

UNIVERSIDADE CEUMA-CEUMA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA

INFLUÊNCIA IN VITRO DO CLAREAMENTO DENTAL INTERNO NA ADESÃO
DE BRÁQUETES ORTODÔNTICOS UTILIZANDO DOIS TIPOS DE
SISTEMAS ADESIVOS

Hianna Oliveira Fernandes

São Luis-MA

2012

UNIVERSIDADE CEUMA-CEUMA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA

**INFLUÊNCIA IN VITRO DO CLAREAMENTO DENTAL INTERNO NA ADESÃO
DE BRÁQUETES ORTODÔNTICOS UTILIZANDO DOIS TIPOS DE
SISTEMAS ADESIVOS**

Hianna Oliveira Fernandes

Dissertação apresentada ao programa de pós-graduação
em odontologia da Universidade Ceuma – UNICEUMA,
para a obtenção do grau de Mestre em Ortodontia.

Prof^a. Orientadora: Leily Macedo Firoozmand

São Luis-MA
2012

Informações da Autora

2001-2005: Graduação em Odontologia pela Faculdade de Saúde, Ciências Humanas e Tecnológicas do Piauí- NOVAFAPI

2006-2009: Especialização em Ortodontia pela Faculdade de Saúde, Ciências Humanas e Tecnológicas do Piauí- NOVAFAPI

2010-2011: Especialização em Docência do Ensino Superior pela Faculdade Piauiense -FAP.

DEDICATÓRIA

A DEUS, fonte de toda inspiração!

Aos meus Pais, ADEMAR E GINA, meu porto seguro;

*A minha Família, BIANCA E BRUNO, BRUNA E BRENNO, por
todo apoio;*

*Ao meu Namorado e Melhor Amigo, LENO, pelo amor
incondicional e exemplo de ser humano.*

*Ao meu Sobrinho ARTHUR, por nos abençoar com sua
Presença.*

AGRADECIMENTOS

Obrigado a Professora e Orientadora Leily Macedo Firoozmand, por sua generosidade, me permitindo usufruir de sua vasta experiência;

A toda equipe de professores e funcionários do Mestrado em Ortodontia da Universidade Ceuma, em especial aos professores Célia Regina Maio Pinzan Vercelino, Fausto Silva Bramante e Júlio de Araújo Gurgel.;

Ao professor José Roberto de Oliveira Bauer pela contribuição tão valiosa oferecida a este trabalho;

Aos meus queridos colegas que ornaram essa jornada menos árdua, especialmente a Betânia. Muito obrigada minha amiga!;

Ao Dr. Fernando César Santos, por ajudar diretamente nas etapas deste trabalho, sua ajuda foi muito valiosa!;

Aos funcionários do Mestrado em Ortodontia da Universidade Ceuma, em especial a Francenilde, Francimary, Júlio e Nancy pela educação, gentileza e pronta disponibilidade.

A Fundação de Amparo a Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão - FAPEMA, pelo auxílio concedido através do edital nº026/2010(taxa de Banca).

Não é o desafio que define quem somos nem o que somos capazes de ser, mas como enfrentamos esse desafio: podemos incendiar as ruínas ou construir através delas, passo a passo, um caminho que nos leve à liberdade.

Richard Bach

Fernandes, HO. Influência *in vitro* do clareamento dental interno na adesão de bráquetes ortodônticos utilizando dois tipos de sistemas adesivos. [dissertação]. São Luis: Universidade Ceuma; 2012.

RESUMO

O objetivo deste estudo *in vitro* foi avaliar a influência do clareamento interno na resistência adesiva de bráquetes ortodônticos colados com sistemas adesivos convencional e autocondicionante. Sessenta incisivos bovinos foram divididos aleatoriamente em dois grupos (n=30) G1-sem tratamento (grupo controle) e G2-dentes clareados internamente com peróxido de hidrogênio 35%, totalizando 6 aplicações por 15min, simulando o tratamento realizado na clínica. Posteriormente, estes dois grupos foram subdivididos, de acordo com o sistema adesivo utilizado para colar os acessórios ortodônticos; GA -para o sistema de condicionamento ácido total (TransbondTM XT – 3M) e GB- para sistema autocondicionante (TransbondTM Plus Self Etching Primer-3 M), e fotopolimerizados por 40 s com luz halógena. Decorridas 24h da colagem dos bráquetes, a resistência ao cisalhamento foi determinada utilizando a máquina de ensaios universal (EMIC). Depois da descolagem do bráquete, o Índice de Adesivos REMANESCENTES (IAR) foi verificado e analisado de acordo com escores. Os dados foram submetidos à Análise de Variância two way e TESTE de Tukey (p<0,05). Diferenças estatisticamente significante foram encontradas entre os sistemas adesivos empregados e sua interação com o clareamento. Os grupos de adesivos autocondicionantes (GB) apresentaram os maiores valores de resistência de união, variando de 14,14 ±2.85 MPa para o grupo com clareamento intracoronário e 11,55 ±2.85 MPa para o grupo sem tratamento clareador. Os grupos de adesivos convencional (GA) apresentam valores de 11,06±2,70 MPa e 6,46±2,70 MPa ,respectivamente para amostras não clareadas e clareadas. A análise dos escores IAR revelaram diferenças estatísticas significativas entre os grupos, sendo que os maiores resultados encontrados foram para G1B predominado falhas adesivas entre o bráquete e o material adesivos e os mais baixos, para G2A com falhas na interface esmalte-resina. Conclui-se que, o uso do sistema adesivo autocondicionante, mesmo após o clareamento intracoronário, proporcionou uma resistência adesiva satisfatória para a fixação de bráquetes metálicos.

Palavras Chaves: clareamento dental, colagem dentária e resistência ao cisalhamento.

Fernandes, HO. Influence *in vitro* of tooth whitening procedure in the adhesion of orthodontic brackets using two types of adhesive systems. [dissertation]. São Luis: University Ceuma; 2012.

ABSTRACT

The aim of this *in vitro* study was to evaluate the influence of internal bleaching on bond strength of orthodontic brackets bonded with conventional and self adhesive systems. Sixty bovine incisors were randomly divided into two groups G1 untreated (control group) and G2 teeth internal bleaching with hydrogen peroxide 35% to 6 applications for 15 minutes, simulating the processing performed in the clinic. Subsequently, these two groups were subdivided according to the adhesive system for bonding the orthodontic accessory; GA - conditioning system to the total acid (Transbond™ XT- 3M) and GB- autocondicionante to the system (Transbond™ Self- Etching Primer Plus-3 M) (n=15), and cured for 40 s with halogen light. After 24 h of bonding brackets, the shear strength was determined using a universal testing machine (EMIC). After bracket debonding, the adhesive remnant index (ARI) was scanned and analyzed according to scores. The data were submitted to two ANOVA and the Tukey (p <0.05). Statistically significant differences were found between the adhesive systems used and their interaction with bleaching. Groups of self-etching adhesive (GB) showed highest bond strength, ranging from 14.14 ± 2.23 MPa for the group with intracoronary bleaching and (11.55 ± 2.85 MPa) for the group without bleaching. The groups of conventional adhesives (GA) had values of 11.06 ± 3.63 MPa and 6.46 ± 2.70 MPa, respectively for samples without bleaching and with bleaching. The analysis of the ARI scores revealed statistically significant differences between groups, with the highest results were for G1B predominated adhesive failures between the bracket and the adhesive, and the lowest for G2A failed enamel resin interface. It is concluded that the use of self-etching adhesive system, even after bleaching intracoronary, provided satisfactory bond strength for the attachment of metallic brackets

KEYWORDS: teeth whitening, dental bonding and shear strength.

LISTA DE FIGURAS

Figura1- a)Peróxido de hidrogênio a 35%;b) Ácido fosfórico a 37% c) Adesivo autocondicionante; d) Adesivo convencional; e)Pasta resinosa.	32
Figura 2- Delineamento experimental da pesquisa	34
Figura 3 - a) Dente bovino; b) Dente bovino seccionado; c) Dente bovino Com abertura lingual; d) Medição da espessura da parede vestibular.	35
Figura 4 a)Peróxido de hidrogênio 35% aplicado no interior da câmara Pulpar; b) Após 15 minutos; c) Câmara pulpar obliterada com cera antes do embutimento em RAAQ.	36
Figura 5 – Dente embutido em RAAQ	
Figura 6- a) Profilaxia; b)Aspecto da superfície após condicionamento Ácido; c)Aplicação do sistema adesivo convencional; d)Bráquete Colocado no dente.	38
Figura 7- Aplicação do sistema adesivo autocondicionante	39
Figura 8 – Medição da intensidade de luz do aparelho Fotopolimerizador através do radiômetro.	40
Figura 9- a) Corpo de prova inserido no dispositivo e adaptado à Máquina de Ensaios Universal, b) Cinzel posicionado no início do Ensaio de cisalhamento.	41

- Figura 10- Ecores de adesivo remanescente idealizados por Artur E Bergland. 42
- Figura 11- a) Fratura coesiva em esmalte; b) Aspecto do dente Após a fratura. 48

LISTA DE QUADROS, GRÁFICOS E TABELAS

Quadro1- Materiais utilizados e suas características	31
Gráfico1 – Média e desvio padrão, valor mínimo e máximo da Resistência ao cisalhamento (MPa), dos quatro grupos avaliados	45
Tabela 1 – Análise de variância a dois critérios para verificar os Efeitos do clareamento e do adesivo	46
Tabela 2 Média e desvio padrão da resistência ao cisalhamento (MPa), E teste de Tukey para comparação múltipla entre os grupos	46
Tabela 3 – Escores de adesivo remanescente dos quatro grupos Avaliados (n(%)), escore médio, mediana e a diferença estatística encontrada.	47
Tabela 4- Teste de kolmogorov-Smirnov para verificar a normalidade dos Grupos.	74
Tabela 5 – Resistência ao cisalhamento (Mpa) dos quatro Experimentais.	75

LISATA DE ABREVIATURAS

CDI	Clareamento Dental Interno
h	Hora
SAA	Sistema adesivo autocondicionante
SAC	Sistema Adesivo Convencional
IAR	Índice de Adesivo Remanescente
Mpa	Mega Pascal
d	Dia
RAAQ	Resina Acrílica Ativada Quimicamente
min	Minuto
n	Número de espécimes (tratamento da amostra)
mm	Milímetro
g	Gramma
s	Segundo
PVC	Policloreto de vinil
MEV	Microscópio Eletrônico de Varredura
°C	Graus Celsius

SUMÁRIO

1- Introdução	14
2- Revisão de Literatura	18
3- Proposição	28
4- Material e Métodos	30
5- Resultados	44
6- Discussão	49
7- Conclusões	60
8- Referências	62
Anexo	71
Apêndice	73

INTRODUÇÃO

1. INTRODUÇÃO

O clareamento dental consiste, atualmente, em um procedimento de grande procura pelos pacientes, resultando num impacto significativo na prática odontológica. Logo, o efeito das substâncias branqueadoras utilizadas sobre esmalte e dentina tem sido alvo de inúmeras pesquisas dentro da odontologia restauradora^{1, 2,3}. Devido sua simplicidade de técnica, segurança, efetividade e por ser um método conservador, este procedimento tem ganhado grande aceitação tanto por pacientes quanto por dentistas^{2, 3}.

Muitos sistemas clareadores têm sido utilizados em diferentes concentrações, aliados a várias formas de aplicação³. A partir dessa diversidade, vários estudos foram conduzidos a fim de se avaliar a associação do clareamento dental externo à capacidade adesiva de bráquetes à estrutura dentária^{4, 5,6}.

O peróxido de hidrogênio a 35%-38% é um agente clareador de alta concentração comumente utilizado. Porém quando aplicado sobre a superfície dental, o peróxido de hidrogênio é capaz de reduzir a resistência adesiva de acessórios ortodônticos quando fixados nas primeiras 24 horas (h)^{5,6}. Constatando-se a possibilidade de perda de cálcio do esmalte durante este período⁴.

Com a interação cada vez mais evidente dos procedimentos odontológicos, pacientes que apresentam dentes antes de iniciar o tratamento ortodôntico. Para o tratamento do escurecimento dental ocasionado em decorrência de traumas, necrose pulpar e falhas no tratamento endodôntico, o clareamento dental interno (CDI) apresenta-se como uma opção viável para o restabelecimento da harmonia do sorriso.

No entanto, existem poucos estudos que associam o efeito do CDI na colagem de bráquetes. Ao avaliar a resistência de união destes acessórios após o uso o peróxido de carbamida a 16% foi observado redução da resistência adesiva na interface dente-resina^{7,8}, enquanto que, em outros estudos, a aplicação do peróxido de carbamida a 37%, ou peróxido de hidrogênio a 35% e 37%, não promoveram significativa perda na capacidade adesiva de restaurações estéticas diretas realizadas imediatamente após o clareamento intracoronário⁹.

Para obter sucesso na terapêutica preconizada, o ortodontista deve selecionar matérias que apresentem satisfatória resistência adesiva, permitindo a estabilidade dos acessórios ortodônticos em locais precisos durante todo o tratamento, sendo considerado essencial para estabelecer uma oclusão ideal¹⁰. Aliado ao fator de promover uma adesão satisfatória, a tendência atual é o aprimoramento dos sistemas adesivos com protocolo clínico de uso simplificado, reduzindo erros de procedimento, encurtando tempo de cadeira e minimizando danos a estrutura dentária¹¹.

Os sistemas adesivos autocondicionantes (SAA) possuem componentes acídicos em sua estrutura. Foram desenvolvidos a fim de minimizarem o tempo operatório e os inconvenientes provenientes de uma desmineralização excessiva ocasionada durante a realização da técnica de condicionamento total pelo ácido fosfórico, visto que seu pH é menor em relação ao autocondicionantes¹².

