



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS  
FACULDADE DE MEDICINA  
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA SAÚDE**

**ALEXANDRE FAUSTO DA VEIGA JARDIM**

---

**AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA DE UNIÃO DE TUBOS ORTODÔNTICOS  
SUBMETIDOS A DIFERENTES PROTOCOLOS DE COLAGEM**

---

**Goiânia, 2018**



**TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR VERSÕES ELETRÔNICAS  
DE TESES E  
DISSERTAÇÕES NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG**

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), regulamentada pela Resolução CEPEC nº 832/2007, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei nº 9610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou *download*, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

**1. Identificação do material bibliográfico:**       **Dissertação**       **Tese**

**2. Identificação da Tese ou Dissertação:**


Nome completo do autor: Alexandre Fausto da Veiga Jardim

Título do trabalho: Avaliação da resistência de união de tubos ortodônticos submetidos a diferentes protocolos de colagem

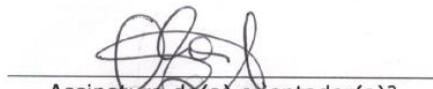
**3. Informações de acesso ao documento:**

Concorda com a liberação total do documento  **SIM**       **NÃO**<sup>1</sup>

Havendo concordância com a disponibilização eletrônica, torna-se imprescindível o envio do(s) arquivo(s) em formato digital PDF da tese ou dissertação.

  
 Assinatura do(a) autor(a)<sup>2</sup>

Ciente e de acordo:

  
 Assinatura do(a) orientador(a)<sup>2</sup>

Data: 20 / 4 / 14

<sup>1</sup> Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. A extensão deste prazo suscita justificativa junto à coordenação do curso. Os dados do documento não serão disponibilizados durante o período de embargo.

- Casos de embargo:
- Solicitação de registro de patente
  - Submissão de artigo em revista científica
  - Publicação como capítulo de livro
  - Publicação da dissertação/tese em livro

<sup>2</sup>A assinatura deve ser escaneada.

**ALEXANDRE FAUSTO DA VEIGA JARDIM**

---

---

**AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA DE UNIÃO DE TUBOS ORTODÔNTICOS  
SUBMETIDOS A DIFERENTES PROTOCOLOS DE COLAGEM**

---

---

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Goiás para obtenção de título de Mestre em Ciências da Saúde, área de Concentração Dinâmica do Processo Saúde-Doença.

**Orientador:** Prof. Dr. Carlos Estrela.

**Co-orientador:** Dr. Jairo Curado Freitas

**Goiânia, 2018**

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UFG.

Fausto da Veiga Jardim, Alexandre

AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA DE UNIÃO DE TUBOS

ORTODÔNTICOS SUBMETIDOS A DIFERENTES PROTOCOLOS DE

COLAGEM [manuscrito] / Alexandre Fausto da Veiga Jardim,  
Monarko Nunes de Azevedo. - 2018. xlii, 42 f.: il.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Estrela; co-orientador Dr. Jairo Curado de Freitas;  
co-orientador Dr. João Batista de Souza.

Trabalho de Conclusão de Curso Stricto Sensu (Stricto Sensu) -

Universidade Federal de Goiás, Faculdade de Medicina (FM), Programa de  
Pós-Graduação em Ciências da Saúde, Goiânia, 2018.

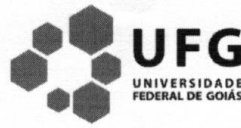
Bibliografia. Anexos. Apêndice.

Inclui siglas, fotografias, gráfico, tabelas, lista de figuras, lista de tabelas.

1. Colagem. 2. Resistência ao cisalhamento. 3. índice de  
remanescente adesivo. 4. Adesivos ortodônticos. I. Nunes de Azevedo,  
Monarko. II. Estrela, Carlos, orient. III. Curado de Freitas, Jairo, co orient. IV.  
Título.

CDU 616.314

PROGRAMA DE  
PÓS-GRADUAÇÃO EM  
**CIÊNCIAS DA SAÚDE**  
FACULDADE DE MEDICINA - FM



Ata da Defesa de Mestrado realizada por **Alexandre Fausto da Veiga Jardim**. Aos dois dias do mês de fevereiro de 2018 às 08:30h, reuniu-se na Faculdade de Medicina/UFG a Comissão Julgadora infra nomeada para proceder ao julgamento da Defesa de Mestrado intitulada: **"AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA DE UNIÃO DE TUBOS ORTODÔNTICOS SUBMETIDOS A DIFERENTES PROTOCOLOS DE COLAGEM"**, como parte de requisitos necessários à obtenção do título de Mestre, área de concentração **Dinâmica do processo saúde-doença**. O Presidente da Comissão julgadora, **Prof. Dr. Carlos Estrela**, iniciando os trabalhos concedeu a palavra ao candidato, para exposição em até 50 minutos, do seu trabalho. A seguir, o Senhor Presidente concedeu a palavra, pela ordem sucessivamente, aos Examinadores, os quais passaram a arguir o candidato durante o prazo máximo de 30 minutos, assegurando-se ao mesmo igual prazo para responder aos Senhores Examinadores. Ultimada a arguição, que se desenvolveu nos termos regimentais, a Comissão, em sessão secreta, expressou seu Julgamento, o candidato aprovado(a) ou reprovado(a).

**Banca Examinadora**

Prof. Dr. Carlos Estrela - Presidente  
Prof. Dr. Jesus Djalma Pécora - Membro  
Prof. Dr. Jairo Curado de Freitas - Membro  
Profa. Dra. Patrícia Correia de Siqueira - Membro  
Profa. Dra. Ana Helena Gonçalves de Alencar - Suplente

**Aprovado(a)/Reprovado(a)**

*Aprovado*  
APROVADO  
APROVADO  
APROVADO  
APROVADO

Em face do resultado obtido, a Comissão Julgadora considerou o candidato **Alexandre Fausto da Veiga Jardim** Habilitado (X) Não habilitado ( ). Nada mais havendo a tratar, eu **Prof. Dr Carlos Estrela**, lavrei a presente ata que, após lida e achada conforme, foi por todos assinada.

