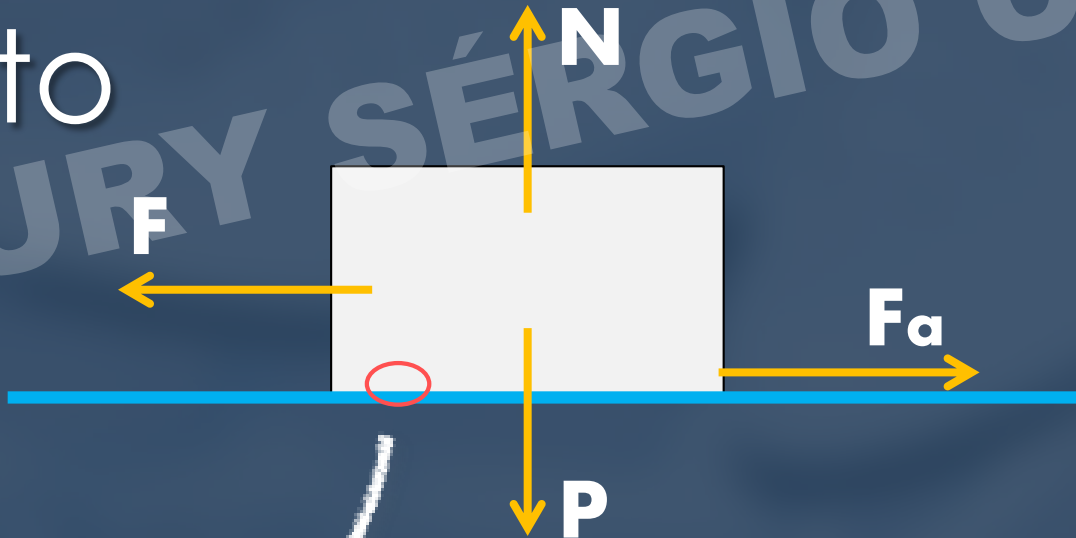


Atrito

“ **F**orça que se opõe a um objeto quando movimentado por deslize sob outro, com suas superfícies em contato.” *Kusy; Whitley, 1997*
Rossouw, 2003

Força de atrito



N (Força Normal) – força perpendicular, relacionada ao peso

μ_x (Coeficiente de Atrito) – aspereza superficial dos materiais

$$F_a = N \cdot \mu_x$$



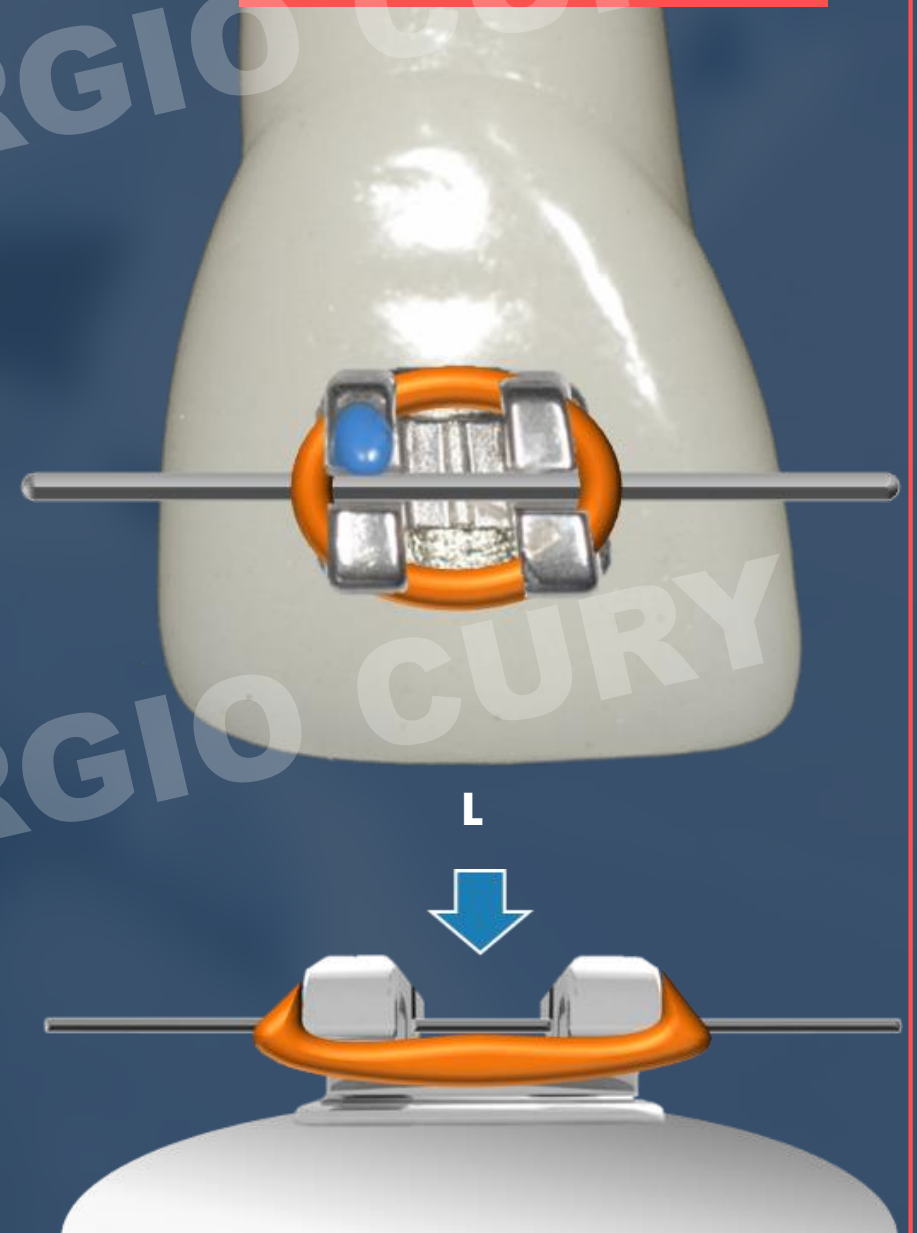
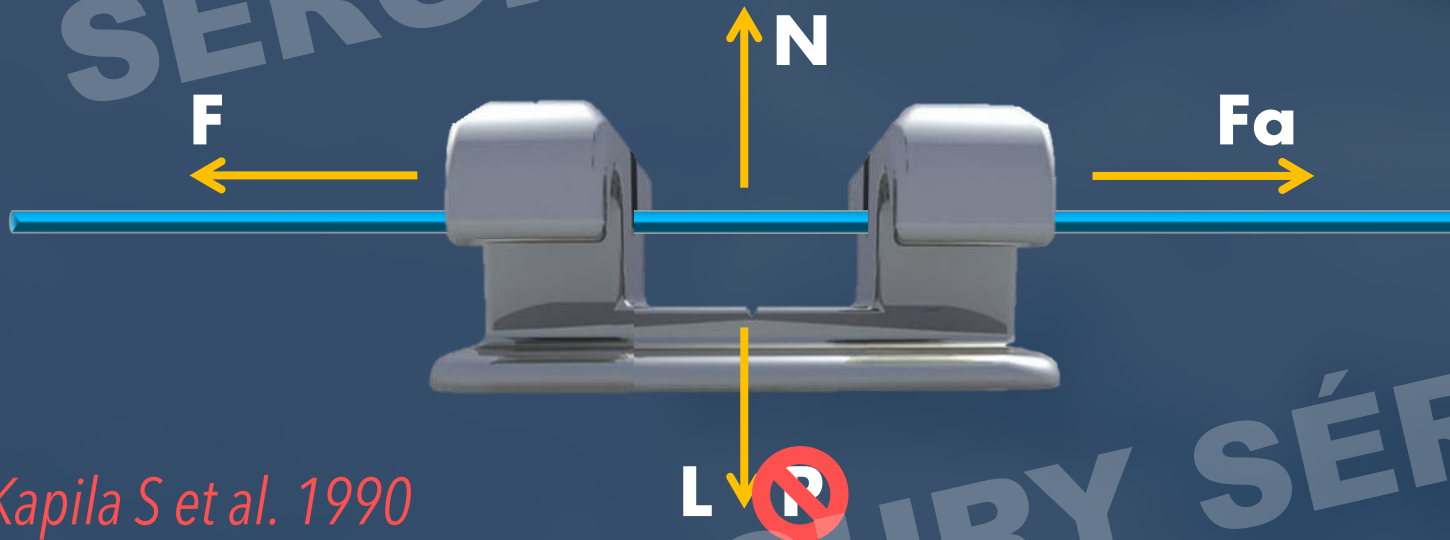
Kapila S et al. 1990