Em ortodontia, diversos estudos avaliam a resistência adesiva dos SAA, e encontraram resultados de adesão satisfatórios quando comparados aos sistemas adesivos convencionais (SAC) utilizando ácido fosfórico para o condicionamento ácido total (*total etch*)^{11, 12, 13}.

É relatado na literatura¹⁸ que ao fixar bráquetes com SAA em dentes que receberam tratamento clareador externo com peróxido de carbamida a 16%, recomenda-se adiar a instalação dos acessórios em 30 dias (d), para evitar redução da resistência adesiva. Porém, ainda não foram investigados os

efeitos do tratamento clareador interno nos procedimentos adesivos quando utilizado os SAA para colagem de bráquetes.

Mediante aos questionamentos apresentados em relação à resistência adesiva dos diferentes sistemas adesivos e da ausência de estudos que associam adesivos autocondicionantes ao clareamento intracoronário, o presente trabalho teve o propósito de avaliar *in vitro* a resistência à adesão de bráquetes ortodônticos fixados com sistemas adesivos, convencional e autocondicionante, após o clareamento dental interno. Desta forma as hipótese nula testadas foram a de que não há diferença na resistência adesiva de bráquetes fixados após o tratamento clareador interno, e que não há diferença estatística entre os bráquetes fixados com sistema adesivos *total etch* (convencional) e *self-etch* (autocondicionante).

REVISÃO DE LITERATURA

2. REVISÃO DE LITERATURA

Para uma melhor compreensão do assunto abordado, este capítulo versará sobre os temas que serão avaliados no estudo. A fim de facilitar a consulta do leitor serão divididos em três subitens: **considerações gerais sobre o clareamento dental intracoronário; sistemas adesivos: adesão ao esmalte dental e ensaios mecânicos utilizados para verificação da resistência adesiva.**

A. Considerações Gerais sobre o Clareamento Dental Intracoronário.

De acordo com a literatura as principais substâncias utilizadas para clarear dentes tratados endodonticamente são o hipoclorito de sódio, peróxido de hidrogênio peróxido de carbamida (também conhecida como peróxido de uréia) e perborato de sódio, que pode ser usado sozinho ou associado¹⁹. Elucida-se, ainda, que os agentes clareadores devem ter baixo peso molecular, a fim de penetrar na dentina e esmalte, e remover total ou parcialmente pigmentos, pois o sucesso dos processos clareadores está diretamente relacionado à penetração transdentinária desses agentes.

Os agentes clareadores, baseados em soluções de peróxidos, possuem um baixo peso molecular (30g/mol) e uma capacidade de desnaturar proteínas, aumentando, assim o movimento de íons através da estrutura dental²⁰.

Lewinstein *et al.*²¹ em seu estudo “*in vitro*” relataram que o CDI tem sido responsável pela redução da microdureza de esmalte e dentina pela perda

de cálcio, além de alterar propriedades mecânicas das estruturas dentárias; e estes fatores podem ser responsáveis pela capacidade adesiva deficiente em esmalte. Uma amostra composta por 30 dentes humanos foi dividida em cinco grupos: G1- peróxido de hidrogênio 30% a 37°C, G2- peróxido de hidrogênio 30% a 50°C, G3- peróxido de hidrogênio 30% com perborato de sódio a 37°C, G4- peróxido de hidrogênio 30% com perborato de sódio a 50°C e G5 (controle)- água destilada. Cada grupo foi testado por 5, 15 e 30 minutos (min). Os resultados encontrados comprovaram que o uso de peróxido de hidrogênio 30% a 37°C e a 50°C provocou redução da microdureza de esmalte e dentina, sendo que essa redução é estatisticamente significativa após 5 min de tratamento para esmalte e 15 min para dentina. Entretanto, quando associado ao perborato de sódio, o peróxido de hidrogênio, não afetou a microdureza seja em esmalte ou dentina, nas temperaturas e intervalos de tempos testados.

Rodrigues *et al.*²², avaliaram “*in vitro*”, a influência do CDI com peróxido de hidrogênio 38%, na permeabilidade da dentina coronária em 70 dentes humanos, sendo 14 de cada grupo dental (incisivos centrais, laterais, caninos, primeiros e segundos pré-molares superiores). Os 05 grupos de dentes foram subdivididos para receber tratamento clareador (n=7). Em GA - não foi realizado nenhum tratamento (controle) e em GB - o agente clareador foi inserido na superfície vestibular e na câmara pulpar por um período de 10 min. Este procedimento foi repetido por três vezes e em seguida, os dentes foram processados histoquimicamente com sulfato de cobre e ácido rubeânico, seccionados longitudinalmente, e digitalizados em um scanner. A área corada foi medida utilizando o Software Image Tool (UTHSCSA). Entre os espécimes clareados, a permeabilidade dentinária aumentou, exceto para segundos pré-molares. No grupo de dentes não clareados, não houve diferença estatisticamente significativa entre os incisivos centrais e caninos, já os incisivos laterais apresentaram maior permeabilidade e os pré-molares apresentaram valores intermediários. Conclui-se que o clareamento com peróxido de carbamida 38% afeta a permeabilidade da dentina localizada próximo à câmara pulpar dos dentes estudados.

Uysal *et al.*⁸ avaliaram “*in vitro*” os efeitos do agente clareador intracoronário na fixação de bráquetes metálicos em dois momentos distintos (imediatamente, e 30 d após a colagem dos acessórios), além de descrever o local onde ocorreu a falha adesiva. A amostra randomizada de 60 incisivos superiores foi dividida em três grupos de 20 dentes cada. Após realização do tratamento endodôntico, e remoção de 2 milímetros (mm) apicais a junção cimento-esmalte da camada de guta percha para posterior confecção restauração de ionômero de vidro fotopolimerizável com espessura de aproximadamente 2 mm, os grupos foram preparados da seguinte maneira: GA (controle), a cavidade de acesso à câmara pulpar foi irrigada com água destilada e seca com jatos de ar e a restauração final de resina composta na palatina; GB, realizada duas aplicações consecutivas de peróxido de carbamida a 16% colocado no interior da câmara, permanecendo por um período de 4 d de duração cada ciclo, e colocação de hidróxido de cálcio como neutralizador por mais uma semana, seguida de restauração final; GC, semelhante ao GB, exceto pelo fato de que após o clareamento e antes da fixação dos acessórios, realizada com SAC, os dentes foram estocados em saliva artificial por 30 d. Concluíram que o CDI reduziu a capacidade adesiva dos bráquetes, quando fixados imediatamente, podendo ser melhorada adiando a colagem para 30 d, e os locais de falha de adesão de GB e GC foram na interface resina-esmalte, enquanto que no GA localizavam-se na interface bráquete-resina.

Uysal *et al.*⁹ testaram a eficácia do tratamento antioxidante para prevenir redução de resistência ao cisalhamento em dentes feito clareamento intracoronário, pelo fato de que os resultados e as conclusões obtidas para clareamento extracoronário não devem ser aplicados indiscriminadamente para casos de CDI. Os autores compararam “*in vitro*” o efeito do tratamento antioxidante e a colagem tardia dos bráquetes metálicos após CDI com peróxido de carbamida a 16%, na resistência ao cisalhamento. Nesse trabalho, o protocolo de preparo dos grupos foi o mesmo do trabalho supracitado, exceto pela adição de mais um grupo de dentes no qual se realizou aplicação de agente antioxidante (ascorbato de sódio a 10%) sobre a superfície de esmalte após o tratamento clareador, totalizando 4 grupos de 20 dentes cada. Na

sequência, foram fixados os acessórios ortodônticos utilizando condicionamento ácido, primer e resina fotopolimerizável. Concluiu-se que tratar a superfície de esmalte com agente antioxidante traz resultados mais satisfatórios de capacidade adesiva do que quando adiado o procedimento de colagem em 30 d, e, nestes casos, o local de falha adesiva assemelha-se aos do grupo controle, interface resina-bráquete.

Em dentística restauradora, os estudos que investigam os efeitos que o CDI provoca na interface dentina-resina e esmalte-resina, por meio de testes de resistência ao cisalhamento são mais expressivos. Teixeira *et al.*²³ avaliaram “*in vitro*” os efeitos do CDI na infiltração marginal de restaurações de resina composta em 320 dentes bovinos após clareamento com intervalos de tempos distintos, divididos em quatro grupos: G1- peróxido de hidrogênio 30% associado ao perborato de sódio, na proporção de 2 gramas (g) de perborato para 1 mililitro (ml) de solução do agente clareador, G2- água destilada com perborato de sódio, na proporção de 2 g de perborato para 1 ml de água, G3- peróxido de carbamida 37%, e grupo controle. As substâncias permaneceram no interior das câmaras por 21 d, seladas com material provisório, sendo trocadas a cada 7 d. Após o clareamento, os grupos foram novamente divididos em quatro subgrupos (n=20), de acordo com os tempos pós-clareamento: 0 (inicial), 7, 14 e 21 d. As cavidades foram, então, restauradas com sistema adesivo (Single Bond, 3M) e compósito fotoativado (Z100, 3M). Os espécimes foram termociclados, corados com solução de azul de metileno a 2% e seccionados longitudinalmente. Os dentes foram avaliados por três examinadores cegos e calibrados previamente. A associação de perborato de sódio com água ou peróxido de hidrogênio pode afetar capacidade de vedamento de restaurações de resina composta realizadas até 07 d após o clareamento, sendo que o G1 foi o que apresentou maior grau de penetração de corante. Aos 14 e 21 d não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos.

Shinohara *et al.*²⁴ avaliaram “*in vitro*” o efeito do CDI na resistência ao cisalhamento de restaurações de resina composta em esmalte e dentina utilizando três sistemas adesivos em 270 dentes bovinos, seccionados

verticalmente em dois locais (11mm oclusalmente e 7 mm apicalmente a junção amelocementária), selados na porção apical com cimento provisório com 3mm de espessura (IRM, Dentsply) e divididos em três grupos (n=90) de acordo com o agente clareador utilizado: G0 (controle)- sem tratamento, G1- pasta de perborato de sódio e água, na proporção de 2g/ml de água, e G2- peróxido de carbamida 37% inseridos no interior da câmara pulpar durante três semanas, trocados a cada 7 d, armazenados em saliva artificial a 37°C durante todo tratamento clareador. Após o clareamento, os dentes foram seccionados a fim de obter uma superfície plana de esmalte e dentina, e então, novamente divididos em 6 subgrupos (n=15) de acordo com o substrato (esmalte e dentina) e com o sistema adesivo (Single Bond [3M]- solvente: água/álcool, Prime & Bond [Dentsply]- solvente: acetona e Clearfil SE Bond [Kuraray]- solvente: água). Os sistemas adesivos foram aplicados em cada superfície seguindo as instruções dos fabricantes. Após a aplicação do adesivo, foi sobreposto um molde cilíndrico de 5 mm de profundidade e 3 mm de diâmetro na superfície plana dos segmentos de esmalte e dentina provisoriamente, e preenchido com resina composta fotopolimerizável Z-250 (3M). Os espécimes foram submetidos ao teste na Máquina de Ensaio Universal (Emic DL-500, São José dos pinhais, SP, Brasil). O clareamento influenciou a resistência ao cisalhamento, independentemente do sistema adesivo utilizado, sendo que em esmalte tanto o perborato de sódio quanto o peróxido de carbamida reduziram os valores de resistência adesiva, mas em dentina apenas o perborato de sódio afetou negativamente essa resistência.

Arcari *et al.*¹⁰ analisaram “*in vitro*” a resistência a tração de restaurações de resina composta nanoparticuladas em pré-molares tratados com diferentes agentes clareadores que permaneceram no interior da câmara pulpar por 21 d, sendo substituídos com intervalo de 7 d. A amostra foi decomposta em 4 grupos (n=9): dentes não clareados (controle); clareados com peróxido de hidrogênio 35% associado ao perborato de sódio; clareados com peróxido de hidrogênio 35% e clareados com peróxido de carbamida 37%, sendo que cada grupo foi subdividido em 3 subgrupos (n=3): restaurados imediatamente, 7 d e 14 d após o clareamento. Concluíram que a restauração

definitiva pode ser inserida imediatamente após clareamento de dentes não vitalizados sem perda da força adesiva.

B. Sistemas Adesivos: Adesão ao esmalte dental

O mecanismo de união do adesivo ao esmalte dentário pode ser explicado pelo aumento da energia superficial e criação de micro porosidades que aumentam a área de superfície, após o condicionamento ácido, e são posteriormente preenchidas pelo adesivo. Estudos demonstram que o ácido fosfórico 30% - 40% é capaz de propiciar uma superfície de esmalte mais retentiva comparado a outros ácidos e outras concentrações. A camada superficial removida cria micro porosidades em torno de 10 µm, o que justifica o crescente número de estudos investigando materiais alternativos que possuam capacidade adesiva satisfatória sem, no entanto prejudicar estruturas dentárias¹².

Yamada, Hayakawa e Kasai¹⁵ avaliaram, “*in vitro*”, a resistência ao cisalhamento de bráquetes fixados com SAA associado a ionômero de vidro fotopolimerizável, utilizando uma amostra de 72 incisivos superiores bovinos distribuídos aleatoriamente em 4 grupos com protocolos distintos. G1: condicionamento com ácido fosfórico 40% e fixação com resina composta fotopolimerizável; G2: aplicação do SAA e união do bráquete com a mesma resina composta utilizada no grupo anterior; G3: condicionamento da superfície dentária com ácido poliacrílico 10% e adesão com cimento de ionômero de vidro modificado por resina (CIV-MR); G4: SAA e CIV-MR. Os autores sugeriram que, no grupo em que foi utilizado CIV-MR, não houve diferenças estatisticamente significantes, ou seja, os resultados da fixação de bráquetes com SAA foram semelhantes aos do grupo condicionado com ácido. No entanto, quando se utilizou resina composta para adesão dos acessórios ao invés do CIV-MR, a capacidade adesiva foi significativamente inferior no grupo que utilizou SAA quando comparado ao grupo que fez uso do condicionamento

ácido. Os autores também relataram que o SAA provocou menos danos à estrutura de esmalte.

