UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE BAURU

FABRICIO MONTEIRO DE CASTRO MACHADO

**Influência da erosão dentária na adesão de braquetes ortodônticos
colados ao esmalte com diferentes materiais**

BAURU
2016

FABRICIO MONTEIRO DE CASTRO MACHADO

**Influência da erosão dentária na adesão de braquetes ortodônticos
colados ao esmalte com diferentes materiais**

Tese 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 Odontopediatria.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Daniela Rios

Versão corrigida

BAURU
2016

M18i

Machado, Fabricio Monteiro de Castro
Influência da erosão dentária na adesão de
braquetes ortodônticos colados ao esmalte com
diferentes materiais / Fabricio Monteiro de Castro
Machado. – Bauru, 2016.
75 p. : il. ; 31cm.

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

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Daniela Rios

Nota: A versão original desta dissertação/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 fotocopadores e outros meios eletrônicos.

Assinatura:

Data:

DEDICATÓRIA

À minha linda esposa Andréia,

Querida companheira, parceira de todos os momentos, mais que dedicar este trabalho, preciso agradecer por toda sua dedicação à nossa família, que permitiram que eu alcançasse mais esta etapa. Sua busca incansável pelo aprimoramento em nossas vidas, sem dúvida, nos faz melhores a cada dia.

Aos meus filhos queridos Eduardo e Alexandre,

Que, desde que chegaram, encheram meu coração de alegria e nossa casa de energia! Dedico e agradeço por, mesmo tão pequenos e muitas vezes não achando tão divertido, compreenderem a situação, os momentos de ausência e privações.

Aos meus pais, Paulo e Eneida,

Mais do que dedicar este trabalho a vocês, agradeço pela boa vontade e disponibilidade de sempre ajudar nos momentos necessários e pelo exemplo que sempre foram para mim de esforço, dedicação e persistência e por estarem sempre presentes em todos os momentos da minha formação.

AGRADECIMENTOS

À minha orientadora, Prof^a. Dr^a. Daniela Rios

Agradeço imensamente pelo privilégio de ser seu orientado e também por ter me ajudado tanto, de diferentes maneiras, em meio à sua rotina tão agitada. Nos anos que tive a oportunidade de lecionarmos juntos em Maringá, aprendi a admirar seu trabalho e competência, associados sempre à maneira delicada e gentil de tratar não só os pequenos pacientes, como a todos em sua volta. Sua dedicação e vibração na profissão são inspiração para a vida acadêmica!

À Prof^a. Dr^a. Maria Aparecida de Andrade Moreira Machado

Agradeço pela maneira contagiante de ensinar Odontologia. Sua energia e disposição, agora como diretora, em elevar sempre o prestígio da FOB-USP tem, cada dia mais, enchido de orgulho os ex-alunos desta casa.

À Prof^a. Dr^a. Salete Moura Bonifácio da Silva

Obrigado pelo exemplo de ensino em suas aulas. Foi um prazer, 20 anos depois, poder sentar e novamente ouvir seus ensinamentos.

Aos Profs. Drs. Thaís Marchini de Oliveira e Thiago Cruvinel da Silva

Agradeço pelas valiosas contribuições na qualificação deste trabalho e pelos ensinamentos transmitidos durante o curso.

Ao Prof. Dr. Heitor Marques Honório

Obrigado pela ajuda no delineamento experimental trabalho, pelos conselhos valiosos durante sua elaboração e pela análise estatística. Agradeço também pelo brilhante curso de estatística oferecido durante o doutorado!

Aos colegas do doutorado em Odontopediatria Catarina, Gabriel, Gabriela, Maísa, Maria Teresa, Nádia e Priscilla, saibam que foi um prazer enorme participar desta turma de doutorado com vocês. Tenho certeza de que o futuro de vocês será brilhante!

*Aos funcionários da disciplina de Odontopediatria da FOB-USP **Alexandre, Estela, Evandro, dona Lia, Lilian e Lourivalda**, um agradecimento especial pela atenção e carinho que sempre me receberam.*

*Ao **Reivanildo Viana**, agradeço imensamente pela ajuda no laboratório; sua experiência e “expertise” na utilização da máquina de ensaios foram fundamentais para a elaboração dos corpos de prova deste estudo.*

*Aos professores da disciplina de Clínica Integrada Infantil da Unicesumar, **Janaína Maniezo, Luciana Manzotti de Marchi, Maria Paula Jacobucci Botelho** e principalmente **Emília Kobayashi e Rosely Suguino**, obrigado pela disponibilidade e ajuda durante este curso.*

*Aos professores dos cursos de especialização **Acácio Fuziy, Adilson Ramos, Bruno Furquim, Hélio Terada, Laurindo Furquim, Roberto Takayama e Rosely Suguino**, agradeço imensamente pela compreensão e disponibilidade nas várias alterações de datas que tiveram que ocorrer para que eu pudesse cumprir os compromissos do curso e a realização deste trabalho.*

RESUMO

O diagnóstico das lesões incipientes de erosão em esmalte é difícil de ser realizado e, em situações clínicas, poderá ocorrer a colagem de braquetes em superfícies erodidas. Este trabalho *in vitro* avaliou a adesão de braquetes ortodônticos ao esmalte dentário bovino hígido e previamente erodido, utilizando dois materiais para colagem. Os fatores em estudo foram condição prévia do esmalte em 2 níveis (com e sem erosão) e tipo de material de colagem em 2 níveis (Transbond XT e Fuji Ortho LC). A amostra foi composta por 160 coroas de incisivos bovinos, sendo metade dela submetida a desafio erosivo para formação de lesões artificiais de erosão e a outra metade permaneceu hígida. Na ciclagem erosiva as coroas foram imersas 8X/dia em Coca-cola® (10 min), seguido da imersão em saliva artificial (2 h), durante 5 dias. A outra metade da amostra ficou em saliva artificial por 5 dias. Braquetes de incisivo central superior foram colados às coroas hígidas (H) e erodidas (E), seguindo orientações dos fabricantes de cada material. As variáveis de resposta foram resistência ao cisalhamento e índice de remanescente adesivo (IRA). Os dados de resistência ao cisalhamento foram analisados por ANOVA 2 critérios e Teste de Tukey ($p < 0,05$). Os resultados, expressos em megapascal, não mostraram diferenças na resistência ao cisalhamento entre esmalte erodido e hígido, tanto no grupo colado com resina ($RH = 15,25 \pm 3,72$; $RE = 15,79 \pm 4,41$) quanto colado com ionômero ($IH = 10,70 \pm 3,73$; $IE = 11,26 \pm 3,70$). A resina apresentou resistência à colagem superior ao ionômero. Na comparação do índice de remanescente adesivo, por meio do teste de Mann Whitney, o esmalte erodido apresentou valores mais altos para o IRA, evidenciando uma maior quantidade de material remanescente no esmalte, tanto no grupo colado com resina ($p = 0,044$) quanto com ionômero ($p < 0,001$). Conclui-se que a presença da lesão de erosão não interfere na resistência ao cisalhamento de braquetes colados ao esmalte tanto com resina quanto com cimento de ionômero de vidro. No entanto, independentemente do material de colagem, o índice de remanescente adesivo evidenciou uma maior adesão ao esmalte com erosão.

Palavras-chave: Erosão dentária. In Vitro. Colagem dentária.

ABSTRACT

The influence of dental erosion on bond strength of orthodontic brackets bonded to enamel with different materials

The diagnosis of initial erosion lesions on enamel is difficult and in some clinical situations, the professional bonds brackets to eroded surfaces without noting. This in vitro study evaluated the bond strength of orthodontic brackets bonded to eroded and sound bovine enamel with two different materials. The factors under study were enamel condition in two levels (with and without erosion) and type of bonding material in two levels (Transbond® XT and Fuji Ortho LC). The sample consisted of 160 bovine lower incisor teeth, half of the specimens was subjected to erosive challenge to form artificial erosive lesions and the other half remained sound. In the erosive cycling tooth crowns were immersed 8x/day in Coca-cola® (10 min), followed by immersion in artificial saliva for (2 h), for 5 days. The other half of the sample was maintained in artificial saliva for 5 days. At sequence, brackets were bonded to eroded (E) and sound (S) enamel, according to manufacturing recommendations of each material. The response variables were shear bond strength and adhesive remnant index (ARI). Shear bond strength data were analyzed by Two-way ANOVA and Tukey's test ($p < 0,05$). The results, expressed in megapascal, did not show any difference between eroded and sound enamel, in both composite resin ($RS = 15,25 \pm 3,72$; $RE = 15,79 \pm 4,41$) and glass ionomer ($IS = 10,70 \pm 3,73$; $IE = 11,26 \pm 3,70$) groups. Composite resin showed higher shear bond strength compared to glass ionomer cement. In the comparison of adhesive remnant index using Mann Whitney test, eroded enamel presented higher scores for ARI, showing greater amount of material remaining on enamel, in both resin ($p = 0,04$) and ionomer ($p < 0,001$) groups. It was concluded that the presence of erosion lesions did not interfere on shear bond strength of brackets bonded to enamel with composite resin or glass ionomer cement. However, independently of the bonding material, adhesive remnant index showed higher bond strength to eroded enamel.

Key words: Dental erosion. In vitro. Dental bonding.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURAS

Figura 1 - Incisivos bovinos utilizados neste estudo: A – Hígido; B - Erodido.....	39
Figura 2 - Dispositivo confeccionado para posicionamento padronizado do braquete.....	43
Figura 3 - Ponta de aço inoxidável posicionada na máquina universal para teste de cisalhamento.....	44
Figura 4 - Índice de remanescente adesivo (IRA): A – Escore 0; B- Escore 1; C- Escore 2; D- Escore 3; E- Fratura de esmalte (EF).....	45

GRÁFICOS

Gráfico 1 - Frequência percentual dos escores de IRA entre os diferentes grupos.....	50
Gráfico 2 - Comparação entre os valores do IRA entre os grupos de ionômero erodido e hígido ($p < 0,001$).....	51
Gráfico 3 - Comparação entre os valores do IRA entre os grupos de resina erodido e hígido ($p = 0,044$).....	52
Gráfico 4 - Comparação entre os valores do IRA entre os grupos de esmalte erodido com ionômero e resina ($p = 0,043$).....	52
Gráfico 5 - Comparação entre os valores do IRA entre os grupos de esmalte hígido com ionômero e resina ($p = 0,563$).....	53

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Força média e desvio médio dos grupos in vivo e in vitro (Fonte: ONCAG; TUNCER; TOSUN, 2005).....	27
Tabela 2 - Valor de pH inicial e valores de resistência ao cisalhamento (RC) em megapascal (Fonte: ULUSOY; MÜJDECI; GÖKAY, 2009).....	28
Tabela 3 - Porcentagem de microinfiltração nas interfaces esmalte-resina e resina-braquete (Fonte: NAVARRO et al., 2011).....	29
Tabela 4 - Resistência ao cisalhamento, em MPa (Fonte: HAMMAD; ENAD, 2013).....	30
Tabela 5 - Distribuição dos grupos experimentais.....	40
Tabela 6 - Valores médios, desvios-padrão, mínimos e máximos dos grupos testados, expressos em Megapascal.....	49
Tabela 7 - Frequência percentual dos escores do Índice de Remanescente Adesivo (IRA) entre os grupos de estudo.....	50
Tabela 8 - Comparação dos valores de resistência ao cisalhamento encontrados na literatura com o presente estudo.....	61

LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS

"	Polegadas
%	Por cento
®	Marca registrada
±	Mais ou menos
<	Menor do que
>	Maior do que
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
cm	Centímetro
DP	Desvio-padrão
F	Flúor
g	Gramas
<i>in situ</i>	do latim, em sítio, no local (no caso, a cavidade bucal)
<i>in vitro</i>	do latim, em laboratório
<i>in vivo</i>	do latim, em ser vivo
IRA	Índice de remanescente adesivo
ISO	International Organization for Standardization
Kgf	Quilograma-força
min	Minuto
ml	Mililitros
mM	Micromolar
mm	Milímetro
mm ²	Milímetro quadrado
MPa	Megapascal
n	Número amostral
°C	Grau Celsius
p	Nível de significância
pH	Potencial hidrogeniônico
ppm	Partes por milhão
s	Segundos