Kusy RP, Whitley JQ. 1997

Mendes K, Rossouw PE. 2003

Rossouw PE, Kamelchuk LS, Kusy RP. 2003

Força de atrito



- Kapila S et al. 1990*
- Bourauel et al., 1998*
- Kusy RP, Whitley JQ. 1999*
- Loftus et al., 1999*
- Rossouw PE. 2003*

Degradação

Ao serem expostos à cavidade oral, os materiais comportam-se de forma diferente de “quando novos”.

Eliades; Bourauel, 2005, Liu; Lin; Ding, 2013, Pithon et al., 2013, Iliadi et al., 2014, Araujo et al., 2015.

*“Por vezes sentimos que aquilo que fazemos
não é senão uma gota de água no mar.*

*Mas o mar seria menor se lhe
faltasse uma gota.”*

Madre Teresa de Calcutá



Obrigado !

Desenho do estudo



Segundos Pré-molares superiores e inferiores.

Choi et al. 2012
Araujo et al. 2015



Desenho do estudo

G1



G2



G3



Cálculo do tamanho da amostra

Coeficiente de Atrito

Liu et al. 2013

9 bráquetes

Estimativa do DP da diferença	0,04
Diferença a ser detectada	0,05
Alfa	5%
Beta	20%

- Dentição permanente completa
- Presença de má oclusão
- Ausência de tratamento prévio
- Moradores de Volta Redonda – RJ

Critérios de **Inclusão** e Exclusão





Critérios de Inclusão e Exclusão

- Doenças Periodontais
- Fumantes
- Gestantes

Alocação dos pacientes

16 pacientes

Tabela I. Comparações de idade e gênero dos pacientes selecionados para amostra (testes t e qui-quadrado)

Variável	<u>GRUPO</u> <u>BICARBONATO DE SÓDIO</u> n = 8		<u>GRUPO</u> <u>GLICINA</u> n = 8		p
	Média	DP	Média	DP	
Idade	21,56 anos	7,82 anos	23,03 anos	12,48 anos	0,783[†]
Gênero	Homens 5 (62,5%)	Mulheres 3 (37,5%)	Homens 4 (33,3%)	Mulheres 4 (66,7%)	0,614[‡]

[†] teste t; [‡] teste qui-quadrado.



G1

G3

G3

G1

Alocação dos bráquetes

16 pacientes

8 pacientes

32 bráquetes

8 pacientes

32 bráquetes

G1



G2



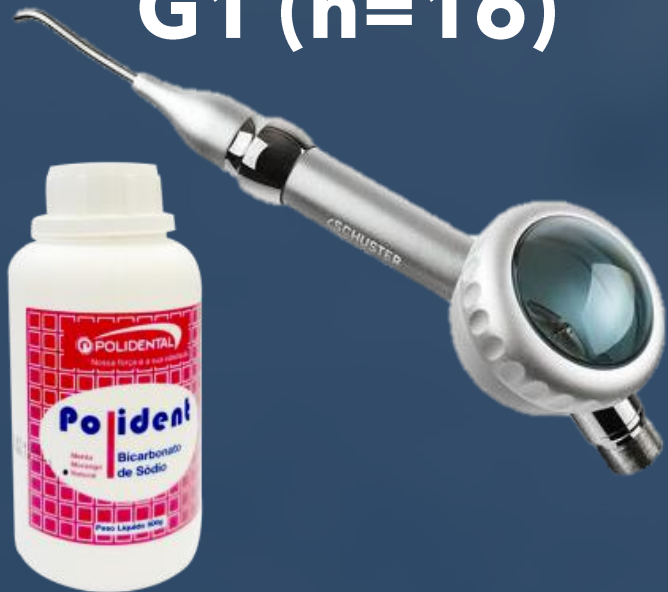
G3



Tamanho da amostra

16 pacientes

G1 (n=16)



G2 (n=16)



16
G3 (n=~~32~~)



Grupo controle

GC (n=16)



Condução do Tratamento

- **Bráquetes metálicos convencionais** 0.022" x 0.028" Kirium MBT marca Abzil 3M;
- **Alinhamento e nivelamento** foi padronizado em 10 meses;
- Mesma orientação e os mesmos produtos de **higiene bucal**;
- **Fios** .014", .018", .016"x.022" NiTi Termo-ativados e .019"x.025" NiTi Superelástico;
- Mesmo abastecimento de água (**pH e Flúor**);
- **Jateamento** por 10s / a 5mm / em 90°.
- Mesmos equipamentos de jateamento (Practical Jet - Kondortech, São Carlos, SP, Brasil)



SÉRGIO CURY

SÉRGIO CURY

Condução do Tratamento

Remoção dos bráquetes com alicate de corte de amarrilho.

