UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE BAURU

SÉRGIO ELIAS NEVES CURY

**Exposição dos bráquetes ao meio bucal durante o tratamento
ortodôntico e seu impacto no atrito**

BAURU
2018

SÉRGIO ELIAS NEVES CURY

**Exposição dos bráquetes ao meio bucal durante o tratamento
ortodôntico e seu impacto no atrito**

Tese constituída por artigos apresentada à Faculdade de Odontologia de Bauru da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Doutor em Ciências no Programa de Ciências Odontológicas Aplicadas, na área de concentração Ortodontia.

Orientador: Prof. Dr. Arnaldo Pinzan

Versão Corrigida

BAURU
2018

Cury, Sérgio Elias Neves

C949e Exposição dos bráquetes ao meio bucal durante o tratamento ortodôntico e seu impacto no atrito / Sérgio Elias Neves Cury – Bauru, 2018.

119 p. : il. ; 31cm.

Tese (Doutorado) – Faculdade de Odontologia de Bauru. Universidade de São Paulo

Orientador: Prof. Dr. Arnaldo Pinzan

Nota: A versão original desta tese encontra-se disponível no Serviço de Biblioteca e Documentação da Faculdade de Odontologia de Bauru – FOB/USP.

Autorizo, exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta dissertação/tese, por processos fotocopiadores e outros meios eletrônicos.

Assinatura:

Data:

Comitê de Ética da FOB-USP
Protocolo nº: 1.456.352
Data: 17/03/2016

(Cole a cópia de sua folha de aprovação aqui)

DEDICATÓRIA

*À minha querida esposa Gabriela, e meus pais
Sérgio e Dorotéia.*

Amo vocês.

Ao grande e eterno amigo Leandro Justino.

Essa conquista também é sua.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pela bênção da vida, sempre iluminando meu caminho e revelando meus propósitos, preservando a minha saúde e meu discernimento. Agradeço aos meus irmãos espirituais por me guiarem e me rodear de seres do bem.

Aos meus pais, por transbordarem sobre mim amor, carinho, paciência, e me ensinar a ética e disciplina. Por serem perfeitos exemplos de seres humanos, além de exímios mestres. Obrigado por terem acreditado na minha capacidade e terem me ajudado na escolha da profissão. Por terem desbravado a Odontologia preparando um terreno menos árduo para meu irmão Raphael e eu. Obrigado meus heróis.

À minha bela e amada esposa Gabriela, por ter suportado a distância de minha ausência nesse período, não economizando no amor e carinho, me mantendo forte mesmo quando a distância da família parecia me enfraquecer. Por ter sempre me estimulado a seguir em frente sem desistir, por acreditar e confiar em mim, e por ter me presenteado com o maior presente que eu poderia receber nessa vida, nossa filha Lorena. Faltam-me palavras para descrever o sentimento que tenho por vocês, talvez seja algo que o alfabeto ainda não contenha, e que nossa língua não contemple.

Aos meus avós Enequina e Fernando, pelo amor e carinho, e por ter sido fundamental em minha educação e na formação do meu caráter.

Aos meus irmãos *Raphael* e *Tiago* (irmão que a vida me presenteou), por terem sido tão presentes na minha ausência, tanto profissionalmente, quanto oferecendo suporte à nossa família.

Ao meu irmão *Pedro* (que a vida me presenteou também), por estar sempre ao meu lado.

Agradeço também à minha sogra *Maricélia* e meu sogro *Luiz Alexandre*, por terem sido uma fortaleza, ajudando Gabriela e eu nos cuidados e educação de nossa filha Lorena, principalmente enquanto estive longe.

Aos meus *amigos* e *famíliares* que estiveram sempre ao meu lado, me dando forças, emanando energia positiva e vibrando com as minhas vitórias.

Ao grande amigo e tutor *Adriano Mondelli*, por ter acreditado em mim desde o início, ter me dado a chance de iniciar na docência, sempre me inspirando e passando confiança. APS.

Ao também amigo e mestre, baluarte da Odontologia, *Dr. José Mondelli*, pelo apoio, amizade e principalmente inspiração, estando sempre à frente de seu tempo com sua inteligência e comprometimento fora de série.

Agradeço ao meu estimado orientador *Dr. Arnaldo Pinzan*, por ter apoiado minhas idéias, me acolhido como um filho, me orientando não só em nossa pesquisa, mas também nos caminhos pessoais e profissionais. Obrigado de coração pelo carinho, confiança, respeito e paciência. Seu amor pela profissão nos serve de exemplo e inspiração. Sou muito grato a tudo isso.

Aos demais professores da Disciplina de Ortodontia, Professor Guilherme Janson, José Fernando Henriques, Marcos Roberto de Freitas, Daniela Garib e Renato Rodrigues de Almeida, obrigado pelo enorme conhecimento compartilhado.

Aos colaboradores do Departamento de Ortodontia Vera Purgatto, Wagner Baptista, Luiz Sérgio Vieira, Cléo Vieira e Daniel Bonne, que também foram fundamentais para o presente trabalho.

Ao estimado Professor Sérgio Schneider pelas orientação e desenvolvimento dos dispositivos para os ensaios laboratoriais. Sem isso não teria sido possível realizar essa pesquisa.

Aos meus colegas de doutorado por terem me acolhido como amigo desde o início, tornado o caminho mais agradável e menos penoso. Principalmente aos amigos Murilo Matiasa, Bruno Vieira, Waleska Caldas, Karine Sakoda, Angie Guggiari, Camilla Fonçatti, Rodrigo Higa e Vinícius Laranjeira, que estiveram sempre presentes ao meu lado. Vocês estão em meu coração.

Ao amigo Aron Aliaga del Castillo pela colaboração na revisão sistemática, parceria durante esse período, e amizade que certamente irá perdurar.

Aos queridos amigos Marina, Acácia, Patrícia Fontes e Gunther, Emanuelli, Thaís, Mariana, Douglas, Carla, Raphaela, Cíntia, Josimara e Jeferson por estarem sempre ao meu lado apoiando e acreditando em meu trabalho. Vocês estão em meu coração.

Aos amigos Flávia Mondelli, Rachel Furquim , André Zóio e Messias Messa, pelo apoio incondicional enquanto estive em Bauru.

Aos colegas Alfredo Llerena, José Pelayo, Rafael Maenosono e Yahir Muñoz pelo companheirismo e suporte principalmente nos equipamentos dos ensaios laboratoriais.

À CAPES pelo apoio financeiro e pelo incentivo ao desenvolvimento de pesquisa e ciência no Brasil.

*“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

RESUMO

O objetivo desse trabalho foi avaliar as alterações nas ranhuras dos bráquetes após uso clínico e o seu impacto na alteração da força de atrito. Para isso foi realizada uma revisão sistemática da literatura, e um estudo prospectivo comparando os níveis de atrito antes e depois do uso clínico dos bráquetes, assim como comparando dois diferentes materiais para jateamento profilático. A revisão sistemática avaliou 7 artigos que cumpriram os devidos critérios de inclusão, a partir de busca eletrônica realizada em diversas bases de dados, sem limitações quanto a data e o idioma. Foram avaliados quanto a qualidade metodológica, e ao risco de viés de acordo com uma versão modificada do checklist de Donws and Black. 6 dos 7 artigos apresentaram resultados com aumento significativo da força de atrito após o bráquete ser submetido ao uso clínico. O segundo estudo do presente trabalho se trata de um estudo prospectivo in-vivo, ao qual 16 pacientes, submetidos a tratamento ortodôntico com bráquetes metálicos convencionais, compuseram 3 grupos de acordo com o protocolo de controle profilático realizado nos bráquetes de 2ºs pré-molares (Grupo 1 - pacientes submetidos à profilaxia com jateamento à base de bicarbonato de sódio; Grupo 2 – pacientes submetidos à profilaxia com jateamento à base de glicina; Grupo 3 – pacientes não foram submetidos à profilaxia profissional) Os bráquetes foram posteriormente removidos da cavidade oral e submetidos a ensaios de força de atrito, além de análise qualitativo da rugosidade superficial por microscopia eletrônica de varredura. O grupo controle (GC) para comparação foi constituído por bráquetes novos não submetidos à exposição em cavidade bucal. O teste de ANOVA seguido pelo teste Tukey foram utilizados para avaliar as diferenças entre os 4 grupos (GC, G1, G2 e G3). Os grupos de bráquetes usados apresentaram aumento da força de atrito, porém apenas o grupo que não foi realizado jateamento profilático a cada consulta (G3), apresentou diferença estatisticamente significativa em relação ao Grupo Controle. Não houve diferença estatisticamente significativa também quando comparados os dois diferentes materiais utilizados para o jateamento profilático.

Palavras-chave: bráquetes ortodônticos, força de atrito, profilaxia

ABSTRACT

Intra-oral aging of orthodontic brackets and its impact on friction

The aim of this study was to evaluate the changes in bracket slots after clinical use and their impact on friction force. It is composed by a systematic review of the literature and a prospective study comparing the friction levels before and after the clinical use, as well as comparing two different materials for prophylactic blasting. The systematic review evaluated 7 articles that satisfied the inclusion criteria, based on electronic searches conducted in several databases, without limitations regarding publication year or language. The methodological quality and risk of bias were assessed according to a modified version of the Donws and Black checklist. 6 of the 7 articles presented significant increase in the friction force on retrieved brackets, after clinical use. The second study of the present study is a prospective in-vivo study which 16 patients were submitted to orthodontic treatment, divided in 3 groups according to the protocol of prophylactic control performed in brackets (Group 1 - patients submitted prophylaxis with sodium bicarbonate blasting, Group 2 - patients submitted to prophylaxis with glycine-based blasting, Group 3 - patients were not submitted to professional prophylaxis) Brackets were later removed from the oral cavity and subjected to friction force tests, in addition to qualitative analysis of surface roughness by scanning electron microscopy. The control group (CG) for comparison consisted of as received brackets (brand new brackets). The ANOVA test followed by the Tukey test were used to evaluate the differences between the 4 groups (GC, G1, G2 and G3). The retrieved groups presented an increase on friction force, but only the group that did not perform prophylactic blasting every appointment (G3) presented a statistically significant difference in comparison to the Control Group. There was no statistically significant difference also when comparing the two different materials used for prophylactic blasting.

Key-words: orthodontic brackets, friction force, air-powder polishing

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- ARTIGO 1

Figura 1 - Fluxograma PRISMA.....	47
-----------------------------------	----

- ARTIGO 2

Figura 1 - A-B. - Jateamento Profilático realizado a cada consulta sem a presença do fio.....	82
---	----

Figura 2 - A-B. – Dispositivo de ensaio de força de atrito. C – Bráquete com ranhura paralela ao fio durante o ensaio de atrito.....	83
--	----

Figura 3 - A-B - Dispositivo criado para zerar angulação e inclinação dos bráquetes ao serem colados nas placas de acrílico dos corpos de prova, com auxílio de um fio .021"x.025". C - Bráquete antes de ter sua angulação e inclinação compensadas pelo dispositivo. D-E - Bráquete já com sua posição compensada com anulação da angulação e inclinação.....	84
---	----

Figura 4 - A-D – Dispositivo de padronização de Força Normal, por sistema de roldanas e rolamentos.....	85
---	----

Figura 5 - Imagens frontais de microscopia eletrônica de varredura em 25x de magnificação com bráquetes dos diferentes grupos. A- Grupo 1. B- Grupo 2. C- Grupo 3. D- Grupo Controle	86
--	----

Figura 6 - Imagens de perfil por distal, de microscopia eletrônica de varredura em 100x de magnificação com bráquetes dos diferentes grupos. A- Grupo 1. B- Grupo 2. C- Grupo 3. D- Grupo Controle.....	87
---	----

LISTA DE TABELAS

- ARTIGO 1

Tabela 1 - Bases de dados e estratégia de pesquisa.....	48
Tabela 2 - Características dos estudos. Características do tratamento ortodôntico	49
Tabela 3 - Características dos estudos. Características dos ensaios in-vitro	50
Tabela 4 - Risco de viés em estudos individuais.....	51
Tabela 5 - Resultados das Alterações de Atrito	54

- ARTIGO 2

Tabela 1 - Comparações de idade e gênero dos pacientes selecionados para amostra	78
Tabela 2 - Comparações intergrupos das forças de atrito cinético e estático	79
Tabela 3 - Comparações intergrupos das forças de atrito cinético e estático sem considerar o grupo controle.....	80
Tabela 4 - Comparações intergrupos das forças de atrito cinético e estático sem considerar o grupo 3	81

LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS

DP	Desvio padrão
T0	Bráquetes novos
T1, T2 e T3	Bráquetes recuperados em diferentes tempos
G1, G2 e G3	Grupos Amostrais 1, 2 e 3
GC	Grupo Controle
ANOVA	Análise de variância
“	Polegada - unidade de medida
MEV	Microscópio Eletrônico de Varredura
S.E.N.C.	Sérgio Elias Neves Cury
A.A.D.C.	Aron Aliaga-Del Castillo
K.L.S.	Karine Laskos Sakoda

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	ARTIGOS	19
2.1	ARTIGO 1 - Alterações no atrito após uso clínico dos bráquetes: uma revisão sistemática	20
2.2	ARTIGO 2 - Avaliação de três protocolos de profilaxia e seu impacto na força de atrito em bráquetes convencionais	55
3	DISCUSSÃO	91
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS	97
	REFERÊNCIAS	101
	APÊNDICES.....	109
	ANEXOS	113

1 INTRODUÇÃO

1 INTRODUÇÃO

A mecânica de deslize, atualmente na Ortodontia, é a mais comumente utilizada para o fechamento de espaços,(PACHECO; JANSEN; OLIVEIRA, 2012) possivelmente por suas vantagens de não requerer confecção de alças e *loops* para retração com necessidade de constantes ativações, tanto quanto a diminuição do desconforto causado ao paciente.(STAGGERS; GERMANE, 1991) A mecânica de deslize por sua vez, envolve a necessidade de deslizamento do fio ao longo dos bráquetes, requerendo a menor força de atrito possível.(KAPILA et al., 1990)

Força de atrito é a que se opõe ao movimento de um corpo quando movimentado paralela e/ou tangencialmente sob o outro.(KUSY; WHITLEY, 1997) É composta por duas variáveis: 1) Coeficiente de Atrito, que é um valor relativo à aspereza superficial dos materiais envolvidos no sistema e 2) Força Normal, que consiste na força perpendicular à força de atrito, e está relacionada ao peso de um corpo sob o outro.(KAPILA et al., 1990) Aplicando essas variáveis para a ortodontia, é possível traduzir o coeficiente de atrito na rugosidade superficial dos materiais envolvidos (ranhura dos bráquetes, fio e ligadura), assim como a Força Normal em força de ligação entre bráquete e fio.(KAPILA et al., 1990; KUSY; WHITLEY, 1999; ROSSOUW, 2003) Isso quer dizer que, quanto maior a rugosidade superficial do bráquete, fio ou ligadura, maior será a força de atrito.(BOURAUUEL et al., 1998) Assim como a força de ligação entre bráquete e fio, que quanto maior for, maior será a força de atrito.(LOFTUS et al., 1999)

A força de atrito, ou atrito clássico, como é chamado quando não há presença dos efeitos de Binding e Notching,(KUSY; WHITLEY, 1999) pode se apresentar de duas formas: Atrito Estático e Cinético. O atrito estático atua quando o movimento dos corpos ainda não se iniciou, pois a força de atrito é igual ou maior do que a força aplicada. O atrito cinético ou dinâmico, atua quando há deslizamento dos corpos, ou seja, a força aplicada superou o atrito estático.(KUSY; WHITLEY, 1997)

Na biomecânica de fechamento de espaço por deslizamento, a movimentação dentária ocorre primeiro por uma angulação da coroa no sentido da força aplicada, e após isso uma subsequente movimentação da raiz no mesmo sentido.(PACHECO;

JANSEN; OLIVEIRA, 2012) Durante esse movimento pendular, o conjunto bráquete-fio é submetido ao atrito clássico, e no momento em que a coroa sofre a angulação, o bráquete apresenta um contato de canto com a superfície do fio (sofrendo força de atrito pelo efeito Binding), podendo inclusive criar uma deflexão no fio, cessando a movimentação dentária (efeito Notching).(KUSY; WHITLEY, 1999)

Dessa forma, se torna essencial o conhecimento e controle da força de atrito no conjunto bráquete-fio, para que forças apropriadas sejam aplicadas obtendo um movimento dentário adequado,(BARBOSA, 2014) com ótima resposta biológica,(KAPUR; SINHA; NANDA, 1999; YEE et al., 2009) promovendo o menor desconforto possível ao paciente,(KUSY; WHITLEY, 1997) e até prevenindo reabsorções radiculares.(HARRY; SIMS, 1982; ROSCOE; MEIRA; CATTANEO, 2015)

Apesar de muito ter se estudado sobre a força de atrito proveniente da interação entre fio e bráquete, sabe-se hoje que ao serem expostos à cavidade oral, os materiais comportam-se de forma diferente de “quando novos”, trazendo à tona um diferente panorama sobre a real resistência ao deslize promovido pelo sistema.(ELIADES; ATHANASIOU, 2002; ELIADES; BOURAUUEL, 2005; REGIS et al., 2011; RIBEIRO et al., 2012; LIU; LIN; DING, 2013; PITHON et al., 2013; ILIADI et al., 2014; MENDES et al., 2014; ARAUJO et al., 2015; DOS SANTOS et al., 2015)

Devido a longa permanência dos bráquetes na boca durante todo o tratamento ortodôntico, faz-se necessário o estudo isolado de seu comportamento após exposição em cavidade bucal. Por isso os presentes estudos têm por objetivo avaliar o comportamento dos bráquetes, após sua utilização no tratamento ortodôntico. Avaliar ainda os efeitos da exposição intrabucal sob diferentes métodos de profilaxia, e as possíveis alterações oriundas de tal exposição.

2 ARTIGOS

2 ARTIGOS

- ARTIGO 1 – Alterações no atrito após uso clínico dos bráquetes: uma revisão sistemática
- ARTIGO 2 – Avaliação de três protocolos de profilaxia e seu impacto na força de atrito em bráquetes convencionais

Os artigos foram escritos conforme as instruções para submissão de manuscritos do periódico *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* (ANEXOS A e B).