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	15
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	19
2.1	COLAGEM DIRETA EM ORTODONTIA.....	19
2.2	CARACTERÍSTICAS HISTOLÓGICAS E PROPRIEDADES MECÂNICAS DO ESMALTE DENTÁRIO COM EROSÃO.....	23
2.3	ADESÃO AO ESMALTE COM EROSÃO.....	24
2.4	RESISTÊNCIA AO CISALHAMENTO DE BRAQUETES ORTODÔNTICOS COLADOS EM ESMALTES ERODIDOS.....	26
3	PROPOSIÇÃO.....	35
4	MATERIAL E MÉTODOS.....	39
4.1	DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	39
4.2	PREPARO DOS DENTES BOVINOS.....	40
4.3	CICLAGEM EROSIVA PRÉVIA À COLAGEM.....	41
4.4	COLAGEM DOS BRAQUETES ORTODÔNTICOS.....	41
4.5	CONFEÇÃO DOS CORPOS DE PROVA.....	42
4.6	ENSAIO MECÂNICO DE CISALHAMENTO.....	44
4.7	AVALIAÇÃO DO ÍNDICE DE REMANESCENTE ADESIVO (IRA).....	45
4.8	ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	46
5	RESULTADOS.....	49
5.1	AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA AO CISALHAMENTO.....	49
5.2	AVALIAÇÃO DO ÍNDICE DE REMANESCENTE ADESIVO (IRA).....	50
6	DISCUSSÃO.....	57
7	CONCLUSÕES.....	67
	REFERÊNCIAS.....	71

1 Introdução

1 INTRODUÇÃO

Desde o advento do condicionamento ácido do esmalte (BUONOCORE, 1955) e a introdução da técnica para colagem direta dos braquetes ortodônticos ao esmalte (NEWMANN, 1965), este procedimento tem sido rotineiramente utilizado pelos ortodontistas pela facilidade de posicionamento do acessório, diminuição do tempo de cadeira e alta taxa de sucesso clínico. As falhas de colagem variam de 4,7% a 17,6% (O'BRIEN et al., 1989, REIS et al., 2008, SUNNA; ROCK, 1998) e são mais frequentes em adolescentes (JUNG 2014). Tal problema atrasa a evolução do tratamento e aumenta os custos operacionais e materiais do tratamento (MANDALL et al. 2003).

No ambiente bucal, os braquetes ortodônticos estão sujeitos a vários tipos de forças, resultando em uma complexa distribuição de estresses junto à interface dente/adensivo/base do braquete (SUNNA; ROCK, 1998). Para estudar a resistência à descolagem *in vitro*, os testes de cisalhamento são os mais utilizados e, segundo Reynolds (1975), para que os braquetes possam resistir às forças mastigatórias, a resistência ao cisalhamento deveria ser entre 5,9 a 7,8 MPa.

Quando se estuda a resistência de adesão do braquete ao dente, inúmeros fatores podem interferir, incluindo técnica inadequada do dentista, contaminação por saliva, o tipo de condicionamento ácido, sistema adesivo, a forma e o modelo de base do braquete, forças mastigatórias, comportamento do paciente e variações na superfície do esmalte (BISHARA et al., 2002; SUNNA; ROCK, 1998). Dentre estes fatores que diminuem a resistência da colagem dos braquetes ortodônticos, destaca-se a alteração da superfície do esmalte, que pode ocorrer pela ocorrência da erosão dentária devido a uma dieta rica em bebidas ácidas (ONCAG; TUNCER; TOSUN, 2005; ULUSOY; MÜJDECI; GÖKAY, 2009).

O consumo de bebidas ácidas, particularmente os refrigerantes, tem crescido bastante entre os adolescentes, e este hábito acaba se perpetuando até a idade adulta. Os dados de uma revisão sistemática recente revelam uma prevalência de 30,4% de erosão dentária nos dentes permanentes de crianças e adolescentes (SALAS et al., 2015). A maioria das substâncias que possui pH baixo apresenta capacidade de causar erosão dentária. Entretanto, o potencial erosivo de uma bebida não depende apenas do valor do seu pH, mas também do seu conteúdo mineral, da sua capacidade tampão e da sua propriedade quelante (LUSSI; GANSS,

2014b). Além disso os fatores relacionados ao paciente podem proteger a superfície dentária ou aumentar o risco de desenvolvimento de erosão (CARVALHO et al., 2015).

A lesão de erosão se caracteriza por uma desmineralização superficial do esmalte a qual é susceptível ao desgaste diante da ação de forças mecânicas no ambiente bucal (RIOS et al., 2006a; RIOS et al., 2006b; HUYSMANS et al., 2011; SHELLIS et al., 2011; SHELLIS; FEATHERSTONE; LUSSI, 2014). A progressão da lesão de erosão, devido a desafios ácidos subsequentes, associados ou não a desafios mecânicos, resulta em perda superficial do esmalte em altura e exposição de uma nova camada desmineralizada (RIOS et al., 2006a; RIOS et al., 2006b; HUYSMANS et al., 2011; SHELLIS et al., 2011; SHELLIS; FEATHERSTONE; LUSSI, 2014). Devido ao fato do diagnóstico clínico da lesão de erosão em esmalte ser difícil (MARGARITIS V; NUNN, 2014; JAEGGI; LUSSI, 2014a), em várias situações clínicas poderá ocorrer a colagem de braquetes em superfícies com lesão de erosão. Nesses casos, pouco se sabe sobre o impacto da alteração superficial do esmalte pela erosão sobre a adesão dos braquetes ortodônticos.

As resinas compostas são tidas como o padrão ouro, em termos de adesão, para a colagem de braquetes ortodônticos, devido à formação de uma união micromecânica ao esmalte. A principal desvantagem é o risco de lesões de mancha branca ao redor dos braquetes. Para minimizar essa desvantagem, os ionômeros de vidro modificados por resina têm sido propostos. Com menores valores de adesão, devido à adesão apenas química ao esmalte, estes apresentam o benefício de maior liberação de fluoreto e menor sensibilidade à umidade durante a colagem.

Diante disto, o objetivo do presente trabalho é avaliar a resistência de adesão dos braquetes ortodônticos quando colados ao esmalte previamente erodido, comparando-o com esmalte hígido, buscando avaliar possíveis alterações tanto na adesão micromecânica da resina composta, quanto na união química do ionômero de vidro ao esmalte.

2 Revisão de Literatura

2 REVISÃO DE LITERATURA

Com o intuito de revisar a literatura pertinente ao presente estudo, sem misturar os diferentes conteúdos, esta revisão será dividida em tópicos para agrupar os artigos de maneira didática:

2.1. COLAGEM DIRETA EM ORTODONTIA

Desde a introdução do condicionamento ácido do esmalte em 1955 por Buonocore, a Odontologia passou a contar com uma ferramenta poderosa para aumentar a adesão de materiais resinosos ao esmalte.

Sadler, em 1958, descreveu brevemente as primeiras tentativas *in vitro* de testes de resistência à descolagem de braquetes colados diretamente ao esmalte. Em seus resultados, destacou que nenhum dos sistemas investigados possibilitou a colagem com estabilidade suficiente para utilização clínica.

Em 1965, Newman descreveu os primeiros resultados promissores da colagem direta em Ortodontia, com a utilização de resina epóxica para colagem de braquetes de plástico ao esmalte, avaliando *in vitro* a resistência à descolagem, bem como, em ratos, o potencial alergênico do novo adesivo. Ainda relatou os primeiros resultados em humanos, destacando a necessidade do uso do condicionamento ácido de esmalte com ácido fosfórico a 40% para aumentar a força de adesão ao esmalte.

Revisando a literatura sobre colagem direta de acessórios ortodônticos, Reynolds (1975) ressaltou a importância do condicionamento ácido para obter um adequado escoamento e a penetração do adesivo nos poros criados no esmalte. Considerou clinicamente aceitável a resistência ao cisalhamento de dispositivos ortodônticos com valores entre 5,8 MPa e 7,8 MPa.

Em 1988, Antonucci, McKinney e Stansbury introduziram um ionômero modificado por resina para melhorar as propriedades adesivas do material, mantendo suas características preventivas de liberação de fluoreto.

Em 1995, Silverman et al. publicaram os primeiros resultados do Fuji Ortho LC, um ionômero de vidro reforçado por resina, desenvolvido especificamente para colagem direta em Ortodontia. Os autores relataram uma experiência clínica em 152 pacientes, com uma taxa de sucesso de colagem de 96,8% em um período de 8

meses de tratamento. Os autores destacaram as seguintes vantagens deste material em relação ao uso de resina composta: diminuição do tempo clínico de colagem, eliminação da necessidade de manter o campo operatório seco e de condicionamento ácido e uso de adesivos na superfície de esmalte, liberação de flúor, as recolagens são mais rápidas e fáceis, além de aumentar o conforto do profissional e paciente.

Vários trabalhos avaliaram a efetividade dos diferentes materiais adesivos para a colagem em Ortodontia. Além da força de cisalhamento, método mais utilizado para simular a resistência à descolagem dos braquetes no meio intrabucal, outras características como o índice de adesivo remanescente na superfície do esmalte são frequentemente utilizadas para identificar o local de ruptura na interface esmalte-sistema adesivo-braquete. Nos próximos trabalhos revisados, procurou-se selecionar artigos que incluíssem os dois sistemas adesivos (Transbond XT e Fuji Ortho LC) que foram testados no presente estudo, para permitir as comparações de resistência, em Megapascal (MPa), e do índice de remanescente adesivo (IRA), conforme descrito por Artun e Bergland (1984).

Rix; Foley; Mamandras (2001), utilizando uma amostra de 160 pré-molares, avaliaram a resistência ao cisalhamento, aumento de trincas no esmalte e o índice de adesivo remanescente de braquetes colados ao esmalte utilizando 3 tipos de materiais: resina Transbond XT, ionômero modificado por resina Fuji Ortho LC (cápsula) e resina modificada por poliácidos Assure (colado em ambiente seco e contaminado por saliva). A polimerização foi feita por 40 s em todos os grupos. As amostras ficaram 30 dias em água destilada à 37°C e, após este período, sofreram termociclagem (alternando a cada 30 s entre 10°C e 55°C) por 24 horas. Os resultados de resistência ao cisalhamento evidenciaram a superioridade da resina Transbond XT (20,19 $\pm$ 4,71) em relação ao Fuji Ortho LC (13,57 $\pm$ 4,91) e ao Assure (10,74 $\pm$ 2,46 e 10,99 $\pm$ 3,34) em ambiente seco e úmido respectivamente. Os grupos Transbond XT e Fuji Ortho LC apresentaram altos índices de fratura de esmalte: 57,5% e 16,2%, respectivamente. Em relação ao índice de remanescente adesivo, Fuji Ortho LC e Assure em meio úmido tiveram maior porcentagem de fraturas adesivas (interface esmalte-adesivo) e Transbond XT e Assure em meio seco tiveram um equilíbrio nos escores, indicando mais falhas coesivas.

Preocupados em simular o desafio cariogênico presente no meio bucal e os efeitos de produtos voltados para prevenção como solução de bochecho e

dentifrício fluoretados sobre a resistência à descolagem de braquetes, Fidalgo et al. (2012) desenvolveram uma metodologia com ciclagem de pH, utilizando saliva artificial com variação de pH para induzir des e remineralização do esmalte durante 14 dias. Os materiais de colagem utilizados incluíram as resinas Transbond XT e Transbond Plus, além do ionômero modificado por resina Fuji Ortho LC. Em relação ao ambiente produzido, 4 tipos diferentes incluíram a ciclagem de pH em todos os ambientes, porém no primeiro apenas a ciclagem estava presente, no segundo associado ao uso do dentifrício fluoretado 3 vezes ao dia (1450 ppm), no terceiro bochecho com solução fluoretada (300 ml de solução de 250 ppm) 1 vez ao dia, e o quarto grupo associando o dentifrício 3 vezes ao dia com um bochecho após a última aplicação do dentifrício. Os resultados de resistência ao cisalhamento nos grupos apenas com a ciclagem de pH demonstraram a superioridade das resinas Transbond XT ($10,07 \pm 3,04$) e Transbond Plus ($9,73 \pm 3,31$) em relação ao ionômero Fuji Ortho LC ($5,40 \pm 3,44$). A associação de tratamentos (dentifrício + bochecho) aumentou a resistência ao cisalhamento do Fuji Ortho LC ($10,07 \pm 2,62$). Em relação ao remanescente de adesivo, houve um grande número de escores 0 de IRA, o que denota a influência negativa da ciclagem de pH, reduzindo a adesividade do esmalte a todos os materiais testados, e esses escores não foram reduzidos com os tratamentos à base de flúor.