Ribeiro et al. 2012

Araujo et al. 2015

Leite et al. 2016

Aragon et al. 2016



E ensaios in-vitro

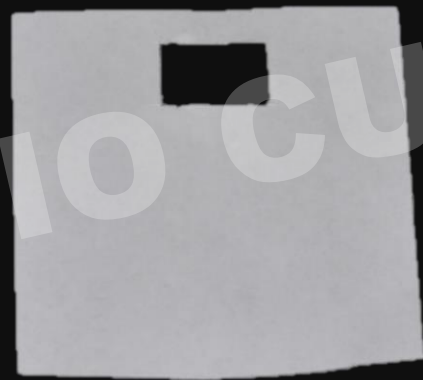
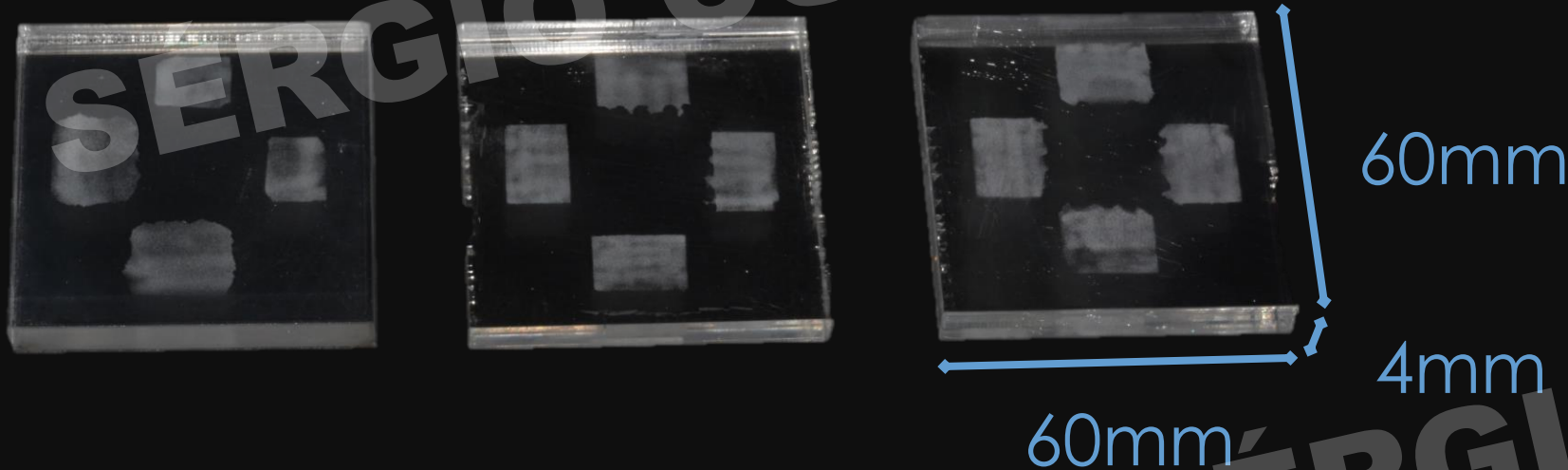
MEV

Ranuras dos bráquetes dos 4 grupos foram analisadas, fotografadas e **comparadas qualitativamente** por um único observador, em diferentes magnificações, em visões frontal e distal.

Ensaio in-vitro

Força de Atrito

Preparo corpo de prova



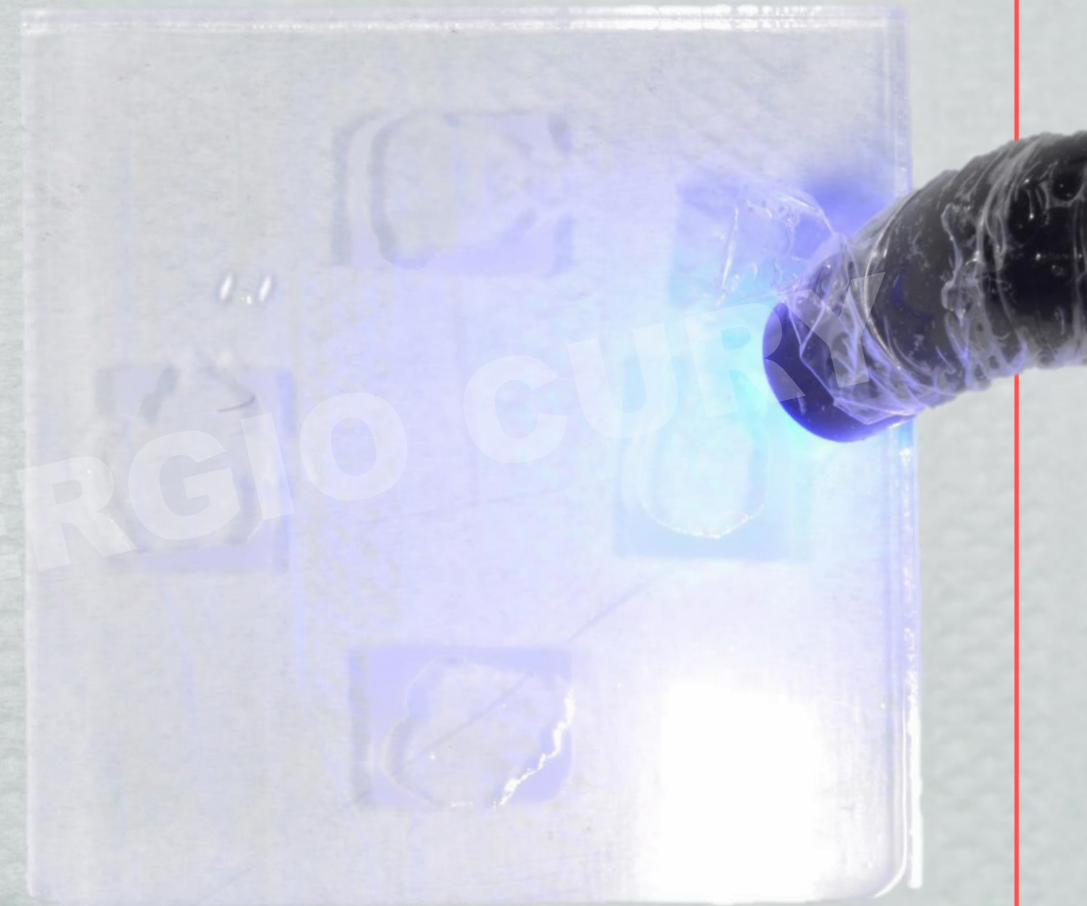
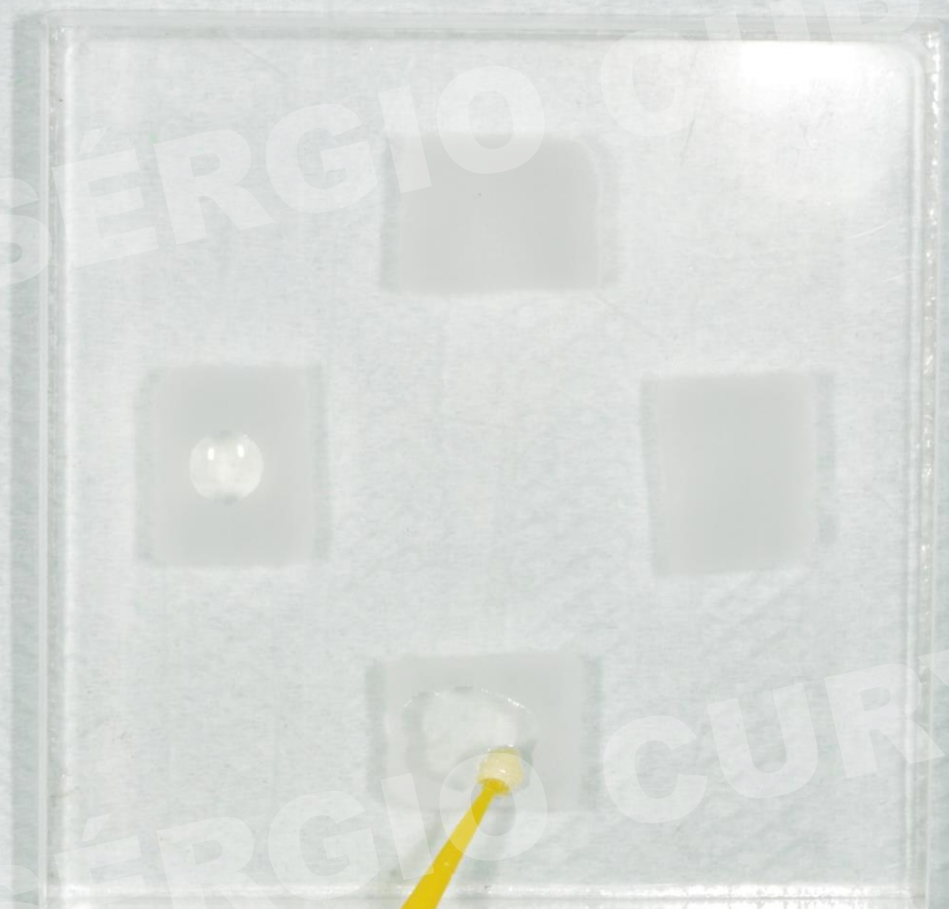
Jateamento com
óxido de alumínio