Prof. Dr. Carlos Estrela - Presidente  
Prof. Dr. Jesus Djalma Pécora - Membro  
Prof. Dr. Jairo Curado de Freitas - Membro  
Profa. Dra. Patrícia Correia de Siqueira - Membro  
Profa. Dra. Ana Helena Gonçalves de Alencar - Suplente

**Assinatura**

*[Handwritten signatures]*

A banca examinadora aprovou a seguinte alteração no título da Dissertação:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

*[Handwritten signature]*  
\_\_\_\_\_  
Discente: **Alexandre Fausto da Veiga Jardim**

**Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Medicina  
da Universidade Federal de Goiás**

**BANCA EXAMINADORA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**Aluno: Alexandre Fausto da Veiga Jardim**

---

**Orientador: Prof. Dr. Carlos Estrela**

---

**Co-orientador: Prof. Dr. Jairo Curado de Freitas**

---

**Presidente:**

**Prof. Dr. Carlos Estrela**

**Membros:**

**1. Prof. Dr. Jairo Curado de Freitas**

**2. Prof. Dr. Jesus Djalma Pécora**

**3. Prof<sup>a</sup>. Dra. Patrícia Correia de Siqueira**

**Suplente:**

**Prof<sup>a</sup>. Dr. Júlio Almeida Silva**

## DEDICATÓRIA

---

---

*Dedico esse trabalho a meus pais, Ronaldo e Helen, por toda paciência e carinho para me ensinar os valores que realmente importam.*

## AGRADECIMENTOS

---

Obrigado a Deus, pois toda a busca por conhecimento é apenas uma das maneiras que achamos de tentar entender a Ele.

A meu pai, Ronaldo, meu professor, colega e melhor amigo. Com você aprendi e aprendo não só os caminhos da profissão, mas também da vida. À minha mãe, Helen, por todo carinho e amor, por sempre estar ao meu lado nos caminhos que tomei. Tudo é por vocês.

À Lara, minha irmã, amiga e colega de profissão, uma eterna aluna de ortodontia, assim como eu.

À Naylane, por sempre me fazer querer crescer e seguir em frente.

Aos membros das famílias Fausto e Veiga Jardim, em especial às minhas avós Camina e Solomny, pelos exemplos de vida e de coragem.

Ao meu orientador Prof. Dr. Carlos Estrela, pela oportunidade de viver essa experiência e por todas as lições na Docência e da Vida.

Ao meu co-orientador, Prof. Dr. Jairo Curado de Freitas, exemplo de professor e profissional, pela paciência e dedicação com que sempre me recebeu e ensinou. Nenhum agradecimento consegue fazer mesura a tudo que já fez por mim e como sou grato.

Ao Prof. Dr. Djalma Pécora pela sua participação na banca e por todos os importantes ensinamentos já compartilhados.

Ao Prof. Dr. João Batista de Sousa, por sua importante participação e valiosas orientações, todas essenciais para que esse trabalho tomasse forma. Agradeço por toda ajuda e prestatividade.

À Prof. Dra. Ana Helena Alencar, que além da dedicação e importante ajuda prestada no decorrer dessa pesquisa, se mostrou um exemplo de docente a se admirar e seguir.

Ao Prof. Dr. Júlio Almeida Silva, pelo importante auxílio na aquisição das imagens utilizadas neste trabalho, por suas valiosas correções na apresentação e redação deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Daniel Decúrcio, pela amizade, prestatividade e paciência desprendidas durante todo o meu tempo na Pós-Graduação.



Ao meu amigo e companheiro de pesquisa, Dr. Monarko Azevedo. Sua contribuição e seus conhecimentos ajudaram esse trabalho a tomar forma.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde da Faculdade de Medicina, coordenado pelo Prof. Dr. Paulo Sérgio Sucasas da Costa, pela oportunidade e evolução adquiridas.

Aos professores Márcio Nunes Segurado, Rubens Tavares, Sabrina Fenelon e Leandro Oliveira. Mestres e exemplos da Ortodontia, com quem tive a honra de aprender meus primeiros passos nessa maravilhosa especialidade.

Aos colegas da Pós-Graduação, que me acolheram tão bem e que são exemplos de profissionais na sua busca pelo conhecimento. Vocês engrandecem seu ofício.

Aos colegas do laboratório de biomecânica da UFG, em especial Murillo Leite, Letícia Nunes e Wanessa Ferreira, pela ajuda na configuração e uso dos equipamentos, além das importantes dicas que ajudaram na execução desse projeto.

A equipe de Ortodontia da UFG, Profs. Drs. José Valladares, Marcos Lenza e Cláudio Nery, pela oportunidade de acompanhá-los e poder ampliar meus conhecimentos na docência e na Ortodontia.

A todos os funcionários da Universidade Federal de Goiás que tive a honra de conhecer.

Em memória de Judy O'Grady, por ter contribuído de maneira tão significativa em uma parte importante da minha formação.

**LISTA DE FIGURAS**

Figura 1. Distribuição das amostras.....	17
Figura 2. Procedimentos laboratoriais.....	19
Figura 3. Tubo ortodôntico colado sem reforço resinoso em vista frontal (A) e oclusal (B).....	21
Figura 4. Tubo ortodôntico colado com reforço resinoso em vista frontal (A) e oclusal (B).....	21
Figura 5. Posicionamento da amostra e da lâmina da máquina de ensaios.....	22
Figura 6. Espécimes dos grupos colados com Orthobond (G2, G6, G7 e G8).....	25
Figura 7. Distribuição do IRA nos grupos.....	26

## LISTA DE TABELAS E QUADROS

Quadro 1 - Nome comercial, fabricante e composição dos materiais utilizado nas colagens.....	16
Quadro 2 - Comparações das médias das resistências ao teste de cisalhamento dos grupos de tubos ortodônticos colados com resinas Transbond XT (G1) e Orthobond (G2) e de seus respectivos reforços de Transbond XT (G3 e G6), Tetric N Flow (G4 e G7) e Z350 Flow (G5 e G8).....	26
Tabela 1 - Média da resistência de união (MPa) dos grupos de tubos ortodônticos colados com Transbond XT (G1) sem reforço e com reforço de Transbond XT (G3), Tetric N Flow (G4) e Z350 Flow (G5).....	28
Tabela 2 - Média da resistência de união(MPa) dos grupos de tubos ortodônticos colados com Orthobond sem reforço (G2) e com reforço de Transbond XT (G6), Tetric N Flow (G7) e Z350 Flow (G8).....	29

## **SÍMBOLOS, SIGLAS E ABREVIATURAS**

” – polegadas.