2.1 ARTIGO 1

ALTERAÇÕES NO ATRITO APÓS USO CLÍNICO DOS BRÁQUETES: REVISÃO SISTEMÁTICA

RESUMO

Introdução: O objetivo desta revisão sistemática foi avaliar a força de atrito entre fio e bráquete após o uso clínico dos bráquetes. **Métodos:** Uma pesquisa sistemática em vários bancos de dados eletrônicos (PubMed, Embase, Web of Science, Scopus, The Cochrane Library, Lilacs and Google Scholar) sem limitações quanto ao ano de publicação ou ao idioma, foi realizada. Estudos in vitro que analisaram as mudanças na força de atrito de bráquetes ortodônticos antes e após o uso clínico foram considerados. A qualidade metodológica e o risco de viés foram avaliados com escores baseados na escala modificada de Downs and Black. Devido às muitas características metodológicas que poderiam interferir nos resultados, elas foram especificamente descritas. **Resultados:** Sete estudos preencheram os critérios de inclusão e foram incluídos na revisão. Todos os 7 estudos relataram pelo menos dois grupos (antes e após o uso clínico). A força de fricção aumentou após o envelhecimento intrabucal em 6 dos 7 estudos. No entanto, há falta de evidências de boa qualidade para aplicar clinicamente os resultados. **Conclusões:** Os bráquetes apresentam aumento da rugosidade da superfície após o uso clínico e consequentemente aumento do coeficiente e da força de atrito.

ORTHODONTIC BRACKETS FRICTION CHANGES AFTER CLINICAL USE: A SYSTEMATIC REVIEW

ABSTRACT

Introduction: The objective of this systematic review was to evaluate the bracket-wire friction force after clinical use of brackets. **Methods:** A systematic search of several electronic databases (PubMed, Embase, Web of Science, Scopus, The Cochrane Library, Lilacs and Google Scholar) without limitations regarding publication year or language, was performed. In-vitro studies analyzing the changes in friction force of orthodontic brackets before and after their clinical use were considered. Methodological quality and Risk of Bias were assessed with modified Downs and Black scores. Due to the many methodological features that could interfere in the results, they were specifically described. **Results:** Seven studies satisfied the inclusion criteria and were included in the review. All 7 studies reported at least two groups (before and after clinical use). Friction force increased after intrabuccal aging in 6 of 7 studies. However, there is lack of good quality evidence to clinically apply the results. **Conclusions:** Brackets present increased surface roughness after clinical use, and consequently increased coefficient of friction and friction force.

INTRODUÇÃO

A resistência ao deslize dos fios ortodônticos no interior da ranhura dos bráquetes durante a mecânica ortodôntica influencia na magnitude de força transmitida ao dente, e pode comprometer a eficiência do tratamento ortodôntico.¹

Essa resistência é diretamente associada à força de atrito do sistema bráquete-fio-ligadura,² a qual depende basicamente da rugosidade superficial dos materiais^{3,4} e da força de ligação usada.⁵⁻⁷

A exposição dos materiais ortodônticos na cavidade bucal durante o uso clínico, está associada a um processo de desgaste multifatorial e não específico, capaz de alterar a morfologia, estrutura, composição e suas propriedades químicas e mecânicas.⁸⁻¹⁰ A alteração mais comum é o aumento da rugosidade superficial dos materiais, o qual é considerado o principal fator responsável pelo aumento da força de atrito entre bráquete e fio.^{9,11-15} O aumento da rugosidade superficial pode ser causada por: 1) retenção de detritos e placa bacteriana,^{12,16-20} 2) corrosão pelo substrato bacteriano e diminuição do pH na cavidade bucal,^{10,20-22} 3) arranhões e asperezas produzidos por profilaxia com jateamento²³ e pela interação de deslize entre o fio e o bráquete.^{22,24} Além disso esses fatores podem promover diminuição da biocompatibilidade dos materiais ortodônticos.²⁵

Apesar de muitos materiais ortodônticos sofrerem danos em suas superfícies durante o uso clínico,^{9,10,13-15,24,26-31} os bráquetes permanecem na cavidade bucal por maior tempo. Dessa forma, a compreensão e entendimento de sua degradação e como isso afeta à força de atrito é essencial para os clínicos, pois está relacionado diretamente na eficiência do tratamento ortodôntico.^{32,33}

Existem revisões sistemáticas anteriores de avaliação in-vitro da força de atrito nos bráquetes,^{34,35} porém as mesmas não levam em conta características in-vivo, como o desgaste pela exposição intrabucal durante o tratamento ortodôntico. Revisões sistemáticas incluindo avaliações dos bráquetes após a exposição intrabucal trariam informações mais próximas da realidade, contribuindo muito mais à rotina clínica. Sendo assim, essa foi a motivação para essa revisão sistemática.

OBJETIVOS

O objetivo desta revisão sistemática foi avaliar a literatura científica disponível, incluindo estudos in-vitro que avaliaram as mudanças na força de atrito dos bráquetes ortodônticos, após seu uso clínico.

MATERIAIS E MÉTODOS

Protocolo e registro

O protocolo dessa revisão sistemática está baseado nos itens do Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) statement,³⁶ e foi registrada no PROSPERO (<http://www.crd.york.ac.uk/PROSPERO>, Protocolo 42016036275).

Critérios de elegibilidade

Os seguintes critérios de seleção, com base no formato PICOS, foram aplicados para a revisão:

1. População: Bráquetes ortodônticos usados (removidos após o uso clínico durante tratamento ortodôntico)
2. Intervenção: Desgaste causado pelo meio intrabucal durante o uso clínico
3. Controle: Bráquetes ortodônticos novos (sem a utilização em boca)
4. Desfecho: Alterações na Força de Atrito e Coeficiente de Atrito após o uso clínico em boca, em comparação com os bráquetes novos.
5. Tipo de Estudo: Estudos in-vitro analisando as alterações de atrito antes e depois do uso clínico em boca.

Critérios de exclusão: Estudos que não avaliaram força ou coeficiente de atrito, estudos que não compararam bráquetes usados com novos, cartas ao editor, editoriais, revisões narrativas ou sistemáticas.

Fontes de busca, estratégia de pesquisa e seleção de estudos

Bases de dados eletrônicas PubMed, Embase, Web of Science, Lilacs, Scopus, Google Scholar e Cochrane Central Register of Controlled Trials até Maio de 2017, sem limitações quanto ao ano e o idioma das publicações (Tabela I). Além disso, estudos adicionais foram identificados através da revisão das listas de referências de artigos considerados relevantes, para garantir que nenhum artigo potencial fosse perdido.

Dois avaliadores (S.E.N.C. e A.A.D.C.) examinaram de forma independente os títulos e resumos identificados a partir dos resultados da base de dados eletrônica, após a eliminação de artigos duplicados. Em seguida, os artigos completos foram reavaliados para confirmar sua elegibilidade. Os mesmos avaliadores selecionaram os artigos para inclusão na análise qualitativa, independentemente.

Extração de Dados:

Os seguintes dados foram extraídos de forma independente pelos dois revisores:

Características do Tratamento Ortodôntico: Tamanho da amostra (número de bráquetes de cada grupo); tipos de bráquete, marca e prescrição; sequência de fios utilizada no tratamento ortodôntico; desgaste intrabucal, referindo-se ao tempo em que o bráquete estava na boca; protocolo de tratamento ortodôntico; padronização da higiene (profilaxia realizada durante as consultas e protocolos de orientação de higiene); tipo de ligadura (se o tipo de ligadura foi padronizado durante o tratamento ortodôntico) e remoção do bráquete (a maneira como os bráquetes foram removidos para os ensaios in-vitro).

Características dos Ensaios In-vitro: armazenamento e limpeza dos bráquetes (a forma como os bráquetes foram armazenados e acondicionados após remoção); avaliação da integridade dos bráquetes (se o perfil e ranhura dos bráquetes foram avaliados antes de testados, para evitar bráquetes danificados ou com distorções que pudessem interferir na força de atrito nos ensaios); presença ou não de saliva ou meio aquoso; secção do fio utilizado nos ensaios de atrito; número de testes por fio (quantas vezes o mesmo fio foi utilizado para deslizar nos ensaios de

força de atrito); tipo e força de ligadura; angulação e torque entre bráquete e fio durante os ensaios de atrito.

Avaliação do Risco de Viés

Informações sobre o risco de viés dos estudos individuais foram acessadas usando a escala modificada de Downs and Black,³⁷ o qual envolve 27 questões avaliando: 1. comunicação, 2. validade externa, 3. validade interna - viés, 4. validade interna - confusão e 5. poder. De acordo com o método original, as respostas devem receber um ponto quando o respectivo critério é cumprido, exceto para a questão 5 (distribuições dos principais fatores de confusão), pontuada de 0 a 2, e a questão 27 (avaliação do poder), pontuada de 0 a 5. Simplificamos o último item (questão 27), recebendo 0 ou 1 ponto, pontuando 1 quando houvesse um cálculo preliminar da análise de poder, conforme realizado em estudos anteriores.^{38,39} Portanto, a pontuação máxima para essa escala modificada de Downs and Black foi de 28, com a pontuação mais alta indicando uma maior qualidade metodológica. Pontuação menor de 15 pontos indicou presença de limitações metodológicas graves no estudo avaliado.^{40,41}

Seleção de estudo, coleta de dados e avaliações do risco de viés em estudos individuais foram realizados independentemente por dois avaliadores (S.E.N.C. e A.A.D.C.). Divergências foram resolvidas entre os avaliadores e com outro terceiro avaliador (K.L.S.), quando necessário. Os avaliadores não foram cegados quanto aos autores e resultados de cada estudo.

Síntese dos Resultados

Devido à heterogeneidade dos estudos incluídos nesta revisão sistemática, principalmente em relação à forma de avaliação da mudança da força de atrito após uso clínico, não foi possível realizar uma meta-análise. Portanto, uma síntese qualitativa dos dados foi realizada comparando os resultados dos estudos individuais de acordo com as características do estudo, tipo de intervenção e resultado obtido.

RESULTADOS

Seleção dos Estudos e Características

Inicialmente 1241 estudos foram identificados, e 2 artigos adicionados por busca manual. Após exclusão dos artigos duplicados, 943 estudos permaneceram. Dois avaliadores selecionaram os títulos e resumos destes artigos e 903 foram excluídos. Então, os textos completos de 40 artigos foram obtidos e avaliados para elegibilidade, e 33 artigos foram excluídos por diferentes motivos, deixando 7 artigos para análise qualitativa (Figura 1). Todos os 7 estudos que satisfizeram os critérios de inclusão foram experimentais e incluíram análises de força de fricção in vitro utilizando os bráquetes novos (sem uso clínico) e recuperados (após o uso clínico de mecânica ortodôntica).

Características do Tratamento Ortodôntico

Todas as características do tratamento ortodôntico estão reportadas na Tabela II.

Bráquetes (tipo, marca e prescrição). Com exceção de 1 estudo,³² o qual realizou os ensaios in-vitro com bráquetes de caninos, todos os outros estudos realizaram com bráquetes de pré-molares.^{8,22,42-45} Alguns estudos usaram além dos pré-molares, bráquetes de outros dentes, como os caninos,^{8,22,43} e incisivos.⁸ Quatro estudos usaram bráquetes convencionais metálicos,^{8,22,42,44} 2 estudos usaram bráquetes convencionais e autoligáveis,^{32,45} e um utilizou bráquetes cerâmicos com ranhura metálica.⁴³ Embora todos os 7 estudos^{22,43-46} correspondem ao mesmo tipo e marca de bráquetes para comparações, dois estudos analisaram mais do que uma marca de bráquete.^{8,32} A maioria dos estudos utilizou prescrição Edgewise,^{8,22,42-44} dois estudos usaram Roth,^{8,45} e um estudo não relatou a prescrição de bráquetes utilizada.³²

Sequência de Fios. Somente um estudo mencionou uma sequência padronizada de fios durante o tratamento ortodôntico dos pacientes da amostra – fio twist-flex (0.018”, 3 M/Unitek) e fios de aço inoxidável (0.016”, 0.018”, 0.020”, 0.018” x 0.025”, e 0.019” x 0.025”, 3 M/Unitek).⁴³ Um outro estudo reportou uso de mesmo fio utilizado durante tratamento ortodôntico para os ensaios in-vitro (0.019” x 0.025”, 3

M/Unitek),⁴⁵ pois nesse estudo específico, os bráquetes foram colados nos dentes apenas para provocar a exposição e desgaste intrabucal, sem realizar movimentos dentários. Cinco estudos não reportaram a sequência de fios durante o tratamento ortodôntico.^{8,22,32,42,44}

Tempo de Exposição Intrabucal. Quatro estudos padronizaram o tempo ao qual os bráquetes permaneceram na cavidade oral (12, 24 e 36 meses),^{22,43} (12 e 24 meses),⁴⁴ (8 semanas),⁴⁵ outros 3 trabalhos não padronizaram um mesmo tempo para todos os bráquetes da amostra (tempo médio de tratamento de 41 meses,⁸ 30.7 ± 4.2 meses,⁴² e 21.5 ± 3.3 meses).³²

Protocolo do Tratamento Ortodôntico. Apenas um estudo³² padronizou a biomecânica realizada nos pacientes da amostra (extração dos primeiros pré-molares e retração anterior para fechamento de espaço). Outro estudo relatou ter apenas colado passivamente os bráquetes e colocado um fio 0.019" x 0.025" para os materiais sofrerem a degradação em meio bucal.⁴⁵

Padronização da Higiene. Apenas um estudo⁴³ padronizou as instruções e protocolos de higiene nos grupos (todos pacientes receberam instruções de higiene bucal e do aparelho ortodôntico antes da instalação e a cada três meses).

Tipo de ligadura (durante tratamento ortodôntico). Dois estudos utilizaram bráquetes autoligáveis (BioQuick – Forestadent³² e Portia – Abzil 3M⁴⁵). Um estudo reportou o uso de ligadura elástica,⁴⁵ três estudos reportaram ter usado ligaduras tanto elásticas quanto metálicas,^{8,43,44} e os outros^{22,32,42} não reportaram o tipo de ligadura usada durante o tratamento ortodôntico dos pacientes da pesquisa.

Remoção dos Bráquetes. Três estudos^{8,43,44} usaram alicate de remoção de bráquetes. Dois estudos usaram alicate de corte de amarrilho.^{42,45} Um estudo usou pistola de remoção de bráquetes,²² e um outro estudo não mencionou a forma de remoção dos bráquetes.³²

Características dos Ensaio In-vitro

Todos as características dos ensaios in-vitro estão reportadas na Tabela III.

Armazenamento/Limpeza dos bráquetes. Quatro artigos^{8,22,43,44} reportaram algum tipo de limpeza dos bráquetes após a remoção dos mesmos; escovação com escova dental elétrica por 10 segundos e enxague com água destilada,^{8,43} escovação com escova dental elétrica por 10 segundos e enxague com água deionizada,²²

irrigação com jato de água, ultrassom por 5 minutos e escovação com escova dental elétrica por 10 segundos.⁴⁴ Um estudo reportou não ter realizado limpeza (apenas armazenamento em recipiente fechado, estéril e contendo água destilada),⁴² e dois estudos não reportaram forma de armazenamento ou acondicionamento dos bráquetes após sua remoção.^{32,45}

Avaliação da Integridade Bráquete: Quatro estudos realizaram avaliação do perfil dos bráquetes antes dos testes de fricção:^{8,22,42,43} com microscopia ótica de luz refletida,^{8,22,43} e estereoscopia binocular e câmera digital com ampliação.⁴² Somente dois deles^{8,22} reportaram exclusão de bráquetes danificados ou com presença de calcificações.

Presença ou não de Saliva. Apenas um estudo⁴² realizou os ensaios de atrito em ambiente aquoso (água destilada). Quatro estudos realizaram os ensaios em ambiente seco,^{8,22,32,44} e dois estudos^{43,45} não reportaram essa informação.

Secção do Fio/Número de testes por fio. Com exceção de um estudo,³² que usou um fio de aço 0.016" x 0.022" para realizar os ensaios de força de atrito, todos os outros^{8,22,42-45} realizaram com um fio de aço 0.019" x 0.025". Um desses estudos²² realizou os ensaios com ainda mais dois outros fios (0.017" x 0.025" e 0.018" x 0.025" de aço). Cinco estudos^{8,32,42-44} realizaram os ensaios de força de atrito com fios novos, e dois estudos^{22,45} realizaram os ensaios com os mesmos fios utilizados durante o período de exposição intrabucal. Três estudos^{8,32,43} reportaram que cada fio novo foi utilizado apenas uma vez nos ensaios de atrito. Os outros quatro estudos^{22,42,44,45} não relataram essa informação.

Tipo e Força da Ligadura (nos ensaios in-vitro). Dois estudos^{8,43} realizaram os ensaios de força de atrito com ligaduras elásticas. Outros dois estudos^{22,44} realizaram tanto com ligaduras elásticas quanto metálicas. Um estudo⁴² usou um Sistema desenvolvido pelos autores para padronizar a força de ligação para manter o fio no interior da ranhura dos bráquetes. Dois estudos^{32,45} não reportaram o tipo de ligadura usada para realizar os ensaios de atrito.