Buyukyilmaz, Usumeze e Karaman¹², observaram “*in vitro*” a resistência ao cisalhamento de bráquetes ortodônticos, comparando o SAC utilizando ácido fosfórico 37%, aplicação de primer e resina do Kit Transbond™ XT (3M) (controle, n=20), com três distintos SAA em dentes humanos, Clearfil SE Bond (Kuraray), Etch & Primer 3.0 (Degussa) e Transbond™ *Plus Self Etching Primer* (3M Unitek), e concluíram que o grupo de acessórios fixados com Transbond™ *Plus Self Etching Primer* obteve resultados significativamente superiores de adesão em relação ao controle e aos outros utilizados e o SAA Etch & Primer 3.0 foi o que apresentou menores resultados de resistência ao cisalhamento. Dessa forma, foi necessária maior quantidade de força para ocasionar a descolagem dos bráquetes no grupo Transbond™ *Plus Self Etching Primer* (16±4,5 Mega pascal - MPa), seguido de 13,4±3,1 MPa no grupo que foi realizado condicionamento ácido total (controle), 11,5±3,3 MPa no Clearfil SE Bond e 9,9±4 MPa no Etch & Primer 3.0.

Rajagopal, Padmanabhan e Gnanamani¹⁴ avaliaram “*in vitro*” a resistência adesiva em casos de colagem ortodôntica na presença de saliva, de três sistemas adesivos da marca comercial 3M Unitek. A amostra foi constituída de 120 pré-molares humanos extraídos por motivos ortodônticos, armazenados em solução de timol a 0,1% para evitar desidratação e crescimento bacteriano, e em seguida foram fixados blocos de RAAQ, de modo que as raízes ficaram completamente embebidas na resina acrílica. Os autores dividiram-na em 2 grupos onde a diferença estava na fixação dos bráquetes, realizada na presença e ausência de saliva. Cada grupo foi subdividido em três novos grupos: dentes fixados com SAC, fixados com adesivo hidrofílico não sensível a umidade, e por fim, com SAA, totalizando seis grupos distintos (n=20). Concluíram que tanto o primer autocondicionante (Transbond™ *Plus Self Etching Primer*), quanto o primer hidrofílico (*Moisture-Insensitive Primer*) apresentaram valores superiores ao convencional Transbond™ XT nessas condições de umidade.

Romano *et al.*¹⁷ determinou *in vitro* a resistência ao cisalhamento de bráquetes metálicos fixados ao esmalte utilizando diferentes compósitos associados ao SAA (Transbond™ *Plus Self Etching Primer*) em 40 pré-molares humanos divididos em quatro grupos (n=10). G1(controle): condicionamento ácido total + Transbond™ XT; G2, G3 e G4: o sistema adesivo Transbond™ *Plus Self Etching Primer* foi usado antes da fixação com as resinas Transbond XT, Z-100, e Concise Ortodôntico, respectivamente e armazenadas em água destilada a 37°C durante 24 h. Os bráquetes foram descolados utilizando uma máquina de ensaio universal a 0,5 mm /min. A resistência ao cisalhamento (MPa) foram de 6,43 (G1); 4,61(G2); 4,74 (G3); e 0,02 (G4). Grupo 1 foi estatisticamente superior a outros grupos (P<0,05). Não houve diferença estatisticamente significativa entre os G2 e G3 (P>0,05), apesar de que ambos foram estatisticamente superiores ao G4 (P<0,05). Avaliando o IAR, as falhas prevaleceram na interface resina/bráquete (G1 e G2), bem como na interface de esmalte / compósito (G3 e G4). Os autores concluíram que SAC (Transbond™ XT- 3M) apresentou melhores resultados de união do que os grupos fixados com sistema autocondicionante Transbond™ *Plus Self Etching Primer* e resinas Transbond™ XT, Z-100, Concise Ortodôntico.

Attar *et al.*¹³ avaliaram a resistência ao cisalhamento de bráquetes ortodônticos utilizando três sistemas adesivos de mesma marca comercial (Kuraray Medical), em 42 pré-molares humanos extraídos por motivos ortodônticos e montados verticalmente em blocos de RAAQ, ficando somente as coroas expostas. A amostra composta de três grupos de dentes, distribuídos randomicamente, incluindo 7 pré-molares superiores e 7 inferiores em cada grupo (n=14). Os três protocolos testados foram: G1- (grupo controle) SAC composto por condicionamento com ácido fosfórico 40% e adesivo aplicado na superfície condicionada e fotopolimerizado por 10 segundos (s) (Kurasper F Bond); G2- SAA realizado em duas etapas (*Clearfil Protect Bond*), aplicação de primer no esmalte dentário por 20 s, seco com jatos de ar, e na sequência, adesivo com componentes antimicrobianos em sua fórmula, fotopolimerizado por 20 s; G3- SAA em apenas uma etapa, depositado em esmalte por 20 s e seco por mais 5 s, seguido de polimerização por 10 s (*Clearfil tri-S Bond*). Os bráquetes foram fixados utilizando a mesma resina composta (Kurasper F

Paste) em todos os dentes e polimerizados por 40 s. Os dentes foram submetidos a testes na máquina de ensaios (Zwick Test Machine) com a carga de cisalhamento aplicada na interface bráquete-dente, no sentido gengivoclusal até fratura. A força quantificada em Newton (N) e a resistência ao cisalhamento convertida em MPa de cada grupo foram: G1= 9.00 MPa; G2=9.55 MPa e G3= 9.48 MPa. Os autores concluíram que não houve diferença estatisticamente significativa entre os três protocolos avaliados. Após a descolagem, o IAR também foi avaliado através do escore modificado baseado no trabalho de Shammaa *et al.*²⁵ que varia de 0 a 5, onde 5: significa 100% do adesivo na base do bráquete, 4: de 100% a 75% de adesivo na base do bráquete, 3: 75% a 50%, 2: 50% a 25%, 1: menos de 25% e 0: nenhum adesivo na base do bráquete. O escore mais frequentemente encontrado nos três grupos foi o 1 indicando que as falhas predominaram na interface bráquete-adesivo, restando menos de 25% de adesivo remanescente na base dos acessórios.

Ao avaliar a influência do tempo de aplicação do adesivo autocondicionante (TransbondTM Plus Self Etching Primer-3M) na resistência de união de bráquetes ortodônticos Ostby *et al.*²⁶ selecionou 40 dentes dividindo-os em dois grupos (n=20) de acordo com o tempo de condicionamento. Grupo 1= o *primer* foi friccionado na superfície de esmalte por 3 a 5 segundos conforme recomendação do fabricante, e G2 = fricção por 15 segundos. Os bráquetes foram descolados após meia hora da colagem em máquina de ensaios universal, obtendo valores de resistência adesiva de $8,0 \pm 4,6$ MPa e $8,9 \pm 3,4$ MPa, respectivamente. Os autores concluíram que o aumento do tempo de aplicação do *primer* autocondicionante de 3 a 5 s para 15 s não proporcionou aumento significativo de resistência adesiva.

Torres²⁷ avaliou os efeitos das ciclagens, térmica e termomecânica, na resistência ao cisalhamento de bráquetes ortodônticos colados ao esmalte 90 incisivos bovinos hígidos com *primers* convencionais e autocondicionantes. Após o seccionamento dos dentes no limite amelocementário e descarte das raízes, a câmara pulpar e o orifício radicular foi obliterado com cera utilidade, os dentes foram então posicionados em cilindros de PVC preenchidos com RAAQ, de modo que a face vestibular se mantivesse posicionada no fundo da

base. Após a profilaxia as amostras foram divididas aleatoriamente em 2 grupos (n=45), de acordo com o *primer* utilizado na colagem dos bráquetes: Grupo Transbond™ XT – colagem com *primer* convencional hidrofóbico (XT); Grupo Transbond™ Plus Self Etching Primer – colagem com *primer* autocondicionante. Todos os espécimes foram colados com adesivo resinoso Transbond™ XT (3M). Em seguida cada grupo foi subdividido em 3 grupos (n=15): grupo SC – ausência de ciclagem previamente ao ensaio mecânico; grupo CTM (ciclagem termomecânica) – ciclagem termomecânica das amostras antes do ensaio; grupo CT (ciclagem térmica) – as amostras receberam ciclos térmicos. Concluiu-se que o número de ciclos das ciclagens (térmica e termomecânica) não influenciaram os valores de resistência adesiva para nenhum dos *primers* testados; e que o *primer* autocondicionante conferiu maiores valores de resistência adesiva de bráquetes ortodônticos.

C. Ensaio mecânico utilizado para verificação da resistência adesiva

Hipoteticamente, ensaios clínicos randomizados consistem em um método adequado de testar a eficácia de um sistema de colagem e qualquer efeito prejudicial sobre o esmalte. Entretanto, clinicamente, é quase impossível distinguir o potencial adesivo de um determinado sistema de união diante de muitas variáveis que podem influenciar tanto a qualidade, como, a longevidade dos acessórios ortodônticos fixados sobre o esmalte. Além do mais, a inexistência de um dispositivo que possibilite medir a força de cisalhamento durante a remoção dos bráquetes dificulta a realização dos testes de resistência adesiva *in vivo*²⁸. Estudos *in vitro*, possibilitam a padronização dos procedimentos para testar um sistema de união específico²⁹.

Os ensaios laboratoriais são importantes para triar materiais ou técnicas potencialmente empregadas clinicamente, além de obter redução de custos e de tempo gasto³⁰. Assim sendo, numerosos estudos já foram e vem

sendo realizados para analisar a qualidade da união entre a estrutura dentária e o compósito restaurador, sendo que os ensaios mais comuns para este fim são os de cisalhamento e tração, no qual o resultado da força obtida para a fratura da amostra é dividida pela área de união³¹.

Em ortodontia, o teste de cisalhamento é o eleito por grande parte dos pesquisadores, pois avalia a resistência adesiva dos bráquetes ortodônticos^{18,27,32,33}. Com o auxílio de uma máquina universal de ensaios, uma lâmina biselada é posicionada em uma célula de carga da máquina, e exerce uma força que atua sobre o bráquete até que este se descole. Para isto, deve haver paralelismo entre a linha de ação da fonte de força e a superfície de união³⁴.

Ao analisar as metodologias empregadas em testes *in vitro* de força de adesão em Ortodontia, Cal Neto e Miguel³⁵ realizaram uma revisão de 127 artigos nos periódicos American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics e The Angle Orthodontist, entre 1993 e 2002, que avaliavam a resistência de adesão de bráquetes a diferentes superfícies, através de Máquinas de Ensaio Universal, e destes 86% foram conduzidos através de ensaios de cisalhamento, ao passo que 14% foram através de ensaios de tração. Dentre as hipóteses para justificar este achado, talvez esteja na ideia de similaridade que o ensaio de cisalhamento ao simular forças que clinicamente resultam em falhas na adesão de bráquetes.

Ao comparar os ensaios de torção e cisalhamento, Xavier³⁰ concluiu que os de torção apresentaram maior dificuldade nos quesitos alinhamento de corpo de prova, interpretação das origens de fratura, além de maior frequência de fratura coesiva.

Ao avaliar métodos de remoção de bráquetes ortodônticos metálicos sob diferentes formas de carregamento (torção e cisalhamento) Knox *et al.*³¹ verificou ao Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV), que a remoção sob torção provocou maior concentração de tensões de tração no esmalte, o que

provocaria maior tendência a fratura coesiva, do que a remoção sob o cisalhamento.

Após a descolagem do bráquete, indica-se complementar a análise dos dados de força adesiva comparando os locais onde ocorreu a falha, através do Índice de Adesivo Remanescente (IAR). O método de Artun e Bergland é extensamente difundido entre os pesquisadores, pois provê informações a respeito da qualidade da adesão do compósito ao dente e do compósito à base do bráquete³⁸. Esta análise baseia-se em quantificar por escores, a quantidade do remanescente adesivo na superfície de esmalte^{6,9,11,15,16,17,33,35,39}. Apesar de tender a simplificar uma questão muito complexa que é a falha adesiva, esse método torna-se vantajoso por permitir comparações e estudos através de análise estatística⁴⁰.

Os escores desse IAR são representados pelos números 0, 1, 2 e 3 significando respectivamente: nenhuma quantidade de adesivo aderido ao esmalte, menos da metade do adesivo aderido ao esmalte, mais da metade de adesivo aderido ao esmalte e, por fim, o índice 3 significa todo o adesivo aderido ao esmalte dentário, inclusive a impressão da malha do bráquete³⁷.

Alguns trabalhos, dentre eles Attar *et al.*¹³ e Mullins *et al.*⁵, empregam uma modificação do IAR original, semelhante ao utilizado por Shammaa *et al.*²⁵ que varia de 0 a 5, onde 5 significa 100% do adesivo na base do bráquete, 4: de 100% a 75% de adesivo na base do bráquete, 3: 75% a 50%, 2: 50% a 25%, 1: menos de 25% e 0: nenhum adesivo na base do bráquete. Outros, Buyukyilmaz, Usumez e Karaman¹² e Uysal *et al.*⁸, aplicam o IAR modificado por Oliver (1988) com escores entre 5 e 1: 5 indica nenhum adesivo no esmalte; 4, menos de 10% de adesivo no esmalte; 3, mais de 10% e menos de 90% de adesivo no dente; 2, mais de 90% e menos de 10% de remanescente no dente; e 1, todo o compósito remanescente no esmalte, inclusive a impressão da base do bráquete.

Apesar da existência de inúmeros métodos de avaliação do IAR, observa-se que o primordial é a avaliação do tipo de fratura após a realização

do teste de cisalhamento, verificando a existência de falhas adesivas ou coesivas.