Kg - quilograma.

KgF – Quilograma-força.

LED – Light emitting diode.

MPa – Mega pascal.

n – amostra.

## RESUMO

**Objetivo:** Avaliar a resistência de união de tubos ortodônticos colados em molares com diferentes protocolos de colagem. **Material e Método:** Foram selecionados 120 molares humanos com coroas hípidas, previamente extraídos de pacientes com idade entre 12 e 30 anos. Tubos ortodônticos foram colados na superfície vestibular destes dentes com um de dois tipos de resinas (Transbond XT ou Orthobond). Cada grupo colado com um dos materiais foi subsequentemente dividido em 4 grupos: controle e com aplicação de um reforço de resina na superfície oclusal dos tubos com um de três materiais (Transbond XT, Tetric N *Flow*, Z 350 *Flow*). Testes de cisalhamento e de remanescente adesivo foram executados para avaliar a resistência e tipo de fratura dos tubos submetidos aos diferentes protocolos de colagem. **Resultados:** Tubos colados com a resina Transbond XT apresentaram resistência superior aos tubos colados com resina Orthobond. O uso de reforço resinoso com a resina Transbond XT aumentou de maneira significativa a resistência dos tubos ortodônticos colados com resina Transbond XT. O uso de resinas do tipo *flow* como reforço resinoso não resultou em aumento significativo da resistência ao cisalhamento. Todos os grupos em sua maioria apresentaram menos de 50% de remanescente resinoso na superfície vestibular após a fratura. **Conclusão:** O uso de um reforço resinoso com resina Transbond XT aumenta a resistência ao cisalhamento de tubos ortodônticos colados com resina Transbond XT.

**Palavras-chave:** Colagem, resistência ao cisalhamento, índice de remanescente adesivo, adesivos ortodônticos.

## Abstract

**Objective:** Evaluate the shear bond strength of the union of orthodontic tubes bonded to molar teeth with different bonding protocols. **Material and Method:** One hundred and twenty molar teeth, previously extracted from patients with age between 12 and 30 years were selected. Orthodontic molar tubes were bonded on the vestibular surface of these teeth with one of two types of adhesive (Transbond XT or Orthobond). Each of these groups were subsequently divided in 4 other groups: control and with the use of a resin reinforcement on the occlusal surface of the bonded tubes with one of three materials (Transbond XT, Tetric N *Flow*, Z 350 *Flow*). Shear bond strength and adhesive remnant index tests were performed to evaluate the bond strength and type of fracture of the tubes bonded with the different methods. **Results:** Tubes bonded with Transbond XT had superior bond strength than tubes bonded with Orthobond. The use of resin reinforcement with Transbond XT increased significantly the shear bond strength of tubes bonded with Transbond XT. All groups presented in most of their samples less than 50% of adhesive remnant in the vestibular surface after de shear bond test. **Conclusion:** The use of a resin reinforcement with Transbond XT increased the shear bond strength of orthodontic tubes bonded with Transbond XT.

**Keywords:** Bonding, Shear bond strength, adhesive remnant index, orthodontic adhesives.

## SUMÁRIO

<b>1. Introdução</b> .....	18
<b>2. Objetivos</b> .....	20
<b>3. Material e método</b> .....	21
3.1 Seleção da amostra e distribuição dos grupos.....	21
3.2 Procedimento de colagem dos tubos ortodônticos.....	23
3.3 Preparo das amostras.....	25
3.4 Teste de cisalhamento.....	26
3.5 Avaliação do remanescente adesivo.....	26
3.6 Análise estatística.....	29
<b>4. Resultados</b> .....	30
<b>5. Discussão</b> .....	33
<b>6. Conclusão</b> .....	37
<b>Referências</b> .....	38
<b>Anexos</b> .....	41





## 1. INTRODUÇÃO

A movimentação dentária em ortodontia envolve o emprego de acessórios como tubos ortodônticos, bráquetes e botões, os quais são colados na superfície de esmalte com vistas a obtenção da posição ideal para o caso clínico em questão (MILLETT *et al.*, 2017).

Vários fatores estão relacionados à resistência de união de um tubo ortodôntico, tais como o desenho (LEE *et al.*, 2014; SHYAGALI *et al.*, 2015), tipo de material usado na fabricação (ELSAKA *et al.*, 2014; MIRZAKOUCHAKI *et al.*, 2016), o sistema adesivo na colagem (ALBALADEJO *et al.*, 2011; BORUZINIAT *et al.*, 2015; BUYUK *et al.*, 2013; JURISÍĆ; JURISÍĆ; JURIC, 2015b; MIRZAKOUCHAKI *et al.*, 2016; RAMAZANZADEH *et al.*, 2013; REICHENEDER *et al.*, 2014), o método de polimerização (FLEMING *et al.*, 2013; LI *et al.*, 2016; TOODEHZAEIM *et al.*, 2012), e a contaminação durante o procedimento de colagem (PRASAD *et al.*, 2014; SFONDRINI *et al.*, 2013; TOODEHZAEIM; KHANPAYEH, 2015; TOODEHZAEIM; REZAIE, 2015).

No tratamento ortodôntico contemporâneo, a colagem direta ou a bandagem são os tipos de procedimentos preferencialmente empregados para a instalação de tubos ortodônticos em molares. A colagem de tubos ortodônticos apresenta como vantagens o menor tempo de consulta do paciente, a possibilidade de realização em uma única sessão e o menor risco à saúde periodontal (CORBACHO DE MELO *et al.*, 2012). Uma desvantagem está na pequena resistência de união do tubo ortodôntico quando localizado em área de elevada carga mastigatória, o que tende a sofrer mais falhas do que com as bandas (MILLETT *et al.*, 2017). Este evento tem sido observado principalmente em dentes posteriores inferiores nos quais essa ocorrência chega a ter uma frequência duas vezes maior quando o tubo é colado do que quando é fixado em bandas ortodônticas (JUNG, 2014; MILLETT *et al.*, 2017; ROELOFS *et al.*, 2017). Esse fato pode ser devido às elevadas forças de mastigação a que os acessórios ortodônticos estão sujeitos, chegando a 53 kg em região de molares (ROLDÁN *et al.*, 2016).