Angulação e Torque entre Fio e Bráquete. Exceto por um estudo,⁴⁵ todos eles^{8,22,32,42-44} mantiveram paralelismo entre fio e ranhura do bráquete, eliminando qualquer angulação entre fio e bráquete durante os ensaios de atrito. Um deles mencionou que os corpos de prova foram preparados de forma padrão por um único operador, garantindo 0° de torque e angulação, mas os autores não mencionaram como isso foi realizado.³² Dois estudos^{8,43} mencionaram o uso de um suporte de forma

padronizada para garantir que as ranhuras dos bráquetes ficassem paralelos ao eixo vertical da máquina de teste, mas também não explicavam como. Outros dois estudos^{42,44} apenas mencionaram que foi tomado cuidado com o posicionamento dos bráquetes de modo que as ranhuras estivessem alinhadas com o longo eixo do dispositivo. O único estudo que explicou melhor como foi feito, usou um segmento de fio retangular de 0,021" x 0,025" para alinhar as ranhuras dos bráquetes com o dispositivo de teste, evitando qualquer angulação e torque.²²

Risco de viés dos estudos individuais

Três dos sete estudos^{8,22,45} apresentaram qualidade mediana e foram julgados como afetados por algum risco de viés. Foram observadas limitações metodológicas graves nos outros quatro estudos,^{32,42-44} e portanto, foram julgados como afetados significativamente pelo risco de viés (Tabela IV). A pontuação média dos estudos de acordo com a escala Downs e Black reduzida foi de 13,4.³⁸⁻⁴¹

Resultados de estudos individuais (principais alterações atrito)

Seis estudos^{8,22,32,42,43,45} reportaram aumento da força de atrito depois do uso clínico dos bráquetes em boca. Somente um estudo⁴⁴ reportou diminuição da força de atrito com o bráquete usado (tabela V).

DISCUSSÃO

Sumário das evidências

Devido à pouca informação sobre o comportamento dos bráquetes expostos à cavidade bucal durante o tratamento ortodôntico, esta revisão sistemática objetivou buscar uma compilação de como a degradação dos bráquetes durante o tratamento ortodôntico afeta o atrito entre bráquete e fio, e consequentemente a mecânica de deslize.

Demais materiais como fios e ligadura também sofrem o mesmo tipo de degradação,^{9,10,13-15,24,26-31} mas são periodicamente substituídos por novos. Contrariamente, os bráquetes não são substituídos e um mesmo bráquete tende a ser

utilizado durante todo o tratamento ortodôntico. Portanto, sua degradação na cavidade bucal durante a mecânica ortodôntica deve ser estudada. Pode-se presumir que esta é uma revisão sistemática de estudos in-vitro que levaram em consideração as características in vivo (degradação intrabucal) para avaliar as mudanças na força de atrito entre bráquete e fio.

Esta revisão sistemática mostrou falta de estudos com baixo risco de viés. Quatro estudos tiveram um escore metodológico geral abaixo do limiar e foram julgados como afetados por um significativo risco de viés^{32,42-44} e três^{8,22,45} foram julgados como afetados por algum risco de viés. Além disso, os estudos mostraram heterogeneidade na avaliação das mudanças na força de atrito, porque utilizaram diferentes indicadores (força de atrito, porcentagem de aumento da força de atrito e coeficiente de atrito). Por este motivo, uma meta-análise não pôde ser realizada.

Foi realizada uma avaliação qualitativa dos estudos, e as características do tratamento ortodôntico (clínico) e ensaios in vitro dos estudos selecionados, que poderiam ter implicações na avaliação da força de atrito após o uso clínico, serão discutidas separadamente.

Características do Tratamento Ortodôntico

Diferentes tipos e marcas podem levar a comportamentos diferentes em testes de atrito.^{46,47} Logo, é importante padronizar essas características antes de realizar qualquer teste. Alguns estudos incluídos nesta revisão^{42,44} preocuparam-se com o uso do mesmo tipo e marca de bráquetes para a avaliação da força de atrito, melhorando a qualidade de seus resultados.

Os bráquetes de pré-molares foram os mais utilizados nos testes, pois são os mais requeridos para deslize, durante a mecânica de retração, após extração de primeiros pré-molares.^{24,45} Quase todos os estudos incluídos nesta revisão^{42,44,45} utilizaram apenas bráquetes de pré-molares para testes de atrito, portanto, seus resultados possuem aplicações clínicas na rotina ortodôntica (Tabela II).

As diferenças de angulação e torque das diferentes prescrições utilizadas nos estudos foram eliminadas pelos mecanismos desenvolvidos para anular qualquer tipo de angulação entre o bráquete e o fio durante os testes de atrito (Tabela II). Estes dispositivos são importantes para alinhar a relação entre bráquete e fio, evitando o efeito Binding durante os ensaios in-vitro, o qual provoca força de resistência

semelhante ao atrito.^{48,49} Apesar desse efeito Binding existir na mecânica ortodôntica,^{48,49} o objetivo principal desses estudos foi avaliar o impacto do desgaste e corrosão dos bráquetes na força de atrito, ou seja, o atrito clássico, excluindo os efeitos Binding e Notching. Esta foi uma questão importante que garantiu a avaliação da força de atrito nos estudos.

Os bráquetes experimentam danos progressivos na superfície de suas ranhuras durante o tratamento ortodôntico.^{22,32,42,43,45} Isso significa que, quanto mais tempo passarem na cavidade oral, maiores serão os danos e a rugosidade de suas superfícies. Portanto, a padronização do tempo de tratamento é importante para obter melhores resultados de atrito. Nesta revisão, apenas quatro estudos^{22,43-45} padronizaram os intervalos de tempo em que os bráquetes permaneceram na cavidade oral, obtendo resultados mais confiáveis (Tabela II).

Quanto mais grave o apinhamento inicial, maior será o acúmulo de placa e a doença periodontal, devido à dificuldade em realizar higiene bucal.^{50,51} Além disso, quanto mais severa for a má oclusão, maior será o tempo de tratamento e os bráquetes permanecerão mais tempo na cavidade oral e suscetíveis a maiores alterações. O cuidado preventivo com profilaxia sequencial é importante para manter a superfície da ranhura dos bráquetes limpas e livres de placas e detritos.^{16,21,52-55} Por esse motivo, a padronização desses procedimentos é importante para evitar discrepâncias e interferências da amostra nos resultados do teste de atrito. Infelizmente, esta revisão constatou que apenas um estudo⁴³ padronizou as instruções de higiene e os protocolos nos grupos (Tabela II).

Em relação ao tipo de ligadura utilizado nos bráquetes durante o tratamento ortodôntico, parece que não há consenso quanto ao tipo de bráquete e ligadura que produzem menores acúmulos de placas e de detritos. Foi relatado acúmulo significativo de placas e detritos com ligadura de aço inoxidável⁵⁶ e com ligadura elastomérica⁵⁷. Outros não relatam diferença entre eles,⁵⁸ nem entre bráquetes autoligáveis e convencionais.⁵⁹⁻⁶¹ Parece que essa característica não tem implicações significativas no teste de força de atrito. Embora um estudo⁴⁵ tenha apontado um maior aumento na rugosidade da superfície e na força de atrito nos bráquetes autoligáveis recuperados (após exposição intrabucal durante tratamento ortodôntico) em comparação aos bráquetes convencionais recuperados, outro estudo³² não mostrou diferença entre eles.

As principais preocupações quanto à remoção do bráquete após o tratamento ortodôntico são a manutenção da integridade da superfície do esmalte^{62,63} e o desconforto causado ao paciente.^{64,65} No entanto, para a revisão atual, a principal preocupação era manter a integridade dos bráquetes, que seriam avaliados in-vitro após a remoção. A informação sobre o método de remoção do bráquete foi uma questão importante a ser avaliada nos estudos, uma vez que a integridade da ranhura e as aletas dos bráquetes eram importantes para a avaliação da força de atrito. O dano às aletas do bráquete durante a remoção envolve a deformação da ranhura e a redução de sua altura, aumentando assim a força de atrito ou até mesmo impedindo a inserção do fio na ranhura para os testes de atrito.^{66,67} Embora alguns métodos de remoção de bráquete reportados nos estudos^{8,42-45} tenham sido considerados desfavoráveis para a integridade do bráquete,⁶⁸ alguns estudos relataram avaliação macro e microscópica do perfil da ranhura antes da avaliação de atrito, descartando o dano ao bráquete,^{8,22,42,43} e desempenhando dessa forma, um teste de atrito mais fidedigno (Tabela II).

Características dos Ensaio In-vitro

Dois principais fatores podem interferir na rugosidade da superfície da ranhura dos bráquetes e na força de atrito durante o tratamento ortodôntico: acúmulo de placa bacteriana e detritos alimentares, e arranhões.^{22,43-45,54,55,69} Os detritos e a placa podem ser removidos durante a escovação dental convencional e com profilaxia profissional durante as consultas.^{21,52,54,55} A maioria dos estudos incluídos nesta revisão^{8,22,43,44} realizou algum tipo de remoção de detritos imediatamente antes de realizar testes in-vitro. O estudo que mostrou uma diminuição da força de atrito foi exatamente o único que colocou todos os bráquetes recuperados em um dispositivo de ultrassom por 5 minutos antes de realizar testes in-vitro,⁴⁴ que pode estar relacionado aos respectivos resultados.

Não há consenso sobre o papel da saliva na força de atrito durante a mecânica de deslize, se aumenta ou reduz a força de atrito, atuando como um agente lubrificante.^{70,71} Portanto, independentemente dos testes de atrito serem realizados em um ambiente aquoso⁴² ou seco,^{8,22,32,44} manter o mesmo ambiente durante os testes é a questão mais importante. Dois estudos incluídos nessa revisão^{43,45} não relataram esta informação.

O fio mais comumente usado em testes de atrito é o fio de aço inoxidável de 0,019 x 0,025 polegadas, pois parece ser o fio mais adequado para o fechamento do espaço quando a mecânica de deslize é usada, oferecendo uma boa combinação de atrito aceitável e bom controle de torque anterior.⁷² Os fios de menor diâmetro podem produzir maior efeito Binding⁷³ e um fio de diâmetro maior implica um aumento da força de atrito em quase três vezes.⁷² Exceto o estudo que mostrou diminuição na força de atrito após uso clínico,⁴⁴ os outros seis estudos avaliados nesta revisão não apresentaram resultados divergentes, mesmo quando diferentes tamanhos de fios foram usados nos ensaios de atrito.^{8,22,32,42,43,45}

Arranhões causados pelo movimento de deslize dos fios impactam na força de atrito.²⁴ Por esse motivo, é mais apropriado usar o fio apenas uma vez em cada teste, como alguns autores realizaram^{8,32,43} a fim de avaliar apenas os danos dos bráquetes, eliminando variáveis relacionadas aos desgastes e alterações de superfícies relacionadas ao fio. Um dos estudos incluídos nesta revisão comparou também a força de atrito dos fios novos e recuperados, e concluiu que o aumento da força de atrito foi diretamente proporcional ao tempo de uso clínico do fio.²²

É importante padronizar a força de ligação, porque o comportamento e a força exercidos por diferentes tipos de ligadura sofrem variações consideráveis.^{5,74-77} Mesmo que seja usado um mesmo tipo de ligadura para o teste de diferentes grupos amostrais, não há garantia de que a mesma força de ligação seja promovida, pois o mesmo material de ligadura (elásticos ou aço) pode produzir forças diferentes.⁷⁸⁻⁸⁰ Assim, torna-se muito valioso usar um dispositivo para estabilizar a força de ligadura durante os testes de fricção, como relataram alguns estudos.^{6,42,81,82} Esse procedimento foi realizado por apenas um estudo incluído nesta revisão⁴² (Tabela III).

Alterações da força de atrito

As discrepâncias nos valores finais de atrito obtidos pelos estudos incluídos nesta revisão são devidas a diferentes características dos tratamentos ortodônticos e características in vitro utilizadas em cada estudo.

Entre os sete estudos avaliados, apenas um⁴⁴ reportou diminuição da força de atrito após o uso clínico (bráquetes recuperados). Esse resultado contradiz os resultados comuns relatados em outros estudos que mostraram que o uso clínico tende a induzir rugosidade superficial na ranhura dos bráquetes, aumentando a força

de atrito.^{9,83,84} Além disso, esse estudo⁴⁴ não explicou corretamente esses resultados, com base em evidências científicas. Os autores mencionaram dois artigos para confirmar esse fenômeno, mas um deles não mostra os resultados que descreveram,⁹ e o outro é um estudo apenas in-vitro com bráquetes autoligáveis.⁸⁵ Portanto, os resultados controversos obtidos por esses trabalhos^{44,86} podem ter sido uma casualidade laboratorial, devendo ser entendido com cautela e não devendo ser extrapolado para a clínica.

Um outro estudo⁸ mostrou uma tendência de diminuição na força de atrito após o uso clínico em uma amostra, mas os autores não conseguiram explicar o motivo desse resultado.

A força e o coeficiente de atrito aumentaram após o uso clínico em todos os outros estudos,^{22,32,42,43,45} mesmo naqueles que realizaram limpeza do bráquete antes dos testes.^{8,22,43} Este procedimento teve como objetivo eliminar os detritos nas ranhuras do bráquete, levando em consideração apenas os arranhões e desgastes na superfície das mesmas.^{21,54,55}

O maior aumento da força de fricção foi mostrado na amostra de bráquetes autoligáveis⁴⁵ como relatado anteriormente.⁸⁷ Isso pode ser considerado uma resposta ao maior acúmulo de detritos e placas que esses bráquetes apresentam devido ao seu *design*.⁸⁷ No entanto, uma revisão sistemática⁶⁰ relatou que não existe evidência de alta qualidade para apoiar tal proposição.

Todos os estudos^{22,43} (exceto um⁴⁴ que encontrou diminuição na força de atrito) que avaliaram diferentes tempos padronizados de uso clínico dos bráquetes, encontraram um aumento progressivo na força de atrito ao longo do tempo. Este foi um resultado esperado e fora relatado em estudos anteriores.^{9,31,88} Isso parece ser causado devido ao aumento da rugosidade da superfície, com acúmulo de placas e detrito, e arranhões decorrentes à exposição intrabucal dos bráquetes.^{9,31,88}

Implicações Clínicas

- Devido ao tempo que os bráquetes permanecem na boca durante todo o tratamento ortodôntico, a perda parcial da capacidade de deslizamento deve ser considerada (devido ao aumento da força de atrito). Não é possível quantificar essa influência na biomecânica, mas em casos de alto requisito de deslizamento, tende ser vantajoso substituir os bráquetes
-

usados por novos, especialmente os pré-molares, que são os mais requisitados pelo deslize do fio durante a retração anterior.

- São necessários mais estudos para determinar como esse aumento de atrito interfere no tratamento ortodôntico, e quando deve ser considerado como clinicamente significativo.
- Estudos devem definir com precisão a participação real de cada característica, tanto do tratamento ortodôntico quanto dos testes in-vitro.

Limitações

Não foi possível realizar uma meta-análise, uma vez que vários estudos foram julgados como afetados por um risco significativo de viés, além de terem utilizados diferentes padrões metodológicos e métricas de resultados.

CONCLUSÕES

Em geral, com base na evidência de qualidade baixa a moderada encontrada:

- Os bráquetes apresentam aumento da rugosidade da superfície e, conseqüentemente, o aumento do coeficiente e da força de atrito após o uso clínico;
 - Quanto maior o tempo de exposição intrabucal, maior será o coeficiente e a força de atrito;
 - Ambos os bráquetes convencionais e autoligáveis são danificados pela exposição intrabucal;
 - No entanto, pesquisas futuras de alta qualidade são necessárias para obter resultados mais confiáveis.
-
-

REFERÊNCIAS

1. Drescher D, Bourauel C, Schumacher H-A. Frictional forces between bracket and arch wire. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 1989;96:397-404.
 2. 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.
 3. 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.
 4. 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.
 5. Iwasaki LR, Beatty MW, Nickel JC. Friction and orthodontic mechanics: clinical studies of moment and ligation effects. *Seminars in Orthodontics* 2003;9:290-297.
 6. Nishio C, da Motta AF, Elias CN, Mucha JN. In vitro evaluation of frictional forces between archwires and ceramic brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2004;125:56-64.
 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. 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.
-

9. 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.
 10. Eliades T, Athanasiou AE. In vivo aging of orthodontic alloys: implications for corrosion potential, nickel release, and biocompatibility. *Angle Orthod* 2002;72:222-237.
 11. Pandis N, Bourauel C, Eliades T. Changes in the stiffness of the ligating mechanism in retrieved active self-ligating brackets. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 2007;132:834-837.
 12. Hoste S, Celis J-P, Willems G. Morphological and Structural Characterization of Two Types of As-Received and In vivo Orthodontic Stainless Steel Brackets. *British Journal of Medicine and Medical Research* 2012;2:662.
 13. Taha M, El-Fallal A, Degla H. In vitro and in vivo biofilm adhesion to esthetic coated arch wires and its correlation with surface roughness. *Angle Orthodontist* 2016;86:285-291.
 14. Eliades T. Orthodontic material applications over the past century: Evolution of research methods to address clinical queries. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2015;147:S224-231.
 15. Eliades T, Eliades G, Athanasiou AE, Bradley TG. Surface characterization of retrieved NiTi orthodontic archwires. *Eur J Orthod* 2000;22:317-326.
 16. Papaioannou W, Panagopoulos A, Koletsi-Kounari H, Kontou E, Makou M. Adhesion of *Porphyromonas gingivalis* and Biofilm Formation on Different Types of Orthodontic Brackets. *Int J Dent* 2012;2012:471380.
 17. do Rosario Junior AF, Knop LA, Baboni FB, Rymowicz AU, Tanaka OM, Rosa EA. Differential adhesion of *Streptococcus mutans* to metallic brackets induced by saliva from caries-free and caries-active individuals. *J Investig Clin Dent* 2011;2:197-200.
-

18. Fournier A, Payant L, Bouclin R. Adherence of *Streptococcus mutans* to orthodontic brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1998;114:414-417.
 19. 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.
 20. Balenseifen JW, Madonia JV. Study of dental plaque in orthodontic patients. *J Dent Res* 1970;49:320-324.
 21. Migliorati M, Isaia L, Cassaro A, Rivetti A, Silvestrini-Biavati F, Gastaldo L et al. Efficacy of professional hygiene and prophylaxis on preventing plaque increase in orthodontic patients with multibracket appliances: a systematic review. *Eur J Orthod* 2015;37:297-307.
 22. 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.
 23. 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.
 24. 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.
 25. 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.
 26. Eliades T, Eliades G, Brantley WA. Microbial attachment on orthodontic appliances: I. Wettability and early pellicle formation on bracket materials. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1995;108:351-360.
-