PROPOSIÇÃO

3. PROPOSIÇÃO

O presente estudo teve por objetivo avaliar a influência do tratamento clareador interno na resistência adesiva de bráquetes ortodônticos, fixados após a aplicação do peróxido de hidrogênio 35%, no interior da câmara pulpar, utilizando os sistemas adesivos convencionais e autocondicionantes.

MATERIAL E MÉTODOS

4. MATERIAL E MÉTODOS

O projeto de pesquisa deste estudo foi enviado para o Comitê de Ética e Pesquisa da Universidade Estadual do Maranhão, sob protocolo nº. 06/2011, datado em 04/02/2011, com parecer favorável em 11/02/2011. (Anexo 1).

Esta pesquisa foi financiada pela Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão (FAPEMA), conforme Edital FAPEMA nº 026/2010 Auxílio à Taxa de Bancada.

Os materiais utilizados neste estudo e suas características, bem como lote e prazo de validade, encontram-se descritos no Quadro 1 (Figura 1).

Quadro 1- Materiais utilizados e suas características.

MATERIAL (FABRICANTE)	COMPOSIÇÃO	LOTE (VALIDADE) (ANO/MÊS)
Whiteness HP Max 35% (FGM Dental Products, Joinville, Brasil)	Clareador dental à base de Peróxido de hidrogênio a 35%	230211 (2013-02)
Condac 37 (FGM Dental Products, Joinville, Brasil)	Gel de ácido fosfórico 37%, pH <1	191110 (2012-11)
Transbond XT (3M Unitek Orthodontic Products, Monrovia – CA, USA)	Sistema adesivo ortodôntico (primer: Bisphenol, Canforoquinona, Hidroquinona Trietilenoglicol-dimetacrilato, Bis-GMA e pasta adesiva: sílica, Bis-GMA, silano, N-dimetilbenzocaína, hexa-flúor-fosfato)	1034300166 (2013-09)
Transbond™ Plus Self Etching Primer (3M Unitek Orthodontic Products, Monrovia – CA, USA)	Sistema adesivo ortodôntico com ácido e primer incorporado (Ácido Propenóico, Éster Metil-Fosfonicobis, mono e di-hema-fosfato, água destilada, canforoquinona, amino benzoato, hexafluortitanato de potássio, butilhidroxitolueno, metilparabeno e propilparabeno)	1109600297 (2011-10)



Figura 1: Materiais utilizados na pesquisa.

4.1 Amostra

Para a realização deste estudo, foi selecionada uma amostra randomizada composta por 60 incisivos superiores bovinos hígidos, recém-extraídos, armazenados em água destilada e congelados em freezer a -18°C durante 15 dias, até o momento de sua utilização^{41,42}.

O critério para seleção dos dentes incluiu: o esmalte dental intacto, sem trincas/fraturas, e ausência de restaurações e aplicação prévia de agentes químicos como: timol, peróxido de hidrogênio, álcool ou formol.

4.2 Adequação e preparo dos dentes

Os dentes foram limpos, lavados com água destilada e polidos com pasta de pedra-pomes e água através da utilização de uma escova de Robson e as raízes bovinas foram seccionadas no terço cervical, com auxílio de discos de carborundum e desprezadas. Em seguida, a polpa coronária foi extirpada através do auxílio da cureta dentinária (Duflex Lucas nº 86, SS White, Rio de Janeiro, RJ, Brasil) e a câmara pulpar irrigada com água destilada e seca com breves jatos de ar.

Com o auxílio de uma ponta diamantada esférica 1016 FG (KG Sorensen), sob refrigeração foi realizada uma abertura na região do cingulo da face lingual destes dentes, até a exposição da câmara pulpar. A espessura de esmalte e dentina da face vestibular das coroas de todos os dentes foi mensurada com um espessímetro e houve a necessidade de realizar desgastes na face interna para padronizar a espessura da parede dentinária com 3,0 mm utilizando broca Endo-Z Maillefer (Dentsply, Maillefer, Suíça) (Figura 2).



Figura 2: a) Dente bovino; b) Dente bovino seccionado; c) Dente bovino com abertura lingual; d) Medição da espessura da parede vestibular.

4.3 Cálculo Amostral

O tamanho da amostra foi calculado adotando-se α igual 5%, poder do teste de 80% e tamanho do efeito (*effect size*) igual a 1. Chegou-se a um tamanho (n) de 14 elementos em cada grupo. Como precaução, pela eventual perda de algum elemento, adotou-se n igual a 15 elementos em cada grupo.

4.4 Tratamento Clareador

As amostras foram divididas aleatoriamente em dois grupos com 30 dentes cada. O Grupo 1 (controle) permaneceu armazenado em saliva artificial até a fixação dos bráquetes, enquanto que no Grupo 2 foi realizado o tratamento clareador com peróxido de hidrogênio 35% de acordo com as instruções do fabricante (Whiteness HP 35%, FGM Dental Products, Joinville, Brasil) como descrito a seguir.

Inicialmente foi realizada a profilaxia e limpeza do dente com pedra pomes e água por 15 s. O agente clareador foi manipulado seguindo as orientações do fabricante. O gel clareador permaneceu no interior da câmara pulpar por 15 min, a partir o início de sua aplicação e com o auxílio de um microaplicador, movimentou-se o gel sobre os dentes três a quatro vezes para liberar eventuais bolhas de oxigênio geradas e renovar o melhor contato possível do gel com os mesmos. Ao final do tempo recomendado, os dentes foram aspirados com sugador com cânula endodôntica, lavados e secos, prontos para receber nova porção de gel clareador, totalizando seis aplicações, simulando um tratamento no consultório realizado em duas sessões, onde são realizadas três aplicações do produto por sessão (Figura 3a).

Durante o período em que o grupo tratado estava sendo submetido ao tratamento clareador, concomitantemente os dentes do grupo controle, com a câmara pulpar também aberta e limpa, permaneceram imersas em saliva artificial, trocada periodicamente.

Após o tratamento clareador, a câmara foi limpa e a face lingual foi preenchida com cera utilidade (Wilson, Polidental, São Paulo, Brasil), para que não ocorresse a penetração de RAAQ durante o embutimento nos cilindros de Policloreto de vinil (PVC) (Tigre, Brasil) (Figura 3b).

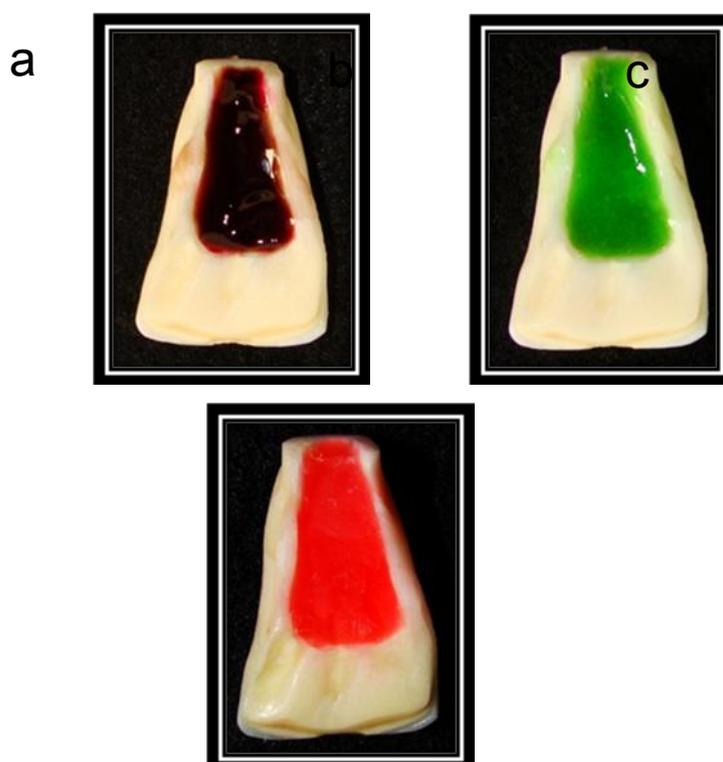


Figura 3: a) Peróxido de hidrogênio 35% aplicado no interior da câmara pulpar; b) Após 15 minutos c) Câmara pulpar obliterada com cera após clareamento intracoronário.

4.5 Confeção das amostras

Após o preparo dos dentes, as amostras foram confeccionadas, permitindo a adaptação das coroas em cilindros de PVC de 25mm x 20mm RAAQ (VIPI Produtos Odontológicos, Pirassununga - São Paulo - Brasil), de tal modo que a porção mais proeminente e central da face vestibular do esmalte permanecesse paralelamente ao cilindro (Figura 4).

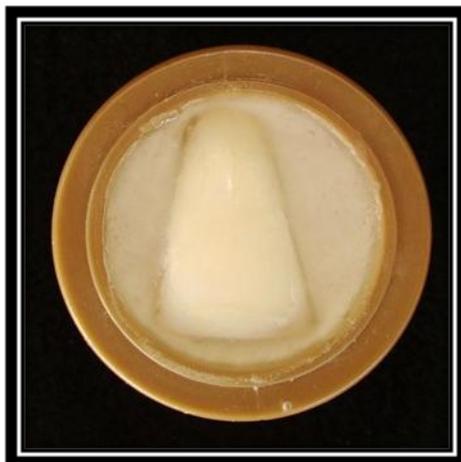


Figura 4: Dente embutido em RAAQ.

4.6 Fixação dos Bráquetes

Para o presente estudo utilizou-se 60 bráquetes ortodônticos de aço inoxidável para incisivos centrais superiores de aço 17/4 com base de malha 80 microm - 1,8mm de altura x 4,4 mm de largura (Edgewise Standard 0,022" x 0,028" Kirium - Abzil Indústria e comércio Ltda., São José do Rio Preto, São Paulo, Brasil. Referência: Hi002041013 e Lote: 2011010044). Esses acessórios ortodônticos foram fixados imediatamente após o término do tratamento clareador no grupo tratado. No grupo controle, apesar de não terem sido submetidos ao agente clareador, os bráquetes também foram fixados no mesmo intervalo de tempo do grupo tratado.

Os Grupos 1 e 2 foram subdivididos em A e B com 15 amostras cada, sendo empregados respectivamente os sistemas adesivos: convencional Transbond™ XT Ligth Cure Adhesive (3M Unitek Orthodontic Products, Monrovia, CA, USA) e auto-condicionante Transbond™ Plus Self Etching Primer (3M Unitek Orthodontic Products, Monrovia, CA, USA).

Na superfície vestibular dos dentes dos grupos 1A e 2A, foi realizada a profilaxia com escova de Robson e pasta a base de pedra pomes de granulação extrafina e água por 10 s, seguida de lavagem e aplicação do ácido fosfórico em gel a 37 % (FGM Dental Products, Joinville, SC, Brasil) por 30 s, lavagem abundante por 30 s e secagem com jato de ar por 15 s, aplicação do sistema adesivo convencional Transbond™ XT Ligth Cure Adhesive (3M Unitek Orthodontic Products, Monrovia, CA, USA), fotopolimerização por 20s e adaptação do bráquete com resina do kit Transbond™ XT e fotopolimerização final por 20s em cada face do dente (distal e mesial). (Figura 5)



Figura 5- a) Profilaxia; b) Aspecto da superfície após condicionamento ácido; c) Aplicação do sistema adesivo convencional; d) Bráquete fixado no dente.

Já nas amostras tratadas dos grupos 1B e 2B, procedeu-se com a limpeza da superfície vestibular com pedra pomes e água por 10 s lavagem e secagem, aplicação do sistema adesivo autocondicionante Transbond™ Plus Self Etching Primer duas vezes consecutivas com auxílio de um microbrush friccionando contra o elemento dental por 3 a 5 s, seguido de leve jato de ar para evaporação do solvente, deixando apenas um fino filme sobre a superfície de esmalte, e imediatamente, foi realizada a colagem do bráquete com resina

do kit Transbond™ XT e fotopolimerização da mesma por 20 s em cada face do dente (distal e mesial) (Figura 6).



Figura 6- Aplicação do sistema adesivo autocondicionante.

Os bráquetes permaneceram armazenados em suas embalagens até a realização do experimento e o seu manuseio foi realizado com pinça ortodôntica porta bráquetes (Morelli, Sorocaba, SP, Brasil) esterilizada para que não ocorresse nenhum tipo de contaminação na superfície de colagem capaz de afetar os resultados obtidos. Utilizou-se pressão máxima durante a colagem dos bráquetes, para a padronização da força exercida e da espessura da película de resina, no momento em que foram posicionados sobre os dentes. Os excessos de resina foram removidos com auxílio de sonda exploradora (Duflex nº 5, SS White, Rio de Janeiro, RJ, Brasil) antes da polimerização.

A fotopolimerização da resina Transbond™ XT foi realizada com o aparelho fotopolimerizador Optilight Plus (Gnatus, Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil) com intensidade de luz a 800 mW/cm^2 aferida por um Radiômetro Optilight LD Max (Gnatus, Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil) e comprimento de onda na faixa entre 400 e 500 nm (Figura 7).



Figura 7: Medição da intensidade de luz do aparelho fotopolimerizador através de radiômetro.

Os procedimentos foram realizados por um mesmo orientador devidamente treinado e calibrado. As amostras foram armazenadas em saliva artificial, em estufa bacteriológica $37 \pm 1^\circ \text{C}$, e após 24 h foi realizado o teste de cisalhamento.

4.7 Ensaio de Resistência ao Cisalhamento

Para realizar os testes de cisalhamento utilizamos a Máquina de Ensaio Universal EMIC DL 2000 (EMIC, São José dos Pinhais, Paraná, Brasil) com 50Kg de carga, aplicada paralelamente à face vestibular do esmalte, próxima a junção esmalte/adensivo, a $0,5 \text{ mm/min}$. até a fratura.