Estudos prévios têm indicado a aplicação de um reforço resinoso na oclusal de tubos ortodônticos com intuito de obter-se maior resistência de união (DIAS *et al.*, 2015; PINZAN-VERCELINO *et al.*, 2011; VALE E NASCIMENTO *et al.*, 2014). O reforço tem sido realizado aplicando-se uma camada de resina na superfície oclusal dos tubos ortodônticos após as colagens destes, com o objetivo de aumento da área de contato

entre o tubo ortodôntico e a superfície do esmalte, resultando em uma maior distribuição das forças aplicadas sobre o mesmo e, conseqüentemente, em uma menor tensão sobre o conjunto. Várias resinas compostas têm sido propostas, o que encoraja novos estudos em busca do material apropriado para esta finalidade.

Resinas *flow* constituem um grupo heterogêneo de materiais com muitas variações em suas propriedades físico-químicas. Notadamente, estes materiais apresentam redução da carga de preenchimento, o que resulta em menor viscosidade e em maior fluidez. Por este motivo têm aplicação fácil e rápida no ambiente intrabucal, característica desejável em regiões de difícil acesso como em molares, nos quais os tubos ortodônticos são colados (BAROUDI; RODRIGUES, 2015). Todavia, devido ao fato de apresentarem menos carga em sua composição, apresentam menor resistência de união do que as resinas convencionais, o que levou alguns estudos a contraindicar seu uso para colagem direta em áreas de maior estresse (BAROUDI; RODRIGUES, 2015; REICHENEDER *et al.*, 2014).

As hipóteses deste estudo incluem: O uso de reforço resinoso com resina Transbond XT®, Tetric N *Flow*® ou Z350 *Flow*® aumenta a resistência de união de tubos ortodônticos colados. Tubos ortodônticos colados com resina Orthobond® apresentam resistência de união similar a de tubos colados com resina Transbond XT.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo Geral

Avaliar a resistência de união de tubos ortodônticos colados em molares com diferentes protocolos de colagem.

### 2.2 Objetivo Específico

- 2.2.1 Determinar a resistência de união em tubos ortodônticos colados de maneira convencional com resina Transbond XT ou Orthobond.
- 2.2.2 Avaliar o uso de um reforço oclusal com diferentes tipos de material (Transbond XT, Tetric N *Flow*, Z350 *Flow*) e sua influência na resistência ao cisalhamento em tubos ortodônticos colados nas superfícies vestibulares da coroa de molares.
- 2.2.3 Determinar o índice de remanescente adesivo (IRA) após o cisalhamento dos tubos colados com as técnicas citadas.

### 3. MATERIAL E MÉTODO

#### 3.1 Seleção da amostra e distribuição dos grupos

O cálculo amostral determinou que para ser detectada uma diferença mínima de 0,73 MPa entre os grupos ( $\alpha=0,05$ ;  $\beta=0,20$ ) seriam necessários 120 dentes. Para este estudo foram selecionados, portanto, 150 molares com coroas híidas, extraídos por diferentes razões de pacientes atendidos na Disciplina de Cirurgia e Traumatologia Bucocomaxilo-facial da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Goiás com idade média de 24 anos. Da seleção inicial, 30 dentes foram excluídos por não satisfazerem os critérios de inclusão.

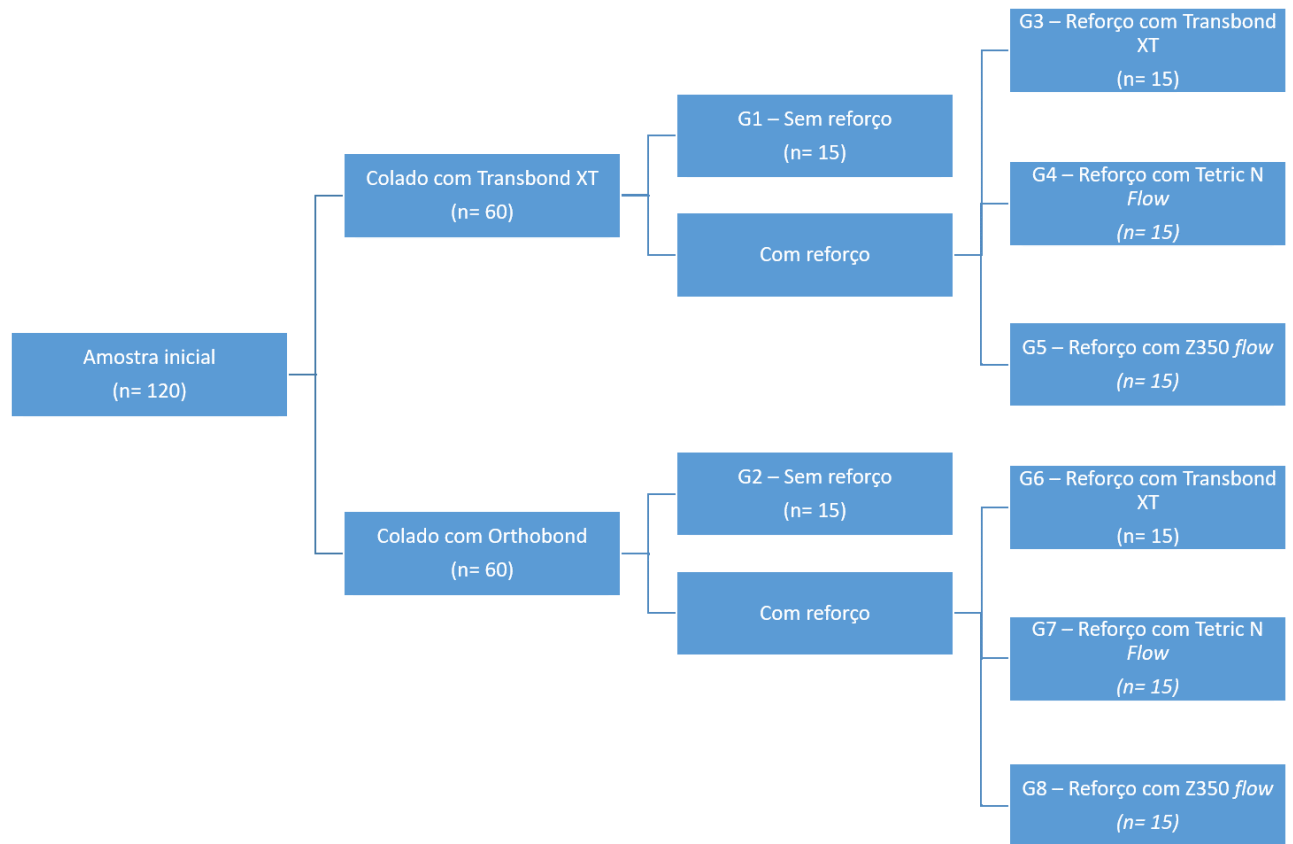
Os critérios de inclusão foram primeiros, segundos e terceiros molares humanos híidos, sendo excluídos dentes com anomalias anatômicas que impossibilitassem um contato completo da superfície da base do tubo com a superfície vestibular da coroa dental. Este estudo foi aprovado pelo comitê de ética da Universidade Federal de Goiás sob o número CAEE 64853817.5.0000.5083 (Anexo 1).

