráquetes se diferenciam por terem dimensões do slot mais reduzidas que as dos anteriores (9) e uma tampa mais resiliente e flexível, fazendo o fio ajustar totalmente dentro do slot, evitando movimentos indesejáveis durante tratamento ortodôntico (28).

Apesar do sistema autoligado apresentar diversas características superiores aos bráquetes convencionais, a sua utilização não era tão simples. Além do alto custo deste tipo de material, algumas marcas apresentaram um índice de quebra da tampa acima do esperado; abertura da tampa com muita facilidade pelos próprios pacientes, deixando o arco inativo; dificuldade na colocação de elástico em cadeia ou molas; dificuldade na colagem e no manuseio por falta de prática do profissional e dificuldade de colocação de um arco com espessura maior dentro do slot sem causar distorções (14). Assim, firmas comerciais foram aprimorando o design para torná-lo mais prático e

aumentar sua utilização entre os ortodontistas (18).

No início do século XXI, a 3M - Unitek lançou o seu modelo de autoligado, o *Smartclip*, um bráquete que possui travas laterais para o encaixe do fio no slot, caracterizado por ser um sistema que incorpora força no arco, corrigindo rotações com baixo atrito. Um modelo mais avançado da fabricante *American Orthodontics*, o *Time 2*, apresenta uma tampa semelhante aos convencionais, porém menos rígida. Em 2000, a *Ormco* aprimorou seu sistema autoligado com o lançamento do *Damon I*, que se caracterizava por ser um bráquete geminado, com uma tampa lisa, permitindo o fio correr mais livremente dentro do slot. A GAC também colocou no mercado o *In-Ovation R*, que combina o controle do sistema geminado tamanho mini, com formato romboide, sendo passivo quando utilizado com fios redondos e tornando-se ativo medida que a espessura do arco aumenta (8).

Como existe, no mercado, uma grande variedade de bráquetes autoligados, com a principal característica uma redução da fricção próxima à zero, segundo seus fabricantes. Este trabalho tem como objetivo fazer uma revisão da literatura sobre diferentes marcas comerciais de bráquetes autoligados.

Revisão de Literatura

O primeiro sistema de bráquete autoligados foi descrito em 1935 por Stolzenberg, com objetivo de diminuir a resistência, melhorar o movimento e diminuir o tempo de atendimento sendo chamado de *Russel Locke Edgewise Attachment*. O desenho deste bráquete, que dispensava o uso de amarrilho para fixação do arco, apresentava um parafuso horizontal com rosca que fixa o fio, permitindo graduar sua pressão sobre o mesmo, obtendo assim, o movimento desejado (Figura 1).

O aumento da dimensão do arco e/ou da angulação do arco no slot é diretamente proporcional ao aumento de fricção (1).

Algumas condições clínicas podem dificultar a movimentação, tais como um alto índice de placa, deformidades no arco e viscosidade da saliva. As propriedades elásticas do fio são fatores secundários e independe da fricção promovida pelo movimento de deslizamento (11).

Uma tentativa de inovação de um sistema livre de ligadura ocorreu em 1972 por Wildman, através do bráquete *Edgelock* ("A" *Company/Ormco*) (4).

Seguindo os mesmos princípios do sistema autoligado passivo, dois anos após, a *Forestadent* lançou o *Móbil-lock*, com uma tampa semicircular que rotacionava com eixo no slot para abrir e fechar, porém era necessário o uso de um instrumental específico. Contudo, como isso ocorreu simultaneamente à introdução da ligadura elástica, ambos os bráquetes não obtiveram muito sucesso entre os profissionais da área, devido as suas dificuldades de manuseio.

Ao se comparar a produção de fricção relacionada com o tipo de liga do arco, verificou-se que arco de beta-titânio produz maior fricção que os outros quatro tipos utilizados, contudo os dados não são estatisticamente significativos. Nos movimentos ortodônticos, o atrito está presente em to-

dos os tipos de mecânica, tornando um problema real proporcional à força aplicada (2).

BERGER (5) relatou que a alta resiliência de tampa de níquel-titânio em alguns modelos de bráquetes pode ser responsável pelos movimentos dentários nos três planos do espaço: rotação, angulação e torque. Este controle deve ocorrer devido à deflexão da tampa, criada devido ao giro dentário, fazendo com que forme uma ponte de fulcro forçando o arco para dentro do slot, consequentemente causando a rotação dentária. BERGER (5) demonstrou, ainda, existir menor fricção ao utilizar bráquetes autoligados, porém o atrito é diretamente proporcional quando relacionado ao aumento da espessura do fio.