Para submeter as amostras à máquina de ensaios, um dispositivo foi confeccionado para adaptá-las corretamente (Figura 8).

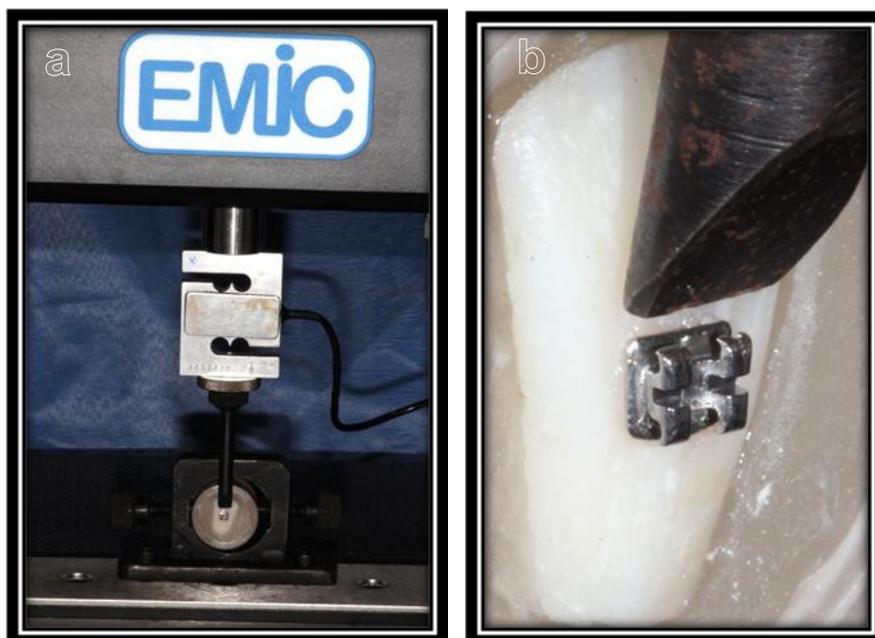


Figura 8: a) Amostra inserida do dispositivo e adaptado à Máquina de Ensaio Universal; b) Cinzel posicionado no início do ensaio de cisalhamento.

A força necessária para retirar os acessórios foi medida em Newtons (N) e a resistência ao cisalhamento em Megapascal (MPa). Os resultados de resistência adesiva foram obtidos com o auxílio do programa de computador (TESC) conectado à Máquina de Ensaio Universal EMIC DL 2000.

4.7 Índice de Adesivo Remanescente (IAR)

Após a descolagem dos acessórios ortodônticos, as superfícies dos dentes foram analisadas em Lupa Estereoscópica (Kozo Optical and Eletronical Instrumental, Nanjing-Jiangsu, China) com aumento de 10 vezes para determinar o IAR.

Tal medição foi realizada obedecendo aos escores idealizados por Artur e Bergland (1984), que variam de 0 a 3: Índice 0- nenhuma quantidade de adesivo aderido ao esmalte; 1- menos da metade do adesivo aderido ao

esmalte; 2- mais da metade de adesivo aderido ao esmalte e 3- todo o adesivo aderido ao esmalte dentário, inclusive a impressão da malha do bráquete. (Figura 9).

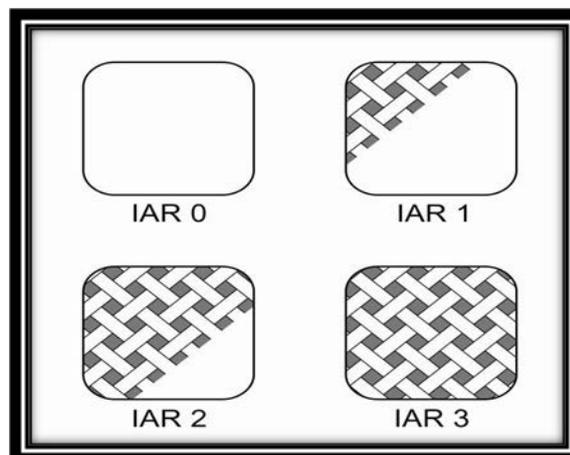


Figura 9– Escores de adesivo remanescente idealizados por Artur e Bergland (1984).

O teste Kruskal-Wallis foi utilizado para estudar os dados coletados e Dunn para comparações múltiplas.

4.8 Planejamento Estatístico (Delineamento Experimental da Pesquisa)

Com o objetivo de analisar o clareamento intracoronário (clareado ou não) e a influência do adesivo (autocondicionante ou convencional na resistência adesiva de bráquetes ortodônticos foi delineado um experimento que segue um esquema fatorial (2x2), totalizando 4 condições experimentais sob 15 repetições (Figura 10).

Nesse estudo, cuja unidade experimental é o dente bovino, são consideradas duas variáveis independentes (ou experimentais): tratamento clareador e tipo de adesivo. O primeiro fator, relativo ao tratamento clareador apresenta dois tipos de categorias ou níveis: dentes clareados e não clareados.

O segundo fator, relativo ao tipo de adesivo, apresenta dois níveis que são os diferentes materiais utilizados: Transbond™XT e Transbond™ *Plus Self Etching Primer*.

A variável dependente (ou resposta) foi a resistência adesiva, medida operacionalmente por meio do teste de resistência ao cisalhamento (MPa).

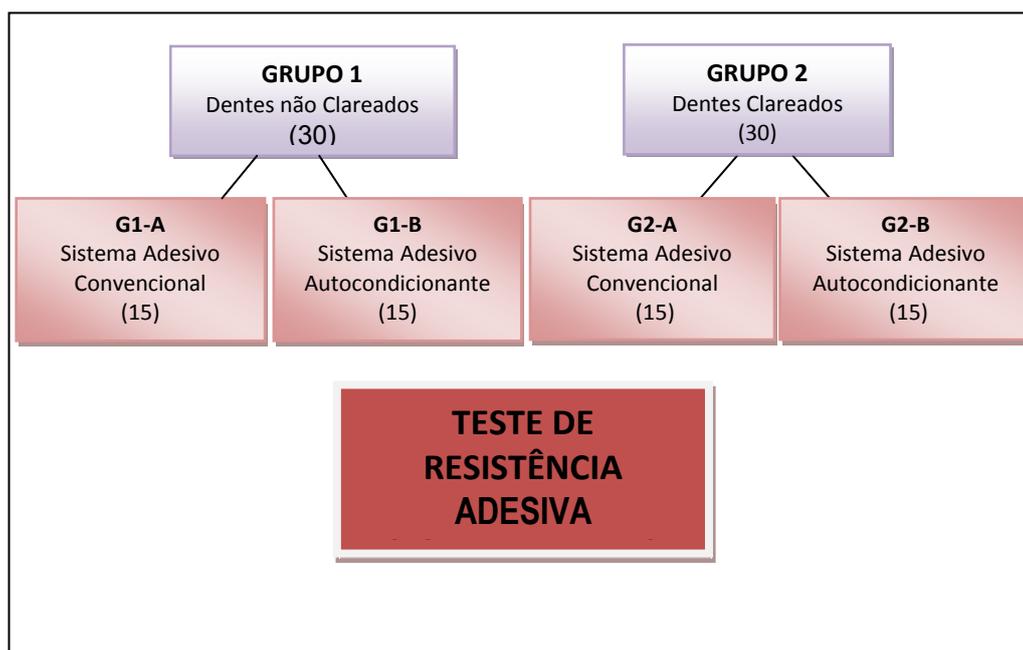


FIGURA 10: Delineamento experimental da pesquisa.

4.9 Análise estatística

Os efeitos do Tratamento Clareador e dos Sistemas Adesivos foram analisados estatisticamente com o auxílio do teste de Análise de Variância a dois critérios modelo fixo (MANOVA) e *post hoc* com teste de Tukey adotando nível de significância de 5% ($p < 0,05$) e encontram-se descritos em tabelas e gráficos por meio da média e do desvio padrão.

Foi utilizado o teste de Kolmogorov-Smirnov com o intuito de verificar se os dados obedeciam a uma distribuição normal, e o teste de Bartlett verificar a homocedasticidade (homogeneidade de variâncias) entre os grupos.

Todos os procedimentos estatísticos foram executados no programa Statistica versão 5.1 (StatSoft Inc., Tulsa, USA).

RESULTADOS

5. RESULTADOS

Os resultados obtidos no ensaio de cisalhamento serão apresentados conforme proposição e metodologia pré-determinadas neste estudo.

5.1 Análise Estatística Descritiva

Os valores de resistência adesiva dos bráquetes ortodônticos estão expressos a Tabela 1 e Gráfico 1 considerando-se o tipo de tratamento e tipo de sistema adesivo empregado.

Tabela 1 – Média, desvio padrão, valor mínimo e máximo da resistência ao cisalhamento (MPa) dos quatro grupos avaliados.

Grupo experimental	Tratamento	Média (Dp)	Máx.	Min.
G1A	Não Clareado Convencional	11,06 (3,63)	17,07	4,83
G2A	Clareado Convencional	6,43 (2,70)	10,86	1,14
G1B	Não clareado Autocondicionante	11,55 (2,85)	15,68	9,01
G2B	Clareado Autocondicionante	14,14 (2,23)	18,42	10,76

De acordo com os cálculos obtidos na Tabela 1, nota-se que a média de resistência adesiva ao cisalhamento para o grupo G2B foi superior ($14,14 \pm 2,23$) quando comparado a todos os grupos experimentais estudados.

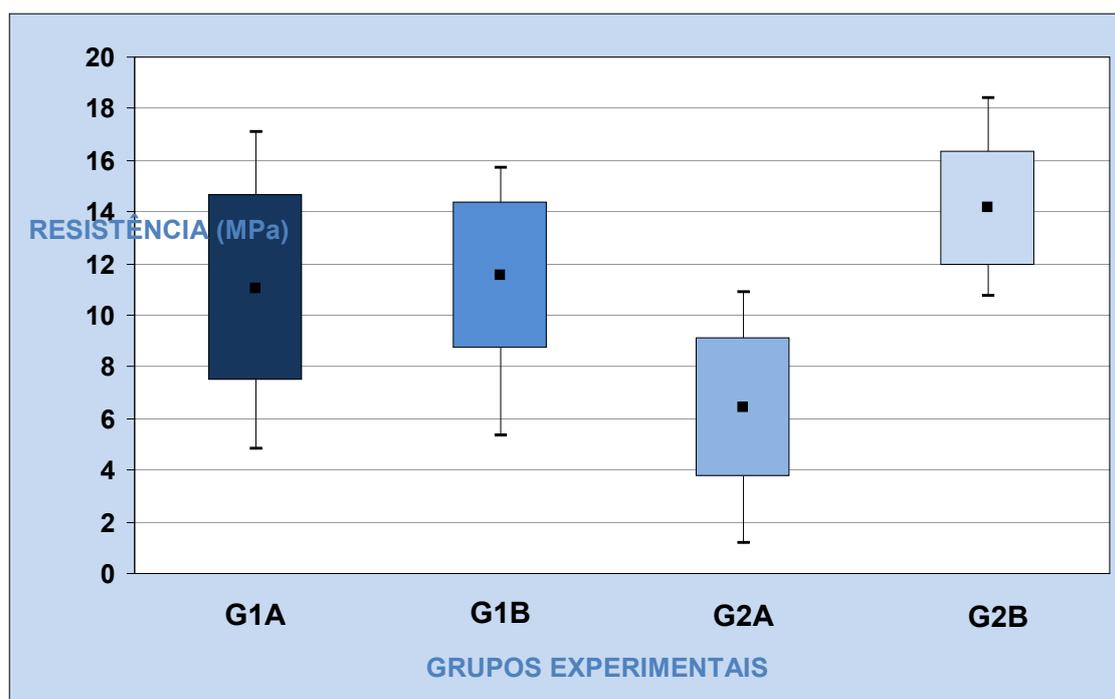


Gráfico 1 – Média e desvio padrão, valor mínimo e máximo da resistência ao cisalhamento (MPa), dos quatro grupos avaliados.

5.2 Análise Estatística Indutiva

Levando em consideração que o objetivo deste estudo que foi examinar a influência do tratamento clareador intracoronário e do tipo de sistema adesivo (SAC - Transbond™ XT e SAA- Transbond™ *Plus Self Etching Primer*) na adesão de bráquetes ortodônticos metálicos sobre o esmalte, esta análise envolveu a aplicação do teste de análise de variância ANOVA, considerando dois critérios (Tabela 2)

Tabela 2 – Análise de variância a dois critérios para verificar os efeitos do clareamento e do adesivo.

Efeito	SQ	GL	QM	F	P
Clareamento	15,60	1	15,60	1,86	0,179 ns
Adesivo	252,27	1	252,27	30,02	<0,001 *
Clareamento x Adesivo	195,37	1	195,37	23,25	<0,001 *
Resíduo	470,60	56	8,40		
Total	933,84	59			

SQ - soma dos quadrados

GL - graus de liberdade

QM - quadrado médio

ns - estatisticamente não significativo

Aplicando o teste estatístico ANOVA (*two way*) foi possível observar que o efeito interação (Clareamento x Adesivo) foi estatisticamente significativo ($p < 0,001$), visto que apenas a realização do tratamento clareador interno não é estatisticamente significativa. Analisando apenas a variável sistema adesivo, verifica-se que o sistema *total etch* ou autocondicionante influenciou significativamente na fixação dos bráquetes.

Quando se comparam os valores médios de resistência adesiva por meio do teste de Tukey (5%), pode-se observar as diferenças estatísticas das 4 condições experimentais (Tabela 3).

Tabela 3 - Teste de Tukey para comparação múltipla entre os grupos.