Os 120 molares selecionados foram identificados numericamente e distribuídos aleatoriamente, por meio de sorteio, em oito grupos ( $n=15$ ) sendo os tubos ortodônticos colados com: G1 – Transbond XT; G2 – Orthobond; G3 – Transbond XT e reforço com Transbond XT; G4 - Transbond XT e reforço com Tetric N *Flow*; G5 – Transbond XT e reforço com Z350 *Flow*; G6 – Orthobond e reforço com Transbond XT; G7 – Orthobond e reforço com Tetric N *Flow*; G8 – Orthobond e reforço com Filtek Z350 *Flow*. O nome comercial, fabricante e composição química dos materiais utilizados estão representados no Quadro 1 e a distribuição das amostras na Figura 1.

Quadro 1. Nome comercial, fabricante e composição química dos materiais utilizados nas colagens dos tubos ortodônticos.

<b>Nome Comercial</b>	<b>Fabricante</b>	<b>Composição segundo o fabricante</b>
Tubo ortodôntico prescrição Edgewise simples, slot 0.022”	Morelli Ortodontia, Sorocaba, Brasil	N/D
Condicionador dental gel a 37%	FGM, Rio de Janeiro, Brasil	Ácido fosfórico, sílica coloidal e corante.
Primer Transbond XT	3M Dental Products, St. Paul, MNS, EUA.	Bis-GMA, trietileno-glicol-dimetacrilato, trifenilantimônia, 4-(dimetilamino)-benzenetanol, dl-camforquinona, hidroquinona.
Transbond XT	3M Dental Products, St. Paul, MNS, EUA.	Bis-GMA, trietileno-glicol-dimetacrilato, trifenilantimônia, 4-(dimetilamino)-benzenetanol, dl-camforquinona, hidroquinona.
Orthobond	Morelli Ortodontia, Sorocaba, Brasil	BIS-GMA- Dimetacrilato Glicerolato de Bisfenol A, TEG-DMA- Dimetacrilato de Trietileno Glicol, HEMA-2 – Hidroxil-etil-metacrilato, Canforquinona, Hidroxitolueno Butilado, Ácido Dimetilol Propiônico, Diphenyliodonium Hexafluotophosphate , Dimetil Amino Etil Metacrilato Dimetilaminobenzoato
Primer Orthobond	Morelli ortodontia, Sorocaba, Brasil	Bis-GMA, TEG-DMA- Dimetacrilato de Trietileno Glicol, HEMA-2 – Hidroxil-etilmetacrilato, DMPT- Dimetil-p-toluidina, Canforquinona, Hidroxitolueno Butilado, Dimetil Amino Etil Metacrilato
Tetric N Flow	Ivoclar Vivadent AG, Schaan, Liechenstein	Bis-GMA, dimetacrilato de uretano, trifluórido do Ytterbium, 1, 10-decanediol dimetacrilato, óxido de difenil (2, 4, 6-trimetilbenzoil)-fosfina.
Z 350	3M Dental Products, St. Paul, MNS, EUA.	Bis-GMA, TEG-DMA, Bis-EMA, UDMA, sílica, zirconia.

Figura 1. Fluxograma da distribuição das amostras de acordo com o tipo de material utilizado na colagem do tubo ortodôntico e aplicação ou não de reforço.



Fonte: Autor

### 3.2 Procedimento de colagem dos tubos ortodônticos

Após a exodontia, os tecidos aderidos aos dentes foram removidos, os dentes foram seccionados, com o emprego de disco de carborundum 22,2x0,6mm (Dentorum, NY, EUA) e refrigeração, 1mm abaixo da junção amelocementária e armazenados em timol 0,1% durante 1 semana (ISO 11405, 2014).

Na superfície vestibular de cada dente realizou-se profilaxia com pedra pomes extra-fina (SS White Duflex, Rio de Janeiro, Brasil), utilizando-se uma taça de borracha (Microdont, São Paulo, Brasil) montada em baixa-rotação por aproximadamente 3 segundos. Após esse procedimento, a superfície foi limpa com um jato de água/ar durante 10 segundos, e em seguida, foi realizada a secagem com jato de ar durante 5 segundos. A distância da seringa tríplice à superfície vestibular foi padronizada em 5 cm, para tal, foi confeccionado um aparato posicionador com fio ortodôntico 0.018" acoplado à ponta da mesma.

O ácido fosfórico a 37% (FGM, Rio de Janeiro, Brasil) foi aplicado durante 30 segundos, a superfície foi lavada com jato de água/ar durante 20 segundos e, a seguir, seca com jato de ar por 20 segundos. Uma fina camada de *primer* foi aplicada na superfície, e em seguida foi utilizado um jato de ar por 10 segundos. Aplicou-se a quantidade de resina base (Transbond XT/ Orthobond) correspondente a metade da largura de uma espátula plástica Ionomix nº142 (Maquira, Maringá Brasil), na superfície de colagem de um tubo ortodôntico Edgewise simples *slot* 0.022"x0.025". O tubo foi posicionado com auxílio de uma estrela de Boone (Morelli, Sorocaba, Brasil) na superfície vestibular do dente a uma distância de 3,5 mm da cúspide méso vestibular e pressionado com uma força aferida por tensiômetro (Morelli, Sorocaba, Brasil) de 200 gf (Ribeiro *et al.*, 2013). O excesso de resina foi removido com auxílio de um explorador n. 5 (SS White, São Cristóvão, Brasil).