Na tentativa de melhorar a adesão dos cimentos ionoméricos para colagem, Pereira et al. (2013) testaram a desproteínização do esmalte com hipoclorito de sódio a 5,25% por 60 s antes do condicionamento ácido. Utilizaram 100 pré-molares humanos divididos em 5 grupos: Transbond XT (condicionamento com ácido fosfórico 35% por 30 s), Ionômero convencional Riva com e sem desproteínização do esmalte com NaOCl a 5,25%; Ionômero modificado por resina Fuji Ortho LC com e sem desproteínização do esmalte. Nos grupos de ionômero, foi utilizado ácido poliacrílico a 10% por 20 s. Os resultados demonstraram uma maior eficiência para a Transbond XT ($17,08 \pm 6,39$) seguido pelo Fuji Ortho LC com desproteínização ($9,86 \pm 2,90$), Fuji Ortho LC sem desproteínização ($8,60 \pm 5,29$), Riva com desproteínização ($3,92 \pm 1,57$) e Riva sem desproteínização ($3,43 \pm 1,94$). Apesar de não haver uma diferença estatisticamente significativa para a desproteínização, os autores concluíram que este procedimento aumentou a resistência ao cisalhamento e que no esmalte desproteínado, uma maior quantidade

de cimento estava presente no esmalte, após a descolagem, demonstrando um comportamento similar à resina composta.

Considerando as lesões de manchas brancas ao redor dos braquetes ortodônticos como um dos maiores efeitos iatrogênicos do tratamento ortodôntico e que os profissionais devem tomar medidas preventivas para minimizar tais ocorrências, Montasser e Taha (2014) avaliaram a influência da utilização do verniz fluoretado Clinpro e do infiltrante ICON previamente à colagem de braquetes. Foram utilizados 60 pré-molares humanos para testar o efeito destes 2 produtos na resistência ao cisalhamento de braquetes colados utilizando 2 sistemas de colagem: Transbond XT, utilizando ácido fosfórico e primer, e Transbond Plus, com adesivo autocondicionante. Os resultados encontrados na adesividade do Transbond Plus autocondicionante (média de $20,2 \pm 4,0$) foram bastante reduzidos quando associados à utilização do verniz Clinpro (Média de $11,2 \pm 3,5$). No caso do infiltrante ICON, o valor também foi reduzido (Média de $17,6 \pm 4,1$), porém sem alcançar diferença estatisticamente significativa. No caso da Transbond XT, com utilização de ácido fosfórico, não houve diferenças entre o grupo controle e os dois grupos experimentais. Em relação ao índice de remanescente adesivo, os grupos que utilizaram o ICON tiveram valores mais altos demonstrando um aumento de adesão da resina ao esmalte. Os autores concluíram que para a utilização do primer autocondicionante, a utilização do verniz Clinpro deveria ser feita após a colagem. Para o sistema convencional com ácido fosfórico, a utilização do Clinpro poderia ser feita antes da colagem. No caso do infiltrante ICON, ele poderia ser utilizado antes dos 2 sistemas adesivos, porém a remoção de uma maior quantidade de adesivo na superfície de esmalte será necessária.

Também buscando avaliar as diferenças de adesão entre o Fuji Ortho LC e a resina Transbond XT em 2 tipos de braquetes (metálico e cerâmico), Yassaei et al. (2014) utilizaram 88 pré-molares humanos divididos em 4 grupos amostrais. Os grupos colados com resina seguiram o protocolo tradicional com condicionamento ácido por 30 s com ácido fosfórico a 37%, lavagem e secagem. Já os grupos do ionômero utilizaram ácido poliacrílico a 10% por 20 s e tiveram a superfície seca após a lavagem do ácido. Os resultados demonstraram uma superioridade da resina Transbond XT em relação ao Fuji Ortho LC, tanto para braquetes metálicos ($20,03 \pm 4,44$ e $6,63 \pm 3,44$, respectivamente) quanto para braquetes cerâmicos ($22,52 \pm 6,39$ e $8,69 \pm 3,12$, respectivamente). Apesar da superioridade de adesão da resina em

relação ionômero, os autores concluem que a adesão encontrada no estudo para o ionômero é suficiente para uso clínico, tanto em braquetes metálicos quanto cerâmicos e, principalmente nos casos de braquetes cerâmicos, o uso do ionômero torna-se vantajoso por apresentar menor risco de danos ao esmalte durante a remoção.

No ano de 2015, Richter; Jost-Brinkmann avaliaram a resistência ao cisalhamento de 3 materiais utilizados para colagem direta: Transbond XT, Beauty Ortho Bond e Fuji Ortho LC. Os autores também avaliaram 2 formas de condicionamento ácido do esmalte para a resina Transbond (ácido fosfórico a 35% seguido de primer e primer autocondicionante) e outras 2 para o Fuji Ortho LC (Ácido poliacrílico a 10% e ácido fosfórico a 35%). A resistência ao cisalhamento foi avaliada em dois tempos diferentes: 15 minutos e 24 horas após a colagem. No grupo após 24 horas, metade da amostra foi mantida a 37°C em água e a outra metade sofreu termociclagem com 500 ciclos entre 5 e 55°C, com duração de 20 s cada ciclo. Os resultados, expressos em MPa, evidenciaram a superioridade da resina Transbond XT em todos os cenários estudados: condicionado com ácido fosfórico seguido de primer (mediana de 26,24 após 24h contra 22,98 após 24h com termociclagem) contra o adesivo autocondicionante (mediana de 23,05 após 24h contra 22,11 após 24h com termociclagem). Em relação ao Fuji Ortho LC, o tipo de condicionamento de esmalte teve um impacto importante na resistência ao cisalhamento: o ionômero condicionado com ácido fosfórico foi superior ao condicionado por ácido poliacrílico (mediana de 23,36 contra 12,88 após 24 h e 17,43 contra 9,42 após 24 h com termociclagem). Os autores concluem que a resina Transbond XT oferece maior resistência para colagem, porém advertem para o maior risco de fraturas de esmalte (11 casos neste estudo *in vitro*) enquanto põem em dúvida a utilização clínica do Fuji Ortho LC, uma vez que muitos espécimes tiveram resistência abaixo de 7 MPa.

2.2. CARACTERÍSTICAS HISTOLÓGICAS E PROPRIEDADES MECÂNICAS DO ESMALTE DENTÁRIO COM EROÇÃO

A erosão dentária pode ser definida como o resultado de uma perda de tecido duro da superfície dentária de forma localizada, crônica, patológica e irreversível, provocada por substâncias ácidas e/ou quelantes, sem o envolvimento

de bactérias (TEN CATE; IMFELD, 1996). Fatores biológicos, comportamentais e químicos estão em constante interação com a superfície dental podendo tanto desgastá-la quanto protegê-la (LUSSI et al., 2006; MAGALHÃES et al., 2009; LUSSI; GANSS, 2014a).

Na presença de desmineralização erosiva, o conteúdo mineral do esmalte é dissolvido a partir de sua superfície, produzindo uma superfície rugosa irregular, que é semelhante ao padrão de condicionamento ácido de esmalte utilizado para aumentar a adesão dos materiais restauradores ao esmalte (LUSSI; GANSS, 2014a). Na superfície desmineralizada, a microdureza do esmalte é reduzida, tornando-o mais suscetível aos desgastes abrasivos (ATTIN et al., 1997). No entanto, mesmo após esforços físicos como a escovação dentária, que possam remover a superfície de esmalte desmineralizada, estudos com microscópio eletrônico de varredura (MEV) demonstram a persistência de um padrão de estrutura de esmalte condicionada, demonstrando os sinais da desmineralização (KUROIWA; KODAKA; ABE, 1994; RIOS et al., 2008).

2.3. ADESÃO AO ESMALTE COM EROSÃO

A estrutura do esmalte erodido se assemelha ao esmalte condicionado por ácido fosfórico, isto é, apresenta uma camada superficial amolecida com exposição dos prismas de esmalte (ATTIN et al., 1997; ATTIN et al., 2014). Até hoje, pouca informação se encontra disponível sobre a diferença de força de adesão entre o esmalte com erosão e o esmalte normal condicionado por ácido fosfórico, porém segundo ATTIN et al. (2014) é provável que não haja diferença.

O trabalho de Wang et al. (2014), uma simulação *in vivo/ex vivo*, testou a adesão de resina composta ao esmalte artificialmente erodido, abrasionado e a combinação entre erosão e abrasão. Os resultados demonstraram que as lesões de erosão e abrasão isoladas criadas artificialmente na etapa *in situ* não alteraram a capacidade de adesão ao esmalte, porém a combinação de erosão com abrasão reduziu a força de adesão.

Novamente em 2014, Casas-Apayco et al. testaram *in vitro* os efeitos de diferentes tipos de Coca-Cola® (normal, “light” e zero), associados ou não à escovação, sobre a adesão de resina ao esmalte. A ciclagem erosiva consistiu na

imersão do esmalte ao refrigerante por 1 min, sendo repetida 3 vezes. Os resultados apontaram uma redução na força de adesão para todos os refrigerantes. A abrasão por meio da escovação não interferiu na força de adesão. Uma avaliação por meio de microscopia confocal à laser evidenciou que, à exceção da Coca-Cola® zero, todos os grupos com erosão demonstraram uma camada híbrida irregular e com menor penetração dos “tags”.

A longevidade de uma restauração depende de inúmeros fatores: durabilidade do material utilizado e da interface entre material restaurador-estrutura dentária, extensão da restauração, sua localização, carga submetida e fatores ligados ao paciente, tais como bruxismo, dieta e hábitos de higiene. Idealmente, o fator causal da erosão deveria ser eliminado antes do procedimento restaurador, no entanto, isto é raramente conseguido e, na maioria dos casos, as restaurações serão expostas a desafios erosivos (LUSSI; GANSS, 2014b).

Alguns trabalhos investigaram o comportamento de diferentes materiais restauradores sob condições erosivas. Shabanian e Richards (2002) avaliaram, *in vitro*, o desgaste do ionômero convencional, do ionômero modificado por resina e da resina composta sob diferentes cargas e variações de pH. Todos os 3 materiais apresentaram-se mais resistentes ao desafio ácido do que o esmalte, no entanto a resina composta demonstrou a maior resistência, seguida pelo ionômero modificado por resina e, por último, o ionômero convencional.

Avaliando a interação entre compômeros, ionômeros de vidro convencionais e modificados por resina com bebidas ácidas, Aliping-McKenzie, Linden e Nicholson (2004) demonstraram que os materiais restauradores aumentaram o pH das bebidas ácidas. Além disso, o ionômero convencional dissolveu-se completamente nos sucos de maçã e laranja, porém se manteve íntegro na Coca-Cola, apesar de ter uma redução significativa na sua dureza após um ano de imersão. Os ionômeros modificados por resina e compômeros permaneceram íntegros nos sucos de maçã e laranja, apesar de terem a dureza de superfície sensivelmente reduzidas nestas bebidas quando comparados à Coca-Cola. Em geral, os sucos de frutas demonstraram maior potencial erosivo aos materiais do que a Coca-Cola.

Buscando definir o material com melhores propriedades para pacientes com erosão, Honório et al. (2008) avaliaram a microdureza superficial e desgaste de diferentes materiais restauradores à erosão. Os autores encontraram que as resinas

compostas eram menos sensíveis aos desafios erosivos do que o ionômero modificado por resina, e que estes apresentavam melhores resultados em relação ao ionômero de vidro convencional. Os autores sugerem que dentre os materiais avaliados, a resina composta seria o material de escolha para pacientes com erosão. Tal conclusão também é corroborada por Francisconi et al. (2008) e Rios et al. (2008).

Lenzi et al. (2013) avaliaram a resistência ao cisalhamento de um sistema adesivo (Adper Single Bond 2) e de um cimento de ionômero de vidro modificado por resina (Vitro Fil LC) ao esmalte hígido e erodido. Metade da amostra (24 incisivos bovinos) passou por desafio erosivo utilizando Coca-Cola numa ciclagem de 3 imersões de 5 min diários durante um período de 7 dias. Entre os ciclos, os dentes eram mantidos em saliva artificial, sob temperatura ambiente. Para o preparo da superfície, o grupo do Adper single bond 2 utilizou ácido fosfórico a 35% por 15s e o Vitro Fil utilizou ácido poliacrílico a 20% por 10s. Após o preparo da superfície de esmalte, cilindros de resina ou ionômero foram construídos para o teste de cisalhamento, de acordo com cada grupo. Os resultados, expressos em MPa, evidenciaram uma superioridade do adesivo resinoso no esmalte erodido ($25,2 \pm 4,8$) em relação ao esmalte hígido ($16,7 \pm 6,0$). Já para o ionômero de vidro, não houve diferenças significantes entre o esmalte erodido ($13,57 \pm 1,3$) e o esmalte hígido ($15,0 \pm 2,6$) e nem destes para a resina em esmalte hígido. Os autores destacaram a superioridade da utilização de adesivo resinoso no esmalte erodido.