Grupo Experimental	Clareamento	Sistema adesivo	Média (MPa)	Grupos homogêneos *
G1A	Não Clareado	Convencional	11,06	a
G2A	Clareado	Convencional	6,46	b
G1B	Não Clareado	Autocondicionante	11,85	ac
G2B	Clareado	Convencional	14,14	c

* Conjuntos que representam letras iguais indicam diferenças estatisticamente não significante ($p < 0,05$)

Analisando a Tabela 3, pode-se concluir que: a condição G2B e G1B apresentam valores de resistência médios similares que não diferem estatisticamente entre si, sendo estas as condições de maior resistência de união. A condição G1B não difere da condição G1A. Sendo assim, a menor condição é aquela apresentada pelo grupo G2A.

5.3 Análise do Índice de Adesivo Remanescente (IAR)

Após o cisalhamento dos bráquetes, o tipo de falha foi avaliada através da análise do IAR. As quatro condições experimentais foram avaliadas demonstrando a distribuição da frequência e diferença entre os grupos (Tabela 4, Gráfico 2).

O teste de Kruskal-Wallis demonstrou haver diferença estatisticamente significativa entre os grupos ($H = 18,43$; $p < 0,001$). Para as comparações múltiplas foi executado o teste de Dunn (Tabela 4).

Tabela 4 – Escores de adesivo remanescente dos quatro grupos avaliados (n(%)) e a diferença estatística encontrada.

Grupo* (n=15)	Escore IAR			
	0	1	2	3
G1-A^a	3 (20,0%)	7 (46,7%)	2 (13,3%)	3 (20,0%)
G2-A^a	6 (40,0%)	7 (46,7%)	1 (6,7%)	1 (6,7%)
G1-B^b	1 (6,7%)	0 (0%)	5 (33,3%)	9 (60,0%)
G2-B^b	3 (20,0%)	0 (0%)	7 (46,7%)	5 (33,3%)

* Letras iguais indicam diferenças estatisticamente não significante ($p < 0,05$)

Analisando a Tabela 4, nota-se que os grupos fixados com SAA (G2B e G1B), os quais apresentaram maiores valores de resistência de união, predominaram respectivamente os escores 2 (mais da metade de resina no esmalte) e 3 (toda a resina no esmalte), sugerindo condições de alta adesividade, o que gerou, inclusive, fratura coesiva em esmalte em 20% das amostras do grupo G2B (Figura 11).

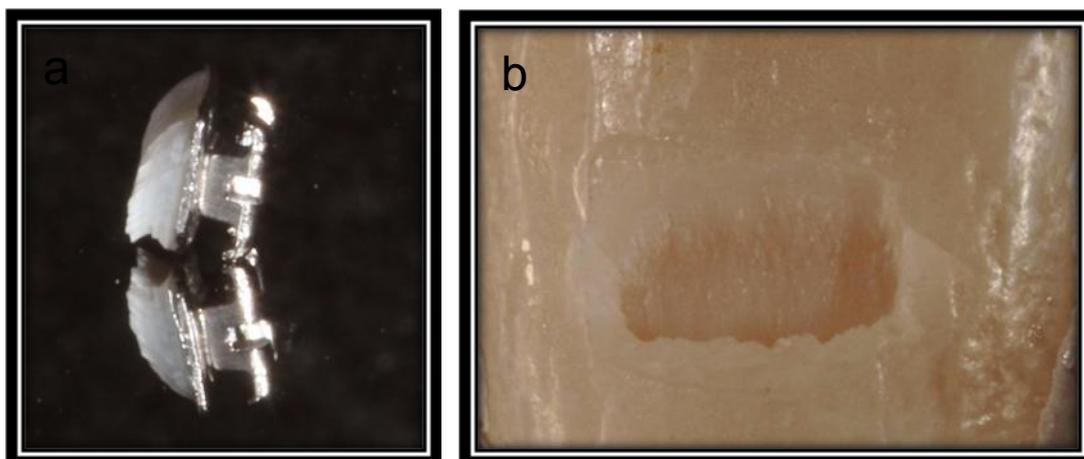


Figura 11: a) Fratura coesiva em esmalte; b) Aspecto do dente após a fratura.

Nos grupos G1A e G2A, onde os dentes foram fixadas através de condicionamento ácido total (SAC), o escore 1 prevaleceu, indicando menos da metade de resina no esmalte, e ocorreu fratura coesiva em esmalte em uma amostra do grupo G1A.

Os dados demonstraram perfis diferentes de falhas adesivas, sendo que com os adesivos autocondicionantes as falhas foram mais entre o bráquete/ resina (escore 2 e 3) e ao se utilizar o condicionamento ácido as falhas predominaram entre o esmalte/resina (escore 0 e 1).

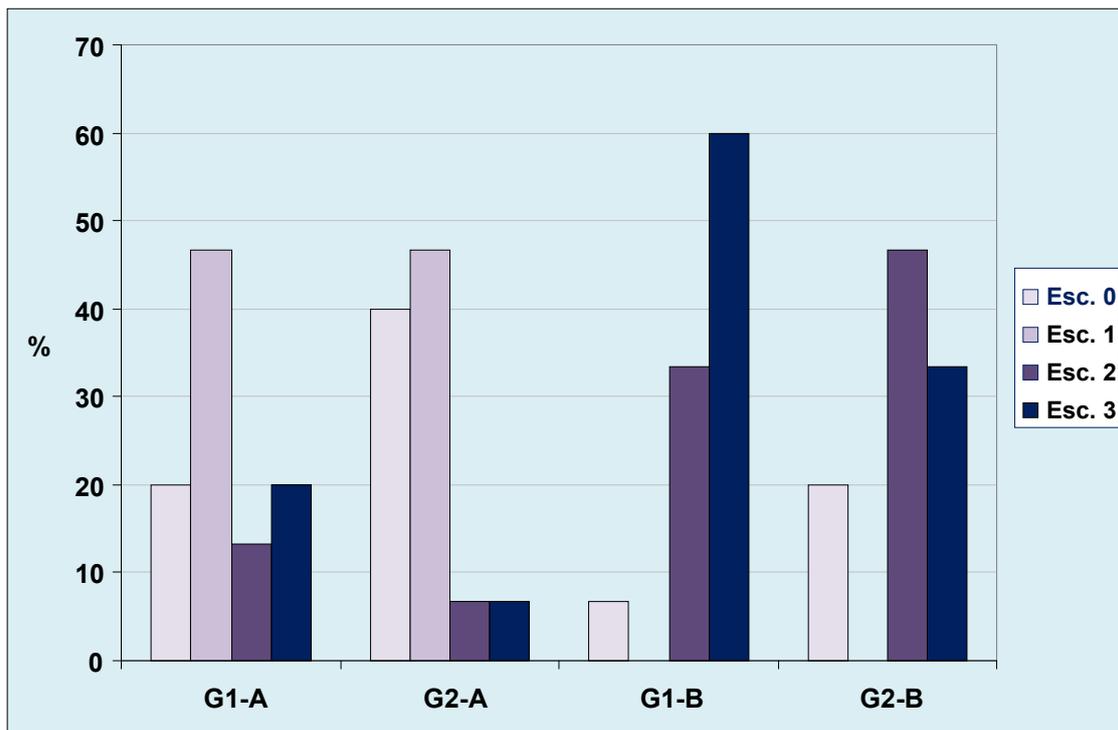


Gráfico 2 – Escores de adesivo remanescente dos quatro grupos avaliados, em porcentagem.

DISCUSSÃO

6. DISCUSSÃO

Para facilitar o entendimento, este capítulo será subdividido em dois tópicos: **Discussão da Metodologia e Discussão dos Resultados.**

6.1 DISCUSSÃO DA METODOLOGIA

Dentre os testes biomecânicos, o teste de cisalhamento é amplamente utilizado para avaliação da força de união dos bráquetes ortodônticos ao esmalte dentário^{7,9,11,12}, por representar, aproximadamente, o que ocorre clinicamente. Apesar de *in vivo*, a força de cisalhamento não ser exercida puramente, pois diferentes forças (tração e compressão) atuam em conjunto na cavidade bucal, sobre a interface esmalte-resina-bráquete. A metodologia adotada neste trabalho obedece aos parâmetros indicados (Norma ISO/TR11405), para a padronização da força necessária para o deslocamento destes acessórios ortodônticos³⁴.

O dente bovino tem sido apontado como uma alternativa viável para a realização de pesquisas laboratoriais^{44,45,46}, como substitutos de dentes permanentes humanos em testes de resistência adesiva já que podem apresentar características micromorfológicas semelhantes aos dentes humanos⁴⁷. Assim sendo, este foi o substrato de eleição empregado neste estudo, devido à dificuldade de se encontrar um grande número de incisivos centrais humanos hígidos para a realização de testes laboratoriais.

Os espécimes foram armazenados em água destilada e congelados em freezer a -18°C durante 15 dias, até o momento de sua utilização para

preservar suas características estruturais^{32,42,43}. Sua permanência em solução de saliva artificial e em estufa bacteriológica a $37\pm 1^\circ\text{C}$, foi com o intuito de originar uma condição experimental mais próxima da encontrada na cavidade bucal^{7,18,23}. Além disso, a exposição à saliva apresenta um papel importante na redução da permeabilidade do esmalte dentário durante o tratamento clareador^{48,49}, sendo que são encontrados na literatura valores diferentes de cisalhamento das amostras quando armazenadas em saliva em relação à água destilada⁵⁰.

As condições experimentais *in vitro* dos testes de resistência adesiva são significativamente influenciadas pelas metodologias²⁹. Antes da fixação dos bráquetes, foi realizada a profilaxia do esmalte, como pedra-pomes e água por 10s e lavagem pelo mesmo período, o que segundo relatos da literatura, promove uma abrasão de $10\mu\text{m}$ na superfície dental^{15,33,40}. A fim de proporcionar uma maior padronização da metodologia foi utilizado o tempo de condicionamento ácido de 30s^{3,6,13,17}, velocidade de cisalhamento de 0,5 mm/min.^{3,6,9,11,16,17,24,32} e tempo de polimerização de total de 40s^{3,14,17,51}, pois sabe-se que a variação destes fatores é capaz de influenciar o valores finais de resistência adesiva²⁹.

6.2 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Com o grande aumento do número de tratamento ortodônticos em adultos, observa-se cada vez mais pacientes com dentes clareados que necessitam realizar tratamentos adesivos, assim sendo, observou-se *in vitro* influência do tratamento clareador interno na capacidade adesiva de bráquetes ortodônticos fixados após a aplicação do peróxido de hidrogênio a 35% no interior da câmara pulpar, com sistema adesivo autocondicionante, verificando que esta interação proporcionou satisfatórios níveis de resistência adesiva. Desta forma, a hipótese nula proposta neste estudo foi rejeitada.

O peróxido de hidrogênio na concentração de 35% apresenta baixo peso molecular e grande capacidade de alterar a natureza de macromoléculas de pigmentos^{22,52}. Possui um grande poder de penetração no esmalte e dentina, sendo que o peróxido de hidrogênio apresenta uma eficiência 2,76 superior ao peróxido de carbamida quando avaliado na mesma concentração⁵³. Em contato com o tecido dentário, esse agente libera radicais livres, principalmente o oxigênio que penetram nos túbulos dentinários², podendo provocar alterações estruturais na dentina peritubular e intertubular, aumentando a permeabilidade dentinária e reduzindo sua elasticidade e dureza^{21,22}. A partir do momento que o dente clareado ultrapassa o ponto de saturação, alcançando o nível máximo de branqueamento, o agente clareador passa a agir em outros compostos que apresentam cadeias de carbono, tais como as proteínas da matriz do esmalte. Com isto, há uma diminuição da quantidade de cálcio e fosfato, além de modificações na morfologia dos cristais, proporcionando aumento da porosidade e fragilidade do dente^{54,55}. Estes fatores por sua vez podem interferir na resistência adesiva do sistema adesivo ao substrato dental⁵⁶.

Em ortodontia a força de adesão ideal que os bráquetes metálicos devem possuir, consiste naquela capaz de resistir às forças ortodônticas e mastigatórias, variando entre 5,9 a 7,8 MPa para ser considerada clinicamente

aceitável⁵⁷. A força máxima de resistência ao cisalhamento deve ser inferior à força coesiva do esmalte, que é aproximadamente 12,75 MPa, para permitir a remoção do bráquete sem causar lesões em esmalte^{58,59}. Os valores de resistência adesiva encontrados nesse trabalho podem ser considerados apropriados para resistirem às forças mastigatórias e ortodônticas, no entanto no grupo G2B com média de $14,14 \pm 2,23$ MPa, ocorreram falhas coesivas no esmalte em 20% das amostras, corroborando com achado de Bishara e Fehr⁵⁹.

A literatura demonstra que a realização de procedimentos adesivos após o tratamento clareador externo é prejudicada, pois menores valores de resistência adesiva são encontrados^{3,5,6,18}. Assim sendo, a adesão após a realização do tratamento clareador interno deve também ser avaliada. Neste estudo foi proposta a verificação da resistência adesiva após o clareamento intracoronário, sem que fosse aguardado um período para o emprego dos sistemas adesivos. O efeito do clareamento dental intracoronário isoladamente, não influenciou negativamente a adesão dos bráquetes em esmalte, porém o efeito interação demonstrou diferença estatística significativa. Através dos resultados obtidos pode ser constatado que o tipo de sistema adesivo empregado exerceu grande influência visto que o grupo de dentes clareados e fixados com Sistema Adesivo Convencional apresentou menor valor de resistência ao cisalhamento ($6,43 \pm 2,70$ MPa), relação ao mesmo grupo clareado, porém em que foi utilizado o sistema adesivo autocondicionante ($14,14 \pm 2,23$ MPa). Esse fato sugere que as alterações ocorridas dos tecidos dentais após o tratamento clareador interno, poderiam favorecer a adesão quando empregados agentes autocondicionantes, porém mais estudos são necessários para elucidar este comportamento.