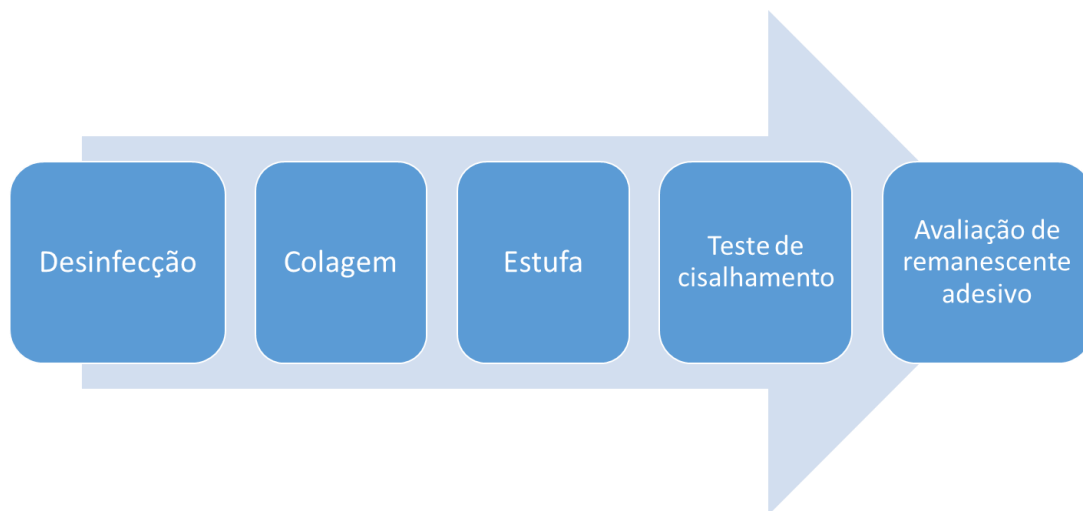
Posterior ao posicionamento do tubo no dente, cada espécime foi polimerizado com um polimerizador LED modelo Biosmile LED03 (Biosmile, Delma Medical Instrument, Guangzhou, China), com variação de espectro de 420-480 nm e intensidade 1500-2000 mW/cm<sup>2</sup> e fonte emissora de luz posicionada na superfície superior do tubo, durante 20 segundos. O polimerizador foi sempre recarregado no intervalo entre as polimerizações e a fotopolimerização foi utilizada na configuração *ramp*. Esse modo é caracterizado por um aumento progressivo da potência do LED, o que resulta em menor contração de polimerização e melhor resistência a cisalhamento da resina (LI *et al.*, 2016). A ponta emissora de luz da unidade foi posicionada na altura da ponta das cúspides vestibulares do dente.

No grupo G1 utilizou-se o procedimento acima descrito, sendo usada a resina Transbond XT para a colagem do tubo sem a utilização de nenhum reforço resinoso. Este grupo foi utilizado como referência (controle). O grupo G2 passou pelo mesmo procedimento do grupo G1, porém a resina utilizada na colagem do tubo foi a resina Orthobond. Para manter um tempo de polimerização similar em todos os grupos, exclusivamente nos grupos controle (G1 e G2 – figura 3 A e B) foi feita a polimerização por mais 20 segundos. Nos grupos teste G3, G4, G5, G6, G7 e G8 (Figura 4 A e B) desenvolveram-se os mesmos procedimentos de colagem com a resina Transbond XT do grupo G1 ou Orthobond do grupo G2, seguidos da aplicação de mais uma camada de resina (Transbond XT, Tetric N *Flow* ou Z350 *Flow*) e polimerização por mais 20 segundos. Nos grupos com reforço de resina Transbond XT, a quantidade de resina

aplicada no reforço equivaleu à metade da resina utilizada na colagem (0,3 cm; equivalente à metade da largura espátula Ionomix). A espátula de aplicação foi utilizada para espalhar de maneira uniforme a resina no comprimento da superfície oclusal do tubo. Nos grupos com aplicação de resina *flow*, foi aplicada uma quantidade equivalente ao comprimento oclusal do tubo.

Todas as amostras foram mantidas em frascos com água destilada em estufa a 36°C por um período de 24 horas. Os materiais utilizados em cada grupo bem como seu fabricante e composição estão representados no Quadro 1 e na Figura 1.

*Figura 2. Fluxograma de procedimentos laboratoriais realizados no estudo.*



*Fonte: Autor*

### 3.3 Preparo das amostras

Foram confeccionados corpos de prova de resina epóxi contendo os molares com os tubos ortodônticos colados. Estes tinham espessura de 15,5 mm, largura de 71,5 mm e comprimento de 143 mm e eram confeccionados de tal maneira que as faces vestibulares dos molares, nas quais estavam colados os tubos ortodônticos, ficavam expostas. Durante o processo de confecção dos corpos de prova foi posicionada cera utilidade sobre os tubos ortodônticos para evitar que houvesse contato da resina epóxi com os mesmos, levando a alterações nas aferições do teste de cisalhamento.

Após a presa do material, os corpos de provas foram preparados para posicionamento na máquina de ensaios. Para tanto, eram lixados e polidos com uma lixa água espessura 600 em lixadeira de velocidade variável. Durante o procedimento foi utilizada água corrente para manter os corpos de prova resfriados.



### 3.4 Teste de cisalhamento

No teste de cisalhamento foi utilizada uma máquina de ensaio Instron modelo 5600 (Instron Brasil Equipamentos Científicos, São José dos Pinhais, Brasil) ajustada de acordo com as recomendações ISO 11405 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2014). Uma ponta em lâmina de faca foi utilizada e programada com velocidade de 0,5mm/min com uma célula de força de 200 KgF.

A ponta foi posicionada de modo a causar tensão na região superior do tubo ortodôntico como demonstrado na figura 5 (A e B). Esse ponto foi selecionado porque a aplicação de força na região da base poderia causar algum viés nos grupos em que se têm o reforço oclusal.

Os dados foram analisados pelo *software* Bluehill (Instron Brasil Equipamentos Científicos, São José dos Pinhais, Brasil) e registrados para análise estatística em uma planilha *excel* (Microsoft, Redmond, EUA).