Ensaio in-vitro

Materiais e Métodos

Força de Atrito

Preparo corpo de prova



Ensaio in-vitro

Força de Atrito

Preparo corpo de prova



0° Angulação e inclinação

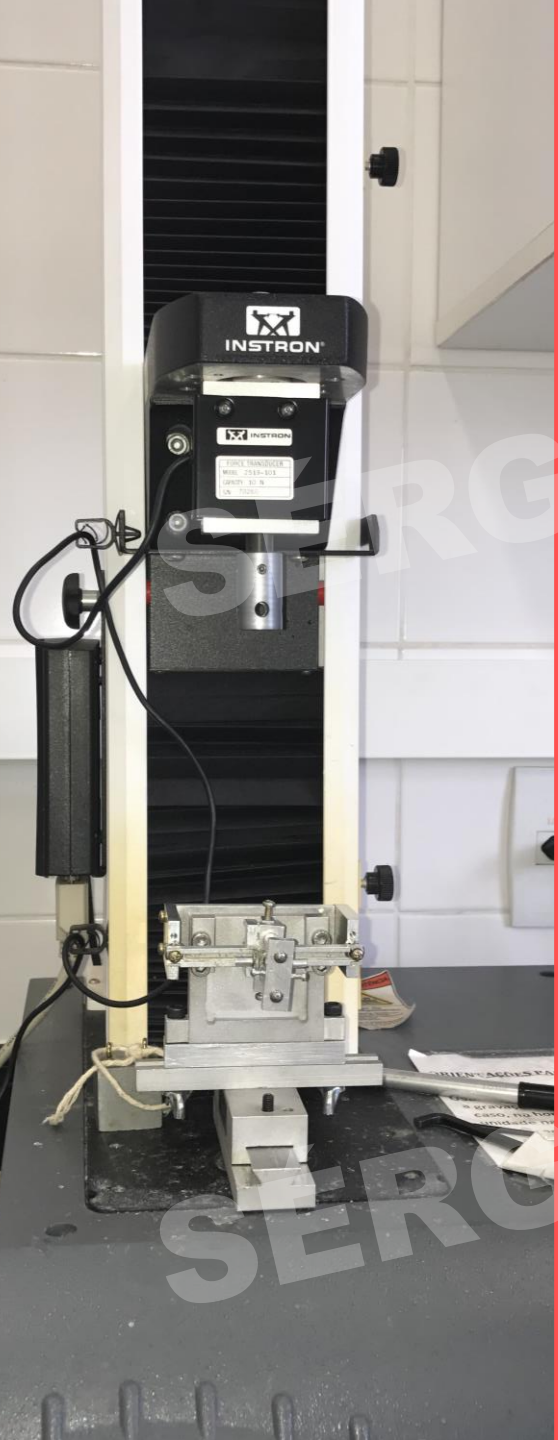
Ensaio in-vitro

Força de Atrito

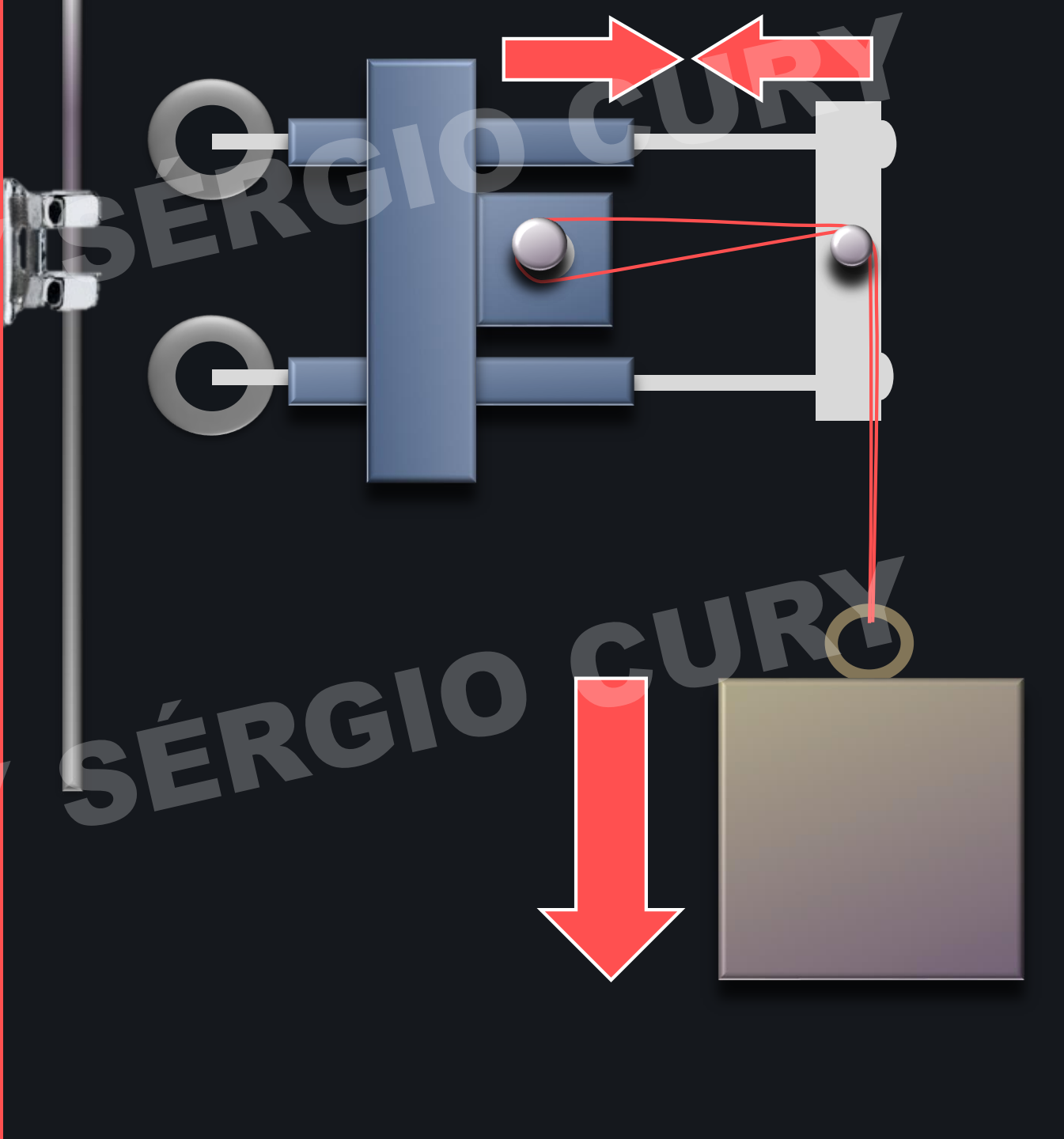
Preparo corpo de prova

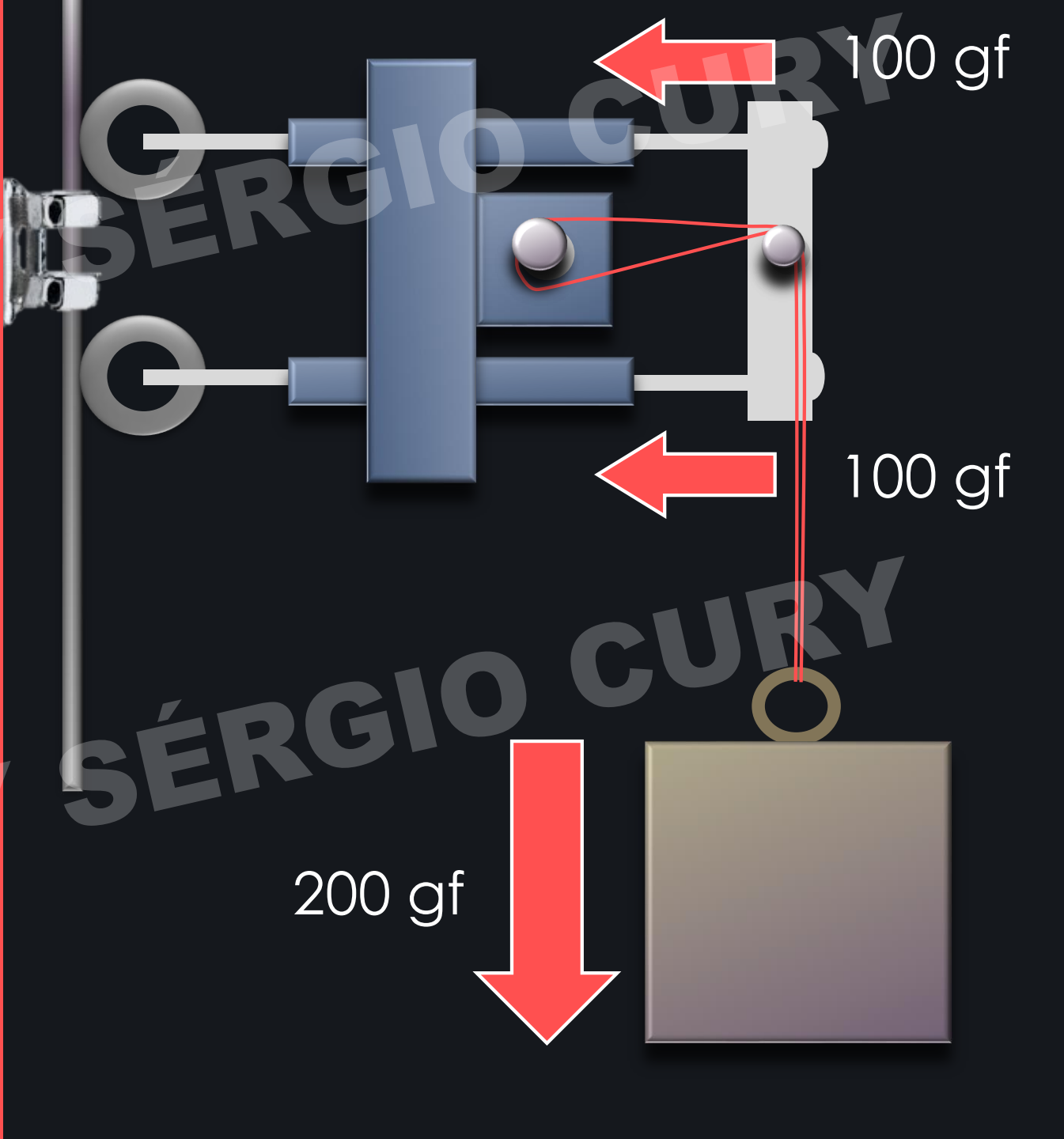


0° Angulação e inclinação















SÉRGIO CURY SÉRGIO CURY

SÉRGIO CURY SÉRGIO CURY

Teste de normalidade

A distribuição normal das variáveis foi checada pelo teste **Kolmogorov-Smirnov**.

Análise estatística