27. Eliades T, Zinelis S, Papadopoulos MA, Eliades G, Athanasiou AE. Nickel content of as-received and retrieved NiTi and stainless steel archwires: Assessing the nickel release hypothesis. *Angle Orthodontist* 2004;74:151-154.
28. Bourauel C, Scharold W, Jäger A, Eliades T. Fatigue failure of as-received and retrieved NiTi orthodontic archwires. *Dental Materials* 2008;24:1095-1101.
29. Iliadi A, Baumgartner S, Athanasiou AE, Eliades T, Eliades G. Effect of intrabuccal aging on the setting status of resin composite and glass ionomer orthodontic adhesives. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2014;145:425-433.
30. Normando D, de Araujo AM, Marques Ida S, Barroso Tavares Dias CG, Miguel JA. Archwire cleaning after intrabuccal ageing: the effects on debris, roughness, and friction. *Eur J Orthod* 2013;35:223-229.
31. Marques IS, Araujo AM, Gurgel JA, Normando D. Debris, roughness and friction of stainless steel archwires following clinical use. *Angle Orthod* 2010;80:521-527.
32. 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.
33. Kapur R, Sinha PK, Nanda RS. Frictional resistance in orthodontic brackets with repeated use. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1999;116:400-404.
34. Ehsani S, Mandich MA, El-Bialy TH, Flores-Mir C. Frictional resistance in self-ligating orthodontic brackets and conventionally ligated brackets a systematic review. *Angle Orthodontist* 2009;79:592-601.
35. Tageldin H, Cadenas de Llano Perula M, Thevissen P, Celis J-P, Willems G. Resistance to sliding in orthodontics: a systematic review. *Jacobs Journal of Dentistry and Research* 2016;3:034.
-

36. Liberati A, Altman DG, Tetzlaff J, Mulrow C, Gotzsche PC, Ioannidis JP et al. The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate healthcare interventions: explanation and elaboration. *Bmj* 2009;339:b2700.
37. Downs SH, Black N. The feasibility of creating a checklist for the assessment of the methodological quality both of randomised and non-randomised studies of health care interventions. *J Epidemiol Community Health* 1998;52:377-384.
38. Nucera R, Lo Giudice A, Rustico L, Matarese G, Papadopoulos MA, Cordasco G. Effectiveness of orthodontic treatment with functional appliances on maxillary growth in the short term: A systematic review and meta-analysis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2016;149:600-611.e603.
39. Perinetti G, Primožic J, Franchi L, Contardo L. Treatment Effects of Removable Functional Appliances in Pre-Pubertal and Pubertal Class II Patients: A Systematic Review and Meta-Analysis of Controlled Studies. *PLoS One* 2015;10:e0141198.
40. Zymperdikas VF, Koretsi V, Papageorgiou SN, Papadopoulos MA. Treatment effects of fixed functional appliances in patients with Class II malocclusion: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Orthod* 2016;38:113-126.
41. Harmelink K. Effects of neurolytic blocks (botulinum toxin type A and motor branch block) in patients with a Stiff Knee Gait: A systematic review: Master thesis, Utrecht University; 2010.
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. 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.
-

44. 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.
45. 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.
46. Oh KT, Choo SU, Kim KM, Kim KN. A stainless steel bracket for orthodontic application. *Eur J Orthod* 2005;27:237-244.
47. Behroozi Z, Momeni Danaei S, Sardarian AR, Moshkelghosha V, Sardarian AR. Evaluation of the Corrosion of Five Different Bracket-Archwire Combination: An In-vitro Analysis Using Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry. *J Dent (Shiraz)* 2016;17:262-267.
48. Articolo LC, Kusy K, Saunders CR, Kusy RP. Influence of ceramic and stainless steel brackets on the notching of archwires during clinical treatment. *Eur J Orthod* 2000;22:409-425.
49. Articolo LC, Kusy RP. Influence of angulation on the resistance to sliding fixed appliances. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 1999;115:39-51.
50. El-Mangoury NH, Gaafar SM, Mostafa YA. Mandibular anterior crowding and periodontal disease. *Angle Orthod* 1987;57:33-38.
51. Diedrich P. Periodontal relevance of anterior crowding. *J Orofac Orthop* 2000;61:69-79.
52. Barnes CM, Russell CM, Gerbo LR, Wells BR, Barnes DW. Effects of an air-powder polishing system on orthodontically bracketed and banded teeth. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1990;97:74-81.
-

53. Ahn SJ, Lee SJ, Lim BS, Nahm DS. Quantitative determination of adhesion patterns of cariogenic streptococci to various orthodontic brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2007;132:815-821.

54. Aragón ML, Lima LS, Normando D. Air-powder polishing on self-ligating brackets after clinical use: effects on debris levels. *Dental Press Journal of Orthodontics* 2016;21:90-94.

55. 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.

56. Condo R, Casaglia A, Condò S, Cerroni L. Plaque retention on elastomeric ligatures. An in vivo study. *Oral Implantol (Rome)* 2012;5:92-99.

57. Pellegrini P, Sauerwein R, Finlayson T, McLeod J, Covell DA, Jr., Maier T et al. Plaque retention by self-ligating vs elastomeric orthodontic brackets: quantitative comparison of oral bacteria and detection with adenosine triphosphate-driven bioluminescence. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2009;135:426.e421-429; discussion 426-427.

58. Rodrigues CF, Sales LdAR, Vitral RWF, Fraga MR, Quintão CCA. Efeito da amarração em Ortodontia, com ligaduras elastoméricas e de aço inoxidável, na saúde periodontal. *Dental Press Journal of Orthodontics* 2011;16:48-56.

59. Cardoso Mde A, Saraiva PP, Maltagliati LA, Rhoden FK, Costa CC, Normando D et al. Alterations in plaque accumulation and gingival inflammation promoted by treatment with self-ligating and conventional orthodontic brackets. *Dental Press J Orthod* 2015;20:35-41.

60. do Nascimento LE, de Souza MM, Azevedo AR, Maia LC. Are self-ligating brackets related to less formation of *Streptococcus mutans* colonies? A systematic review. *Dental Press J Orthod* 2014;19:60-68.

61. do Nascimento LE, Pithon MM, dos Santos RL, Freitas AO, Alviano DS, Nojima LI et al. Colonization of *Streptococcus mutans* on esthetic brackets: self-ligating vs conventional. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2013;143:S72-77.
62. Pithon MM, Oliveira MV, Ruellas AC, Bolognese AM, Romano FL. Shear bond strength of orthodontic brackets to enamel under different surface treatment conditions. *J Appl Oral Sci* 2007;15:127-130.
63. Ryf S, Flury S, Palaniappan S, Lussi A, van Meerbeek B, Zimmerli B. Enamel loss and adhesive remnants following bracket removal and various clean-up procedures in vitro. *Eur J Orthod* 2012;34:25-32.
64. Pithon MM, Santos Fonseca Figueiredo D, Oliveira DD, Coqueiro Rda S. What is the best method for debonding metallic brackets from the patient's perspective? *Prog Orthod* 2015;16:17.
65. Dumbryte I, Linkeviciene L, Linkevicius T, Malinauskas M. Does orthodontic debonding lead to tooth sensitivity? Comparison of teeth with and without visible enamel microcracks. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2017;151:284-291.
66. Machen DE. Orthodontic bracket recycling. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1993;104:618-619.
67. Matasa CG. Pros and cons of the reuse of direct-bonded appliances. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1989;96:72-76.
68. Knosel M, Mattysek S, Jung K, Kubein-Meesenburg D, Sadat-Khonsari R, Ziebolz D. Suitability of orthodontic brackets for rebonding and reworking following removal by air pressure pulses and conventional debracketing techniques. *Angle Orthod* 2010;80:461-467.
69. Leite Bdos S, Fagundes NC, Aragon ML, Dias CG, 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.
-

70. Bongaerts JHH, Rossetti D, Stokes JR. The lubricating properties of human whole saliva. *Tribology Letters* 2007;27:277-287.

71. Kusy RP, Whitley JQ. Influence of fluid media on the frictional coefficients in orthodontic sliding. *Seminars in Orthodontics* 2003;9:281-289.

72. Moore MM, Harrington E, Rock WP. Factors affecting friction in the pre-adjusted appliance. *Eur J Orthod* 2004;26:579-583.

73. Kusy RP, Whitley JQ. Friction between different wire-bracket configurations and materials. *Seminars in Orthodontics* 1997;3:166-177.

74. Hain M, Dhopatkar A, Rock P. A comparison of different ligation methods on friction. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2006;130:666-670.

75. Patil B, Patil NS, Kerudi VV, Chitko SS, Maheshwari AR, Patil HA et al. Friction between Archwire of Different Sizes, Cross Section, Alloy and Brackets Ligated with Different Brands of Low Friction Elastic Ligatures- An Invitro Study. *J Clin Diagn Res* 2016;10:Zc18-22.

76. Shivapuja PK, Berger J. A comparative study of conventional ligation and self-ligation bracket systems. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 1994;106:472-480.

77. Thorstenson GA, Kusy RP. Comparison of resistance to sliding between different self-ligating brackets with second-order angulation in the dry and saliva states. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 2002;121:472-482.

78. Huget EF, Patrick KS, Nunez LJ. Observations on the elastic behavior of a synthetic orthodontic elastomer. *J Dent Res* 1990;69:496-501.

79. Karasawa M, Tsumura T, Fujita K, Ito M, Nagasawa S, Yamada K. Study on the frictional properties between bracket and wire by sandblast processing. *Orthodontic Waves* 2015;74:48-53.

80. Bednar JR, Gruendeman GW, Sandrik JL. A comparative study of frictional forces between orthodontic brackets and arch wires. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 1991;100:513-522.
81. Arici N, Akdeniz BS, Arici S. Comparison of the frictional characteristics of aesthetic orthodontic brackets measured using a modified in vitro technique. *Korean J Orthod* 2015;45:29-37.
82. Pimentel RF, de Oliveira RS, Chaves M, Elias CN, Gravina MA. Evaluation of the friction force generated by monocristalyne and policristalyne ceramic brackets in sliding mechanics. *Dental Press J Orthod* 2013;18:121-127.
83. Lee GJ, Park KH, Park YG, Park HK. A quantitative AFM analysis of nano-scale surface roughness in various orthodontic brackets. *Micron* 2010;41:775-782.
84. 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.
85. Pacheco MR, Oliveira DD, Smith Neto P, Jansen WC. Evaluation of friction in self-ligating brackets subjected to sliding mechanics: an in vitro study. *Dental Press Journal of Orthodontics* 2011;16:107-115.
86. Pacheco MR, Oliveira DD, Smith Neto P, Jansen WC. Avaliação do atrito em braquetes autoligáveis submetidos à mecânica de deslizamento: um estudo in vitro. *Dental Press Journal of Orthodontics* 2011;16:107-115.
87. Bergamo AZ, Nelson-Filho P, Andrucio MC, do Nascimento C, Pedrazzi V, Matsumoto MA. Microbial complexes levels in conventional and self-ligating brackets. *Clin Oral Investig* 2016.
88. Doshi UH, Bhad-Patil WA. Static frictional force and surface roughness of various bracket and wire combinations. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2011;139:74-79.
-
-

LEGENDA DAS FIGURAS

Figura 1 - Fluxograma PRISMA

Figura 1

Tabela I. Bases de dados e estratégia de pesquisa

Base de dados	Palavras chave
Pubmed	(orthodontic bracket* OR orthodontic bracket[MeSH Terms] OR orthodontic brackets[MeSH Terms]) AND (retrieved OR retrieval OR received OR aged OR aging OR after) AND (friction* OR friction[MeSH Terms])
Embase	(orthodontic bracket OR orthodontic brackets) AND (retrieved OR retrieval OR received OR aged OR aging OR after) AND (friction frictional OR frictionally)
Web of Science	(orthodontic bracket OR orthodontic brackets) AND (retrieved OR retrieval OR received OR aged OR aging OR after) AND (friction frictional OR frictionally)
Scopus	(orthodontic bracket OR orthodontic brackets) AND (retrieved OR retrieval OR received OR aged OR aging OR after) AND (friction frictional OR frictionally)
The Cochrane Library	(orthodontic bracket OR orthodontic brackets) AND (retrieved OR retrieval OR received OR aged OR aging OR after) AND (friction frictional OR frictionally)
Lilacs	(orthodontic bracket OR orthodontic brackets) AND (retrieved OR retrieval OR received OR aged OR aging OR after) AND (friction frictional OR frictionally)
Grey Literature (Google Scholar)	Any idiom; Without patents and citations; Classified by relevance; Search; (orthodontic bracket OR orthodontic brackets) AND (retrieved OR retrieval OR received OR aged OR aging OR after) AND (friction frictional OR frictionally)

Tabela II. Características dos estudos. Características do tratamento ortodôntico.

Estudo	Tamanho da amostra (por grupo)	Bráquetes (tipo, marca e prescrição)	Sequência de fios	Tempo de exposição	Padronização do Tratamento Ortodôntico	Padronização da Higiene	Tipo de ligadura	Remoção dos bráquetes
Regis Jr. et al. 2011	T0 = 95 T1 = 95	7 tipos (pré-molares, caninos e incisivos sup. e inf.), 3 marcas (American Orthodontics, 3M Abzil, TP Orthodontics), 2 prescrições (Edgewise, Roth)	-	± 41 meses	-	-	Elástica e aço	Alicate de remoção de bráquetes
Ribeiro et al. 2012	T0 = 15 T1 = 25	2 tipos (pré-molares sup. e inf.), 1 marca (Morelli), 1 prescrição (Edgewise).	-	30.7 ± 4.2 meses	-	-	-	Alicate de corte de amarrilho
Liu et al. 2013	T0 = 20 T1 = 20	2 tipos (caninos sup. e inf.), 2 marcas (3M Unitek e Forestadent), convencional e autoligável	-	21.5 ± 3.3 meses	Extração de Primeiros Pré-molares + mecânica de retração anterior	-	-	-
Pithon et al. 2013	T0 = 22 T1 = 22 T2 = 22 T3 = 22	4 tipos (caninos e pré-molares sup. e inf.), 1 marca (3M Unitek), 1 prescrição (Edgewise) Cerâmico com ranhura metálica	Fio Twist-flex (.018") e fios de aço (.016", .018", .020", .018x.025", e .019 x.025")	12, 24 e 36 meses	-	Instruções de higiene oral e do aparelho antes da instalação e a cada 3 meses	Elástica e aço	Alicate de remoção de bráquetes
Mendes et al. 2014	T0 = 28 T1 = 28 T2 = 28	2 tipos (Pré-molares), 1 marca (Morelli), 1 prescrição (Edgewise)	Fios de aço e níquel titânio	12 e 24 meses	-	-	Elástica e/ou aço	Alicate de remoção de bráquetes
Araújo et al. 2015	T0 = 8 T1 = 16	2 (pré-molares sup. e inf.), 1 marca (3M Abzil), 1 prescrição (Roth), LC e AL	Fios de aço .019 x .025"	2 meses	Colagem passiva em hemi-arco posterior	-	Elástica (LC) e AL	Alicate de corte de amarrilho
Dos Santos et al. 2015	T0 = 10 T1 = 10 T2 = 10 T3 = 10	4 (caninos e pré-molares sup. e inf.), 1 marca (Morelli), 1 prescrição (Edgewise)	-	12(T1), 24(T2) e 36(T3) meses	-	-	-	Pistola removedora de bráquetes

T0, Grupo Controle (Bráquetes novos). T1, T2, T3, Bráquetes usados. LC, Ligação Convencional. AL, Autoligável. Sup., Superior. Inf., Inferior.

Tabela III. Características dos estudos. Características dos ensaios in-vitro.

Estudo	Armazenamento/Limpeza	Avaliação do bráquete	Presença de Saliva	Diâmetro do Fio/ Número de fios por teste	Ligadura (tipo e força)	Angulação e Torque entre fio e bráquete
Regis Jr. et al. 2011	escovação com escova dental elétrica por 10 segundos e enxaguado com água destilada	microscopia ótica de luz refletida (descartados bráquetes com calcificações)	Não	Aço .019 x.025" / 1	Ligadura elástica imediatamente antes do ensaio	0°
Ribeiro et al. 2012	armazenamento em recipiente fechado, estéril e contendo água destilada	estereoscopia binocular e câmera digital com ampliação	Meio aquoso (água destilada)	- Aço .019 x.025" / -	Dispositivo adaptado realizando força de ligação de 120 gramas	-
Liu et al. 2013	-	-	Não	Aço .016 x.022" / 1	-	0°
Pithon et al. 2013	escovação com escova dental elétrica por 10 segundos e enxaguado com água destilada	microscopia ótica de luz refletida	-	Aço .019 x.025" / 1	Ligadura elástica imediatamente antes do ensaio	0°
Mendes et al. 2014	irrigação com jato de água, ultrassom por 5 minutos e escovação com escova dental elétrica por 10 segundos	-	Não	Aço .019 x.025" / -	4 diferentes tipos de ligaduras (elásticas e aço inoxidável)	0°
Araújo et al. 2015	-	-	-	Aço .019 x.025" usado / -	-	-
Dos Santos et al. 2015	escovação com escova dental elétrica por 10 segundos e enxaguado com água deionizada	microscopia ótica de luz refletida. Bráquetes com evidentes distorções que preveniram encaixe de fio .021"x.025" na ranhura, foram descartados	Não	Aço .017 x .025"; .018 x .025"; .019 x .025" Novos e Usados	Ligadura elástica e de aço inoxidável	0°

Tabela IV. Risco de viés em estudos individuais.