Uysal *et al.*⁸ e Uysal *et al.*⁹ observaram que os grupos de dentes nos quais os bráquetes foram fixados com sistema adesivo convencional imediatamente após clareamento intracoronário apresentaram reduzidos níveis de resistência ao cisalhamento aquém aos recomendados para resistir na clínica ortodôntica ($4,9 \pm 3,2$ MPa), o que em partes indicam os achados deste estudo, porém os valores de adesão aqui obtidos ($6,43 \pm 2,70$ MPa) são

compatíveis com o uso clínico⁵⁷. As possíveis explicações para esses valores reduzidos estão na presença de oxigênio residual e alteração da estrutura de esmalte após o clareamento, devido ao aumento da porosidade com perda do formato prismático⁶⁰, além de outros fatores secundários que poderiam exercer influências tais como a perda de cálcio, redução da microdureza e alterações nos componentes orgânicos do esmalte⁶¹. Assim, os autores^{8,9} sugeriram que os dentes clareados intracoronariamente deveriam ser tratados com solução antioxidante (ascorbato de sódio 10%), aplicado na superfície sobre a superfície de esmalte ou que a fixação dos acessórios fosse adiada por um período de 30 d, a fim de melhorar as condições de adesividade.

A redução na resistência ao cisalhamento de restaurações realizadas em até 7d após o clareamento intracoronário seja com peróxido de hidrogênio 30%, peróxido de carbamida a 37% ou perborato de sódio associado a água destilada foram observadas por Teixeira *et al.*²³ e Shinohara *et al.*²⁴. Já Arcari *et al.*¹⁰ afirmaram que a restauração pode ser realizada imediatamente após o tratamento clareador interno sem que haja redução da capacidade adesiva, o que pode ser justificado pelo fato de ter utilizado sistema adesivo a base de etanol. A água e o oxigênio, provenientes do agente clareador, são responsáveis pela queda da resistência adesiva, portanto sistemas adesivos que possuem etanol em sua composição tem o poder de minimizar os efeitos deletérios de resíduos de oxigênio deixados pelo clareador⁶². Os sistemas adesivos autocondicionante utilizado na metodologia deste estudo possuem como componentes reativos ésteres de álcoois bivalente com metacrílico e ácido fosfórico ou seus derivados⁶³, o que poderia explicar os valores superiores de resistência adesiva dos grupos G1B, G2B em relação ao G2A.

A prática ortodôntica tem sido revolucionada pela introdução de novos materiais e técnicas de colagem. Os adesivos contemporâneos podem ser divididos em dois grandes grupos: condicionamento ácido total (*etch and rinse*) utilizando ácido fosfórico 30% a 37,5% durante 15 a 60s^{13,16,17,23}, seguida de lavagem e secagem da superfície tratada e aplicação do sistema adesivo; e

autocondicionantes (*self etching primer*), uma combinação de ácido e adesivo em um só produto⁴⁰.

Os sistemas autocondicionantes são classificados como sistemas hidrofílicos, compostos por monômeros resinosos ácidos em que, simultaneamente, desmineralizam e penetram no substrato dentário, tornando desnecessária uma aplicação isolada de um ácido para produzir as porosidades aos tecidos dentários. Diferem dos SAC (*total etch*) em vários aspectos, tais como tipo de monômero acídico, número de frascos e de etapas, a concentração de água e solventes, hidrofiliabilidade da camada de ligação e o pH inicial⁶⁴, além de serem hidrofóbicos. A profundidade de penetração do ácido e da resina é semelhante^{51, 65} porém o nível de desmineralização está diretamente relacionada ao pH dos monômeros acídicos, ou seja, os sistemas autocondicionantes com pH mais baixo são mais agressivos e promovem um grau de condicionamento mais definido, no entanto este fato não garante uma capacidade adesiva superior⁶⁴, ao contrário, SAA com pH elevados promovem maior adesão⁶⁶.

O sistema adesivo autocondicionante Transbond™ *Plus Self Etching Primer* (3M) utilizado neste estudo apresenta um pH igual a 1, considerado baixo dentre os sistemas autocondicionantes, porém o pH de um gel de ácido fosfórico 37% varia entre 0 a 0,4. Todavia, o pH não é considerado o único determinante do aumento da resistência ao cisalhamento⁶⁶.

Poucas evidências da associação entre os sistemas adesivos autocondicionantes e o tratamento clareador interno podem ser observadas na literatura. Considerando o sistema adesivo, verifica-se que o tipo de sistema empregado influencia nos valores de resistência adesiva, bem como a sua interação com o tratamento clareador promove diferenças estatísticas significantes (Tabela 2). A resistência ao cisalhamento é superior (Tabela 3) quando utilizado o SAA, apresentando valores de 14,14 MPa e 11,55 MPa respectivamente para os grupos clareados e não clareados, em comparação ao SAC, que apresentaram valores médios de 11,06 MPa para as amostras não clareadas e 6,43 MPa para as amostras clareadas.

Corroborando com o presente estudo, Buyukylmaz, Usumez e Karaman¹² obteve valores de resistência adesiva superiores ao utilizar um sistema adesivo autocondicionante $16,0\pm 4,5$ MPa (Transbond *Plus Self Etching Primer*) quando comparado com um sistema adesivo convencional $13,1\pm 3,1$ MPa (Transbond XT). Tal condição, também foi encontrada por Torres²⁷ com $14,70\pm 4,85$ MPa (Transbond *Plus Self Etching Primer*) e $11,27\pm 4,48$ MPa (Transbond XT) e ainda, sugeriu que ambos os sistemas apresentaram adequados valores de resistência adesiva mesmo após simulações de fadiga térmica ou termomecânica na interface adesiva. Ao MEV, a superfície de esmalte dos espécimes fixados com SAC revelou mais injúrias quando comparada aos espécimes fixados com SAA, com trincas em maior quantidade e profundidade, confirmando a superioridade do sistema autocondicionante nos testes de resistência adesiva de bráquetes ortodônticos em comparação ao condicionamento com ácido fosfórico. Ao associar o tratamento clareador com os SAA, foi observado neste estudo resultados que contradizem aos observados por Torres²⁷, pois maiores danos foram encontrados ao esmalte autocondicionado, seguidos pelo grupo em que foi utilizado o SAC sem tratamento clareador.

Os SAA possuem comportamento superior ao SAC convencional com relação à resistência adesiva representando uma melhora na tecnologia dos atuais sistemas autocondicionantes em relação aos primeiros lançados no mercado³². Iijima *et al.*¹¹ e Attar *et al.*¹³ testaram sistemas autocondicionantes diferentes dos empregados nesta metodologia, obtendo valores de resistência ao cisalhamento satisfatórios que aproximam-se dos resultados deste estudo, sendo indicados ao uso na clínica ortodôntica.

Foram encontradas evidências de que mesmo na presença de contaminação salivar, os *primers* autocondicionantes demonstram resultados positivos de resistência ao cisalhamento, assemelhando-se aos sistemas hidrofílicos criados especificamente para serem utilizados nestas condições (*Moisture-Insensitive Primer*), e se sobressaem aos SAC^{14,51}.

A resistência adesiva dos sistemas autocondicionantes associado a ionômero de vidro fotopolimerizável para a fixação de bráquetes foi avaliada “*in vitro*” por Yamada, Hayakawa e Kasai¹⁵. Constatou-se que esta interação não ocasionou diferença significativa nos níveis de adesão ($7,9 \pm 2,7$ MPa) em relação aos espécimes que sofreram condicionamento ácido total ($8,6 \pm 3,0$ MPa). No entanto, ao substituir o CIVMR por resina composta para fixação dos acessórios, o SAA mostrou capacidade adesiva inferior ($8,8 \pm 2,9$ MPa) quando comparado ao SAC ($12 \pm 3,3$ MPa), porém os autores consideraram aplicável clinicamente por estar dentro do intervalo adequado para o sucesso clínico e por reduzir danos à estrutura de esmalte. Já Romano *et al.*¹⁷ encontraram resultados diferentes deste estudo comparando a união de bráquetes com SAC (Transbond™ XT-3M) e SAA (Transbond™ Plus Self Etching Primer-3M), associados as resinas Z-100 (3M) e Concise Ortodôntico (3M). O condicionamento ácido total proporcionou melhores valores de adesão quando comparado ao autocondicionamento de esmalte. Os autores explicam que seus valores diferem de outros trabalhos devido a diferentes metodologias utilizadas por esses estudos. A baixa resistência de união ao cisalhamento observada com as resinas Z-100 e Concise Ortodôntico (ativação química) pode ser devido a incompatibilidade química envolvendo esses materiais e o adesivo autocondicionante.

Ao avaliar a influência do tempo de aplicação do adesivo autocondicionante (Transbond™ Plus Self Etching Primer-3M) na capacidade de adesão de bráquetes ortodônticos Ostby *et al.*²⁶ constatou que o aumento do tempo de aplicação do *primer* autocondicionante de 3 a 5s para 15s não proporcionou aumento significativo resistência adesiva. Na metodologia adotada para a presente pesquisa foi considerada ao invés de uma aplicação de *primer* autocondicionante por tempo prolongado, haja vista que este aumento no tempo não condiz com aumento de resistência adesiva²⁶, duas camadas de *primer* consecutivas aplicadas de acordo com o tempo recomendado pelo fabricante.

Considerando a análise do IAR, foi constatado que ao utilizar a técnica do condicionamento ácido total, associado ou não ao tratamento

clareador, predominaram falhas na interface esmalte-resina, representado pelos escores 0 e 1. Utilizando o sistema adesivo autocondicionante, na ausência de clareamento prévio os tipos de falhas mais proeminentes passaram a ser entre a resina e o bráquete (escore=3). Quando se compara este grupo com o que recebeu tratamento clareador antes da fixação dos bráquetes com fixados com SAA não foi encontrada diferença estatística, predominando o escore 2, expressando grande parte das falhas na interface adesivo-bráquete. Esses resultados foram consistentes com os de Buyukylmaz, Usumez e Karaman¹²; Attar *et al.*¹³; Rajagopal, Padamanabhan e Gnanamani¹⁴ e Romano *et al.*¹⁷; demonstrando condições favoráveis dos SAA, uma vez que é preferível remover os excessos de resina da superfície de esmalte de forma segura, impedindo que danos a esta estrutura possam vir a ocorrer.

Outros estudos^{11,16,18,33} relataram falhas predominantemente na interface esmalte-adesivo, devido provavelmente a deficiente penetração de adesivo resinoso no interior do esmalte autocondicionado, principalmente quando aplicado imediatamente após ao clareamento dental externo³³. Avaliando apenas o emprego do SAC Uysal *et al.*⁸ e Uysal *et al.*⁹ relataram que o clareamento intracoronário provocou falhas predominantemente na interface esmalte-resina. Já nos dentes não clareados e no grupo com tratamento antioxidante prévio à fixação, predominaram falhas na interface bráquete resina.

A aplicação do SAA associado ao tratamento clareador na presente pesquisa, permitindo desmineralização e conseqüente embricamento do adesivo com o esmalte, resultando em uma maior ocorrência de falhas na interface resina-bráquete, a ponto de ocasionar fratura coesiva do esmalte em três amostras do grupo G2B no momento da descolagem, fenômeno este prejudicial para o esmalte dentário.

Baseado nos valores obtidos neste estudo, o SAA quando aplicado corretamente pode ser utilizado para a fixação de bráquetes imediatamente após o tratamento clareador prévio, garantindo satisfatórios índices de resistência adesiva. Os resultados encontrados nesse estudo são de grande

valia para a rotina clínica do ortodontista, uma vez que abrange o leque de alternativas de materiais disponíveis dentro do consultório. Os sistemas adesivos autocondicionantes podem se apresentar como uma alternativa viável nos casos em que tenha sido realizado um tratamento clareador intracoronário. A ausência de uma desmineralização excessiva do esmalte, redução de tempo de trabalho, sem haver perda na capacidade adesiva podem ser algumas das vantagens do uso dos SAA. Porém, mais estudos são necessários para identificar e correlacionar os aspectos referentes ao uso dos sistemas adesivos autocondicionantes na ortodontia.

CONCLUSÕES

7. CONCLUSÕES

Diante das condições experimentais expostas e dos resultados obtidos na presente pesquisa pode-se concluir que:

- ✓ A fixação de bráquetes ortodônticos imediatamente após a realização do clareamento intracoronário não apresentou diferença estatisticamente significativa;
- ✓ O tipo de sistema adesivo bem como sua interação com o tratamento clareador influenciou a resistência ao cisalhamento dos bráquetes metálicos;
- ✓ O sistema adesivo autocondicionante proporcionou valores de adesão superiores aos adesivos convencionais, mesmo quando associado tratamento clareador intracoronário, tornando viável sua utilização na clínica ortodôntica.

REFERÊNCIAS

8. REFERÊNCIAS

- 1- Knösel M, Attin R, Becker K, Attin T. External bleaching effect on the color and luminosity of inactive white-spot lesion after fixed orthodontic appliances. **Angle Orthod** 2007; 77(4): 646-652.
- 2- Amato M, Scaravilli MS, Farella M, Riccitiello F. Bleaching teeth treated endodontically: long-term evaluation of a case series. **JOE** 2006; 32(4): 376-378.
- 3- Türkkahraman H, Adanir A, Güngör Y. Bleaching and desensitizer application effects on shear bond strength of orthodontic brackets. **Angle Orthod** 2007; 77(3): 489-493.
- 4- González-López S, de Medeiros CL, Defren CA, Bolaños-Carmona MV, Sanchez-Sanchez P, Menendez-Nuñez M. Demineralization effects of hydrogen peroxide on bovine enamel and relation to shear bond strength of brackets. **J Adhes Dent** 2009 Dec.; 11(6): 461-7.
- 5- Mullins JM, Kao EC, Martin, CA, Gunel E, Ngan P. Tooth whitening effects on bracket bond strength in vivo. **Angle Orthod** 2009; 79: 777-783.
- 6- Patusco VC, Montenegro G, Lenza MA, Carvalho AA. Bond strength of metallic brackets after dental bleaching. **Angle Orthod** 2009; 79: 122-126.
- 7- Bishara SE, Oonsombat C, Soliman MMA, Ajlouni R, Laffoon JF. The effect of tooth bleaching on the shear bond strength of orthodontic brackets. **Am J Orthod Dentofacial Orthop** 2005; 128: 755-760.
- 8- Uysal T, Er O, Sagsen B, Ustdal A, Akdogan G. Can intracoronally bleached teeth be bonded safely? **Am J Orthod Dentofacial Orthop** 2009; 136: 689-694
- 9- Uysal T, Ertas H, Sagsen B, Bulut H, Er O, Ustdal A. Can intracoronally bleached teeth be bonded safely after antioxidant treatment? **Dental Materials Journal** 2010; 29(1): 47-52.