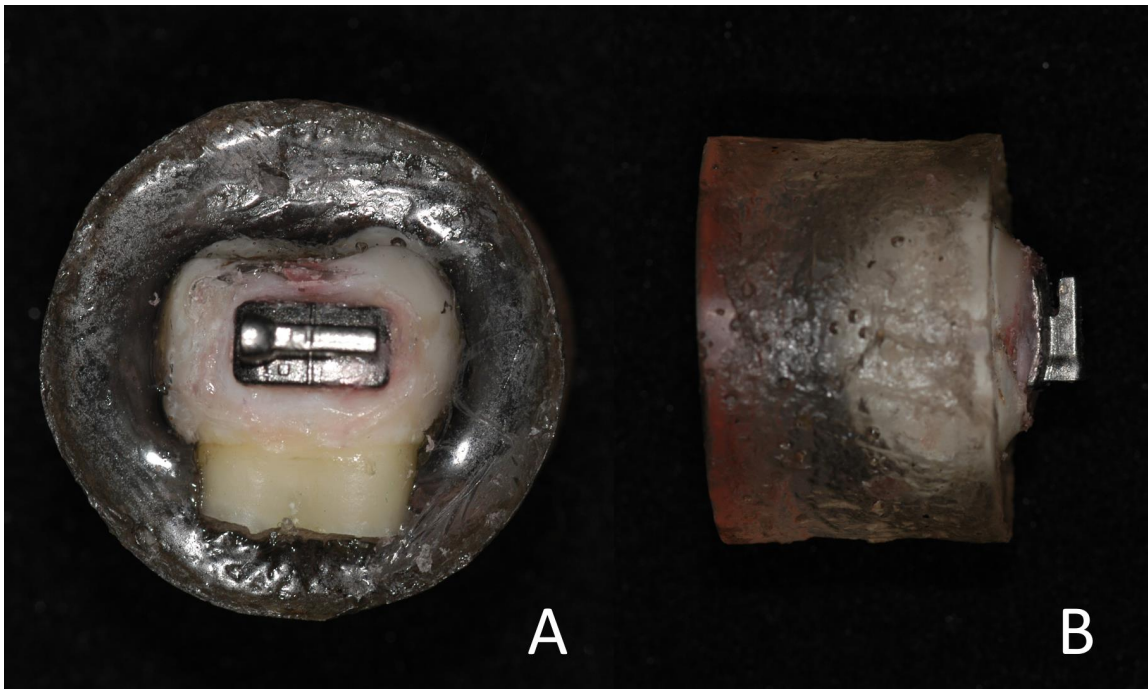
### 3.5 Avaliação do remanescente adesivo

O índice de remanescente adesivo (IRA) foi utilizado para detectar se a falha de colagem ocorreu entre o esmalte e sistema adesivo ou entre o sistema adesivo e o tubo ortodôntico. Os espécimes foram avaliados pelo método preconizado por Ârtün; Bergland (1984) com os seguintes escores: 0: Nenhum adesivo presente na superfície do dente; 1: Menos de 50% de adesivo remanescente na superfície do dente; 2: Mais de 50% de adesivo remanescente na superfície do dente; 3: Todo adesivo permanece na superfície do dente e a marca da treliça do tubo é visível.

Para a avaliação das amostras, uma câmera fotográfica Canon DS 126 311 (Canon, Tóquio, Japão) acoplada a um microscópio odontológico MC M12 (DFVasconcelos, Valença, Brasil) foi utilizada para a obtenção das imagens da superfície vestibular dos espécimes em magnificação 10x e 20x. As identificações dos grupos foram ocultadas nas imagens usando o *software* Power Point (Microsoft, Redmond, EUA) e estas foram reordenadas de maneira aleatória por sorteio.

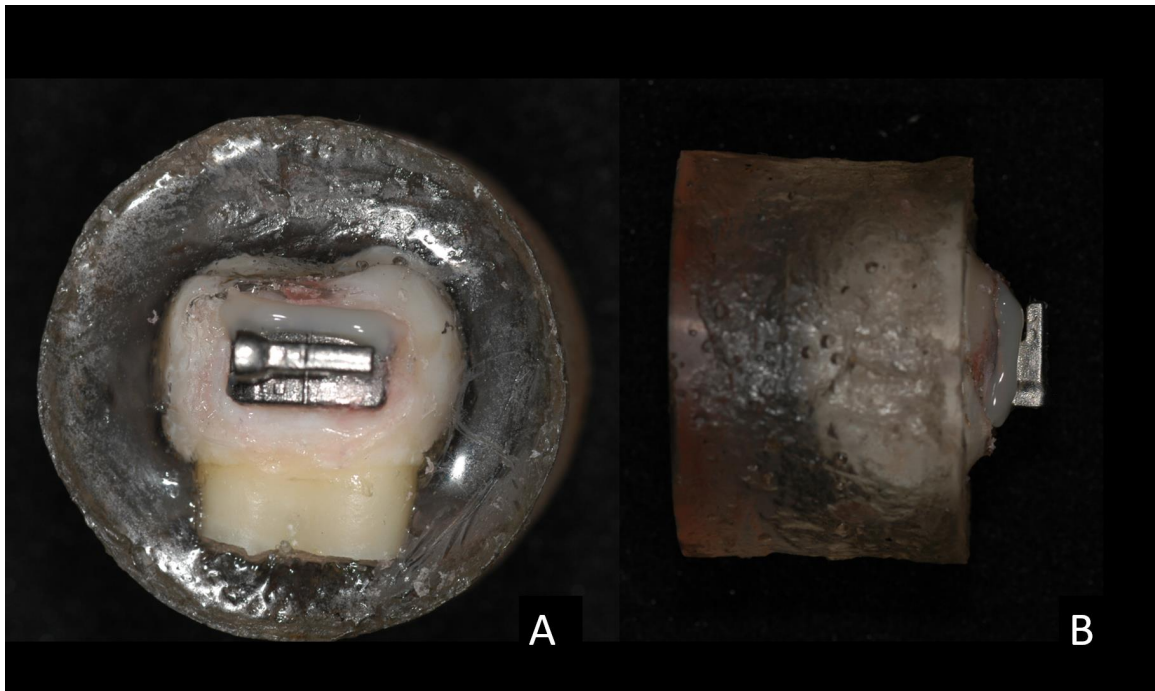
Dois examinadores, previamente treinados, avaliaram os remanescentes adesivos em um monitor Samsung 2232BW (Samsung, Seoul, Coréia do Sul), separadamente e atribuíram escores, os quais foram compilados em uma planilha Excel.