Estudo	Q1: Objetivo claramente descrito	Q2: Resultados claramente descritos	Q3: Características dos pacientes claramente descritas	Q4: Intervenções claramente descritas	Q5: Principais fatores de confusão claramente descritos	Q6: Principais achados claramente descritos	Q7: Variabilidade aleatória para o principal resultado fornecido	Q8: Eventos adversos relatados	Q9: Perda de acompanha- mento relatada	Q10: Valor de P reportado
Regis Jr. et al 2011	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
Ribeiro et al. 2012	1	1	0	1	0	1	1	0	0	1
Liu et al. 2013	1	1	0	1	0	1	1	0	0	1
Pithon et al. 2013	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0
Mendes et al. 2014	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0
Araujo et al. 2015	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0
Dos Santos et al. 2015	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1

Estudo	Q11: Amostra pedida para participar representante da população	Q12: Amostra concordou em participar representante da população	Q13: Participante representa o ambiente do paciente	Q14: Tentativa de cegar os participantes	Q15: Tentativa de cegar os assessores	Q16: resultados de extração de dados claramente indicados	Q17: Análise ajustada para o período de acompanhamento	Q18: Estatísticas apropriadas	Q19: Conformidade confiável	Q20: Medidas de resultado precisas
Regis Jr. et al 2011	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1
Ribeiro et al. 2012	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1
Liu et al. 2013	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1
Pithon et al. 2013	0	0	1	1	0	1	1	1	0	1
Mendes et al. 2014	0	0	1	1	0	1	1	1	0	1
Araújo et al. 2015	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1
Dos Santos et al. 2015	0	0	1	1	0	1	1	1	0	1

Estudo	Q21: Mesma população	Q22: Participantes recrutados no mesmo momento	Q23: Randomizado?	Q24: Ocultação de alocação adequada?	Q25: Ajuste adequado para fatores de confusão?	Q26: Perda de acompanhamento relatada?	Q27: Cálculo do Poder	TOTAL
Regis Jr. et al. 2011	1	0	0	0	0	1	0	16
Ribeiro et al. 2012	1	0	0	0	0	1	0	13
Liu et al. 2013	1	0	0	0	0	0	0	12
Pithon et al. 2013	1	0	0	0	0	0	0	14
Mendes et al. 2014	1	0	0	0	0	0	0	13
Araujo et al. 2015	1	1	1	0	0	0	1	16
Dos Santos et al. 2015	1	0	1	0	0	1	0	16

Tabela V. Resultados das Alterações de Atrito (Estudos individuais)

Estudo	Avaliações	Resultados
Regis Jr. et al. 2011	Porcentagem de aumento da Força de Atrito	3 marcas diferentes Marca 1: 17.99% (DP, 36.50%) Marca 2: 13.62% (DP, 34.26%) Marca 3: - 3.10% (DP, 31.82%)*
Ribeiro et al. 2012	Força de Atrito (gf)	2 tempos diferentes (antes, T0 e após tratamento T1) T0 = 21.22 ± 1.66 T1 = 32.91 ± 1.36 (55,09%)
Liu et al. 2013	Coeficiente de Atrito	2 designs (2 tempos - antes, T0 e após tratamento, T1) Convencional T0 = 0.20 ± 0.02 T1 = 0.25 ± 0.06 (25%) Autoligável T0 = 0.20 ± 0.02 T1 = 0.23 ± 0.04 (15%)
Pithon et al. 2013	Coeficiente de Atrito	4 tempos (T0, T1 após 12 meses, T2 após 24 meses, T3 após 36 meses de exposição intrabucal) T0 = 81.60 T1 = 87.20* T2 = 93.08* T3 = 99.71(22,20%)
Mendes et al. 2014	Força de Atrito (N)	4 tipos de ligação, com 3 tempos cada um (T0 antes; T1 após 12 meses; T2 após 24 meses de exposição intrabucal) Tipo de Ligação 1 T0 = 2.64±0.43 T1 = 1.72±0.35 (-34,85%) T2 = 1.91±0.47 (-27,65%) Tipo de Ligação 2 T0 = 1.98±0.26 T1 = 1.95±0.26* T2 = 2.42±0.36* Tipo de Ligação 3 T0 = 4.31±0.27 T1 = 3.70±0.29 (-14,15%) T2 = 4.18±0.59* Tipo de Ligação 4 T0 = 2.74±0.35 T1 = 1.67±0.19 (-39,05%) T2 = 1.51±0.16 (-44,89%)
Araújo et al. 2015	Força de Atrito (N)	2 designs (convencional e autoligável) com 2 tempos (T0 e T1 após 2 meses) Convencional T0 = 1.1±0.24 T1 = 1.62±0.53 (47%) Autoligável T0 = 0.11±0.11 T1 = 0.32±0.14 (191%)
Dos Santos et al. 2015	Força de Atrito (N)	4 tempos (T0 antes, T1 após 12 meses, T2 após 24 meses e T3 após 36 meses de exposição intrabucal) T0 = 0.818 T1 = 0.819* T2 = 0.903 (10,39%) T3 = 0.908 (11,00%)

T0, Grupo Controle (Bráquetes novos). T1, T2, T3, Grupos de bráquetes usados.
DP, Desvio Padrão.

* não estatisticamente significativa

2.2 ARTIGO 2

Avaliação de três protocolos de profilaxia e seu impacto na força de atrito em bráquetes convencionais

RESUMO

Introdução: A resistência ao movimento de deslizamento entre os bráquetes e fios, influencia em grande magnitude, na qualidade da força transmitida ao dente, e consequentemente, interfere no sucesso da mecânica ortodôntica. Sabe-se que a resistência ao deslize está relacionada diretamente com o coeficiente de atrito e à rugosidade superficial dos materiais envolvidos no sistema. O bráquete é o acessório ortodôntico que permanece por mais tempo na cavidade oral do paciente, estando assim exposto à maiores alterações. São poucos os estudos sobre a influência dessas alterações nos materiais, na rotina clínica. **Objetivo:** Este estudo objetiva avaliar a influência do meio bucal na superfície das ranhuras dos bráquetes, durante a fase de alinhamento e nivelamento, submetidas à 3 diferentes protocolos de higienização e profilaxia, e sua relação com o coeficiente de atrito do sistema bráquete-fio. **Materiais e métodos:** 48 bráquetes recuperados de 16 paciente compuseram a amostra, divididos em 3 grupos, de acordo com o protocolo de higienização e profilaxia adotado durante as consultas: Grupo 1 - pacientes submetidos à profilaxia com jateamento à base de bicarbonato de sódio; Grupo 2 – pacientes submetidos à profilaxia com jateamento à base de glicina; Grupo 3 – pacientes não submetidos à profilaxia profissional. Os bráquetes foram posteriormente removidos da cavidade bucal e submetidos a ensaios de força de atrito, além da análise qualitativa da rugosidade superficial por microscopia eletrônica de varredura. O grupo controle (GC) para comparação foi constituído por bráquetes novos não submetidos à exposição em cavidade bucal. A distribuição normal das variáveis foi checada pelo teste Kolmogorov-Smirnov. O teste de ANOVA seguido pelo teste Tukey foram utilizados para avaliar as diferenças entre os 4 grupos (GC, G1, G2 e G3). **Resultados:** Os grupos de bráquetes recuperados apresentaram aumento da força de atrito, porém apenas o grupo que não foi realizado jateamento profilático a cada consulta (G3), apresentou diferença estatisticamente significante em relação ao Grupo Controle. **Conclusão:** A exposição dos bráquetes à cavidade bucal durante o tratamento ortodôntico é capaz de provocar aumento da força de atrito. A realização de jateamento profilático durante as consultas, é capaz de evitar o aumento significativo da força de atrito.

Evaluation of three prophylaxis protocols and its impact on the friction force in conventional brackets

ABSTRACT

Introduction: The sliding resistance between brackets and wires influences in great magnitude the quality of the force transmitted to the tooth, and consequently interfering in the success of orthodontic mechanics. It is known that sliding resistance is directly related to the coefficient of friction and surface roughness of the materials involved in the system. The bracket is the orthodontic accessory that remains for a longer time in the patient's oral cavity and exposed to major changes. There are few studies about the influence of these alterations on the materials, in the clinical routine. **Objective:** the aim of this study was to evaluate the influence of the oral interface on the surface of the brackets slot, during the alignment and leveling phase, submitted to three different hygiene and prophylaxis protocols and their relationship with the friction coefficient of the bracket-wire system. **Materials and methods:** 48 retrieved from 16 patients brackets composed the sample, divided into 3 groups, according to the hygiene and prophylaxis protocol adopted during the consultations (Group 1 - patients undergoing prophylaxis with sodium bicarbonate blasting; Group 2 - patients undergoing prophylaxis with glycine-based blasting; Group 3 - patients were not submitted to professional prophylaxis) Brackets were later removed from the oral cavity and subjected to friction force tests, in addition to qualitative analysis of surface roughness by scanning electron microscopy. The control group (CG) for comparison consisted of brand new brackets (as received) not submitted to exposure in the oral cavity. The normal distribution of the variables was checked by the Kolmogorov-Smirnov test. The ANOVA test followed by the Tukey test were used to evaluate the differences between the 4 groups (GC, G1, G2 and G3). **Results:** Retrieved groups presented an increase in the friction force, but only the group that did not perform prophylactic blasting every appointment (G3) presented a statistically significant difference in comparison to the Control Group. **Conclusion:** The exposure of the brackets to the oral cavity during orthodontic treatment is capable to increase friction force. Performing prophylactic blasting during appointments can avoid significant increase in friction force.

INTRODUÇÃO

Força de Atrito

O Atrito é uma força que se opõe a um objeto ao movimentar-se tangencialmente sobre outro, promovendo resistência ao deslizamento.¹ No tratamento ortodôntico, a resistência ao deslizamento dos fios dentro da ranhura dos bráquetes, influencia na magnitude da força transmitida ao dente, e consequentemente, na eficiência da movimentação dentária.^{2,3}

A resistência ao deslize está diretamente relacionada ao coeficiente de atrito do sistema bráquete-fio-ligadura,⁴ o qual depende da rugosidade superficial dos materiais do sistema (determinando o coeficiente de atrito),^{5,6} e da força de ligação que une o fio ao bráquete (força normal).⁷

Quando não se conhece essa força de atrito, corre-se o risco de utilizar força abaixo do necessário para o movimento dentário (prolongando o tempo de tratamento), ou o contrário, utilizando forças acima do limite, provocando alterações não fisiológicas aos dentes e estruturas adjacentes relacionadas.⁸ É essencial o conhecimento do impacto do atrito entre fio e bráquete, para que uma força apropriada seja aplicada e que se obtenha um movimento dentário adequado e uma ótima resposta biológica,^{9,10} proporcionando inclusive maior conforto ao paciente¹ e até prevenindo reabsorções radiculares.^{11,12}

Muitas variáveis tendem a interferir no grau de atrito gerado pela interação bráquete-fio-ligadura, podendo ser de origem mecânica ou biológica. Dentre as variáveis mecânicas, estão aspereza dos materiais (rugosidade superficial),¹³⁻¹⁶ dimensão da ranhura do bráquete,¹⁷ secção transversal e diâmetro do fio,^{13,18,19} largura do bráquete,^{17,20} angulação entre fio e canaleta do bráquete (efeitos binding e notching),^{15,19-21} força e material de ligação.²⁰⁻²² As variáveis biológicas são placa bacteriana e seus substratos,^{13,23} corrosão dos materiais,¹³ película adquirida (biofilme)^{13,24,25} e a saliva,^{17,23} que apesar de interferir, não se está claro na literatura se interfere aumentando ou diminuindo (atuando como um agente lubrificante) a força de atrito.^{3,23,26-28}

Biodegradação

A exposição dos materiais ortodônticos na cavidade bucal está associada a um padrão único de envelhecimento multifatorial e não específico, capaz de alterar a morfologia, a estrutura, as características de composição e as propriedades mecânicas desses materiais, inclusive o coeficiente de atrito, relacionado ao aumento da rugosidade de suas superfícies.^{13,15,29,30}

Além do impacto negativo na mecânica de deslize durante o tratamento ortodôntico,⁶ o aumento da rugosidade superficial também interfere negativamente na saúde bucal do paciente, pois o aumento da aspereza das superfícies dos dispositivos ortodônticos presentes na boca favorecem maior acúmulo e colonização bacteriana, assim como acelera o processo corrosivo do material, o que promove diminuição de biocompatibilidade do mesmo.^{31,32}

Diferentemente dos fios, que são regularmente substituídos durante o tratamento ortodôntico, os bráquetes tendem a permanecer na boca do paciente durante todo o tratamento ortodôntico, sem serem substituídos por novos.^{13,15,29} Dessa forma, sua biodegradação e complicações associadas são muita das vezes uma grande preocupação.³³ E apesar da alta resistência dos aços inoxidáveis austeníticos, principal liga usada na confecção e bráquetes ortodônticos, diversos estudos têm evidenciado a corrosão desses acessórios.^{6,29,34}

Jateamento Profilático

A limpeza com jateamento profilático em pó vem sendo descrita na literatura como um importante recurso no controle de retenção de placa, cálculo e resíduos na superfície dos bráquetes e dos dentes.³⁵⁻³⁸

O controle profissional da placa bacteriana durante o tratamento ortodôntico realizado com jato de bicarbonato de sódio, é considerado como o método mais eficaz e eficiente, quando comparado à profilaxia com escova de Robinson e taça de borracha,³⁶ e verniz de flúor.^{39,40} Mas dois estudos^{37,41} mostraram que o jateamento com bicarbonato de sódio por 10 segundos ou mais, provoca alterações na superfície dos bráquetes, aumentando sua rugosidade superficial e também a força de atrito durante a mecânica de deslize.

Não é só o jato de bicarbonato que tende a promover danos nas superfícies dos bráquetes. A baixa do pH promovida por agentes profiláticos contendo alta concentração de flúor, pode provocar significativa corrosão da superfície dos bráquetes, aumentando assim a força de atrito e a resistência ao deslize na mecânica ortodôntica.^{39,40}

O jateamento profilático à base de glicina em pó, por sua vez, vem se destacando em diversos trabalhos, nos quais mostram sua eficiência e menor dano nos tecidos dentários, periodontais, e superfícies de materiais metálicos.^{37,42}

Dessa forma, vem à tona o questionamento de qual seria o melhor método para controle da placa bacteriana na presença de aparelho ortodôntico.

Proposição

Devido a essas alterações sofridas pelos materiais ortodônticos após permanência na cavidade bucal, podendo apresentar características estruturais e mecânicas diferentes do especificado pelo fabricante e até mesmo de ensaios *in-vitro*,^{13,15,29,33,42-44} faz-se necessário estudos do comportamento desses materiais após período de degradação na cavidade bucal.^{15,33,46-48}

Diferentemente dos estudos publicados até o momento, que avaliaram os bráquetes ao fim do tratamento, o presente estudo tem por objetivo avaliar os bráquetes quanto ao atrito ao final do alinhamento e nivelamento (momento que antecede as retrações dos segmentos anteriores nos casos de extração de pré-molares, quando se necessita de menor atrito possível nas mecânicas de deslize), em três diferentes grupos que diferem entre si o método de profilaxia realizado a cada consulta durante período de alinhamento e nivelamento.

MATERIAL E MÉTODOS

Esse estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa da Faculdade de Odontologia de Bauru – Universidade de São Paulo sob o protocolo 015027/2016 (anexo C).

Com base nos dados encontrados no estudo de Liu et al. em 2013,³³ o tamanho da amostra foi calculado baseado em um nível de significância alfa de 5% e beta de 20% para atingir 80% de poder e detectar uma diferença de 0,05 com um desvio

padrão de 0,04 para a alteração na medida de Coeficiente de Atrito entre o período pré-tratamento e o período pós alinhamento e nivelamento. O cálculo da amostra demonstrou que uma amostra de no mínimo 9 bráquetes será necessária.

A amostra foi composta por pacientes recrutados em consultório particular na cidade de Volta Redonda-RJ, de acordo com os seguintes critérios de inclusão: dentição permanente completa (com excessão dos terceiros molares), presença de má oclusão, ausência de tratamento ortodôntico ou ortopédico prévio, moradores da cidade de Volta Redonda que aceitaram participar da pesquisa, com termo de consentimento esclarecido assinado. Foram excluídos da amostra pacientes com histórico de doença periodontal, fumantes ou gestantes.

Ao final da seleção, 16 indivíduos (64 bráquetes de segundos pré-molares) compuseram a amostra submetendo-se ao tratamento ortodôntico, com aparelho fixo composto por bráquetes metálicos convencionais de ranhura 0.022" x 0.028" de prescrição MBT (Kirium – Abzil, São José dos Campos, SP, Brasil). O tempo de tratamento durante o alinhamento e nivelamento foi padronizado para todos indivíduos da amostra em 10 meses, e os indivíduos receberam a mesma orientação e os mesmos produtos de higiene bucal.

Os pacientes/bráquetes foram alocados de forma aleatória e cega de forma que 8 pacientes receram jateamento à base de bicarbonato de sódio (5 homens e 3 mulheres, com idade média de 21,56 anos – Tabela I), e 8 à base de glicina (4 homens e 4 mulheres, com média de idade de 23,03 anos – Tabela I).

O modelo experimental de *split mouth* foi aplicado também de forma aleatória e cega nos participantes, de modo que em cada indivíduo da amostra, duas hemiarcadas receberam jateamento, e as outras duas não, de forma cruzada, por exemplo: nos quadrantes 1 e 3, os bráquetes de segundos pré-molares receberam jateamento profilático, enquanto os quadrantes 2 e 4, não.

Dessa maneira, os seguintes grupos foram constituídos:

Grupo 1 (n=16) – Profilaxia mensal com jateamento de pó à base de bicarbonato de sódio (Polident – Polidental, Cotia, SP, Brasil), realizada pelo profissional, sem a presença do fio ortodôntico.

Grupo 2 (n=16) – Profilaxia mensal com jateamento de pó à base de glicina (Clinpro Prophy Powder - 3M, California, EUA), realizada pelo profissional, sem a presença do fio ortodôntico.

Grupo 3 (n=32) – Sem a realização de profilaxia mensal.

Devido ao *split mouth*, todos os 16 pacientes tiveram 2 bráquetes de segundos pré-molares alocados ao grupo 3, totalizando 32 bráquetes. Para equiparar o número amostral de todos os grupos, 16 bráquetes do grupo 3 tiveram que ser aleatoriamente excluídos.

Um Grupo Controle (GC) foi estabelecido por 16 bráquetes novos metálicos convencionais de segundos pré-molares superiores e inferiores, direito e esquerdo, da mesma marca e prescrição dos demais grupos.