O teste de **ANOVA** seguido pelo teste **Tukey** foram utilizados para avaliar as diferenças entre os 4 grupos (GC, G1, G2 e G3).

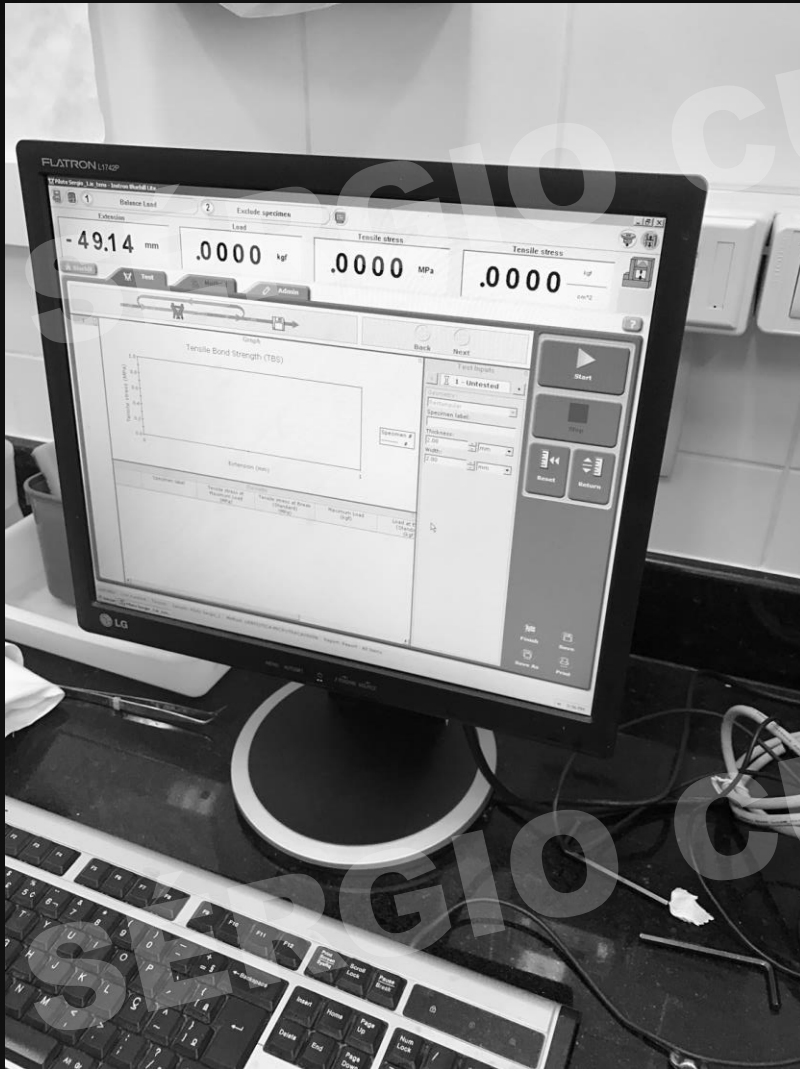
Todos os testes estatísticos foram realizados com o *software* Statistica for Windows (versão 7.0, Statsoft Inc., Tulsa, OK, USA), adotando-se um nível de significância de 5%.

Ensaaios in-vitro

Materiais e Métodos

Força de Atrito

Extração dos dados



Atrito estático e cinético;

Primeiro e dois últimos milímetros descartados.

MEV

Resultados



Imagens frontais de microscopia eletrônica de varredura em 25x de magnificação.