A angulação entre bráquete e arco é outra variável que influencia na magnitude da fricção. Os valores de fricção tendem a agravar de acordo com o aumento da angulação entre arco e bráquete (7).

Os pontos de contato existentes entre o *slot* do bráquete, arco e ligadura diminuem, deixando o arco atuar mais livremente e, consequentemente, a fricção (estática e dinâmica) é menor do que quando comparados com os bráquetes convencionais (12) (Figura 4).

A fricção estática ou superficial é aquela gerada no início do movimento entre o deslizamento de duas superfícies e a fricção cinética ou dinâmica é a resistência do movimento de deslizamento de um corpo sólido sobre outro com uma velocidade constante ao longo de uma distância (6).

KHAMBAY *et al.* (17) compararam os efeitos dos diferentes métodos de amarração relacionados à resistência friccional, concluíram que somente a utilização de bráquetes autoligados passivos podem eliminar quase que totalmente a fricção (Figura 3).

O atrito está sempre presente em todos os tipos de movimento ortodôntico, seja apresentando valores variáveis como durante a retratação do dente, no deslizamento de um dente para área de extração, na incorporação de torque ou durante um alinhamento e nivelamento dentário, quando associado a dois pontos de contato entre o arco e o bráquete (16).

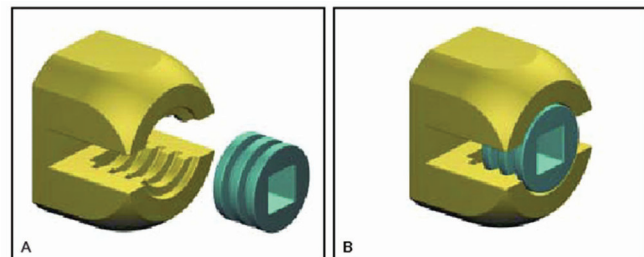


Figura 1. Bráquete descrito por Stolzenberg (1935), chamado de Russel Locke Edgewise – em posição aberta e fechada
Fonte: BERGER, J. Self-Ligation in the Year 2000. JCO/February 2000: 74.

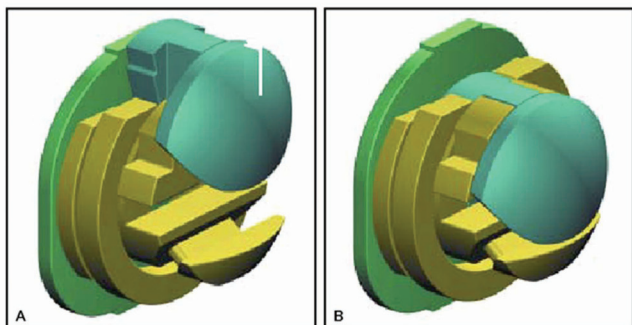


Figura 2. Bráquete self-ligated Edgelock, descrito por Wildman - tampa fechada e aberta
 Fonte: BERGER, J. Self-Ligation in the Year 2000. JCO/February 2000: 75.

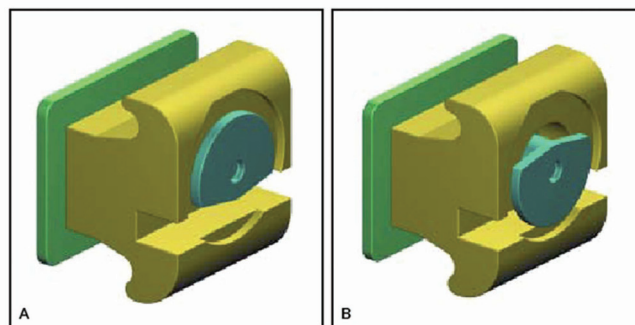


Figura 3. Bráquete Smatclip (Unitek/3M) - vista frontal
 Fonte: http://solutions.3m.com.br/wps/portal/3M/pt_BR/3MUnitek/Home/SolucoesOrtodontia/BracktesAutoLigados/SmartClipMBT/