10- Arcari GM, Araújo E, Baratieri LN, Lopes GC. Microtensile bond strength of a nanofilled composite resin human dentin after nonvital tooth bleaching. **J Adhes Dent** 2007; 9: 333-340.

11- Iijima M, Ito S, Muguruma T, Saito T, Mizoguchi I. Bracket bond strength comparison between new unfilled experimental self-etching primer adhesive and conventional filled adhesives. **Angle Orthod** 2010; 80(6): 1095-1099.

12- Buyukyilmaz T, Usumez S, Karaman AI. Effect of self-etching primers on bond strength – are they reliable? **Angle Orthod** 2003; 73: 64-70.

13- Attar N, Taner TU, Tülümen E, Korkmaz Y. Shear bond Strength of orthodontic brackets bonded using convencional vs one two step self-etching/ adhesive system. **Angle Orthod** 2007; 77(3): 518-523.

14- Rajagopal R, Padmanabhan S, Gnanamani J. A comparison of shear Bond strength and debonding characteristics of conventional, moisture-insensitive, and self-etching in vitro. **Angle Orthod** 2004; 74(2): 264-268.

15- Yamada R, Hayakawa T, Kasai K. Effect of using self-etching primer for bonding orthodontic brackets. **Angle Orthod** 2002; 72(6): 558-564.

16- Cal-Neto JOAP, Carvalho F, Almeida RCC, Miguel JAM. Evaluation of a new self-etching primer on bracket bond strength in vitro. **Angle Orthod** 2006; 76(3): 466-469.

17- Romano FL, Tavares SW, Nouer DF, Consani S, Magnani MBBA. Shear bond strength of metallic orthodontic brackets bonded to enamel prepared with self-etching primer. **Angle Orthod** 2005; 75(5): 849-853

18- Uysal T, Sisman A. Can previously bleached teeth be bonded safely using self-etching primer system? **Angle Orthod** 2008; 78(4): 711-715.

19- Rodrigues LM. Estudo da permeabilidade da dentina coronária de dentes anteriores superiores e pré-molares superiores submetidos ao clareamento interno com peróxido de hidrogênio 38%. [Dissertação] Ribeirão Preto: Universidade de Ribeirão Preto - UNAERP, 2009. 113p. Mestrado em Odontologia com área de concentração em Endodontia.

20- Dillenburg ALK, Conceição EN. Clareamento Dental. In: Conceição EN. Dentística: saúde e estética. 2^a. ed. Porto Alegre: Artmed; 2007.p.234-63.

21- Lewinstein I, Hirschfeld Z, Stabholz A, Rotstein I. Effect of hydrogen peroxide and sodium perborate on the microhardness of human enamel and dentin. **J Endod** 1994; 20: 61-63.

22- Rodrigues LM, Vansan LP, Pécora JD, Marchesan MA. Permeability of different groups of maxillary teeth after 38% hydrogen peroxide internal bleaching. **Braz Dent J** 2009; 20(4): 303-306.

23- Teixeira EC, Hara AT, Turssi CP, Serra MC. Effects of non-vital tooth bleaching on microleakage of coronal access restorations. **J Oral Rehabil** 2003; 30: 1123-7.

24- Shinohara MS, Peris AR, Rodrigues JA, Pimenta LA, Ambrosano GM. The effect of nonvital bleaching on the shear bond strength of composite resin using three adhesive systems. **J Adhes Dent** 2004; 6: 205-9.

25- Shammaa I, Ngan P, Kim H, Kao E, Gladwin M, Gunel E *et al*. Comparison of bracket debonding force between two conventional resin adhesives and a resin-reinforced glass ionomer cement: an in vitro and in vivo study. **Angle Orthod** 1999; 69: 463–469.

26- Ostby AW, Bishara SE, Laffoon J, Warren JJ. Influence of self-etching application time on bracket shear bond strength. **Angle Orthod** 2007; 77(5): 885–889.

27- Torres LMS. Resistência adesiva de bráquetes ortodônticos colados com sistemas adesivos convencionais e auto-condicionantes ao esmalte bovino após ciclos térmicos e termomecânicos. [Dissertação] São José dos Campos: Faculdade de Odontologia de São Jose dos Campos, Universidade Estadual Paulista, 2011. 109p. Mestrado em Odontologia Restauradora com área de concentração em Dentística.

28- Cal-Neto JOAP, Miguel JAM, Zanella E. Effect of a self-etching primer on shear bond strength of adhesive precoated brackets in vivo. **Angle Orthod** 2006; 76(1): 127-31.

- 29- Finema KJ, Özcan M, Post WJ, Ren Y, Dijkstra PU. In-vitro orthodontic bond strength testing: A systematic review and meta-analysis. **Am J Orthod Dentofacial Orthop** 2010; 137: 615-22.
- 30- Xavier TA. Comparação dos ensaios de resistência adesiva por torção e por cisalhamento por fio. [Dissertação de] São Paulo: Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo, 2010. 143p. Doutorado em Ciências Odontológicas com área de concentração em Materiais Dentários.
- 31- Konno ANK. Estudo de metodologias utilizadas na avaliação da resistência mecânica da união compósito-dentina. [Dissertação]. Piracicaba: Faculdade de Odontologia de Piracicaba; Universidade Estadual de Campinas; 2005. 100p. Doutorado em Odontologia com área de concentração em Materiais Dentários.
- 32- Marimoto ARK. Resistência adesiva de sistemas autocondicionante e convencional frente a diferentes substratos e associação ao laser Nd:YAG. Estudo *in vitro* [dissertação]. São José dos Campos: Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, Universidade Estadual Paulista; 2007. 113p. Mestrado em Odontologia Restauradora com área de concentração em Dentística.
- 33- Abe R, Endo T, Shimooka S. Effects of tooth on shear bond strength of brackets rebonded with a self-etching adhesive system. **Odontology** 2011; 99: 83-87.
- 34- Ianni Filho D, Silva TBC, Simplicio AHM, Loffredo LCM, Ribeiro RP. Avaliação *in vitro* da força de adesão de materiais de colagem em ortodontia: Ensaio mecânicos de cisalhamento. **Rev Dent Press Ortodon Ortop Facial** 2004 jan./fev.; 9(1): 39-48.
- 35- Cal-Neto JOAP; Miguel JAM. Uma análise dos testes *in vitro* de força de adesão em Ortodontia. **R Dental Press Ortodon Ortop Facial** 2004 jul./ago.; 9(4): 44-51
- 36- Knox J, Jones ML, Hubsch P, Middleton J, Kralj B. An evaluation of the stresses generated in a bonded orthodontic attachment by three different load cases using the Finite Element Methods of stress analysis. **J Orthod** 2000; 27(1): 39-46.
- 37- Artun J, Bergland S. Clinical trials with crystal growth conditioning as an alternative to acid-etch enamel pretreatment. **Am J Orthod** 1984; 85: 333-40.

38- Chevitarese O, Ruellas ACO. Bráquetes ortodônticos: como utilizá-los. São Paulo: Santos; 2005. Capítulo 9, Descolagem de bráquetes; p. 105-128.

39- Bulut H, Turkun M, Kaya AD. Effect of an antioxidizing agent on the shear bond strength of brackets bonded to bleached human enamel. **Am J Orthod Dentofacial Orthop** 2006;129:266-72.

40- Arhun N, Arman A. Effects of orthodontics mechanics on tooth enamel: a review. **Seminars in Orthodontics** 2007 Dec.; 13(4): 281-291.

41- Oliver RG. The effect of different methods of brackets removal on the amount of residual adhesive. **Am J Orthod Dentofacial Orthop** 1988; 93: 196-200.

42- Camps J. *et al.* Influence of tooth cryopreservation and storage time on microleakage. **Dent Mater** 1996; 12: 121-6.

43- Araújo RM *et al.* Influência de diferentes meios de armazenamento de dentes extraídos na infiltração marginal. **J Bras Clin Estet Odontol** 1999; 3(14): 31-5.

44- Schilke R, Bauk O, Lisson JA, Schuckar M, Geurtsen W. Bovine dentin as a substitute for human dentin in shear bond strength measurements. **Am J Dent** 1999; 12: 92-96.

45- Schilke R, Lisson JA, Bauk O, Geurtsen W. Comparison of the number and diameter of dentinal tubules in human and bovine dentine by scanning electron microscopic investigation. **Archives of Oral Biology** 2000; 45: 355-361.

46- Krifka S, Börzsönyi A, Koch A, Hiller KA, Schmalz G, Friedl KH. Bond strength of adhesive system to dentin and enamel –Human vs. bovine primary teeth in vitro. **Dental Materials Journal** 2008; 24: 888-894.

47- Nakamichi M, Iwaku M, Fusayama T. Bovine teeth as a possible substitute in the adhesion test. **J Dent Res** 1983; 62: 1076-1081.

48- Batista GR. Efeito da ativação química do gel de peróxido de carbamida a 10% no clareamento dental. [Dissertação]. São José dos Campos: Faculdade de Odontologia de São José dos Campos; Universidade Estadual Paulista

“Júlio de Mesquita Filho”; 2010. 107p. Mestrado em Odontologia com área de concentração em Dentística.

49- Candido A, Araújo J, Silva C, Souza F, Guimarães R. Avaliação da permeabilidade do esmalte exposto a diferentes concentrações de peróxido de hidrogênio e peróxido de carbamida. **Odontol Clín-cient**. 2005; 4(3): 207-211.

50- Kitasako Y, Burrow MF, Nikaido T, Tagami J. The influence of storage solution on dentin bond durability of resin cement. **Dent Mater** 2000; 16:1-6.

51- Rosa CB, Pinto RAC, Habib FAL. Colagem ortodôntica em esmalte com presença ou ausência de contaminação salivar: é necessário o uso de adesivo auto-condicionante ou de adesivo hidrofílico? **Dental Press Ortodon Ortop Facial** 2008; 13(3): 34-42.

52- Cavalli V, *et al*. The effect of elapsed time following bleaching on enamel bond strength of resin composite. **Oper Dent** 2001; 26 (6): 597-602.

53- Soares FF, Sousa JAC, Maia CC, Fontes CC, Cunha LG, Freitas AP. Clareamento em dentes vitais: uma revisão literária. **Rev Saúde.Com** 2008; 4(1): 72-84.

54- Pegoraro CACC, Oliveira NA, Diniz LSM, Svizero NR, D'Alpino PHP. Influência dos agentes clareadores na resistência adesiva de restaurações com compósitos aos tecidos dentários: momento atual. *Revista Dentística on line*. [periódico eletrônico]. 2011 [Capturado em 10/03/2012]; 10(20): 11-18. Disponível em: www.ufsm.br/dentisticaonline

55- Oliveira DP, Teixeira ECN, Ferraz CCR, Teixeira FB. Effect of intracoronal bleaching agentes on dentin microhardness. **JOE** 2007; 33(4): 460-462.

56- Legramandi DB. Resistência adesiva à dentina após clareamento dental. [Dissertação]. Bauru: Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo; 2005. 127p. Mestrado em Odontologia com área de concentração em Dentística.

57- Reynolds IR. A review of direct orthodontic bonding. **Br J Orthod** 1975; 2(3): 171-8.

58- Bowen RL, Rodriguez MS. Tensile strength and modulus of elasticity of tooth structure and several restorative materials. **J Am Dent Assoc** 1962; 64: 378-387.

59- Bishara SE, Fehr DE. Ceramic brackets, something old, something new, a review. **Semin Orthod** 1997; 3: 178-188.

60- Ben-amar A, Liberman R, Gorfil C, Bernstein Y. Effect of mouthguard bleaching on enamel surface. **Am J Dent** 1995; 8: 29-32.

61- McCracken MS, Haywood VB. Demineralization effect of 10 percent carbamide peroxide. **J Dent** 1996; 24: 395-398.

62- Kalili KT, *et al.* J. Effect of alcohol pretreatment on composite bond strength to bleached enamel. **J Dent Res** 1993; 72: 283.

63- Bishara SE, VonWald L, Laffoon JF, Warren JJ. Effect of *self etch primer/adhesive* on the shear bond strength of orthodontic brackets. **Am J Orthod Dentofacial Orthop** 2001; 119: 621-624.

64- Moura SK, Reis A, Pelizzaro A, Dal-Bianco K, Loguercio AD, Arana-Chavez VE, *et al.* Bond strength and morphology of enamel using self-etching adhesive systems with different acidities. **J Appl Oral Sci** 2009; 17(4): 315-325.

65- Felizardo KR, Lemos LVFM, Carvalho RV, Gonini Junior A, Lopes MB, Moura SK. Bond Strength of HEMA-Containing versus HEMA-Free Self-Etch Adhesive Systems to Dentin. **Braz Dent J** 2011; 22(6): 468-472.

66- Ostby AW, Bishara SE, Denehy GE, Laffoon JF, Warren JJ. Effect of self-etchant pH on the shear bond strength of orthodontic brackets. **J Orthod Dentofacial Orthop** 2008; 134: 203-208.

ANEXO