MEV

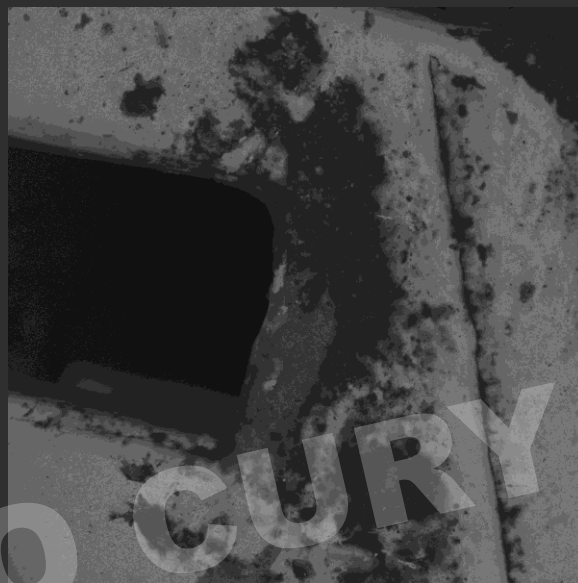
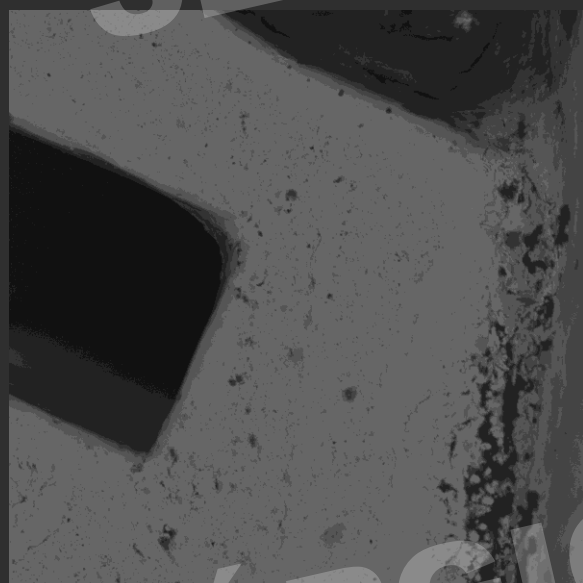
Resultados

G1

G2

G3

GC



Imagens de perfil por distal, de microscopia eletrônica de varredura em 100x de magnificação.

Força de atrito

Resultados

Comparações intergrupos das forças de atrito cinético e estático
(ANOVA seguido por testes de Tukey)

Variável	GC (novo)		G1 (bicarbonato)		G2 (glicina)		G3 (sem profilaxia)		Valor de P
	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP	
Atrito Cinético	0.185 ^A	0.069	0.221 ^{AB}	0.086	0.223 ^{AB}	0.070	0.304 ^B	0.136	0.005
Atrito Estático	0.199 ^A	0.073	0.232 ^A	0.061	0.230 ^A	0.092	0.352 ^B	0.170	0.008

Diferentes letras indicam diferenças estatisticamente significantes; estatisticamente significante em $P < 0.05$.

Força de atrito

Resultados

Comparações intergrupos das forças de atrito cinético e estático desconsiderando grupo controle (ANOVA seguido por testes de Tukey)

Variável	G1 (bicarbonato)		G2 (glicina)		G3 (sem profilaxia)		Valor de P
	Média	DP	Média	DP	Média	DP	
Atrito Cinético	0.221 ^A	0.086	0.223 ^A	0.070	0.304 ^B	0.136	0.039
Atrito Estático	0.232 ^A	0.061	0.230 ^A	0.092	0.352 ^B	0.170	0.006

Diferentes letras indicam diferenças estatisticamente significantes; estatisticamente significante em $P < 0.05$.

Força de atrito

Resultados

Comparações intergrupos das forças de atrito cinético e estático sem considerar o grupo 3 (ANOVA)

Variável	GC (novo)		G1 (bicarbonato)		G2 (glicina)		Valor de P
	Média	DP	Média	DP	Média	DP	
Atrito Cinético	0.185	0.069	0.221	0.086	0.223	0.070	0.270
Atrito Estático	0.199	0.073	0.232	0.061	0.230	0.092	0.394

Estatisticamente significativa em $P < 0.05$.

1 A exposição dos bráquetes à cavidade bucal durante o tratamento ortodôntico promove **alterações estruturais** principalmente na superfície interna de suas ranhuras, **capazes de aumentar o coeficiente e a força de atrito**, tanto estática quanto cinética.

2 Após o período avaliado de 10 meses, o comportamento mecânico dos bráquetes quanto ao atrito **sofreu alteração quando não realizado controle profilático** pelo profissional durante às consultas, apresentando aumento significativo das forças de atrito.

3 A realização de controle de placa por meio de **jateamento profilático** a cada consulta, sem a presença do fio na ranhura dos bráquetes, **pode evitar que o aumento da força de atrito após o período de exposição seja significativo.**

4 **Ambos os materiais** utilizados no presente trabalho para a realização do jateamento profilático **foram capazes de prevenir o aumento significativo da força de atrito** após o período de exposição dos bráquetes à cavidade bucal durante o tratamento ortodôntico.

Referências

1. Kusy RP, Whitley JQ. Friction between different wire-bracket configurations and materials. *Semin Orthod* 1997;3:166-177.
2. Drescher D, Bourauel C, Schumacher HA. Frictional forces between bracket and arch wire. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1989;96:397-404.
3. Articulo LC, Kusy RP. Influence of angulation on the resistance to sliding in fixed appliances. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics : official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics* 1999;115:39-51.
4. De Franco DJ, Spiller RE, Jr., von Fraunhofer JA. Frictional resistances using Teflon-coated ligatures with various bracket-archwire combinations. *Angle Orthod* 1995;65:63-72; discussion 73-64.
5. Pratten DH, Popli K, Germane N, Gunsolley JC. Frictional resistance of ceramic and stainless steel orthodontic brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1990;98:398-403.
6. Bourauel C, Fries T, Drescher D, Plietsch R. Surface roughness of orthodontic wires via atomic force microscopy, laser specular reflectance, and profilometry. *Eur J Orthod* 1998;20:79-92.
7. Loftus BP, Artun J, Nicholls JI, Alonzo TA, Stoner JA. Evaluation of friction during sliding tooth movement in various bracket-arch wire combinations. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1999;116:336-345.
8. Barbosa J. Autoligado com Excelência – Protocolo Clínico. Editora Napoleão 2014;1ª Edição:527.
9. Yee JA, Türk T, Elekdağ-Türk S, Cheng LL, Darendeliler MA. Rate of tooth movement under heavy and light continuous orthodontic forces. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 2009;136:150.e151-150.e159.
10. Kapur R, Sinha PK, Nanda RS. Frictional resistance in orthodontic brackets with repeated use. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1999;116:400-404.
11. Harry MR, Sims MR. Root resorption in bicuspid intrusion. A scanning electron microscope study. *Angle Orthod* 1982;52:235-258.
12. Roscoe MG, Meira JB, Cattaneo PM. Association of orthodontic force system and root resorption: A systematic review. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2015;147:610-626.
13. Dos Santos AA, Pithon MM, Carlo FG, Carlo HL, de Lima BA, Dos Passos TA et al. Effect of time and pH on physical-chemical properties of orthodontic brackets and wires. *Angle Orthod* 2015;85:298-304.
14. Mendes BAB, Ferreira RAN, Pithon MM, Horta MCR, Oliveira DD. Physical and chemical properties of orthodontic brackets after 12 and 24 months: In situ study. *Journal of Applied Oral Science* 2014;22:194-203.
15. Regis S, Jr., Soares P, Camargo ES, Guariza Filho O, Tanaka O, Maruo H. Biodegradation of orthodontic metallic brackets and associated implications for friction. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2011;140:501-509.
16. Rossouw PE. Friction: an overview. *Semin Orthod* 2003;9:218-222.
17. Kapila S, Angolkar PV, Duncanson Jr MG, Nanda RS. Evaluation of friction between edgewise stainless steel brackets and orthodontic wires of four alloys. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 1990;98:117-126.
18. Buzzoni R, Elias CN, Fernandes DJ, Miguel JAM. Influência da secção transversa de fios ortodônticos na fricção superficial de braquetes autoligados. *Dental Press Journal of Orthodontics* 2011;16:35.e31-35.e37.
19. Pizzoni L, Ravnholt G, Melsen B. Frictional forces related to self-ligating brackets. *Eur J Orthod* 1998;20:283-291.
20. Ogata RH, Nanda RS, Duncanson Jr MG, Sinha PK, Currier GF. Frictional resistances in stainless steel bracket-wire combinations with effects of vertical deflections. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 1996;109:535-542.
21. Haskova JE, Palmer G, Jones SP. An ex vivo laboratory study to determine the static frictional resistance of a variable ligation orthodontic bracket system. *J Orthod* 2008;35:112-118; discussion 110.
22. Braun S, Bluestein M, Moore BK, Benson G. Friction in perspective. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1999;115:619-627.