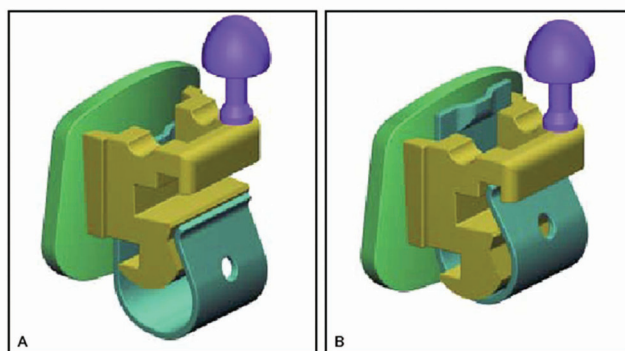


Figura 4. Bráquete In-Ovation R (GAC) - vista frontal
 Fonte: <http://www.gacorthomax.com.br/produtosphp?local=de talhe&pid=51>

Discussão

Alguns autores, HARRADINE (15), HEANO & KUSY (16) e SHIVAPUJA & BERGER (27) têm demonstrado a grande redução no atrito estático e dinâmico que os bráquetes autoligados representam, quando comparados a bráquetes convencionais presos com ligaduras metálicas e/ou elásticas.

MILES *et al.* (19), BERGER (3) concordam que os bráquetes autoligados produzem atrito menor quando comparados aos bráquetes convencionais e são semelhantes no início do tratamento, quando há grande desnivelamento e deflexões dos fios, porém, na mecânica de deslize, ao final do nivelamento, os bráquetes passivos têm denotado melhor comportamento.

O sistema de aparelhagem autoligado teve como proposta principal permitir uma menor fricção, proporcionar uma força ortodôntica contínua, como esclarecem READ-WARD *et al.* (26), além de melhorar o engrenamento entre arco e bráquete, conforme HARRADINE (15); diminuir o tempo de cadeira e de tratamento de acordo com EBERTING (12); facilitar o atendimento; permitir maior fricção através da utilização de elástico em “8”, caso seja desejado, ainda segundo HARRADINE (15); reduzir os efeitos indesejáveis segundo HARRADINE & BIRNIE (14); permitir a utilização de elástico tipo cadeia; proporcionar melhor higiene oral conforme EBERTING (12). No entanto, HARRADINE & BIRNIE (14), relataram em um trabalho sobre o uso clínico do bráquete autoligado algumas desvantagens: custo mais elevado que os bráquetes convencionais; difícil manuseio na colagem; além de, segundo BERGER (3), utilização de elástico em cadeia com mais dificuldade; problema para se colocar o arco no *slot* e um alto índice de quebra da trava de precisão.

A vascularização é fundamental para o movimento dentário, considerando que forças leves e contínuas produzem efeito mais eficiente. A magnitude da força aplicada a um dente aumenta, conforme aumenta o diâmetro do fio, do bráquete e da direção de sua aplicação, conforme esclarecem READ-WARD *et al.* (26) e PIOZZONI *et al.* (25). Os bráquetes autoligados apresentam a necessidade de utilização da força leve como característica, proporcionando, assim, baixa fricção (15). Isto ocorre por conta das propriedades de resiliência e flexibilidade existentes na confecção da tampa de aço inoxidável (5). BERGER (4), em um estudo *in vitro*, comparou níveis de força necessária para o movimento, através da utilização de bráquetes metálicos convencionais, amarrados com ligaduras elásticas e metálicas e autoligados com diferentes tipos de fios ortodônticos em um ensaio de atrito através da máquina *Instron Universal*. O autor observou uma redução em até 15 vezes maior quando utiliza o sistema autoligado *Speed*, independentemente do tipo de fio utilizado.

A higienização pode ser facilitada pela dimensão reduzida dos bráquetes da maioria das marcas e por dispensar o amarrilho. Assim, existe menor probabilidade de acúmulo de placa bacteriana de até 25% (36) quando comparada com bráquetes com uso de ligaduras convencionais (9).

A ancoragem é medida através dos valores produzidos pela tríade: *slot* do bráquete, arco e método de amarração entre arco e bráquete, o que pode causar um aumento ou diminuição do tempo de duração do tratamento (36). A ancoragem pode ser definida como a quantidade de movimentação do bloco posterior (molares e pré-molares) quando do fechamento de espaço de extração com a finalidade de se atingir os objetivos do tratamento (21). O baixo índice de fricção apresentado é de grande auxílio quando se planeja uma ancoragem, pois se a força de movimento aplicada é menor, consequentemente a força recíproca também será menor, tendo assim uma menor perda de ancoragem e uma possibilidade de retração de dente separadamente (15). Assim, diminui a necessidade de utilização de sistema extra de ancoragem como o arco extraoral, barra transpalatina, sistema de mini-implantes etc. (3).