Em um tempo total de 10 meses, os bráquetes estiveram na boca dos indivíduos da amostra, durante a fase de alinhamento e nivelamento do tratamento ortodôntico. Todo mês, durante a consulta, os fios ortodônticos eram removidos e os bráquetes dos grupos 1 e 2 eram submetidos à profilaxia com jateamento (Figura 1) usando um dispositivo apropriado (Practical Jet - Kondortech, São Carlos, SP, Brasil) durante 10 segundos cada bráquete, em uma distância de 5mm e com o jato perpendicular à superfície dos bráquetes, assim como estudos anteriores.^{36,37,41}

A sequência de fios utilizada durante o período de alinhamento e nivelamento também foi padronizada com os fios .014", .018", .016"x.022" NiTi Termo-ativados e .019"x.025" NiTi Superelástico, utilizando ligaduras elásticas ou metálicas.

Após o alinhamento e nivelamento (10 meses), os bráquetes de pré-molares foram cuidadosamente removidos (e substituídos por novos, para dar continuidade no tratamento) pelo mesmo operador calibrado, utilizando alicate de corte de amarelo, bem rente à base do bráquete, que em estudos anteriores^{43,49} mostrou não afetar as aletas e a área da ranhura dos bráquetes. Após um período médio de 8 dias, onde os bráquetes estiveram armazenados em embalagem plástica vedada, foram avaliados os efeitos da exposição intrabucal nos bráquetes e comparados com o grupo controle usando Microscópio Eletrônica de Varredura (MEV) para avaliar qualitativamente as superfícies da ranhura dos bráquetes, e ensaios de atrito para avaliar quantitativamente a força de atrito em cada grupo. Os grupos 1, 2 e 3 foram também comparados entre si, a fim de avaliar as diferenças de atrito e rugosidade superficial

de acordo com cada método de profilaxia adotado durante o período de alinhamento e nivelamento.

Rugosidade Superficial

As ranhuras dos bráquetes dos 4 grupos (GC, G1, G2 e G3) foram analisadas e fotografadas de forma conservadora pelo Microscópio Eletrônico de Varredura (Aspex Express – FEI, Endoven, Holanda). As seguintes imagens foram analisadas:

- a) Visão frontal do bráquete todo (25x de magnificação);
- b) Visão frontal da superfície interna da ranhura, aleta distal (100x de magnificação);
- c) Visão frontal da superfície interna da ranhura, aleta distal (500x de magnificação);
- d) Visão de perfil da ranhura por distal (100x de magnificação).

As imagens obtidas foram comparadas qualitativamente entre os grupos por um único observador.

Força de Atrito

Bases de acrílico com dimensões de 60x60x4mm foram preparadas com jateamento de óxido de alumínio e adesivo universal (Single Bond Universal – 3M, California, EUA) para que 4 bráquetes fossem colados em cada base, com resina fotopolimerizável (Opallis® - FGM, Joinville, Brasil). Antes da polimerização, os bráquetes foram alinhados perpendicularmente às bases, usando um guia com fio de aço 0.021" x 0.025" para que pudessem ser avaliados com angulação e inclinação de 0°, no dispositivo de ensaio de atrito (Figura 2).

Os fios foram limpos com solução de álcool 70% antes de cada ensaio, para remover possíveis partículas ou oleosidades que pudessem alterar o ensaio de atrito.

O ensaio de atrito foi realizado nos bráquetes de segundos pré-molares dos 4 grupos utilizando uma máquina universal (INSTRON DL 2000, São José dos Pinhais, SP, Brasil) simulando um deslize de 5mm sob segmentos de 6mm de fios de aço 0.019" x 0.025" (Figura 3). A velocidade dos testes foram de 5mm/min com célula de carga de 10N.

Com o bráquete e fio posicionados para o ensaio, um dispositivo à base de roldanas foi adaptado ao equipamento a fim de padronizar a força de ligação entre bráquete-fio com força de 200gf (Figura 4). Esse dispositivo apresenta um cubo de chumbo com peso de 200g, tracionando 2 rolamentos localizados em regiões mesial e distal pelo bráquete, promovendo por sua vez uma pressão no fio para o interior da ranhura dos bráquetes, de 100gf em cada região, totalizando uma força de ligação de 200gf. Cada bráquete e fio foram ensaiados apenas uma vez, e em ambiente seco.

Foram consideradas as forças de atrito estático (força máxima inicial que antecede o movimento de deslize) e cinético (média das aferições de força de atrito entre segundo e terceiro milímetros de deslize). O primeiro e os dois últimos milímetros de deslize ensaiados foram descartados nas aferições.

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

RESULTADOS

Rugosidade Superficial pela Microscopia Eletrônica de Varredura

As áreas escuras nas imagens obtidas pela microscopia eletrônica de varredura, sugerem a presença de placa bacteriana e detritos alimentares, e mostraram que todos os grupos de bráquetes recuperados (G1, G2 e G3) apresentaram sinais de resíduos ou detritos nas ranhuras dos bráquetes (Figura 5). Porém percebe-se claramente uma grande diferença para a quantidade de resíduos do grupo 3 para os demais grupos de bráquetes recuperados (G1 e G2).

Os grupos 1 e 2 apresentaram imagens com quantidade equivalente de resíduos entre si (Figura 5).

Além das ranhuras, os perfis dos bráquetes usados também apresentaram imagens de resíduos (Figura 6), sendo maior no grupo 3 do que os demais grupos de bráquetes recuperados (G1 e G2).

O grupo controle apresentou superfícies dos bráquetes com imagens de aspecto menos rugoso que os grupos de bráquetes usados (G1, G2 e G3), tanto de frente quanto perfil, além é claro, da ausência de imagens de resíduos (Figuras 5 e 6).

Força de Atrito

A média da força de atrito cinético dos bráquetes novos (GC), antes do uso clínico, foi de 0.185N (DP = 0.069), enquanto a média dos bráquetes após 10 meses de exposição intrabucal durante o tratamento ortodôntico foi maior em todos os grupos (G1=0.221N DP=0.086, G2=0.223N DP=0.070, G3=0.304N DP=0.136) com $P<.05$. Apesar disso, somente o grupo que não recebeu profilaxia profissional durante as consultas (G3) apresentou aumento estatisticamente significativo (Tabela II). Os grupos 1 e 2, que receberam limpeza com jateamento profilática toda consulta durante 10 meses, não apresentaram diferença estatisticamente significativa do grupo controle (bráquetes novos) (Tabela II), mesmo quando isolados do grupo 3 (Tabela IV).

As forças de atrito estático seguiram o mesmo padrão das do atrito cinético, com os bráquetes do grupo controle apresentando o menor valor dentre os 4 grupos (GC=0.199N DP=0.073, G1=0.232N DP=0.061, G2=0.230N DP=0.092, G3=0.352N DP=0.170) (Tabela II).

Quando comparados apenas os grupos de bráquetes usados (G1, G2 e G3), os grupos 1 e 2 mostraram-se semelhantes quanto aos atritos estáticos e cinéticos, enquanto o grupo 3 apresentou aumento estatisticamente significativo em ambos atritos (Tabela III).

DISCUSSÃO

O modelo do Estudo

Assim como o presente estudo, outros trabalhos que avaliaram bráquetes após exposição em cavidade bucal,^{13,15,33,43-45} mostraram significativo aumento da força de atrito entre os novos (como vêm de fábrica) e os utilizados no tratamento ortodôntico (removidos após o uso para ensaios in-vitro), o que invalida clinicamente os resultados de avaliações do comportamento mecânico de bráquetes novos, ou até mesmo com desgastes mimetizados em laboratório.

A fim de eliminar o maior número de variáveis que poderiam interferir nos resultados, algumas medidas foram tomadas com os pacientes e os bráquetes da amostra durante e após o tratamento ortodôntico, incluindo a remoção dos bráquetes avaliados, e os processos dos ensaios in-vitro.

Características do Tratamento Ortodôntico

Devido às diferenças na rugosidade superficial dos bráquetes de diferentes marcas, modelos e materiais,^{5,10,50-53} foram utilizados no presente trabalho a mesma marca, modelo, prescrição e material de bráquetes (Kirium – Abzil, São José dos Campos, SP, Brasil – Prescrição MBT – Aço inoxidável).

Devido à contribuição do Flúor e pH na corrosão dos materiais metálicos utilizados no tratamento ortodôntico, em especial os bráquetes,^{13,23,54-61} os pacientes participantes da pesquisa recebiam abastecimento de água por uma mesma estação de tratamento e distribuição, com o mesmo pH (6.3) da água e com mesma concentração de Flúor. Além disso receberam as mesmas orientações e protocolos de higiene bucal, além de receberem e serem orientados a usar apenas os mesmos produtos de higiene bucal (escova dental SlimSoft® – Colgate-Palmolive Indústria and Comércio Ltda., São Paulo, SP, Brazil e dentifrício Colgate Máxima Proteção Anticaries®, Colgate-Palmolive Indústria and Comércio Ltda., São Paulo, SP, Brazil).

A forma de realização do jateamento profilático nos grupos 1 e 2, foi a melhor dentre os resultados de trabalhos anteriores^{36,37,41} que comparam diferentes angulações, distâncias e tempos de jateamento. Esses fatores, além de comprometerem a integridade da superfície dos bráquetes, ainda podem interferir na interface de resina, comprometendo a retenção do bráquete ao dente.^{36,41}

A remoção dos bráquetes ao final dos 10 meses para subsequente avaliação in-vitro, foi feito com alicate de corte de amarelo, posicionado mesio-distalmente. Método esse que se mostrou eficaz em estudos anteriores,^{43,45,49,62} preservando as aletas e ranhura dos bráquetes.

Características dos Ensaio in-vitro

Visando preservar as condições dos bráquetes para as análises in-vitro, após removidos, os bráquetes foram armazenados em embalagem plástica vedada, por um período médio de 8 dias, até o momento dos ensaios. Estudos anteriores^{13-15,44} realizaram limpeza nos bráquetes, visando apenas avaliar as alterações na superfície da ranhura dos bráquetes, como arranhões e estrias.

Optou-se no presente trabalho ensaiar a força de atrito em ambiente seco, já que um estudo anterior²⁷ mostrou que, com exceção da própria saliva humana, o ensaio a seco é o método que apresenta resultados mais próximos possíveis do comportamento na cavidade bucal, superando a saliva artificial ou qualquer outro fluido artificial.

O ensaio de atrito foi realizado utilizando um único segmento de fio (.019"x.025" Aço Inoxidável) para cada bráquete ensaiado, sendo ambos (fio e bráquete) testados apenas uma única vez, já que estudos anteriores mostraram que a cada deslize executado, os materiais sofrem danos às suas superfícies, aumentando a rugosidade superficial e consequentemente o coeficiente de atrito.^{50,52,63}

Um dispositivo contendo ranhuras .022" com um segmento de fio .021"x.025" foi criado para anular qualquer angulação e inclinação da ranhura do bráquete em relação à base de acrílico do corpo de prova, prevenindo dessa forma que os atritos originados dos efeitos Binding e Notching pudessem interferir nos resultados obtidos durante o ensaio, assim como alguns trabalhos^{13-15,33,44} preconizaram.

Segundo a lei de atrito, duas variáveis determinam a força de atrito: 1) o coeficiente de atrito, relacionado à rugosidade superficial dos materiais envolvidos no movimento de deslize, 2) a força normal (N), que na mecânica ortodôntica de deslize, se dá pela força de ligação do fio ao bráquete.¹⁷ Os métodos de ligação utilizados na Ortodontia não possuem uma força padronizada aplicada sobre às superfícies.^{28,64} O elástico possui um comportamento completamente instável, e além disso, a forma de amarração pode proporcionar diferentes magnitudes de força N.^{21,64-66} A força exercida por amarração metálica depende do grau da torção dada pelo operador.⁶⁷ Logo, se faz necessário um dispositivo que promova uma força N constante e estável sob os materiais avaliados.^{5,53} Baseado nesses dispositivos relatados na literatura, os autores do presente trabalho desenvolveram um dispositivo à base de roldanas e um peso, capazes de promover uma força N de ligação de exatos 200gf.

Exposição, Profilaxia e a Força de Atrito

O acúmulo de resíduos e placa bacteriana calcificada ou não, no interior da ranhura dos bráquetes, estão entre os principais fatores responsáveis pelo aumento do coeficiente de atrito, e consequentemente, no aumento da resistência ao deslize na movimentação ortodôntica.^{13,23-25} Sendo assim, é importante um rigoroso controle da higiene bucal, pois o acúmulo de placa não só diminui a efetividade da mecânica de deslize durante o tratamento ortodôntico pelo aumento da força de atrito, como também favorece desmineralização do esmalte adjacente ao bráquete com seu potencial cariogênico,^{31,68} e inclusive promove corrosão dos materiais ortodônticos, aumentando a citotoxicidade do material.^{23,38,46,54,69,70}

As imagens extraídas das análises por microscopia eletrônica de varredura mostraram discreto surgimento de imagens de detritos na superfície do bráquete nos grupos 1 e 2, e acentuado no grupo 3, em comparação ao grupo controle. Esses dados convergem com os resultados obtidos pelos testes de força de atrito, o que leva a crer que de fato o aumento da rugosidade superficial na ranhura dos bráquetes, originados de detritos e placa bacteriana, provoca aumento da força de atrito entre bráquete e fio durante mecânica de deslize.

No presente trabalho fica evidente que somente uma boa orientação da higiene bucal ao paciente não é suficiente para prevenir o acúmulo de detritos e placa bacteriana no interior da ranhura dos bráquetes, corroborando com resultados de uma revisão sistemática sobre o tema,³⁸ que enfatiza que pacientes que recebem limpeza realizada pelo profissional apresenta menores índices de placa e melhor saúde periodontal. Ainda que a análise em microscopia eletrônica de varredura tenha mostrado aumento de detritos nas superfícies da ranhura dos bráquetes dos grupos 1 e 2 em relação ao grupo controle (bráquetes novos), o aumento da força de atrito não foi significativamente maior, o que corrobora com estudos recentes,^{38,49,62} que mostraram a importância do controle profilático profissional para a remoção de placas e detritos no interior da ranhura dos bráquetes.

Foram comparados apenas métodos de profilaxia com jateamento, pois segundo estudos,^{35,36} é o método mais eficiente e eficaz no controle de placa de pacientes portadores de aparelho ortodôntico.

No presente trabalho não houve diferença estatisticamente significativa (quanto à força de atrito) entre os grupos tratados com diferentes agentes profiláticos

(bicarbonato de sódio e glicina) e o grupo controle, sendo as duas formas de profilaxia eficazes no controle de higiene, mantendo a força de atrito próxima à produzida por um bráquete novo. Resultados semelhantes foram observados em um estudo anterior,³⁷ que encontrou diferenças não significativas estatisticamente entre bráquetes metálicos novos e bráquetes metálicos submetidos à jateamento profilático com pó à base de glicina e outro à base de bicarbonato de sódio, em uma análise qualitativa da rugosidade superficial com microscopia eletrônica de varredura. Não encontrando tampouco diferença estatística entre os grupos, assim como o presente trabalho. O mesmo trabalho ainda avaliou bráquetes cerâmicos, os quais também não apresentaram diferença estatisticamente significativa, e bráquetes plásticos, que diferentemente dos demais materiais, apresentaram aumento estatisticamente significativo da rugosidade superficial quando submetido ao jateamento à base de bicarbonato de sódio.

Mesmo que o método profilático com jateamento provoque alterações na superfície dos slots dos bráquetes, como mostra um trabalho na literatura,³⁴ clinicamente seu efeito é positivo em relação ao atrito, tendo em vista que a presença de detrito e placa bacteriana provoca maior aumento na força de atrito (Grupo 3) do que os possíveis danos causados aos bráquetes pelo jateamento (Grupos 1 e 2).