Referências

23. Eliades T, Athanasiou AE. In vivo aging of orthodontic alloys: implications for corrosion potential, nickel release, and biocompatibility. *Angle Orthod* 2002;72:222-237.
24. Ahn SJ, Kho HS, Lee SW, Nahm DS. Roles of salivary proteins in the adherence of oral streptococci to various orthodontic brackets. *J Dent Res* 2002;81:411-415.
25. Al-Ahmad A, Wiedmann-Al-Ahmad M, Fackler A, Follo M, Hellwig E, Bachle M et al. In vivo study of the initial bacterial adhesion on different implant materials. *Arch Oral Biol* 2013;58:1139-1147.
26. Chang CJ, Lee TM, Liu JK. Effect of bracket bevel design and oral environmental factors on frictional resistance. *Angle Orthod* 2013;83:956-965.
27. Kusy RP, Whitley JQ. Influence of fluid media on the frictional coefficients in orthodontic sliding. *Seminars in Orthodontics* 2003;9:281-289.
28. Griffiths HS, Sherriff M, Ireland AJ. Resistance to sliding with 3 types of elastomeric modules. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 2005;127:670-675.
29. Eliades T, Bourauel C. Intrabuccal aging of orthodontic materials: the picture we miss and its clinical relevance. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2005;127:403-412.
30. Choi S, Joo HJ, Cheong Y, Park YG, Park HK. Effects of self-ligating brackets on the surfaces of stainless steel wires following clinical use: AFM investigation. *J Microsc* 2012;246:53-59.
31. Rosenbloom RG, Tinanoff N. Salivary *Streptococcus mutans* levels in patients before, during, and after orthodontic treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1991;100:35-37.
32. Hilbert LR, Bagge-Ravn D, Kold J, Gram L. Influence of surface roughness of stainless steel on microbial adhesion and corrosion resistance. *Int Biodeterior Biodegrad* 2003;52:175-185.
33. Liu X, Lin J, Ding P. Changes in the surface roughness and friction coefficient of orthodontic bracket slots before and after treatment. *Scanning* 2013;35:265-272.
34. Menezes LM, Souza RM, Dolci GS, Dedavid BA. Biodegradação de braquetes ortodônticos: análise por microscopia eletrônica de varredura. *Dental Press J Orthod* 2010;15:48-51.
35. Gerbo LR, Barnes CM, Leinfelder KF. Applications of the air-powder polisher in clinical orthodontics. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1993;103:71-73.
36. Alavi S, Farahi A. Effect of fluoride on friction between bracket and wire. *Dent Res J (Isfahan)* 2011;8:S37-42.
37. Khoury ES, Abboud M, Bassil-Nassif N, Bouserhal J. Effect of a two-year fluoride decay protection protocol on titanium brackets. *Int Orthod* 2011;9:432-451.
38. Parmagnani EA, Basting RT. Effect of sodium bicarbonate air abrasive polishing on attrition and surface micromorphology of ceramic and stainless steel brackets. *Angle Orthod* 2012;82:351-362.
39. Petersilka GJ, Steinmann D, Haberlein I, Heinecke A, Flemmig TF. Subgingival plaque removal in buccal and lingual sites using a novel low abrasive air-polishing powder. *Journal of clinical periodontology*. 2003 Apr;30(4):328-33.
40. Araujo RC, Bichara LM, Araujo AM, Normando D. Debris and friction of self-ligating and conventional orthodontic brackets after clinical use. *Angle Orthod* 2015;85:673-677.
41. Pithon MM, Santos Fonseca Figueiredo D, Oliveira DD, Lacerda dos Santos R. Evaluation of physical properties of esthetic brackets after clinical use: Study in situ. *Journal of the World Federation of Orthodontists* 2013;2:e127-e132.
42. Ribeiro AA, Mattos CT, Ruellas AC, Araujo MT, Elias CN. In vivo comparison of the friction forces in new and used brackets. *Orthodontics (Chic.)* 2012;13:e44-50.
43. Balenseifen JW, Madonia JV. Study of dental plaque in orthodontic patients. *J Dent Res* 1970;49:320-324.
44. Papaioannou W, Gizani S, Nassika M, Kontou E, Nakou M. Adhesion of *Streptococcus mutans* to different types of brackets. *Angle Orthod* 2007;77:1090-1095.
45. van Loosdrecht MC, Lyklema J, Norde W, Zehnder AJ. Influence of interfaces on microbial activity. *Microbiol Rev* 1990;54:75-87.
46. Leite BS, Fagundes NCF, Aragón MLC, Dias C, Normando D. Cleansing orthodontic brackets with air-powder polishing: effects on frictional force and degree of debris. *Dental Press J Orthod* 2016;21:60-65.
47. Choi SH, Kang DY, Hwang CJ. Surface roughness of three types of modern plastic bracket slot floors and frictional resistance. *Angle Orthod* 2014;84:177-183.

BINDING E NOTCHING



“CRIADO PELA MUDANÇA NA ANGULAÇÃO DE UM DENTE OU PELA DEFLEXÃO DO FIO CRIANDO UM CONTATO ENTRE O FIO E OS CANTOS DO SLOT DO BRAQUETE DIFICULTANDO O MOVIMENTO DENTÁRIO”