Vários fatores podem influenciar a produção da fricção: material, tamanho e desenho dos bráquetes; tipos, qualidade e diâmetro dos fios (9); tipos de ligadura (metálica, elástica ou *self-ligated*) e a forma de utilizá-la (“O” ou “8”) (17); condições ambientais (seco ou molhado) (34); diferença de temperatura (9); rugosidade da superfície (17); incorporação

de dobras de primeira, segunda e/ou terceira ordem (25); intensidade da força (32); distância inter-bráquete (17); velocidade (2), direção e magnitude relativa do movimento (17) e influência das funções orais (31).

Para DAMON (10) e PIOZZONI *et al.* (25), ao comparar marcas comerciais, o sistema DAMON, desenvolvido por D. H. DAMON, foi demonstrado como o que causa o menor atrito entre os bráquetes autoligados, em função da passividade do fechamento da canaleta do bráquetes, sem que haja pressionamento do fio.

Conclusão

Após a avaliação das médias da fricção superficial em diferentes bráquetes autoligados, podemos salientar:

- Os bráquetes autoligados produzem valores de atrito inferiores aos bráquetes convencionais com ligaduras elásticas, independente das marcas de autoligados utilizadas;
- Ao se comparar as diferentes marcas de bráquetes autoligados, observou-se que algumas marcas produzem médias de atrito mais altas, enquanto outras apresentam médias mais baixas;
- Existe um aumento de atrito diretamente proporcional ao aumento da espessura dos fios utilizados;
- A diminuição do atrito com a utilização dos bráquetes autoligados possibilita a mecânica de forças reduzidas com melhor controle de ancoragem. 