CONCLUSÕES

- 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 defections. *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.
 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. Barnes CM, Russell CM, Gerbo LR, Wells BR, Barnes DW. Effects of an air-powder polishing system on orthodontically bracketed and banded teeth. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1990;97:74-81.
37. Wilmes B, Vali S, Drescher D. In-vitro study of surface changes in fixed orthodontic appliances following air polishing with Clinpro Prophy and Air-Flow. *J Orofac Orthop* 2009;70:371-384.
38. Migliorati M, Isaia L, Cassaro A, Rivetti A, Silvestrini-Biavati F, Gastaldo L et al. Efficacy of professional hygiene and prophylaxis on preventing plaque increase in orthodontic patients with multibracket appliances: a systematic review. *Eur J Orthod* 2015;37:297-307.
39. Alavi S, Farahi A. Effect of fluoride on friction between bracket and wire. *Dent Res J (Isfahan)* 2011;8:S37-42.
40. 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.
41. 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.
42. 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.
43. 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.
44. 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.
-

45. 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.
46. Balenseifen JW, Madonia JV. Study of dental plaque in orthodontic patients. *J Dent Res* 1970;49:320-324.
47. 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.
48. van Loosdrecht MC, Lyklema J, Norde W, Zehnder AJ. Influence of interfaces on microbial activity. *Microbiol Rev* 1990;54:75-87.
49. 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.
50. 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.
51. Doshi UH, Bhad-Patil WA. Static frictional force and surface roughness of various bracket and wire combinations. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2011;139:74-79.
52. Lee GJ, Park KH, Park YG, Park HK. A quantitative AFM analysis of nano-scale surface roughness in various orthodontic brackets. *Micron* 2010;41:775-782.
53. Nishio C, da Motta AF, Elias CN, Mucha JN. In vitro evaluation of frictional forces between archwires and ceramic brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2004;125:56-64.
54. Chaturvedi T, Upadhayay S. An overview of orthodontic material degradation in oral cavity. *Indian Journal of Dental Research* 2010;21:275.
-
-

55. Takemoto S, Hattori M, Yoshinari M, Kawada E, Asami K, Oda Y. Corrosion mechanism of Ti-Cr alloys in solution containing fluoride. *Dental Materials* 2009;25:467-472.
56. Huang SY, Huang JJ, Kang T, Diao DF, Duan YZ. Coating NiTi archwires with diamond-like carbon films: reducing fluoride-induced corrosion and improving frictional properties. *Journal of Materials Science-Materials in Medicine* 2013;24:2287-2292.
57. Brandão GAM, Simas RM, Almeida LM, Silva JM, Meneghim MC, Pereira AC et al. Evaluation of ionic degradation and slot corrosion of metallic brackets by the action of different dentifrices. *Dental Press Journal of Orthodontics* 2013;18:86-93.
58. Schiff N, Boinet M, Morgon L, Lissac M, Dalard F, Grosogeat B. Galvanic corrosion between orthodontic wires and brackets in fluoride mouthwashes. *European Journal of Orthodontics* 2006;28:298-304.
59. Pithon MM, Santana DAd, Mendes BdAB, Souza RAd, Oliveira DD. Influência de diferentes cremes dentais na rugosidade e atrito dos braquetes ortodônticos. Influence of different toothpastes in roughness and friction of orthodontic brackets. 2013;12:102-111.
60. Kao CT, Ding SJ, Wang CK, He H, Chou MY, Huang TH. Comparison of frictional resistance after immersion of metal brackets and orthodontic wires in a fluoride-containing prophylactic agent. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 2006;130:568.e561-568.e569.
61. Abalos C, Paul A, Mendoza A, Solano E, Palazon C, Gil FJ. Influence of soft drinks with low pH on different Ni-Ti orthodontic archwire surface patterns. *Journal of Materials Engineering and Performance* 2013;22:759-766.
62. Aragón ML, Lima LS, Normando D. Air-powder polishing on self-ligating brackets after clinical use: effects on debris levels. *Dental Press Journal of Orthodontics* 2016;21:90-94.
-

63. Kapur R, Sinha PK, Nanda RS. Frictional resistance in orthodontic brackets with repeated use. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 1999;116:400-404.
64. Hain M, Dhopatkar A, Rock P. A comparison of different ligation methods on friction. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2006;130:666-670.
65. Khambay B, Millett D, McHugh S. Archwire seating forces produced by different ligation methods and their effect on frictional resistance. *Eur J Orthod* 2005;27:302-308.
66. Edwards IR, Spary DJ, Rock WP. The effect upon friction of the degradation of orthodontic elastomeric modules. *European Journal of Orthodontics* 2012;34:618-624.
67. Bednar JR, Gruendeman GW, Sandrik JL. A comparative study of frictional forces between orthodontic brackets and arch wires. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1991;100:513-522.
68. Ahn SJ, Lee SJ, Lim BS, Nahm DS. Quantitative determination of adhesion patterns of cariogenic streptococci to various orthodontic brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2007;132:815-821.
69. O'Reilly MM, Featherstone JD. Demineralization and remineralization around orthodontic appliances: an in vivo study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1987;92:33-40.
70. Passariello C, Gigola P. Adhesion and biofilm formation by oral streptococci on different commercial brackets. *Eur J Paediatr Dent* 2013;14:125-130.
-
-

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

Variável	<u>GRUPO GLICINA</u> n = 8		<u>GRUPO BICARBONATO DE SÓDIO</u> n = 8		p
	Média	DP	Média	DP	
Idade	23,03 anos	12,48 anos	21,56 anos	7,82 anos	0,783 [†]
Gênero	Homens 4 (33.3%)	Mulheres 4 (66.7%)	Homens 5 (62,5%)	Mulheres 3 (37,5%)	0,614 [‡]

[†] teste t; [‡] teste qui-quadrado.

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

	GC (novo)		G1 (bicarbonato)		G2 (glicina)		G3 (sem profilaxia)		
Variável	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Valor de P
<i>Atrito Cinético</i>	0.185 ^A	0.069	0.221 ^{AB}	0.086	0.223 ^{AB}	0.070	0.304 ^B	0.136	0.005
<i>Atrito Estático</i>	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 $P < 0.05$.

Tabela III: Comparações intergrupos das forças de atrito cinético e estático sem considerar o grupo controle (ANOVA seguido por testes de Tukey)

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

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

Tabela IV: 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	
<i>Atrito Cinético</i>	0.185	0.069	0.221	0.086	0.223	0.070	0.270
<i>Atrito Estático</i>	0.199	0.073	0.232	0.061	0.230	0.092	0.394

Estatisticamente significativo em $P < 0.05$.

Fig. 1 A-B - Jateamento Profilático realizado a cada consulta sem a presença do fio.

Fig. 2 A-B. – Dispositivo de ensaio de força de atrito (INSTRON DL 2000, São José dos Pinhais, SP, Brasil). C – Bráquete com ranhura paralela ao fio durante o ensaio de atrito.

Fig. 3 A-B - Dispositivo criado para zerar angulação e inclinação dos bráquetes ao serem colados nas placas de acrílico dos corpos de prova, com auxílio de um fio .021"x.025". C - Bráquete antes de ter sua angulação e inclinação compensadas pelo dispositivo. D-E - Bráquete já com sua posição compensada com anulação da angulação e inclinação.

Fig. 4 A-D – Dispositivo de padronização de Força Normal, por sistema de roldanas e rolamentos.

Fig. 5 – Imagens frontais de microscopia eletrônica de varredura em 25x de magnificação com bráquetes dos diferentes grupos. A- Grupo 1. B- Grupo 2. C- Grupo 3. D- Grupo Controle.

Fig. 6 – Imagens de perfil por distal, de microscopia eletrônica de varredura em 100x de magnificação com bráquetes dos diferentes grupos. A- Grupo 1. B- Grupo 2. C- Grupo 3. D- Grupo Controle.

3 DISCUSSÃO

3 DISCUSSÃO

Apesar de grande parte das revisões sistemáticas avaliarem apenas ensaios clínicos randomizados, o presente tema não possui artigos com esse desenho na literatura. Por ter a necessidade de ensaios in-vitro, a grande maioria dos estudos são retrospectivos. Existem revisões sistemáticas anteriores sobre força de atrito na Ortodontia,(EHSANI et al., 2009; TAGELDIN et al., 2016b, 2016a) porém nenhum leva em conta o atrito do conjunto bráquete-fio após o uso clínico dos bráquetes e consequente exposição ao meio intrabucal.

Mesmo contendo ensaio in-vitro, o presente artigo (Artigo 2) é um estudo prospectivo randomizado apresentando maior parte clínica. Devido à imensa quantidade de variáveis responsáveis por promover alterações na interação entre bráquete e fio,(KAPILA et al., 1990; OGATA et al., 1996; PIZZONI; RAVNHOLT; MELSEN, 1998; BRAUN et al., 1999; ELIADES; ATHANASIOU, 2002; ROSSOUW, 2003; HASKOVA; PALMER; JONES, 2008; BUZZONI et al., 2011; REGIS et al., 2011; MENDES et al., 2014; DOS SANTOS et al., 2015) aumentando o coeficiente e a força de atrito, um estudo prospectivo se torna de grande valor, por ter a possibilidade de controlar grande parte dessas variáveis, como fora feito no presente artigo (Artigo 2) e discutido na revisão sistemática (Artigo 1).

Os resultados dos estudos in-vitro com materiais novos não deveriam ser extrapolados para a clínica, já que tantas alterações são causadas durante a exposição desses materiais ao meio bucal, principalmente em suas propriedades mecânicas, como o atrito.(ARAUJO et al., 2015) Estudos in-vitro mimetizando em laboratório as alterações sofridas em meio bucal pelos materiais, são também muito encontrados na literatura, porém as variáveis são tantas, e em condições distintas, que se torna praticamente impossível mimetizar em laboratório a exposição desses materiais em cavidade bucal.(ELIADES et al., 2002) O que se tem de mais próximo da realidade, são estudos com materiais recuperados, ou seja, materiais que foram de fato levados em boca e utilizados em um eventual tratamento ortodôntico, sendo submetidos aos reais efeitos da exposição em meio bucal,(ELIADES; BOURAUUEL, 2005) como realizado no presente estudo.

O aumento da rugosidade superficial dos bráquetes expostos durante algum tempo na cavidade oral, foi capaz de aumentar significativamente a força de atrito gerada durante deslizamento entre bráquete e fio, o que corrobora com os demais estudos sobre o tema presentes na literatura,(REGIS et al., 2011; RIBEIRO et al., 2012; LIU; LIN; DING, 2013; PITHON et al., 2013; ARAUJO et al., 2015; DOS SANTOS et al., 2015) e avaliados pela presente revisão sistemática (Artigo 1). Apenas um artigo na revisão sistemática (Artigo 1) apresentou resultado discrepante dos demais trabalhos,(MENDES et al., 2014) observando diminuição da força de atrito após o uso dos bráquetes na mecânica ortodôntica. Porém, o mesmo teve um alto risco de viés segundo a presente revisão sistemática, não justificando com clareza, tal resultado.

O acúmulo de placa bacteriana e detritos alimentares foi o principal responsável pelo aumento da rugosidade superficial na ranhura dos bráquetes, favorecendo o aumento significativo da força de atrito, como já apresentado em estudos anteriores.(AHN et al., 2002; ELIADES; ATHANASIOU, 2002; AL-AHMAD et al., 2013; ARAUJO et al., 2015; DOS SANTOS et al., 2015) Sendo assim, um rigoroso controle da higiene bucal é fundamental, pois o acúmulo de placa não só diminui a efetividade da mecânica de deslize durante o tratamento ortodôntico pelo aumento da força de atrito, como também favorece desmineralização do esmalte adjacente ao bráquete com seu potencial cariogênico,(ROSENBLOOM; TINANOFF, 1991; AHN et al., 2007) podendo até favorecer corrosão dos materiais ortodônticos, aumentando a citotoxicidade do material.(BALENSEIFEN; MADONIA, 1970; O'REILLY; FEATHERSTONE, 1987; ELIADES; ATHANASIOU, 2002; CHATURVEDI; UPADHAYAY, 2010; PASSARIELLO; GIGOLA, 2013; MIGLIORATI et al., 2015)

No presente trabalho ficou evidente que somente uma boa orientação da higiene bucal não é suficiente para prevenir o acúmulo de placa bacteriana e detritos alimentares no interior da ranhura dos bráquetes, fazendo necessária a realização de profilaxia profissional com jateamento a cada consulta, diretamente na ranhura do bráquete sem a presença do fio, o que está de acordo também com trabalhos anteriores, (MIGLIORATI et al., 2015; ARAGÓN; LIMA; NORMANDO, 2016; LEITE et al., 2016) que mostraram a importância do controle profilático durante as consultas, tanto para uma melhora na saúde bucal, quanto para uma melhor limpeza da ranhura do bráquete, favorecendo melhor desempenho na mecânica de deslize.

Apesar de alguns estudos terem apresentado bráquetes com maiores desgastes após o uso frequente de profilaxia com jateamento, (WILMES; VALI; DRESCHER, 2009; PARMAGNANI; BASTING, 2012) o bráquete recuperado, sem o jateamento profilático a cada consulta, apresentou níveis significativamente maiores de acúmulo de placa bacteriana e detrito, e consequentemente, força de atrito significativamente maior. Ou seja, mesmo que o jateamento profilático provoque alterações na superfície da ranhura dos bráquetes, o benefício da remoção de placa e detritos que o mesmo promove, supera os danos superficiais causados ao material, promovendo níveis de atrito estatisticamente semelhantes a um bráquete novo.

Em relação ao material usado no jateamento profilático, estudos anteriores (PETERSILKA et al., 2008; SIMON; MUNIVENKATAPPA LAKSHMAIAH VENKATESH; CHICKANNA, 2015) demonstraram que o jateamento à base de glicina proporciona uma melhor remoção da placa bacteriana dos dentes com menor agressão ao tecido gengival em comparação ao jateamento com bicarbonato de sódio. Se tratando das superfícies dos materiais ortodônticos, um estudo (PARMAGNANI; BASTING, 2012) mostrou que o jateamento com bicarbonato tende a criar asperezas na superfície dos materiais, o que poderia interferir no coeficiente de atrito. Porém outro estudo (WILMES; VALI; DRESCHER, 2009) mostrou não ser significativa a diferença de superfície do bráquete metálico após a realização sistemática de jateamento profilático tanto com pó à base de bicarbonato de sódio, quanto à base de glicina, o que coincide com os resultados observados no presente trabalho.

Limitações foram encontradas no presente estudo, como o considerável risco de viés encontrado nos artigos avaliados pela Revisão Sistemática (Artigo 1), e a dificuldade em controlar as demais características que impactam na força de atrito (Artigo 2), como por exemplo a equiparação da má oclusão inicial dos pacientes incluídos na amostra. Mas de maneira geral, pode-se considerar que o estudo se mostrou muito próximo e fiel à realidade, podendo seus resultados ser extrapolados para a clínica.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O aumento da rugosidade superficial na ranhura dos bráquetes promove aumento da força de atrito no conjunto fio-bráquete durante movimento de deslize. Os bráquetes expostos a degradação em meio bucal, sofrem grande acúmulo de placa bacteriana e detritos alimentares no interior de suas ranhuras, levando a um significativo aumento da força de atrito. A realização de limpeza profilática por jateamento durante as consultas, tende a prevenir que o aumento da força de atrito após o período de exposição seja significativo.

REFERÊNCIAS

REFERÊNCIAS

Ahn SJ, Kho HS, Lee SW, Nahm DS. Roles of salivary proteins in the adherence of oral streptococci to various orthodontic brackets. *Journal of dental research*. 2002 Jun;81(6):411-5.

Ahn SJ, Lee SJ, Lim BS, Nahm DS. Quantitative determination of adhesion patterns of cariogenic streptococci to various orthodontic brackets. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics : official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics*. 2007 Dec;132(6):815-21.

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. *Archives of oral biology*. 2013 Sep;58(9):1139-47.

Aragón ML, Lima LS, Normando D. Air-powder polishing on self-ligating brackets after clinical use: effects on debris levels. *Dental Press Journal of Orthodontics*. 2016 21(5):90-4.

Araujo RC, Bichara LM, Araujo AM, Normando D. Debris and friction of self-ligating and conventional orthodontic brackets after clinical use. *The Angle orthodontist*. 2015 Jul;85(4):673-7.

Balenseifen JW, Madonia JV. Study of dental plaque in orthodontic patients. *Journal of dental research*. 1970 Mar-Apr;49(2):320-4.

Barbosa J. Autoligado com Excelência – Protocolo Clínico. Editora Napoleão. 2014 1ª Edição(527).

Bourauel C, Fries T, Drescher D, Plietsch R. Surface roughness of orthodontic wires via atomic force microscopy, laser specular reflectance, and profilometry. *European journal of orthodontics*. 1998 Feb;20(1):79-92.

Braun S, Bluestein M, Moore BK, Benson G. Friction in perspective. *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 Jun;115(6):619-27.

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.e1-.e7.

Chaturvedi T, Upadhayay S. An overview of orthodontic material degradation in oral cavity. *Indian Journal of Dental Research*. 2010 21(2):275.

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. *The Angle orthodontist*. 2015 Mar;85(2):298-304.

Ehsani S, Mandich MA, El-Bialy TH, Flores-Mir C. Frictional resistance in self-ligating orthodontic brackets and conventionally ligated brackets. A systematic review. *The Angle orthodontist*. 2009 May;79(3):592-601.

Eliades T, Athanasiou AE. In vivo aging of orthodontic alloys: implications for corrosion potential, nickel release, and biocompatibility. *The Angle orthodontist*. 2002 Jun;72(3):222-37.

Eliades T, Bourauel C. Intrabuccal aging of orthodontic materials: the picture we miss and its clinical relevance. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics : official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics*. 2005 Apr;127(4):403-12.

Eliades T, Zinelis S, Eliades G, Athanasiou AE. Nickel content of as-received, retrieved, and recycled stainless steel brackets. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics : official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics*. 2002 Aug;122(2):217-20.

Harry MR, Sims MR. Root resorption in bicuspid intrusion. A scanning electron microscope study. *The Angle orthodontist*. 1982 Jul;52(3):235-58.

Haskova JE, Palmer G, Jones SP. An ex vivo laboratory study to determine the static frictional resistance of a variable ligation orthodontic bracket system. *Journal of orthodontics*. 2008 Jun;35(2):112-8; discussion 0.

Iliadi A, Baumgartner S, Athanasiou AE, Eliades T, Eliades G. Effect of intrabuccal aging on the setting status of resin composite and glass ionomer orthodontic adhesives. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics : official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics*. 2014 Apr;145(4):425-33.

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 8//;98(2):117-26.

Kapur R, Sinha PK, Nanda RS. Frictional resistance in orthodontic brackets with repeated use. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1999 10//;116(4):400-4.

Kusy RP, Whitley JQ. Friction between different wire-bracket configurations and materials. *Semin Orthod*. 1997 Sep;3(3):166-77.

Kusy RP, Whitley JQ. Influence of archwire and bracket dimensions on sliding mechanics: derivations and determinations of the critical contact angles for binding. *European journal of orthodontics*. 1999 Apr;21(2):199-208.

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 Jul-Aug;21(4):60-5.

Liu X, Lin J, Ding P. Changes in the surface roughness and friction coefficient of orthodontic bracket slots before and after treatment. *Scanning*. 2013 Jul-Aug;35(4):265-72.

Loftus BP, Artun J, Nicholls JI, Alonzo TA, Stoner JA. Evaluation of friction during sliding tooth movement in various bracket-arch wire combinations. *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 Sep;116(3):336-45.

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. *J Appl Oral Sci*. 2014 22(3):194-203.

Migliorati M, Isaia L, Cassaro A, Rivetti A, Silvestrini-Biavati F, Gastaldo L, et al. Efficacy of professional hygiene and prophylaxis on preventing plaque increase in orthodontic patients with multibracket appliances: a systematic review. *European journal of orthodontics*. 2015 Jun;37(3):297-307.

O'Reilly MM, Featherstone JD. Demineralization and remineralization around orthodontic appliances: an in vivo study. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics : official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics*. 1987 Jul;92(1):33-40.

Ogata RH, Nanda RS, Duncanson Jr MG, Sinha PK, Currier GF. Frictional resistances in stainless steel bracket-wire combinations with effects of vertical defections. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1996 5//;109(5):535-42.

Pacheco MR, Jansen WC, Oliveira DD. The role of friction in orthodontics. *Dental Press J Orthod*. 2012 17(170-7).