2.4.RESISTÊNCIA AO CISALHAMENTO DE BRAQUETES ORTODÔNTICOS COLADOS EM ESMALTES ERODIDOS

Ao buscar trabalhos que avaliassem os efeitos de bebidas ácidas sobre a resistência da colagem ortodôntica, poucos trabalhos foram encontrados e somente um trabalho recente avaliou a resistência da colagem realizada em esmalte previamente erodido. Os demais trabalhos avaliaram o efeito da erosão dentária sobre braquetes previamente colados ao esmalte hígido.

Oncag; Tuncer; Tosun (2005) avaliaram os efeitos de refrigerantes ácidos na resistência ao cisalhamento de braquetes metálicos e na superfície do esmalte após a descolagem por meio de microscópio eletrônico de varredura (MEV). O delineamento experimental envolveu a comparação entre 3 grupos (Coca-Cola,

Sprite e controle) e o desafio erosivo foi realizado de 2 maneiras: *in vivo* (1) e *in vitro* (2). Na avaliação *in vivo* (1), pacientes com indicação de pré-molares para extração tiveram estes dentes colados com braquetes e foram orientados a ingerir o refrigerante respectivo, à temperatura ambiente, por 5 minutos, 3 vezes ao dia (manhã, tarde e noite) durante 3 meses. O grupo controle *in vivo* foi orientado a não ingerir qualquer tipo de refrigerante ácido no mesmo período. Todos os pacientes foram orientados a escovar os dentes 2 vezes ao dia por 3 minutos. Após os 3 meses, os dentes foram extraídos sem danificar os braquetes. Na avaliação *in vitro* (2), onde os pré-molares recém extraídos foram colocados em um dispositivo para simular o ambiente bucal com 3 ciclos diários de 5 minutos no refrigerante ácido e o restante do dia ficavam imersos em saliva artificial, durante 3 meses à 37° C. O grupo controle permaneceu imerso em saliva artificial durante 3 meses. Cada grupo foi composto por 10 pré-molares, totalizando 60 dentes na amostra. Os resultados mostraram uma redução estatisticamente significativa na resistência ao cisalhamento nos grupos Coca-cola e Sprite quando comparados ao controle. Não houve diferença entre as comparações *in vivo* e *in vitro* (tabela 1). Áreas de defeito de esmalte foram observadas nos grupos de refrigerantes ácidos e foram mais severas na avaliação *in vivo* em relação a *in vitro*. Os autores concluíram que o uso de refrigerantes ácidos durante o tratamento reduz a resistência dos braquetes ao cisalhamento.

Tabela 1 – Força média e desvio médio dos grupos *in vivo* e *in vitro*.

	Força Média de cisalhamento (Kgf/mm ²)	Desvio Médio
<i>In vitro</i> Coca-Cola	6,14	1,29
<i>In vitro</i> Sprite	7,06	2,03
<i>In vitro</i> Controle	12,12	1,42
<i>In vivo</i> Coca-Cola	7,16	0,89
<i>In vivo</i> Sprite	8,68	0,82
<i>In vivo</i> Controle	14,12	3,09

(Fonte: ONCAG; TUNCER; TOSUN, 2005)

Preocupados com o efeito das bebidas ácidas sobre a resistência dos braquetes ortodônticos, Ulusoy; Müjdeci; Gökay (2009) avaliaram a resistência à adesão de braquetes expostos a 4 tipos de chás, comparando-as com um controle positivo (Coca-Cola) e um negativo (água destilada). Foram utilizados 90 pré-molares humanos extraídos de crianças entre 12 a 16 anos de idade, que foram aleatoriamente divididos entre 6 grupos. Os dentes foram colados com resina

Transbond XT e os desafios erosivos foram realizados pela imersão por 5 minutos, 3 vezes ao dia, com intervalos de igual quantidade de tempo entre as imersões, durante um período de 90 dias. No restante do tempo, os dentes ficavam imersos em água destilada. Todos os chás foram utilizados à temperatura de 37°C e a Coca-Cola foi utilizada gelada. Os resultados do teste de cisalhamento demonstraram que o chá “rosehipfruit” foi estatisticamente inferior aos demais grupos de chás e água destilada, porém semelhante à Coca-Cola. Os grupos de chás preto, “mint-lemonherbal” e “mint-mate herbal” não foram estatisticamente diferentes em relação à água destilada (tabela 2). Em relação ao remanescente de resina no esmalte, todos os grupos apresentaram padrões semelhantes de fratura, com exceção do controle positivo (Coca-Cola) que apresentou descolagem total da resina em todos os braquetes. Os autores concluíram que, apesar do método *in vitro* não reproduzir completamente o complexo ambiente oral, o consumo de Coca-Cola e do chá “rosehipfruit” podem ser fatores causais da descolagem dos braquetes durante o tratamento ortodôntico.

Tabela 2 – Valor de pH inicial e valores de resistência ao cisalhamento (RC) em Megapascal (desvio padrão em parênteses).

Grupos	pH inicial (n=5)	RC (n=15)
Chá preto	5,6 (0,02) d	12,34 (1,36) b
Chá “Mint-lemonherbal”	4,3 (0,06) c	12,79 (2,30) b
Chá “Mint-mate herbal”	7,1 (0,05) e	12,17 (2,27) b
Chá “rosehipfruit”	2,4 (0,07) a	7,26 (1,11) a
Coca-Cola	2,5 (0,05) a	6,04 (1,11) a
Água destilada	6,7 (0,00) e	13,09 (1,90) b

Letras iguais indicam diferença não significativa (Fonte: ULUSOY; MÜJDECI; GÖKAY, 2009)

Também buscando avaliar o efeito de refrigerantes ácidos sobre a resistência adesiva dos braquetes, Navarro et al. (2011) utilizaram 228 incisivos bovinos, sendo que 120 foram distribuídos em 3 grupos, de acordo com o tipo de refrigerante (Controle, Coca-Cola e Schweppes Limão). Os braquetes foram colados utilizando resina Transbond XT e, após a colagem, os dentes dos grupos Coca-Cola e Schweppes tiveram um ciclo erosivo durante 15 dias com 3 imersões diárias de 15 minutos, com intervalo de 2 horas entre as imersões, ficando o restante do tempo em saliva artificial a 37°C. Os refrigerantes ficaram resfriados a uma temperatura de 5°C. Metade da amostra (20 dentes por grupo) foi utilizada para os testes de

cisalhamento que obtiveram uma força média, em MPa, de 10,22 ($\pm 4,18$), 9,90 ($\pm 3,94$) e 10,11 ($\pm 3,31$) para os grupos controle, Coca-Cola e Schweppes, respectivamente, não evidenciando diferenças entre os grupos. Da mesma maneira, não foi encontrada diferença entre o remanescente de resina no esmalte, com valores médios, em porcentagem de área ocupada pelo adesivo, de 62,19 ($\pm 18,18$), 68,77 ($\pm 19,34$) e 62,26 ($\pm 16,64$) para os grupos controle, Coca-Cola e Schweppes, respectivamente. Outra parte da amostra (20 dentes em cada grupo) foi utilizada para avaliar microinfiltração. Para isto, a superfície de esmalte foi coberta com esmalte de unha, deixando 1 mm de superfície de esmalte próximo às margens da base do braquete desprotegidas. Em seguida, os espécimes foram imersos em solução de azul de metileno 1% durante 24 horas e depois foram seccionados longitudinalmente. A porcentagem de microinfiltração foi avaliada por meio de equipamento de análise de imagem, com uma magnificação de 100 vezes e não evidenciou uma diferença estatisticamente significativa entre os grupos Coca-Cola e Schweppes, porém estes dois diferiram quando comparados ao grupo controle na interface esmalte-resina. Já na interface resina-braquete, o grupo Coca-Cola foi estatisticamente diferente do grupo controle. Já o grupo Schweppes não diferiu estatisticamente dos grupos controle e Coca-Cola (tabela 3). Ainda com o restante da amostra (108 dentes), os autores dividiram metade, deixando o esmalte intacto e realizando os mesmos desafios erosivos citados anteriormente. Na outra metade (54), fizeram condicionamento ácido do esmalte e aplicaram o sistema adesivo da resina Transbond XT para também submeter à ciclagem erosiva e observaram a superfície do esmalte com microscópio eletrônico de varredura, com magnificação de 100 vezes. Os autores concluíram que, apesar de não haver diferença na resistência adesiva dos braquetes, tanto a Coca-Cola quanto a Schweppes produziram erosão no esmalte e perda de material adesivo.

Tabela 3 – Porcentagem de microinfiltração nas interfaces esmalte-resina e resina-braquete.

Grupos	Esmalte-resina					Resina-braquete				
	Média	Mediana	DP	Variação	P*	Média	Mediana	DP	Variação	P*
Controle	3,08	2,18	2,67	11,49	A	1,59	1,51	1,89	7,89	A
Coca-Cola	7,99	6,22	7,16	31,97	B	4,73	3,99	4,8	19,85	B
Schweppes	7,72	6,68	5,89	18,38	B	3,76	2,31	3,55	11,91	B

* Letras diferentes indicam diferença estatística

(Fonte: NAVARRO et al., 2011)

Em 2012, Khoda et al. avaliaram a resistência ao cisalhamento de braquetes ortodônticos colados ao esmalte humano (pré-molares) e submetidos a desafios erosivos por meio de refrigerantes e iogurtes com e sem gás. Os braquetes foram colados aos dentes utilizando-se resina quimicamente ativada Unite (3M) e, 24 horas após a colagem, sofreram 625 ciclos de termociclagem, correspondente a 3 meses. Após a ciclagem, a amostra foi aleatoriamente dividida em 5 grupos de 15 dentes. Nos grupos experimentais, foi realizada uma ciclagem erosiva de 3 meses de duração, com 3 imersões diárias de 5 minutos no líquido, com igual intervalo de tempo entre cada imersão, ficando o restante do tempo em saliva artificial. Os resultados médios e desvios padrão encontrados, apresentados em MPa, foram: Controle (Saliva artificial) – 13,93 ($\pm 3,55$); iogurte com gás – 12,98 ($\pm 2,95$); iogurte sem gás -13,26 ($\pm 4,0$); 7 up - 16,11 ($\pm 4,89$); Pepsi – 14,73 ($\pm 5,10$). Não houve diferença estatística entre nenhum dos grupos. Os autores concluíram que o consumo destas bebidas não influencia na capacidade de adesão dos braquetes colados aos dentes com a resina quimicamente ativada Unite.

Hammad; Enad (2013) avaliaram *in vivo* os efeitos da aplicação do infiltrante Icon (DMG, Hamburgo, Alemanha) em 30 indivíduos que tinham indicação para extração de 2 pré-molares superiores (lados direito e esquerdo). Em cada indivíduo, foi feita a aplicação do infiltrante em um pré-molar apenas (um lado) e posteriormente os braquetes foram colados apenas nos dentes que seriam extraídos. Os indivíduos foram então divididos em 2 grupos de acordo com o refrigerante a ser testado (Coca-Cola e Sprite) e foram orientados a ingerir o refrigerante durante 5 minutos, 3 vezes ao dia, por um período de 3 meses. Eles também foram orientados a não ingerir qualquer outro tipo de refrigerante ácido e a escovar os dentes 3 vezes ao dia, por 3 minutos durante cada escovação. Os resultados, expressos em MPa (tabela 4), evidenciaram que a utilização do infiltrante Icon melhorou a resistência de adesão dos braquetes aos dentes quando comparados ao controle (sem tratamento), independente do tipo de refrigerante testado.

Tabela 4 – Resistência ao cisalhamento, em MPa.