Referências Bibliográficas

1. ANDREASEN, G. F., QUEVEDO, F. R. Evaluation of frictional forces in the 022"x028" edgewise bracket in vitro. *J. Biomech.* 1970; 3: 151-60.
2. BERDNAR, J. R., GRUENDEMAN, G. W., SANDRIK, J. L. A comparative study of frictional forces between orthodontic brackets and arch wires. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.* 1991; 100: 513-22.
3. BERGER, J. B. Self-ligation in the year 2000. *J. Clin. Orthod.* 2000; 34 (2): 74-81.
4. BERGER, J. L. The influence of the SPEED bracket's self-ligating design on force levels in tooth movement: a comparative in vitro study. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.* 1990; 97: 219-28.
5. BERGER, J. L. The SPEED appliance: a 14-year update on this unique self-ligated orthodontic mechanism. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.* 1994; 105 (3): 217-23.
6. BERGER, J. L., BYLOFF, F. K. The clinical efficiency of Self-ligated brackets. *J. Clin. Orthod. Boulder.* 2001; 35 (5): 304-8.
7. BRAUN, S., BLUE-TEIN, M., MOORE, K. *et al.* Friction in perspective. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.* 1999; 115 (6): 619-27.
8. CLOCHERET, K., WILLEMS, G., CARELS, C. *et al.* Dynamic frictional behavior of orthodontic archwires and brackets. *Eur. J. Orthod.* 2004, 26: 163-70.
9. CLOSS, L. Q., MUNDOSTOCK, K. S., GANDINI Jr., L. G. *et al.* Os diferentes sistemas de bráquetes Self-ligating: Revisão de Literatura. *R. Clin. Ortodon. Dental. Press.* 2005; 4 (2).
10. DAMON, D. The rationale, evolution and clinical application of the self-ligating bracket. *Clin. Orthod. Res.* 1998; 1 (1): 52-61.
11. DRESCHER, D., BOURAUDEL, C., SCHUMACHER, H. A. Frictional forces between bracket and archwire. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.* 1989; 96 (5): 397-404.
12. EBERTING, J. J. Treatment time, outcome and patient satisfaction comparisons of Damon and conventional brackets. *Clin. Orthod. Res.* 2001; 4: 228-34.
13. GAC INTERNATIONAL. Al win with the In-Ovation R the only mini twin self-ligating bracket with the active clip, Islandia. Catalog, 2003.
14. HARRADINE, N. W. T., BIRNIE, D. J. The clinical use of Activa self-ligating brackets. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.* 1996; 109 (3): 319-28.
15. HARRADINE, N. W. T. Self-ligating brackets: Where are we now? *J. Orthod.* 2003; 30: 262-73.
16. HEANO, S. P., KUSY, R. P. Evaluations of the frictional resistance of conventional and self-ligating bracket designs using standardized archwires and dental Typodont. *Angle Orthod.* 2005; 74: 202-11.
17. KHAMBAY, B., MILLET, D., MCHUNG, S. Evaluation of methods of archwire ligation on frictional resistance. *Eur. J. Orthod.* 2004; 26: 327-32.
18. LOFTTUS, B. P., ARTUN, J., NICHOLLS, J. I. *et al.* Evaluation of friction during sliding tooth movement in various bracket-arch wire combinations. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.* 1999; 116 (3): 336-45.
19. MILES, P. G., WEYANT, R. J., RUSTVELD, L. A clinical trial of Damon 2 vs conventional Twin Brackets during initial alignment *Angle Orthod.* 2006; 76 (3): 480-5.
20. MOORE, M. M., HARRINGTON, E., ROCK, P. Factors affecting friction in the pre-adjusted appliance. *Eur. J. Orthod.* 2004; 26: 579-83.
21. NANDA, R. Biomechanics and esthetic strategies in clinical orthodontics. St. Louis: Elsevier Saunders, 2005.
22. NISHIO, C. N., MOTTA, A. F. J., ELIAS, C. N. *et al.* In vitro evaluation frictional forces between archwires and ceramic brackets. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.* 2004; 125 (1).
23. OH, K. T., CHOO, S. U., IM, K. M. *et al.* A stainless steel bracket for orthodontic application. *Eur. J. Orthod.* 2005; 27: 237-44.
24. ORMCO. Damon System Fast Track -News you can use to boost your performance with the Damon Self-ligating Bracket System. Catálogo Ormco. 2004.
25. PIOZZONI, L., RAVNHOLT, G., MELSEN, B. Frictional forces related to self-ligating brackets. *Eur. J. Orthod.* 1998; 20: 283-91.
26. READ-WARD, G. E., JONES, S. P., DAVIEST, E. H. A comparison of Self-ligating and Conventional Orthodontic Bracket Systems. *Br. J. Orthod.* 1997; 24: 209-17.
27. SHIVAPUJA, P. K., BERGER, J. A comparative study of conventional ligation and self-ligation bracket systems. *Am. J. Orthod.* 1994; 106 (5): 472-80.
28. SIMS, A. P. T., WATERS, N. E., BIRNIE, D. J. *et al.* A comparison of the forces required to produce tooth movement in vitro using two self-ligating brackets and pre-adjusted bracket employing two types of ligation. *Eur. J. Orthod.* 1993; 15: 377-85.
29. SIMS, A. P. T., WATERS, N. E., BIRNIE, D. J. A comparison of forces required to produce tooth movement ex vivo through three types of pre-adjusted brackets when subjected to determined tip of torque values. *Br. J. Orthod.* 1994; 21 (4): 219-28.
30. TAYLOR, N. G., ISON, K. Frictional resistance between orthodontic brackets and archwires in the buccal segments. *Angle Orthod.* 1996; 66 (3): 215-22.
31. TECCO, S., FESTA, F., CAPUTI, S. *et al.* Friction of conventional and self-ligating brackets using a 10 bracket models. *Angle Orthod.* 2005; 75 (6): 1041-5.
32. THOMAS, S., SHERRIFF, M., BIRNIE, D. A comparative in vitro study characteristics of two types of self-ligating brackets and two types of pre-adjusted edgewise brackets tied with elastomeric ligatures. *Eur. J. Orthod.* 1998; 20: 589-96.
33. THORSTENSON, G. A., KUSY, R. P. Resistance to sliding of self-ligating brackets versus conventional stainless steel twin brackets with second order angulation in the dry and wet (saliva) states. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.* 2001; 120 (4): 361-70.
34. THORSTENSON, G. A., KUSY, R. P. Effects of Ligation Type and Method on the resistance to sliding of novel orthodontic brackets with second-order angulation in the dry and wet states. *Angle Orthod.* 2002; 73 (4): 418-30.
35. UNITEK. Smartclip-self-ligating appliance system -the intelligent choice. Catálogo 3M, 2005.
36. VOUDOURIS, J. C. Interactive edewise mechanism: form and functiona comparison with conventional edgewise brackets. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.* 1997; 111 (2): 199-40.
37. WARD, G., JONES, S. P., DAVIES, E. H. Comparison of frictional resistance of self-ligating and stainless-steel ligated systems. *J. Dent. Res.* 1995; 74 (3): 839, Abst. 140.

Recebido em: 30/01/2012 / Aprovado em: 16/04/2012

Ana Flávia Borges de Paula

Rua Santa Clara, 308/202 – Copacabana

Rio de Janeiro/RJ, Brasil – CEP: 22041-012

E-mail: srtaanaflavia@hotmail.com