Parmagnani EA, Basting RT. Effect of sodium bicarbonate air abrasive polishing on attrition and surface micromorphology of ceramic and stainless steel brackets. *The Angle orthodontist*. 2012 Mar;82(2):351-62.

Passariello C, Gigola P. Adhesion and biofilm formation by oral streptococci on different commercial brackets. *European journal of paediatric dentistry : official journal of European Academy of Paediatric Dentistry*. 2013 Jun;14(2):125-30.

Petersilka G, Faggion CM, Jr., Stratmann U, Gerss J, Ehmke B, Haeberlein I, et al. Effect of glycine powder air-polishing on the gingiva. *Journal of clinical periodontology*. 2008 Apr;35(4):324-32.

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. *J World Fed Orthod*. 2013 2(3):e127-e32.

Pizzoni L, Ravnholt G, Melsen B. Frictional forces related to self-ligating brackets. *European journal of orthodontics*. 1998 Jun;20(3):283-91.

Regis S, Jr., Soares P, Camargo ES, Guariza Filho O, Tanaka O, Maruo H. Biodegradation of orthodontic metallic brackets and associated implications for friction. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics : official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics*. 2011 Oct;140(4):501-9.

Ribeiro AA, Mattos CT, Ruellas AC, Araujo MT, Elias CN. In vivo comparison of the friction forces in new and used brackets. *Orthodontics : the art and practice of dentofacial enhancement*. 2012 13(1):e44-50.

Roscoe MG, Meira JB, Cattaneo PM. Association of orthodontic force system and root resorption: A systematic review. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics : official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics*. 2015 May;147(5):610-26.

Rosenbloom RG, Tinanoff N. Salivary Streptococcus mutans levels in patients before, during, and after orthodontic treatment. American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics : official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics. 1991 7//;100(1):35-7.

Rossouw PE. Friction: an overview. Semin Orthod. 2003 12//;9(4):218-22.

Simon CJ, Munivenkatappa Lakshmaiah Venkatesh P, Chickanna R. Efficacy of glycine powder air polishing in comparison with sodium bicarbonate air polishing and ultrasonic scaling - a double-blind clinico-histopathologic study. International journal of dental hygiene. 2015 Aug;13(3):177-83.

Staggers JA, Germane N. Clinical considerations in the use of retraction mechanics. Journal of clinical orthodontics : JCO. 1991 Jun;25(6):364-9.

Tageldin H, Cadenas de Llano Perula M, Thevissen P, Celis J-P, Willems G. Quantifying resistance to sliding in orthodontics: a systematic review. British Journal of Medicine and Medical Research. 2016a 17(2):1-30.

Tageldin H, Cadenas de Llano Perula M, Thevissen P, Celis J-P, Willems G. Resistance to sliding in orthodontics: a systematic review. Jacobs Journal of Dentistry and Research. 2016b 3(1):034.

Wilmes B, Vali S, Drescher D. In-vitro study of surface changes in fixed orthodontic appliances following air polishing with Clinpro Prophy and Air-Flow. Journal of orofacial orthopedics = Fortschritte der Kieferorthopädie : Organ/official journal Deutsche Gesellschaft für Kieferorthopädie. 2009 Sep;70(5):371-84.

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 8//;136(2):150.e1-.e9.

APÊNDICES

APÊNDICE 1 - DECLARAÇÃO DO USO DO ARTIGO NA TESE

Declaramos estar cientes de que o artigo "Alterações no atrito após uso clínico dos bráquetes: uma revisão sistemática" será incluído na tese do aluno Sérgio Elias Neves Cury e não poderá ser usado em outros trabalhos dos Programas de Pós-Graduação da Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo.

Bauru, 18 de Janeiro de 2018.

Sérgio Elias Neves Cury

Assinatura

Dr. Arnaldo Pinzan

Assinatura

Dr. Guilherme Janson

Assinatura

APÊNDICE 2 - DECLARAÇÃO DO USO DO ARTIGO NA TESE

Declaramos estar cientes de que o artigo "Higienização bucal e seu impacto na força de atrito em bráquetes convencionais" será incluído na tese do aluno Sérgio Elias Neves Cury e não poderá ser usado em outros trabalhos dos Programas de Pós-Graduação da Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo.

Bauru, 18 de Janeiro de 2018.

Sérgio Elias Neves Cury

Assinatura

Dr. Arnaldo Pinzan

Assinatura

Dr. Guilherme Janson

Assinatura

ANEXOS

ANEXO A - Instruções gerais para submissão de manuscritos do periódico *American Journal of Othodontics and Dentofacial Orthopedics* (página 1)

Guidelines for AJO-DO Original Articles

Submit Original Articles via EES: ➡ <http://ees.elsevier.com/ajodo>.

Before you begin, please review the guidelines below. To view a 7-minute video explaining how to prepare your article for submission, go to [Video on Manuscript Preparation](#).

1. *Title Page*. Put all information pertaining to the authors in a separate document. Include the title of the article, full name(s) of the author(s), academic degrees, and institutional affiliations and positions; identify the corresponding author and include an address, telephone and fax numbers, and an e-mail address. This information will not be available to the reviewers.

2. *Abstract*. Structured abstracts of 200 words or less are preferred. A structured abstract contains the following sections: Introduction, describing the problem; Methods, describing how the study was performed; Results, describing the primary results; and Conclusions, reporting what the authors conclude from the findings and any clinical implications.

3. *Manuscript*. The manuscript proper should be organized in the following sections: Introduction and literature review, Material and Methods, Results, Discussion, Conclusions, References, and figure captions. Express measurements in metric units, whenever practical. Refer to teeth by their full name or their FDI tooth number. For style questions, refer to the *AMA Manual of Style, 10th edition*. Cite references selectively, and number them in the order cited. Make sure that all references have been mentioned in the text. Follow the format for references in "Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical Journals" (Ann Intern Med 1997;126:36-47); ➡ <http://www.icmje.org>. Include the list of references with the manuscript proper. Submit figures and tables separately (see below); do not embed figures in the word processing document.

4. *Figures*. Digital images should be in TIF or EPS format, CMYK or grayscale, at least 5 inches wide and at least 300 pixels per inch (118 pixels per cm). Do not embed images in a word processing program. If published, images could be reduced to 1 column width (about 3 inches), so authors should ensure that figures will remain legible at that scale. For best results, avoid screening, shading, and colored backgrounds; use the simplest patterns available to indicate differences in charts. If a figure has been previously published, the legend (included in the manuscript proper) must give full credit to the original source, and written permission from the original publisher must be included. Be sure you have mentioned each figure, in order, in the text.

5. *Tables*. Tables should be self-explanatory and should supplement, not duplicate, the text. Number them with Roman numerals, in the order they are mentioned in the text. Provide a brief title for each. If a table has been previously published, include a footnote in the table giving full credit to the original source

ANEXO A - Instruções gerais para submissão de manuscritos do periódico *American Journal of Othodontics and Dentofacial Orthopedics* (página 2)

and include written permission for its use from the copyright holder. Submit tables as text-based files (Word is preferred, Excel is accepted) and not as graphic elements. Do not use

colors, shading, boldface, or italic in tables. Do not submit tables as parts A and B; divide into 2 separate tables. Do not "protect" tables by making them "read-only." The table title should be put above the table and not as a cell in the table. Similarly, table footnotes should be under the table, not table cells.

6. *Model release and permission forms.* Photographs of identifiable persons must be accompanied by a release signed by the person or both living parents or the guardian of minors. Illustrations or tables that have appeared in copyrighted material must be accompanied by written permission for their use from the copyright owner and original author, and the legend must properly credit the source. Permission also must be obtained to use modified tables or figures.

7. *Copyright release.* In accordance with the Copyright Act of 1976, which became effective February 1, 1978, all manuscripts must be accompanied by the following written statement, signed by all authors: *"The undersigned author(s) transfers all copyright ownership of the manuscript [insert title of article here] to the American Association of Orthodontists in the event the work is published. The undersigned author(s) warrants that the article is original, does not infringe upon any copyright or other proprietary right of any third party, is not under consideration by another journal, has not been previously published, and includes any product that may derive from the published journal, whether print or electronic media. I (we) sign for and accept responsibility for releasing this material."* Scan the printed [copyright release](#) and submit it via EES.

8. *Use the International Committee of Medical Journal Editors Form for the Disclosure of Conflict of Interest (ICMJE Conflict of Interest Form).* If the manuscript is accepted, the disclosed information will be published with the article. The usual and customary listing of sources of support and institutional affiliations on the title page is proper and does not imply a conflict of interest. Guest editorials, Letters, and Review articles may be rejected if a conflict of interest exists.

9. *Institutional Review Board approval.* For those articles that report on the results of experiments of treatments where patients or animals have been used as the sample, Institutional Review Board (IRB) approval is mandatory. No experimental studies will be sent out for review without an IRB approval accompanying the manuscript submission.

ANEXO B - Instruções submissão de Revisões Sistemáticas e Meta-análises do periódico *American Journal of Othodontics and Dentofacial Orthopedics* (página 1)

Guidelines for AJO-DO Systematic Reviews and Meta-Analyses

These guidelines have been developed to help authors to prepare systematic reviews and meta-analyses according to contemporary standards. Systematic reviews and meta-analyses submitted to the AJO-DO will be screened for compliance with these guidelines. These guidelines are supplemental to those for Original Articles.

[Guide for Authors](#)

1. You can access an annotated example of a [Model Orthodontic Systematic Review](#). Further explanation of reporting practices is given in the accompanying [Explanation and Elaboration](#) document. These documents have been prepared in accordance with PRISMA guidelines and the “PRISMA Statement for Reporting Systematic Reviews and Meta-Analyses of Studies that Evaluate Health Care Interventions: Explanations and Elaboration” (<http://www.plosmedicine.org/article/info:doi/F10.1371/journal.pmed.1000100>).

However, we have made these guidelines more relevant to orthodontics and have adapted the reporting template to encourage transparent and pertinent reporting by introducing subheadings corresponding to established PRISMA items.

Further information on reporting of systematic reviews can also be obtained in the Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions (<http://www.cochrane-handbook.org/>).

2. It is important to include and address all items in the PRISMA checklist as completely as possible in the text of the submission. For submissions without quantitative analyses, some items on the PRISMA checklist may not be applicable.

3. With respect to the PRISMA checklist and guidelines, please ensure that submissions are correctly identified as systematic reviews or meta-analyses (Item 1) and that a structured summary is provided (Item 2). Additionally, all components of PICOS (participants or population, intervention, comparisons or controls, outcome, and study design) should be clearly specified (Items 4 and 6). See accompanying [PICOS explanation](#) for further guidance and examples of good orthodontic reporting.

Pay particular attention to Items 7 through 11 from the Methods section, as well as Items 17, 18, 19, and 20 from the Results section. Items 13, 14, 16, 21, and 23 should be carefully reported when meta-analyses are performed.

ANEXO B - Instruções submissão de Revisões Sistemáticas e Meta-análises do periódico *American Journal of Othodontics and Dentofacial Orthopedics* (página 2)

4. Download the PRISMA flow diagram and insert the appropriate numbers based on your searches and inclusion/exclusion criteria (<http://www.prisma-statement.org/2.1.4 - PRISMA Flow 2009 Diagram.pdf>).

5. Manuscripts not meeting these guidelines may be rejected or returned to the authors for correction and/or modification prior to initiation of the review process.

American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics
February, 2015

ANEXO C – Parecer consubstanciado do CEP da FOB-USP, número 1.512.438
(página 1)

FACULDADE DE
ODONTOLOGIA DE BAURU-
USP

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Influência do meio oral nos bráquetes durante o tratamento ortodôntico

Pesquisador: SÉRGIO ELIAS NEVES CURY

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 53781416.3.0000.5417

Instituição Proponente: Universidade de São Paulo - Faculdade de Odontologia de Bauru

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 1.512.438

Apresentação do Projeto:

Projeto de pesquisa de tese de autoria de Sérgio Elias Neves Cury sob orientação do Prof. Dr. Arnaldo Pinzan. Tem como objetivo avaliar a influência do meio oral na superfície das canaletas dos bráquetes, durante a fase de alinhamento e nivelamento, submetidas à 3 diferentes protocolos de higienização e profilaxia, e sua relação com o coeficiente de atrito do sistema bráquete-fio. Serão realizadas avaliações com microscopia de força atômica, microscopia eletrônica de varredura e ensaio de coeficiente de atrito, em bráquetes de 10 indivíduos, divididos em 3 grupos (n=10), de acordo com o protocolo de higienização e profilaxia adotado (Grupo 1 – Protocolo de Orientação de higiene ao paciente e Profilaxia mensal com jato de bicarbonato de sódio, realizada pelo profissional, sem a presença do fio ortodôntico; Grupo 2 – Protocolo de Orientação de higiene ao paciente e Profilaxia mensal com escova de Robinson e pasta profilática, realizada pelo profissional, sem a presença do fio ortodôntico, Grupo 3 – Protocolo de Orientação de higiene ao paciente sem a realização de profilaxia mensal), antes do início do tratamento, e ao final do período de alinhamento e nivelamento. Os bráquetes utilizados no estudo serão os dos segundos pré-molares, pois são estes os mais requisitados para deslize, durante a fase seguinte de tratamento (retração anterior), em casos de extração de primeiros pré-molares. A avaliação das superfícies internas da canaleta dos bráquetes será realizada com a utilização de Microscópio de Força Atômica, para determinação da rugosidade

Endereço: DOUTOR OCTAVIO PINHEIRO BRISOLLA 75 QUADRA 9

Bairro: VILA NOVA CIDADE UNIVERSITARIA **CEP:** 17.012-901

UF: SP **Município:** BAURU

Telefone: (14)3235-8358

Fax: (14)3235-8358

E-mail: cep@fob.usp.br

ANEXO C – Parecer consubstanciado do CEP da FOB-USP, número 1.512.438 (página 2)

FACULDADE DE
ODONTOLOGIA DE BAURU-
USP

Continuação do Parecer: 1.512.438

superficial dos slots, microscópio eletrônico de varredura (MEV) para ilustração das superfícies dos slots dos bráquetes, e uma máquina universal de ensaios Emic para ensaio mecânico de coeficiente de atrito. Os slots de cada bráquete serão avaliados em duas fases. Os primeiros ensaios (T1) serão realizados em bráquetes novos, antes do início do tratamento ortodôntico. Após avaliação, os bráquetes serão colados nos segundos pré-molares dos pacientes participantes, e o tratamento ortodôntico será iniciado. A segunda avaliação (T2) será realizada após o alinhamento e nivelamento dentário, com sequência padronizada de fios. Para isso os bráquetes dos segundos pré-molares serão removidos para análise. Novos bráquetes serão colados para possibilitar a continuação do tratamento ortodôntico, sem causar qualquer prejuízo ao paciente ou ao tratamento.

Objetivo da Pesquisa:

O objetivo deste trabalho será uma avaliação a influência do meio oral na superfície das canaletas dos bráquetes, após exposição à cavidade bucal durante a fase de alinhamento e nivelamento, e sua relação com o coeficiente de atrito do sistema.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:**Riscos:**

Os pacientes que irão compor o grupo controle, não receberão a limpeza profilática profissional a cada consulta. Isso pode favorecer um maior acúmulo de placa bacteriana, se o paciente não seguir as instruções de higiene bucal corretamente.

Benefícios:

Os pacientes dos grupos que receberão limpeza profilática profissional a cada consulta, receberão o benefício dessa atenção profissional extra.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Trata-se de uma pesquisa in vivo e in vitro.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Foram apresentados todos os termos obrigatórios

Endereço: DOUTOR OCTAVIO PINHEIRO BRISOLLA 75 QUADRA 9
Bairro: VILA NOVA CIDADE UNIVERSITARIA CEP: 17.012-901
UF: SP Município: BAURU
Telefone: (14)3235-8356 Fax: (14)3235-8356 E-mail: cep@fob.usp.br

ANEXO C – Parecer consubstanciado do CEP da FOB-USP, número 1.512.438
(página 3)

FACULDADE DE
ODONTOLOGIA DE BAURU-
USP

Continuação do Parecer: 1.512.438

Justificativa de Ausência	TCLE_Assentimento_Grupo_3.pdf	25/03/2016 21:56:11	SÉRGIO ELIAS NEVES CURY	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_Assentimento_Grupo_2.pdf	25/03/2016 21:55:57	SÉRGIO ELIAS NEVES CURY	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_Assentimento_Grupo_1.pdf	25/03/2016 21:55:44	SÉRGIO ELIAS NEVES CURY	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	Assentimento_grupo_3.pdf	25/03/2016 21:42:57	SÉRGIO ELIAS NEVES CURY	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	Assentimento_grupo_2.pdf	25/03/2016 21:37:49	SÉRGIO ELIAS NEVES CURY	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	Assentimento_grupo_1.pdf	25/03/2016 21:37:37	SÉRGIO ELIAS NEVES CURY	Aceito
Recurso Anexado pelo Pesquisador	DocCONEP.pdf	25/03/2016 21:37:14	SÉRGIO ELIAS NEVES CURY	Aceito
Folha de Rosto	FolhaDeRosto.pdf	24/02/2016 20:50:11	SÉRGIO ELIAS NEVES CURY	Aceito
Outros	DeclaracaoCompromisso.pdf	24/02/2016 20:50:00	SÉRGIO ELIAS NEVES CURY	Aceito
Outros	Encaminhamento.pdf	24/02/2016 20:49:08	SÉRGIO ELIAS NEVES CURY	Aceito
Outros	QuestionarioTecnicoPesquisador.pdf	24/02/2016 20:44:51	SÉRGIO ELIAS NEVES CURY	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

BAURU, 25 de Abril de 2016

Assinado por:
Izabel Regina Fischer Rubira Bullen
(Coordenador)

Endereço: DOUTOR OCTAVIO PINHEIRO BRISOLLA 75 QUADRA 9
Bairro: VILA NOVA CIDADE UNIVERSITARIA CEP: 17.012-901
UF: SP Município: BAURU
Telefone: (14)3235-8356 Fax: (14)3235-8356 E-mail: cep@fob.usp.br