Refrigerante	Média ± DP		t	P
	Sem Icon	Com Icon		
Coca-Cola	7,60 ± 0,45	10,39 ± 0,58	14,58	,0001*
Sprite	8,60 ± 0,44	11,60 ± 0,48	17,71	,0001*
T	6,15	6,19		
P	,0001*	,0001*		

(Fonte: HAMMAD; ENAD, 2013)

Em estudo recente, Costenoble et al. (2016) avaliaram a resistência ao cisalhamento de braquetes colados ao esmalte previamente erodido, com diferentes tratamentos preventivos, além de examinar por meio de microscopia eletrônica de varredura as interfaces entre esmalte e braquete. Cada grupo avaliado foi composto de 12 pré-molares humanos. Apenas um grupo ficou com esmalte hígido, os demais passaram por desafio erosivo por meio de uma única imersão de 15min em solução de suco de limão (pH=2,6), seguido de lavagem por 5s em água e remineralização por 30min em saliva humana. Em seguida, o esmalte erodido foi dividido em 6 grupos, de acordo com o tratamento adotado: 1) sem tratamento; 2) aplicação de uma pasta à base de silicato de cálcio-fosfato de sódio (RegenerateTM); 3) Aplicação de infiltrante ICON[®]; 4) Aplicação de infiltrante ICON[®] com a colagem realizada 1 mês após; 5) Aplicação de infiltrante experimental e 6) Aplicação de infiltrante experimental com a colagem sendo realizada 1 mês após. A comparação da resistência à descolagem entre o esmalte hígido (21,1 ±7,8) e o erodido sem nenhum tratamento (26,2 ±8,6) não evidenciou diferença estatisticamente significativa, apesar do maior valor para o esmalte erodido. No entanto, o tratamento com RegenerateTM diminuiu a resistência à descolagem (19,2 ±5,4). Já o uso de infiltrante, tanto ICON[®] quanto experimental não reduziram de maneira significativa a resistência (20,4 ±5,0 e 21,9 ±7,9, respectivamente). No entanto, quando a colagem foi realizada 1 mês após o tratamento com infiltrante, a resistência foi reduzida tanto no ICON[®] quanto no infiltrante experimental (16,6 ±5,7 e 16,1 ±6,4, respectivamente). Em relação ao remanescente adesivo, os grupos com infiltrante apresentaram valores mais baixos, sugerindo um menor embricamento entre esmalte e adesivo. Os

autores concluíram que os tratamentos preventivos para erosão não interferem na adesão ao esmalte, desde que a colagem seja realizada logo após o tratamento.

3 Proposição

3 PROPOSIÇÃO

O objetivo do presente trabalho foi comparar a adesão de braquetes ortodônticos colados ao esmalte dentário bovino com 2 tipos de materiais (resina Transbond XT e ionômero modificado por resina Fuji Ortho LC) e em 2 tipos de esmalte (com e sem erosão). As hipóteses nulas a serem testadas foram:

1. Não há diferença na adesão entre braquetes colados com Transbond XT ou Fuji Ortho em esmalte hígido;
2. Não há diferença na adesão entre braquetes colados com Transbond XT ou Fuji Ortho em esmalte com erosão;
3. Não há diferenças na adesão de braquetes colados com Transbond XT entre esmalte hígido e com erosão e
4. Não há diferenças na adesão de braquetes colados com Fuji Ortho LC entre esmalte hígido e com erosão.

Material e Métodos

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Este estudo *in vitro* avaliou a resistência ao cisalhamento de braquetes ortodônticos colados ao esmalte dentário bovino hígido e erodido (figura 1). Os fatores em estudo foram: condição prévia do esmalte em dois níveis (com e sem erosão) e tipo de material de colagem em dois níveis (Transbond XT e Fuji Ortho LC). Desta forma, foram obtidos 4 grupos para avaliação, conforme tabela 5:

Figura 1 – Incisivos bovinos utilizados neste estudo: A – Hígido; B - Erodido

Tabela 5 – Distribuição dos grupos experimentais.

Grupos	Material de Colagem	Ciclagem Erosiva Pré Colagem
I	Transbond XT	Sim
II	Transbond XT	Não
III	Fuji Ortho LC	Sim
IV	Fuji Ortho LC	Não

As variáveis de resposta foram resistência ao cisalhamento e índice de remanescente adesivo (IRA). Para o cálculo do tamanho da amostra, um estudo piloto foi realizado, utilizando 36 dentes (9 em cada grupo) e foi encontrado um desvio padrão de 4,4 MPa. Considerado uma diferença clinicamente significativa de 2 MPa uma sensibilidade de 5% (erro alfa) e poder do teste de 80% (erro Beta), a amostra necessária seria de 40 dentes para cada grupo.

4.2. PREPARO DOS DENTES BOVINOS

Para o presente projeto foram utilizados 160 incisivos bovinos extraídos de gado da raça Nelore com idade média de 36 meses, abatidos para consumo no Frigorífico Vangélio Mondelli Ltda., em Bauru, SP. Os dentes passaram por uma seleção prévia, buscando-se selecionar os melhores, eliminando-se aqueles com trincas ou rachaduras e seguindo as orientações de conservação da norma ABNT/ISO TS 11405 (2014). Os incisivos foram limpos com curetas periodontais para remover todo e qualquer resíduo de tecido gengival aderido à superfície. A desinfecção dos dentes foi realizada com solução de tymol 0,1% (pH 7,0) por no mínimo 15 dias de armazenamento.

4.3. CICLAGEM EROSIVA PRÉVIA À COLAGEM

Segundo Bartlet et al. (1996), nos pacientes com refluxo gastresofágico, a superfície dentária se mantém em pH menor que 5.5 por 4,3 minutos durante um dia. Desta forma, em metade dos espécimes foi aplicado um desafio erosivo para formação de lesões artificiais de erosão por meio de ciclagem de pH durante 5 dias, simulando aproximadamente 80 dias de erosão. Cada dia de ciclagem foi composto por 8 ciclos de:

- Desmineralização por refrigerante ácido (pH 2,6, 0,32ppm F, Coca-Cola ®; Indústria brasileira), durante 10 minutos, sob temperatura ambiente em um recipiente de plástico (aproximadamente 30ml por espécime). Os blocos foram encaixados em um dispositivo especialmente desenvolvido para esta pesquisa;
- Lavagem em água deionizada (20 s);
- Remineralização em saliva artificial, durante 2 horas, sob temperatura ambiente em outro recipiente de plástico (aproximadamente 30 ml por espécime). A composição da saliva artificial foi: KH_2PO_4 2,4mM, Na_2HPO_4 2,4mM, KCl 17mM, NaSCN 2mM, NaCl 9,9mM, CaCl_2 1,5mM, NH_4Cl 3mM, ureia 3,3mM, glicose 0,2mM e uma pitada de ácido ascórbico (KLIMEK et al., 1982);
- Lavagem em água deionizada (20 s);

Ao final de cada dia de ciclagem, os blocos foram imersos em saliva artificial, *overnight* (10 horas), sob temperatura de 37°C (RIOS et al., 2009).

A outra metade da amostra, que não sofreu ciclagem erosiva antes da colagem, permaneceu imersa em saliva artificial durante 5 dias.

4.4. COLAGEM DOS BRAQUETES ORTODÔNTICOS

A profilaxia das superfícies vestibulares dos dentes foi realizada com escova de Robinson branca de extremidade plana (Microdont Micro Usinagem de Precisão Ltda, São Paulo, SP, Brasil) em baixa rotação, com pasta de pedra pomes e água durante 15 s, seguido de lavagem por 10 s com jato de água, seguido de secagem por 10 s com jato de ar, livre de umidade. Para uniformidade da profilaxia, a cada 5 profilaxias, a escova de Robinson foi trocada por uma nova.

Os dois materiais testados foram manipulados de acordo com as recomendações do fabricante:

- Grupos I e II (Transbond XT—3M/Unitek, Monrovia, California, USA): Condicionamento ácido do esmalte utilizando-se ácido fosfórico a 37% (3M ESPE) por 30 s, seguido de lavagem com jato ar/água por 15 s e secagem por 15 s; aplicação de uma fina camada de adesivo com microbrush (Vigodent SA, Rio de Janeiro, RJ, Brasil) polimerização por 10 s e aplicação da resina na base do braquete e fixação à superfície vestibular com auxílio de pinça específica para colagem, seguida de posicionador adaptado a um tensiômetro com aplicação de 400 g de força (BORGATO, 2014). Os excessos de resina foram removidos com sonda exploradora nº 5, com auxílio de lupa de cabeça com aumento de 3,5 vezes (Bio-art Equipamentos Odontológicos Ltda, São Carlos, SP, Brasil). Em seguida, foi feita a polimerização utilizando fotopolimerizador Curing Light XL, modelo 5518AA (3M Canada, London, Ontario, Canadá) por 10 segundos em cada superfície (cervical, oclusal, mesial e distal).
- Grupos III e IV (Fuji Ortho LC – GC America, Alsip, Illinois, USA): Condicionamento ácido do esmalte utilizando-se ácido poliacrílico a 20% (GC Cavity Conditioner– GC America, Alsip, Illinois, USA) por 10 s, seguido de lavagem com água e secagem suave, mantendo a superfície do esmalte úmida para fixação do braquete com o mesmo dispositivo utilizado para a colagem com resina, mantendo uma força de 400 g. Os excessos de ionômero também foram removidos com sonda exploradora nº 5 e lupa e, em seguida, foi feita a polimerização com fotopolimerizador por 10 s em cada superfície (cervical, oclusal, mesial e distal).

Os braquetes utilizados no presente trabalho foram de incisivo central superior, prescrição Edgewise slot 0,022”, referência 10.30.201 (Dental Morelli Ltda, Sorocaba, SP, Brasil), com área de base para colagem de 14,8 mm².

4.5. CONFECÇÃO DOS CORPOS DE PROVA

Posteriormente, os dentes com os braquetes colados foram incluídos em bloco de pvc cilíndrico de ¾ de polegada (Tigre, Joinville, SC, Brasil), cortados com 3cm de altura. No interior do bloco de pvc, foram confeccionadas retenções com

broca esférica para aumentar a retenção da resina acrílica, a qual preencheu o interior do bloco. Para a correta aplicação da força pela lâmina da máquina de teste, os braquetes precisaram estar dispostos perpendicularmente ao solo. Para isto, um dispositivo especialmente desenvolvido para obter a padronização desta posição foi confeccionado, utilizando um fio retangular de aço de calibre 0,021" X 0,025" para a fixação dos dentes, presos pelo braquete ao fio utilizando ligadura metálica com fio de amarrilho 0,010", conforme mostrado na figura 2. O uso do braquete Edgewise (sem torque e sem angulação) amarrado em um fio retangular de máximo calibre serviu para padronizar a posição que os braquetes ficariam na máquina de cisalhamento, evitando assim possíveis diferenças de posicionamento que pudessem interferir nos resultados obtidos.

Com o conjunto dente-braquete fixado ao dispositivo, a resina acrílica de polimerização rápida (Clássico, São Paulo, Brasil) foi vertida, preenchendo o cilindro de pvc, na fase fibrilar de polimerização. Durante tal fase, a resina acrílica possui a consistência adequada para inserção no cilindro. Durante a polimerização da resina, todo o conjunto foi mantido dentro de água, para evitar o aquecimento do dente.

Figura 2 – Dispositivo confeccionado para posicionamento padronizado do braquete.

Após a completa presa da resina acrílica, o braquete foi solto do fio retangular cortando-se o amarrilho com alicate de corte de amarrilho, desencaixando-se assim do dispositivo de fixação, resultando no corpo de prova concluído.

4.6. ENSAIO MECÂNICO DE CISALHAMENTO

Para o teste de cisalhamento, os espécimes foram posicionados em um dispositivo idealizado por Faria; Mondelli (1998) e adaptados à base inferior de uma máquina de ensaios universal (Máquina de Ensaios KRATOS, modelo K2000 mp, Kratos equipamentos industriais Ltda, SP, Brasil). Uma ponta de aço inoxidável biselada com 10 mm de altura e 1mm de largura da ponta ativa foi fixada à célula de carga nº 2 (50Kgf) acoplada à máquina de ensaios, posicionada e acoplada à haleta do braquete para testar a interface de união entre braquete e esmalte (figura 3). A máquina foi ativada a uma velocidade de 0,5mm/min no sentido de compressão, desenvolvendo assim a força de cisalhamento na interface braquete/esmalte até o momento da fratura ou ruptura da união adesiva. Os valores foram registrados em Newtons diretamente na máquina de ensaios e, posteriormente convertidos em Megapascal, dividindo-se a força em Newtons obtida durante o teste pela área da base do braquete (14,8 mm²).

Figura 3 – Ponta de aço inoxidável posicionada na máquina universal para teste de cisalhamento.

Os espécimes foram testados 24 horas após a colagem, sendo mantidos neste período em saliva artificial.