Binding



BINDING E NOTCHING

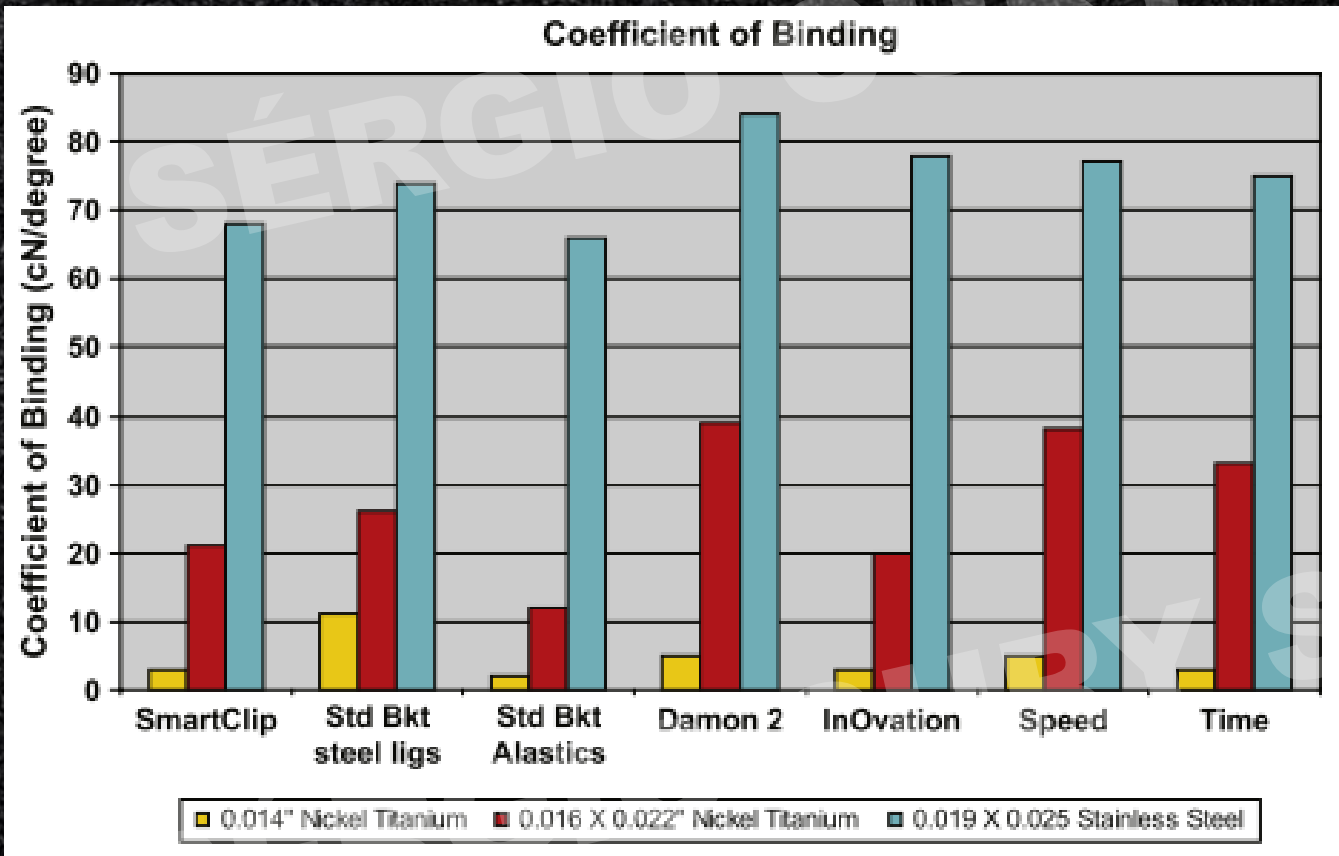


“SE O FIO SOFRER UMA DEFLEXÃO ALTA O SUFICIENTE PARA GERAR SUA **DEFORMAÇÃO PERMANENTE** OU **ANGULAÇÃO MUITO ALTA** ESTAREMOS DIANTE DO ATRITO NOTCHING, NESTE CASO A MOVIMENTAÇÃO DO DENTE É PARALISADA E SOMENTE RETORNARÁ QUANDO O NOTCHING NÃO EXISTIR MAIS.”

Notching



BINDING E NOTCHING



AUTOLIGADOS

=

CONVENCIONAIS

Thorstenson GA, Kusy RP. Comparison of resistance to sliding between different self-ligating brackets with second-order angulation in the dry and saliva states. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2002;121:472-82.



Original Article

Prophylaxis protocols and their impact on bracket friction force

Sérgio Elias Neves Cury^a; Silvio Augusto Bellini-Pereira^b; Aron Aliaga-Del Castillo^a;
Sérgio Schneider^c; Arnaldo Pinzan^d; Guilherme Janson^e

ABSTRACT

?1 **Objective:** To evaluate the effect of two different prophylaxis protocols on the friction force in sliding mechanics during in vivo leveling and alignment.

Materials and Methods: The sample comprised 48 hemi-arches divided into three groups according to the prophylactic protocol adopted. Group 1 consisted of patients undergoing prophylaxis with sodium bicarbonate, group 2 consisted of patients submitted to prophylaxis with glycine, and group 3 consisted of patients without prophylaxis, as a control. All patients received hygiene instructions and, with the exception of group 3, prophylaxis was performed monthly. After 10 months, the brackets were removed from the oral cavity and submitted to friction force tests and qualitative analysis by scanning electron microscopy. Analysis of variance followed by Tukey tests was performed for intergroup comparison regarding the friction force.

Results: The experimental groups presented significantly smaller friction forces than the group without prophylaxis. Accordingly, qualitative analysis showed greater debris accumulation in the group without the prophylactic procedures.

Conclusions: Prophylactic blasting with sodium bicarbonate or glycine can significantly prevent an increase of the friction force during sliding mechanics. (*Angle Orthod.* 0000;00:000–000.)

KEY WORDS: Orthodontic friction; Dental prophylaxis; Orthodontics; Corrective



Atrito na mecânica de deslizamento: inevitável ou controlável?

Imagem: Shutterstock



Júlio Gurgel

Doutor em Ortodontia pela FOB-USP; Professor do programa de mestrado acadêmico em Odontologia (Ortodontia) da UniCeuma, em São Luís/MA; Professor assistente doutor do Departamento de Fonoaudiologia da Faculdade de Filosofia e Ciências da Unesp, campus de Marília; Coordenador do curso de especialização em Ortodontia da PUCMM, em Santiago de los Caballeros (República Dominicana).



Sérgio Elias Neves Cury

Especialista em Ortodontia - Universidade Nova Iguaçu; Mestre em Materiais - Centro Universitário de Volta Redonda (Unifoa); Doutor em Ortodontia - FOB/USP.

Na Ortodontia, o principal obstáculo diante de uma mecânica de deslize é, sem dúvida, o atrito. Apesar de assumir tal fato, a física da força de atrito segue sendo um mistério para alguns. O objetivo dessa coluna é desmistificá-la, tratando o assunto com linguagem adequada para o clínico que enfrenta esse obstáculo no dia a dia.

Desta forma, constitui-se atrito a força que se opõe ao movimento de deslize de um corpo sob outro^{1,2}. Na Ortodontia, ela está presente ao deslizar um ou mais dentes sobre o fio, tendo o contato entre a superfície do fio e do braquete a ser movimentado^{3,6}.

A força de atrito é constituída por duas variáveis: 1) rugosidade superficial dos materiais envolvidos no sistema (braquete, fio e ligadura); e 2) força de ligação entre braquete e fio. Estas forças podem limitar ou até mesmo interromper a movimentação dentária^{1,7}.

A rugosidade superficial contribui de acordo com a aspereza da superfície do fio, da ligadura e da ranhura do braquete. Ou seja, quanto maior for a rugosidade superficial, maior será a força de atrito. As características físicas dos materiais também têm influência no atrito. Por exemplo, os fios de TMA (beta-titânio) apresentam maior rugosidade superficial do que os de NiTi (níquel-titânio), que, por sua vez, apresentam superfície mais rugosa do que a dos

Agradecimento

Tive o privilégio de compartilhar a autoria desta coluna com Sérgio Elias Neves Cury, cujo conhecimento sobre atrito me auxiliou a melhor descrever os efeitos e métodos de controle deste inevitável componente da mecânica ortodôntica. ■