4.7. AVALIAÇÃO DO ÍNDICE DE REMANESCENTE ADESIVO (IRA)

Após os procedimentos de descolagem pelo ensaio de cisalhamento, o índice de remanescente adesivo (IRA) no esmalte foi avaliado por meio de lupa estereoscópica com magnificação de 8X. A quantidade de resina remanescente foi qualitativamente avaliada segundo os escores utilizados por Artun e Bergland (1984) e modificado por Lalani et al. (1999), da seguinte maneira (Figura 4):

- Escore 0 - nenhuma quantidade de adesivo aderido ao dente;
- Escore 1 - menos da metade de adesivo aderido ao dente;
- Escore 2 - mais da metade de adesivo aderido ao dente;
- Escore 3 - todo o adesivo aderido ao dente e
- EF – Fratura de esmalte

Figura 4 – Índice de remanescente adesivo (IRA): A – Escore 0; B- Escore 1; C- Escore 2; D- Escore 3; E- Fratura de esmalte (EF).

Assim sendo, quando houve fratura de esmalte, tal dado fez parte da análise descritiva dos dados, no entanto os espécimes com tal alteração foram removidos da amostra e só foram considerados para a análise estatística os espécimes com escores 0, 1, 2 e 3.

4.8. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram analisados quanto a normalidade e homogeneidade pelos testes Kolmogorov-Smirnov e Shapiro-Wilk e considerados normais para os valores de resistência em Megapascal ($p=0,099$) e não normais para o índice de remanescente adesivo ($p<0,05$). À partir dessa avaliação, os dados de resistência foram submetidos a Análise de Variância a dois critérios, seguida do Teste de Tukey. Já os valores do índice de remanescente adesivo por serem variáveis qualitativas nominais, os dados foram avaliados pelo teste de Mann-Whitney. Em ambos os casos, o nível de significância adotado foi de 5%.

5 Resultados

5 RESULTADOS

5.1. AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA AO CISALHAMENTO

Os valores de resistência, em Megapascal, obtidos para os grupos em estudo estão agrupados na tabela 6. O grupo resina/erosão apresentou a maior média de resistência ao cisalhamento (15,79 $\pm$ 4,41), seguida pelo grupo resina/hígido (15,25 $\pm$ 3,72). No entanto, não houve diferença estatisticamente significativa entre estes grupos, indicando que a condição do esmalte (erodido ou hígido) não influenciou na resistência ao cisalhamento dos grupos colados com a resina Transbond XT ($p > 0,05$).

O grupo ionômero/erosão apresentou média ligeiramente superior (11,26 $\pm$ 3,70) ao grupo ionômero/hígido (10,70 $\pm$ 3,73), porém, também sem diferença estatisticamente significativa. Portanto, a colagem de braquetes com o ionômero de vidro também não sofreu influência da condição do esmalte (erodido ou hígido) ($p > 0,05$).

Quanto à comparação do material de colagem utilizado, os grupos que utilizaram a resina Transbond XT obtiveram médias superiores às obtidas pelos grupos que utilizaram o ionômero Fuji Ortho LC, denotando uma superioridade da resina na resistência ao cisalhamento ($p < 0,05$).

Tabela 6 – Valores médios, desvios-padrão, mínimos e máximos dos grupos testados, expressos em Megapascal.

	Média	Desvio-Padrão	Mínimo	Máximo
Resina – Erosão	15,79 _a	4,41	9,36	24,93
Resina – Hígido	15,25 _a	3,72	8,25	21,04
Ionômero – Erosão	11,26 _b	3,70	3,00	17,31
Ionômero – Hígido	10,70 _b	3,73	4,62	18,02

Letras diferentes indicam diferenças estatisticamente significantes a 5% (ANOVA a dois critérios e teste de Tukey)

5.2. AVALIAÇÃO DO ÍNDICE DE REMANESCENTE ADESIVO (IRA)

Após a descolagem dos braquetes, a superfície do esmalte foi avaliada para verificação do remanescente de adesivo. A frequência dos escores encontra-se na tabela 7 e no gráfico 1. O grupo resina/hígido apresentou 4 casos de fratura de esmalte, portanto a avaliação estatística do índice IRA contou com 36 amostras neste grupo.

Tabela 7 – Frequência percentual dos escores do Índice de Remanescente Adesivo (IRA) entre os grupos de estudo.

	IRA n(%)				EF
	0	1	2	3	
Resina Erosão (n=40)	9(22,5)	10(25,0)	12(30,0)	9(22,5)	0
Resina Hígido (n=40)	14(35,0)	13(32,5)	3(7,5)	6(15,0)	4 (10,0)
Ionômero Erosão (n=40)	3(7,5)	4(10,0)	23(57,5)	10(25,0)	0
Ionômero hígido (n=40)	14(35,0)	11(27,5)	10(25,0)	5(12,5)	0

0=sem material adesivo aderido ao dente; 1= menos de 50% de adesivo aderido ao dente; 2= mais de 50% de adesivo aderido ao dente; 3= todo adesivo aderido ao dente; EF= fratura de esmalte

Gráfico 1 – Frequência percentual dos escores de IRA entre os diferentes grupos.

Os grupos com esmalte erodido tiveram valores mais altos para o IRA, evidenciando uma maior quantidade de material remanescente no esmalte. No grupo ionômero-erosão, 82,5% da amostra ficou com escores 2 ou 3, e no grupo resina/erosão 52,5%. Já no grupo ionômero-hígido, apenas 37,5% da amostra obteve escores 2 e 3, e no grupo resina-hígido, apenas 22,5% tiveram escores 2 e 3. Neste grupo, em especial, ocorreram 4 fraturas de esmalte, representando 10% dos casos deste grupo. O teste U de Mann-Whitney identificou diferenças quanto à condição do esmalte (erodido e hígido) quando feita a comparação separada por material (Gráficos 2 e 3). Quando a comparação foi feita em relação à condição do esmalte, houve diferença entre o ionômero e a resina nos grupos com erosão (Gráfico 4), porém sem diferenças entre os grupos hígidos (Gráfico 5).

Gráfico 2 – Comparação entre os valores do IRA entre os grupos de ionômero erodido e hígido ($p < 0,001$).

Gráfico 3 – Comparação entre os valores do IRA entre os grupos de resina erodido e hígido ($p=0,044$).

Gráfico 4 – Comparação entre os valores do IRA entre os grupos de esmalte erodido com ionômero e resina ($p=0,043$).

Gráfico 5 – Comparação entre os valores do IRA entre os grupos de esmalte hígido com ionômero e resina ($p=0,563$).

6 Discussão

6 DISCUSSÃO

O presente trabalho utilizou incisivos bovinos para a realização deste experimento. A opção por este tipo de dente se deu pela facilidade de obtenção de uma amostra grande com maior homogeneidade quanto à idade dos dentes extraídos (animais com menos de 5 anos de idade) e que tinham um tempo de aproximadamente 1 mês após a extração (ABNT, 2014). Estudos comparando a utilização de dentes bovinos e humanos demonstraram que os incisivos bovinos são substitutos adequados para ensaios de adesão ao esmalte, tanto para avaliação da resistência, em megapascal, quanto para avaliação do índice de remanescente de adesivo (REIS et al., 2004; ROMANO et al., 2004).

Ao estudar a adesão sobre o esmalte erodido em relação ao esmalte hígido, buscou-se eliminar qualquer viés que pudesse influenciar nesta comparação. Os estudos envolvendo resistência ao cisalhamento têm como característica apresentar um alto desvio padrão nos valores de resistência ao cisalhamento (ABNT, 2014). Para que o desvio-padrão pudesse ser o menor possível, buscou-se padronizar ao máximo a técnica para obtenção dos corpos de prova. Esta padronização foi feita durante a colagem dos acessórios, que contou com a utilização de um tensiômetro adaptado a um posicionador de colagem para padronizar uma força de 400 g (BORGATO, 2014) durante o posicionamento do braquete ao dente. Além disso, a posição que os corpos de prova ficariam na máquina de ensaio foi padronizada no momento da inclusão do dente ao bloco de pvc cilíndrico. Isto foi feito por meio da utilização de um fio retangular de calibre 0,021"X0,025" adaptado a um dispositivo que o mantinha paralelo ao solo. O braquete então era amarrado ao fio utilizando amarrilho 0,010" para mantê-lo firmemente preso ao fio. A folga braquete/fio mínima neste sistema permitiu posicionar o braquete de maneira padronizada para todos os corpos de prova, eliminando possíveis variações de angulação e inclinação do braquete que pudessem alterar os valores obtidos na máquina de cisalhamento. Segundo Klocke; Kahl-Nieke (2006), as variações na angulação da lâmina de cisalhamento em relação à base do braquete interferem significativamente nos valores de resistência ao cisalhamento.

Além disso, a lâmina de cisalhamento, adaptada ao corpo do braquete, e não sobre a aleta, visou eliminar que a resultante da força de cisalhamento promovesse a deformação da aleta, antes de transmitir a força para a base do braquete e o material de colagem.

O desafio erosivo utilizado no presente trabalho envolveu 8 ciclos diários de 10 min em Coca-Cola durante 5 dias, totalizando 400 min de desafio erosivo. No único trabalho que avaliou a influência da condição do esmalte para a colagem de braquetes (COSTENOBLE et al. 2016), o desafio erosivo foi de apenas 15 min. Nos trabalhos revisados que envolveram ciclagem erosiva após a colagem dos braquetes, a quantidade total de imersão em substância erosiva variou de 675 min (NAVARRO et al., 2011) a 1350 min (ONCAG; TUNCER; TOSUN, 2005, ULUSOY; MÜJDECI; GÖKAY, 2009; KHODA et al., 2012; HAMMAD; ENAN, 2013). Um foi realizado *in vivo* (HAMMAD; ENAN, 2013), outro realizou avaliação *in vivo* e *in vitro* (ONCAG; TUNCER; TOSUN, 2005) e os demais avaliaram apenas *in vitro* (ULUSOY; MÜJDECI; GÖKAY, 2009; NAVARRO et al., 2011; KHODA et al., 2012). Destes, apenas um utilizou água destilada entre as imersões erosivas (ULUSOY; MÜJDECI; GÖKAY, 2009), todos os demais utilizaram saliva artificial. A diferença entre este estudo e os demais avaliados é de que neste estudo a ciclagem diária (80min) foi muito superior aos demais trabalhos (15 a 45 min), permitindo um ciclo mais rápido (5 dias) para criar um efeito erosivo bastante significativo no esmalte (figura 1). Além disso, os trabalhos revisados, pensaram em um tempo de ciclagem que simulasse, em parte, o tempo de um tratamento ortodôntico. No presente trabalho, a ciclagem erosiva teve a função de apenas simular uma lesão de erosão que pudesse passar despercebida pelo clínico antes do início do tratamento. Além disso, quando se fala em lesão de erosão deve-se ter em mente que perde-se estrutura de esmalte e a que permanece se apresenta amolecida (GANSS; LUSSI; SCHLUETER, 2014). Assim sendo, o que poderia influenciar na adesão de braquetes é exatamente a característica superficial do esmalte remanescente, não importando o quanto de esmalte foi perdido. Logo, no presente estudo o tempo de ciclagem não influenciou os resultados, pois segundo Rakhmatullina et al. (2011), após um desafio extenso (maior que 15 minutos) o esmalte apresenta um valor constante de amolecimento.

A comparação dos resultados da resistência à descolagem de braquetes quanto à condição de esmalte não evidenciaram diferença entre o esmalte hígido e

erodido. Na comparação utilizando a resina Transbond XT, o esmalte hígido teve resistência média de $15,25 \pm 3,72$ contra $15,79 \pm 4,41$ do esmalte erodido, sem diferença estatisticamente significativa. Da mesma forma, o ionômero de vidro modificado Fuji Ortho LC colado ao esmalte hígido apresentou valores de resistência de $10,70 \pm 3,73$ contra $11,26 \pm 3,70$ do esmalte erodido, novamente sem diferença estatística entre os grupos. No trabalho de Costenoble et al. (2016), com o uso de resina também não foi encontrada diferença estatisticamente significativa entre o esmalte hígido e erodido ($21,1 \pm 7,8$ e $26,2 \pm 8,6$, respectivamente), apesar dos valores médios para o esmalte erodido terem sido superiores. A explicação para este resultado encontra subsídio na avaliação das características do esmalte na presença de desmineralização erosiva. Ganss; Lussi; Schlueter (2014) descrevem o esmalte erodido como uma superfície rugosa e irregular, semelhante ao padrão de condicionamento ácido utilizado na Odontologia para aumentar a adesão dos materiais restauradores. Portanto, a ciclagem erosiva pode ter potencializado o efeito dos ácidos fosfórico e poliacrílico, utilizados neste experimento para condicionar o esmalte que foram submetidos à colagem com resina e ionômero, respectivamente.

A profilaxia realizada neste estudo utilizou escova de Robson com pasta à base de pedra-pomes e água por 15 s, sendo em seguida lavado o esmalte com água destilada por 10 s. No esmalte erodido, este procedimento provavelmente removeu a superfície desmineralizada e amolecida. No entanto, mesmo após esforços físicos como a profilaxia ou escovação, estudos demonstram a permanência de uma estrutura de esmalte semelhante ao esmalte condicionado (KUROIWA; KODAKA; ABE, 1994; RIOS et al., 2008). Wang; Lu (1991) relatam que quando o ácido fosfórico é aplicado por mais de 60 s, a estrutura dos prismas de esmalte é enfraquecida, e isto afeta negativamente a capacidade de adesão. No presente trabalho, a utilização do ácido mais forte (fosfórico a 37%) por 30 s em um esmalte já erodido não alterou a resistência ao cisalhamento. No trabalho de Costenoble et al. (2016), não há menção quanto a realização de profilaxia após o desafio erosivo, apenas um período de 30 min em saliva humana para remineralização, que poderia ter remineralizado a superfície amolecida, uma vez que o desafio erosivo utilizado neste trabalho foi de apenas 15 min. No trabalho de Mendonça (2015) foi encontrada uma recuperação de 20% da dureza quando o

esmalte previamente erodido com ácido clorídrico 0,01 M por 30 segundos foi submetido a ação salivar *in situ* por 30 minutos.

Quando o quesito erosão é investigado em relação à resistência de colagem, o desafio erosivo é realizado após a colagem dos braquetes, simulando o efeito que a erosão no esmalte teria durante um tratamento ortodôntico. Em dois estudos, houve uma diminuição significativa dos valores de resistência ao cisalhamento nos grupos submetidos à erosão (ONCAG; TUNCER; TOSUN, 2005; ULUSOY; MÜJDECI; GÖKAY, 2009). Os autores concluem que a ingestão de refrigerantes ácidos tem um potencial negativo sobre a resistência dos braquetes.

Contrariamente, os trabalhos de Navarro et al. (2011) e Khoda et al. (2012) não identificaram diferenças quanto à resistência ao cisalhamento entre os grupos hígido e erodido. Porém, no trabalho de Navarro et al. (2011), a avaliação de microinfiltração por meio de microscopia evidenciou maior quantidade de infiltração nos grupos submetidos à erosão, além de identificar perdas de material adesivo e erosão no esmalte. Já o trabalho de Hammad; Enan (2013) não utilizou um grupo controle sem erosão, apenas investigou a influência que a utilização do infiltrante Icon teria em colagens submetidas a desafios erosivos. Em seus resultados, o grupo com Icon melhorou a resistência de adesão dos braquetes aos dentes, independente do refrigerante testado (Coca-Cola e Sprite). Nestes trabalhos, três utilizaram como agente adesivo a resina Transbond XT (ULUSOY; MÜJDECI; GÖKAY, 2009; NAVARRO et al., 2011; HAMMAD; ENAN, 2013) um utilizou a resina quimicamente ativada Unite (KHODA et al., 2012) e um não especificou a resina, mencionando apenas o fabricante: 3M Unitek (ONCAG; TUNCER; TOSUN, 2005).

Na comparação entre os diferentes adesivos, a resina Transbond XT foi superior tanto no esmalte hígido ($15,25 \pm 3,72$), como no erodido ($15,79 \pm 4,41$) em relação aos valores obtidos pelo ionômero Fuji Ortho LC em esmalte hígido ($10,70 \pm 3,73$) e erodido ($11,26 \pm 3,70$). Essa superioridade da resina em relação ao ionômero é encontrada na maioria dos trabalhos (RIX; FOLEY; MAMANDRAS, 2001; FIDALGO et al., 2012; PEREIRA et al., 2013; YASSAEI et al., 2014; RICHTER; JOST-BRINKMANN, 2015). Os resultados obtidos neste estudo para a resina Transbond XT em esmalte hígido ($15,25 \pm 3,72$) foram semelhantes aos de Pereira et al. (2013), inferiores aos estudos de Rix; Foley; Mamandras (2001) e Yassaei et al. (2014) e superiores aos de Fidalgo et al. (2012), porém neste último estudo houve ciclagem de pH para deixar o esmalte desmineralizado (tabela 8).

Os valores de resistência para o ionômero de vidro Fuji Ortho LC obtidos no presente estudo para esmalte hígido ($10,70 \pm 3,73$) foram superiores aos obtidos por Fidalgo et al. (2012), Pereira et al. (2013) e Yassaei et al. (2014), porém inferiores aos obtidos por Rix; Foley; Mamandras (2001). Em relação ao ionômero de vidro, apesar dos valores obtidos serem sempre inferiores aos da resina Transbond, eles estão dentro de valores aceitáveis para uso clínico, que segundo Reynolds (1975) devem estar entre 5,8 e 7,8MPa. A baixa aceitação clínica do Fuji Ortho LC para colagens se deve à formulação das porções que, para colagens ortodônticas, devido à pequena quantidade utilizada em cada braquete é suficiente para colagens de 8 a 10 braquetes. No entanto, dificilmente consegue-se, pelo tempo de presa do material (deve ser colado enquanto o ionômero estiver com brilho), colar mais do que 4 ou 5 braquetes. Neste estudo, cada porção manipulada do ionômero colou 4 braquetes. O restante do material de cada porção foi descartado por não estar mais em condições adequadas para colagem.

Tabela 8: Comparação dos valores de resistência ao cisalhamento encontrados na literatura com o presente estudo.

	Transbond XT		Fuji Ortho LC	
	Ácido Condicionador	Média (DP)	Ácido Condicionador	Média (DP)
Rix; Foley; Mamandras (2001)	Fosfórico 37% (30s)	20,19(4,71)	Poliacrílico 10% (20s)	13,57(4,91)
Fidalgo et al. (2012) *ciclagem de pH	Fosfórico 37% (30s)	10,07(3,04)	Fosfórico 37% (30s)	5,40(3,44)
Pereira et al. (2013)	Fosfórico 35% (30s)	17,08(6,39)	Poliacrílico 10% (20s)	8,60(5,29)
Yassaei et al. (2014)	Fosfórico 37% (30s)	20,03(4,44)	Poliacrílico 10% (20s)	6,63(3,44)
Richter; Jost-Brinkmann (2015)	Fosfórico 35% (15s)	26,24 (mediana)	Poliacrílico 10% (20s)	12,88 (mediana)
Presente estudo (2015)	Fosfórico 37% (30s)	15,25(3,72)	Poliacrílico 20% (20s)	10,70(3,73)

A avaliação do índice de remanescente adesivo permitiu avaliar a localização das falhas durante a descolagem. As maiores frequências de escores 2 e 3 nos grupos colados em esmalte erodido (tanto com ionômero quanto resina) apontam que a adesão a este tipo de esmalte foi maior quando comparados ao

esmalte hígido. Particularmente em relação à resina, a comparação entre os grupos erodido e hígido identificou uma alteração significativa ($p=0,044$). O trabalho de Lenzi et al. (2013) suporta esses resultados, tendo encontrado uma maior resistência ao cisalhamento na adesão ao esmalte erodido quando um sistema resinoso foi utilizado. A explicação para este achado é que o desafio erosivo potencializa os efeitos do condicionamento ácido, promovendo maior penetração do adesivo, aumentando a adesão micromecânica. No entanto, a resistência em MPa acabou não sendo alterada de maneira significativa, uma vez que apenas a adesão ao esmalte foi melhorada, mas a adesão entre resina e base do braquete não foi modificada e, portanto, o grupo resina-erosão apresentou uma maior quantidade de fraturas nesta interface. Contrariamente, Casas-Apayco et al. (2014) encontraram menor força de adesão nos grupos com erosão. No entanto, diferenças metodológicas podem explicar tal diferença: no estudo de Casas-Apayco et al. (2014), a superfície do esmalte foi planificada e polida, e o desafio erosivo total foi de 3 min apenas; já no presente estudo, a superfície do esmalte bovino não foi nem planificada e nem polida, e o desafio erosivo total foi de 400 min. Uma superfície mais irregular, sendo submetida a um grande desafio erosivo pode ter tornado a superfície do esmalte ainda mais irregular, o que beneficiaria a adesão tanto da resina quanto do ionômero. Teoricamente, como a erosão aumenta a retenção micromecânica, isto deveria beneficiar principalmente a resina. Além disso, o teste de adesão utilizado por Casas-Apayco et al. (2014) foi de tensão e não de cisalhamento como no presente estudo.

No caso do ionômero, a comparação entre o esmalte hígido e erodido também evidenciou uma maior adesão ao esmalte com erosão ($p<0,001$). A explicação para esta maior adesão é difícil, uma vez que a adesão do ionômero ao esmalte é química, por meio da união dos radicais carboxílicos do ionômero ao cálcio presente no esmalte. No trabalho de Lenzi et al. (2013), não houve diferença de adesão entre esmalte hígido e erodido nos grupos que utilizaram ionômero. Uma possível explicação para essa diferença é que no trabalho de Lenzi et al. (2013), o esmalte foi planificado e o desafio erosivo teve uma influência pequena na alteração da topografia do esmalte. No presente estudo, como o esmalte não foi planificado, a própria rugosidade natural do esmalte bovino, associado ao desafio erosivo mais significativo (400 min no presente estudo contra 105 min no trabalho de Lenzi et al. (2013)) pode ter criado uma configuração superficial ao esmalte que pode ter

associado uma adesão mecânica à adesão química convencional do ionômero de vidro. No entanto, assim como na resina, este aumento de adesão ao esmalte não foi suficiente para melhorar de maneira significativa a resistência ao cisalhamento. Novamente aqui, a interface ionômero/braquete não foi modificada e as fraturas tenderam a acontecer nesta interface (82,5% dos casos no grupo ionômero-erosão obtiveram escores 2 e 3).

A comparação entre os materiais (ionômero e resina) no esmalte erodido revelou uma maior adesão do ionômero em relação à resina ($p=0,043$). Estes dados diferem dos demais encontrados na literatura, onde a resina sempre apresentou maior porcentagem de remanescente no esmalte (RIX; FOLEY; MAMANDRAS, 2001, PEREIRA et al, 2013; YASSAEI et al, 2014; RICHTER; JOST-BRINKMANN, 2015). Esta é até uma indicação para a utilização do Fuji Ortho LC para reduzir os riscos de danos ao esmalte durante a remoção (YASSAEI et al, 2014). Entretanto, como a média de cisalhamento do grupo resina erosão ($15,79 \pm 4,41$) foi estatisticamente superior ao grupo ionômero erosão ($11,26 \pm 3,70$), a afirmação de que a adesão do ionômero foi maior que da resina não pode ser feita pela avaliação do IRA.

Já a comparação entre os materiais no esmalte hígido não indicou diferenças estatisticamente significantes no IRA pelo teste Mann-Whitney ($p=0,563$), apesar de o ionômero ter apresentado maior concentração de escores 2 e 3 que a resina. Novamente neste caso, a comparação direta dos valores de IRA não pode ser feita para verificar qual material teve maior adesão, pois a média do grupo resina hígido ($15,25 \pm 3,72$) foi estatisticamente superior em relação ao grupo ionômero hígido ($10,70 \pm 3,73$).

Um dos riscos associados à descolagem de braquetes é a ocorrência de fraturas. Isto se dá quando a força de adesão da resina ao esmalte e ao braquete são muito elevadas, ou quando o esmalte está com trincas que possam enfraquec-lo (ZACHRISSON; SKOGAN; SVEN, 1980). Segundo Retief (1974), a força mínima de descolagem que pode ocasionar uma fratura de esmalte é de 9,7MPa. No presente trabalho, ocorreram 4(%) casos de fraturas de esmalte, e todas pertenceram ao grupo resina-hígido. As forças de cisalhamento destes casos variaram de 16,63MPa a 18,02MPa. Rix; Foley; Mamandras (2001) relataram um índice de 57,5% de fraturas para a Transbond XT e de 16,5% para o Fuji Ortho LC.

Tendo em vista os resultados do presente estudo e os dados presente na literatura pode-se considerar que a presença de erosão no esmalte não interfere negativamente na adesão dos braquetes ortodônticos colados ao esmalte com resina composta ou cimento de ionômero de vidro. No entanto, o impacto da ocorrência de erosão após a colagem, na manutenção dos braquetes, apresentam resultados contraditórios, havendo a necessidade de realização de mais estudos com metodologias mais próximas à situação clínica.

7 Conclusões

7 CONCLUSÕES

Após a análise dos resultados obtidos nas condições experimentais deste trabalho *in vitro* pode-se concluir que a presença da lesão de erosão não interfere na resistência ao cisalhamento de braquetes colados ao esmalte tanto com resina quanto com cimento de ionômero de vidro, sendo a resistência ao cisalhamento da resina maior que do ionômero. No entanto, independentemente do material de colagem, o índice de remanescente adesivo evidenciou uma maior adesão ao esmalte com erosão. Assim sendo as hipóteses nulas 1 e 2 foram rejeitadas e as hipóteses 3 e 4 foram parcialmente aceitas, pois a resistência ao cisalhamento não foi diferente, mas o índice de adesivo remanescente indicou maior adesão dos materiais ao esmalte erodido.

Referências

REFERÊNCIAS

- Antonucci JM, McKinney JE, Stansbury JW. Resin-modified glass ionomer cement. US patent application 7-160 856; 1988.
- Artun J, Bergland S. Clinical trials with crystal growth conditioning as an alternative to acid-etch enamel pretreatment. *Am J Orthod Dentofac*. 1984;85(4):333-340.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas ISO/TS 11405. Materiais dentários – Ensaio de adesão à estrutura dental. 1ª ed. Rio de Janeiro: ABNT; 2014.
- Bartlett DW, Evans DF, Anggiansah A & Smith BG (1996) A study of the association between gastro-esophageal reflux and palatal dental erosion. *Br Dent J* 181(4) 125-131.
- Bishara S E, Oonsombat C, Ajlouni R, Denehy G. The effect of saliva contamination on the shear bond strength of orthodontic brackets when using a self-etching primer. *Angle Orthodontist*. 2002;72:554–557.
- Borgato GB. Resistência adesiva de braquetes autoligados comparados ao convencional [dissertação]. Campo Grande (MS): Faculdade de Odontologia “Prof. Albino Coimbra Filho”, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul; 2014.
- Buonocore MG. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *J Dent Res* 1955;34:849–53.
- Carvalho TS, Colon P, Ganss C, Huysmans MC, Lussi A, Schlueter N, Schmalz G, Shellis RP, Tveit AB, Wiegand A. Consensus report of the European Federation of Conservative Dentistry: erosive tooth wear - diagnosis and management. *Clin Oral Investig*. 2015;19(7):1557-61.
- Casas-Apayco LC, Dreibi VM, Hipólito AC, Graeff MSZ, Rios D, Magalhães AC, Buzalaf MAR, Wang L. Erosive cola-based drinks affect the bonding to enamel surface: an *in vitro* study. *J Appl Oral Sci*. 2014;22(5):434-41.
- Costenoble A, Vennat E, Attal JP, Dursun E. Bond strength and interfacial morphology of orthodontic brackets bonded to eroded enamel treated with calcium silicate-sodium phosphate salts or resin infiltration. *Angle Orthod*. 2016; (In-Press).
- Faria EM, Mondelli J. Influência dos pinos dentinários na resistência adesiva de restaurações em dentes anteriores fraturados [Master Thesis]. [Bauru]: Faculdade de Odontologia de Bauru; 1998. 78p.
- Fidalgo TKS, Pithon MM, Santos RL, Alencar NA, Abrahão AC, Maia LC. Influence of topical fluoride application on mechanical properties of orthodontic bonding materials under pH cycling. *Angle Orthod*. 2012;82(6):1071-7.

Francisconi LF, Honório HM, Rios D, Magalhães AC, Machado MAAM, Buzalaf MAR. Effect of erosive pH cycling on different restorative materials and on enamel restored with these materials. *Oper Dent*. 2008;33:203-208.

Ganss C, Lussi A, Schlueter N. The histological features and physical properties of eroded dental hard tissues. In: Lussi A, Ganss C (eds). *Erosive tooth wear*. Monogr Oral Sci. 2014;25:99-107.

Hammad SM, Enan ET. In vivo effects of two acidic soft drinks on shear bond strength of metal orthodontic brackets with and without resin infiltration treatment. *Angle Orthod*. 2013; 83: 648–652.

Huysmans, M.C.; Chew, H.P.; Ellwood, R.P. Clinical studies of dental erosion and erosive wear. *Caries Res.*, v. 45, suppl 1, p. 60-8, 2011.

Jaeggi T, Lussi A. Prevalence, incidence and distribution of erosion. *Monogr Oral Sci*. 2014;25:55-73.

Jung MH. Survival analysis of brackets and tubes: A twelve-month assessment. *Angle Orthod* 2014; 84: 1034-40.

Khoda MO, Heravi F, Shafaei H, Mollahassani H. The effect of different soft drinks on the shear bond strength of orthodontic brackets. *J Dent*. 2012; 9(2): 145-9.

Klimek J, Hellwig E, Ahrens G. Fluoride taken up by plaque, by the underlying enamel and by clean enamel from three fluoride compounds in vitro. *Caries Res*. 1982;16(2):156-61.

Klocke A, Kahl-Nieke B. Effect of debonding force direction on orthodontic shear bond strength. *Am J Orthod Dentofac*. 2006;129:261-5.

Lalani N, Foley TF, Voth R, Banting D, Mamandras AH. Polymerization with the argon laser: curing time and shear bond strength. *Angle Orthod*. 1999;69:525-34.

Lenzi T, Hesse D, Guglielmi C, Anacleto K, Raggio DP. Shear bond strength of two adhesive materials to eroded enamel. *J Contemp Dent Pract*. 2013;14:700–703.

Lussi A, Hellwig E, Zero D, Jaeggi T. Erosive tooth wear: diagnosis, risk factors and prevention. *Am J Dent*. 2006;19(6):319-25.

Lussi A, Ganss C (eds). *Erosive tooth wear*. Monogr Oral Sci. Basel, Karger, 2014;25:99-107.

Lussi A, Ganss C (eds). *Erosive tooth wear*. Monogr Oral Sci. Basel, Karger, 2014b;25:143-54.

Magalhães AC, Wiegand A, Rios D, Honório HM, Buzalaf MA. Insights into preventive measures for dental erosion. *J Appl Oral Sci*. 2009;17(2):75-86.

Mandall NA, Hickman J, Macfarlane TV, Mattick RCR, Millett DT, Worthington HV.

Adhesives for fixed orthodontic brackets. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2003, Issue 2. Art. No.: CD002282. DOI: 10.1002/14651858.CD002282.

Margaritis V, Nunn J. Challenges in assessing erosive tooth wear. *Monogr Oral Sci.* 2014;25:46-54.

Mendonça FL. Remineralização e desmineralização erosiva do esmalte considerando diferentes tempos de ação salivar e dispositivos intrabucais – estudo in situ [dissertação]. Bauru (SP): Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo; 2015.

Montasser MA, Taha M. Effect of enamel protective agents on shear bond strength of orthodontic brackets. *Progress in Orthodontics.* 2014;15:34.

Navarro R, Vicente A, Ortiz AJ, Bravo LA. The effects of two soft drinks on bond strength, bracket microleakage, and adhesive remnant on intact and sealed enamel. *Eur J Orthodont.* 2011;33:60-5.

Newman GV. Epoxy adhesives for orthodontic attachments: Progress report. *Am J Orthod* 1965;51(12):901–12.

O'Brien KD, Read MJ, Sandison RJ, Roberts CT. A visible light-activated direct-bonding material: an in vivo comparative study. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 1989;95(4):348-51.

Oncag G, Tuncer AV, Tosun YS. Acidic soft drinks effects on the shear bond strength of orthodontic brackets and a scanning electron microscopy evaluation of the enamel. *Angle Orthod.* 2005;75:247–253.

Pereira TBJ, Jansen WC, Pithon MM, Souki BQ, Tanaka OM, Oliveira DD. Effects of enamel deproteinization on bracket bonding with conventional and resin-modified glass ionomer cements. *Eur J Orthodont.* 2013;35:442-6.

Rakhmatullina E, Bossen A Höschele C, Wang X, Beyeler B, Meier C, Lussi A. Application of the specular and diffuse reflection analysis for *in vitro* diagnostics of dental erosion: correlation with enamel softening, roughness, and calcium release. *J Biomed Opt.* 2011;16(10):107002-1-12.

Rastelli MR, Coelho U, Jimenez EEO. Avaliação da resistência ao cisalhamento de braquetes colados com resinas ortodônticas fluoretadas. *Dental Press J Orthod.* 2010 May-June;15(3):106-13.

Reis AF, Giannini M, Kavaguchi A, Soares CJ, Line SRP. Comparison of microtensile bond strength to enamel and dentin of human, bovine, and porcine teeth. *J Adhes Dent.* 2004;6:117-21.

Reis A, Santos JE, Loguercio AD, Bauer JRO. Eighteen-month bracket survival rate: conventional versus self-etch adhesive. *Eur J Orthod.* 2008 Feb;30(1):94-9.

Retief DH. Failure at the dental adhesive–etched enamel interface. *J Oral Rehabil.* 1974;1:265–84.

- Reynolds IR. A review of direct orthodontic bonding. *Br J Orthod*. 1975;2:171–8.
- Richter C, Jost-Brinkmann PG. Shear bond strength of different adhesives tested in accordance with DIN 13990-1/-2 and using various methods of enamel conditioning. *J Orofac Orthop*. 2015;76(2):175-87.
- Rios D, Honório HM, Magalhães AC, Buzalaf MA, Palma-Dibb RG, Machado MA, da Silva SM. Influence of tooth brushing on enamel softening and abrasive wear of eroded bovine enamel: an in situ study. *Braz Oral Res*. 2006a Apr-Jun;20(2):148-54.
- Rios D, Honório HM, Magalhães AC, Delbem AC, Machado MA, Silva SM, Buzalaf MA. Effect of salivary stimulation on erosion of human and bovine enamel subjected or not to subsequent abrasion: an in situ/ex vivo study. *Caries Res*. 2006b;40(3):218-23.
- Rios D, Honório HM, Francisconi LF, Magalhães AC, Machado MAAM, Buzalaf MAR. In situ effect of an erosive challenge on different restorative materials and on enamel adjacent to these materials. *J Dent*. 2008;36:152-157.
- Rios D, Magalhães AC, Machado MA, da Silva SM, Lizarelli R de F, Bagnato VS, et al. In vitro evaluation of enamel erosion after Nd:YAG laser irradiation and fluoride application. *Photomed Laser Surg*. 2009;27(5):743-7.
- Rix D, Foley TF, Mamandras A. Comparison of bond strength of three adhesives: Composite resin, hybrid GIC, and glass-filled GIC. *Am J Orthod Dentofac*. 2001;119(1):36-42.
- Romano FL, Tavares SW, Ramalli EL, Magnani MBBA, Nouer DF. Análise *in vitro* da resistência ao cisalhamento de braquetes metálicos colados em incisivos bovinos e humanos. *R Dental Press Ortodon Ortop Facial*. 2004; 9(6):63-9.
- Sadler JF A survey of some commercial adhesives: their possible application in clinical orthodontics. *Amer J Orthod*. 1958;44(1):65.
- Salas MMS, Nascimento GG, Huysmans MC, Demarco FF. Estimated prevalence of erosive tooth wear in permanent teeth of children and adolescents: An epidemiological systematic review and meta-regression analysis. *J Dent*. 2015;43(1):42-50.
- Shellis RP, Ganss C, Ren Y, Zero DT. Methodology and models in erosion research: discussion and conclusions. *Caries Res*. 2011;45(1):69-77.
- Shellis RP, Featherstone JD, Lussi A. Understanding the chemistry of dental erosion. *Monogr Oral Sci*. 2014;25:163-79.
- Silverman E, Cohen M, Demke R, Silverman M. A new light cure glass ionomer cement that bonds brackets to teeth without etching in the presence of saliva. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1995;108(3):231-6.
- Sunna S, Rock WP. Clinical performance of orthodontic brackets and adhesive systems: A randomized clinical trial. *Brit J Orthod*. 1998;25:283–7.

Ulusoy Ç, Müjdeci A, Gökay O. The effect of herbal teas on the shear bond strength of orthodontic brackets. *Eur J Orthod*. 2009; 31: 385-9.

Wang L, Casas-Apayco LC, Hipólito AC, Dreibi VM, Giacomini MC, Bim Júnior O, Rios D, Magalhães AC. Effect of simulated intraoral erosion and/or abrasion effects on etch-and-rinse bonding to enamel. *Am J Dent*. 2014;27(1):29-34.

Yassaei S, Davari A, Moghadam MG, Kamaei A. Comparison of shear bond strength of RMGI and composite resin for orthodontic bracket bonding. *J Dent*. 2014;11(3):282-9.

Zachrisson BU, Skogan O, Svein H. Enamel cracks in debonded, debanded and orthodontically untreated teeth. *Am J Orthod*. 1980;77:307–19.