Figura 3. Tubo ortodôntico colado sem reforço resinoso em vista frontal (A) e oclusal (B).



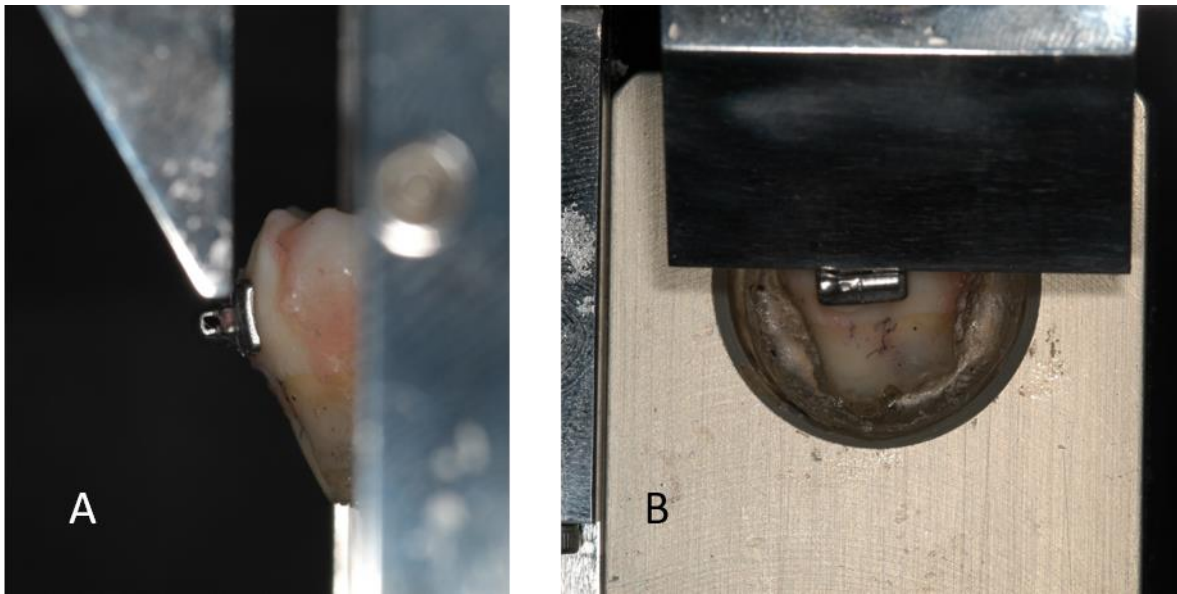
*Fonte: Autor*

Figura 4. Tubo ortodôntico colado com reforço resinoso em vista frontal (A) e oclusal (B).



*Fonte: Autor*

Figura 5 - Posicionamento da amostra e da lâmina da máquina de ensaios.



*Fonte: Autor*

### 3.6 Análise estatística

O teste de Kolmogorov-Smirnov foi utilizado para confirmar a normalidade dos dados do teste de cisalhamento. Foi feita uma comparação de médias e desvios-padrão de cisalhamento por grupos por meio do teste ANOVA. O teste T (LSD) foi usado para determinar quais grupos foram estatisticamente diferentes uns dos outros.

O índice de remanescente adesivo foi descrito quanto à porcentagem e frequência dos escores (tipo de fratura) e o teste Mann-Whitney foi utilizado para avaliar diferenças entre as medianas dos escores de dois examinadores. A concordância do índice de remanescente adesivo entre examinadores foi avaliada utilizando-se o índice Kappa.

O nível de significância  $\alpha=5\%$  foi predeterminado para todos os testes estatísticos e a análise foi conduzida utilizando-se o programa BioEstat, versão 5.3.

#### 4. RESULTADOS

O grupo G1, com tubos ortodônticos colados com a resina Transbond XT sem aplicação de reforço resinoso, apresentou resistência ao cisalhamento superior (14,00 Mpa) ao grupo G2 (9,13Mpa), com tubos ortodônticos colados com resina Orthobond sem aplicação de reforço resinoso ( $p=0,04$ ).

Não houve diferença estatisticamente significativa de resistência ao cisalhamento quando foi comparado o grupo com tubos ortodônticos colados com Transbond XT sem aplicação de reforço resinoso (G1) com os grupos com tubos ortodônticos colados com a mesma resina e reforço com resinas *flow*, tanto Tetric N *Flow* (G4; 13,39 Mpa) quanto N 350 *Flow* (G5; 15,12Mpa). O Grupo G1 apresentou resistência ao cisalhamento significativamente inferior ao grupo submetido a reforço resinoso com Transbond XT (G3; 18,71 Mpa), conforme resultados descritos na Tabela 1.

*Tabela 1 – Média da resistência de união (MPa) dos grupos de tubos ortodônticos colados com Transbond XT (G1) sem reforço e com reforço de Transbond XT (G3), Tetric N Flow (G4) e Z350 Flow (G5).*

Grupo	n	Resistência de união (Mpa)	95% IC
		Média ± Desvio-padrão	
G1	15	14,00 ± 4,56 <sup>a</sup>	11,70 – 16,30
G3	15	18,72 ± 5,66 <sup>ab</sup>	15,81 – 21,61
G4	15	13,40 ± 4,30 <sup>b</sup>	11,20 – 15,60
G5	15	15,13 ± 4,79	12,73 – 17,53

Letras iguais demonstram diferenças estatisticamente significativas ( $p<0.05$ ).

O grupo com tubos ortodônticos colados com resina Orthobond sem aplicação de reforço resinoso (G2) apresentou resistência ao cisalhamento significativamente superior às suas contrapartes coladas com reforço com resinas do tipo *flow*, tanto Tetric N *Flow* (G7; 4,45 Mpa) e Z 350 *Flow* (G8; 6,38 Mpa). Não houve diferença estatisticamente significativa na resistência ao cisalhamento quando foi comparado o grupo colado sem reforço resinoso com o grupo reforçado com resina Transbond XT (G6; 10,95 Mpa). Os resultados estão descritos na Tabela 2.

*Tabela 2 – Média da resistência de união(MPa) dos grupos de tubos ortodônticos colados com Orthobond sem reforço (G2) e com reforço de Transbond XT (G6), Tetric N Flow (G7) e Z350 Flow (G8).*

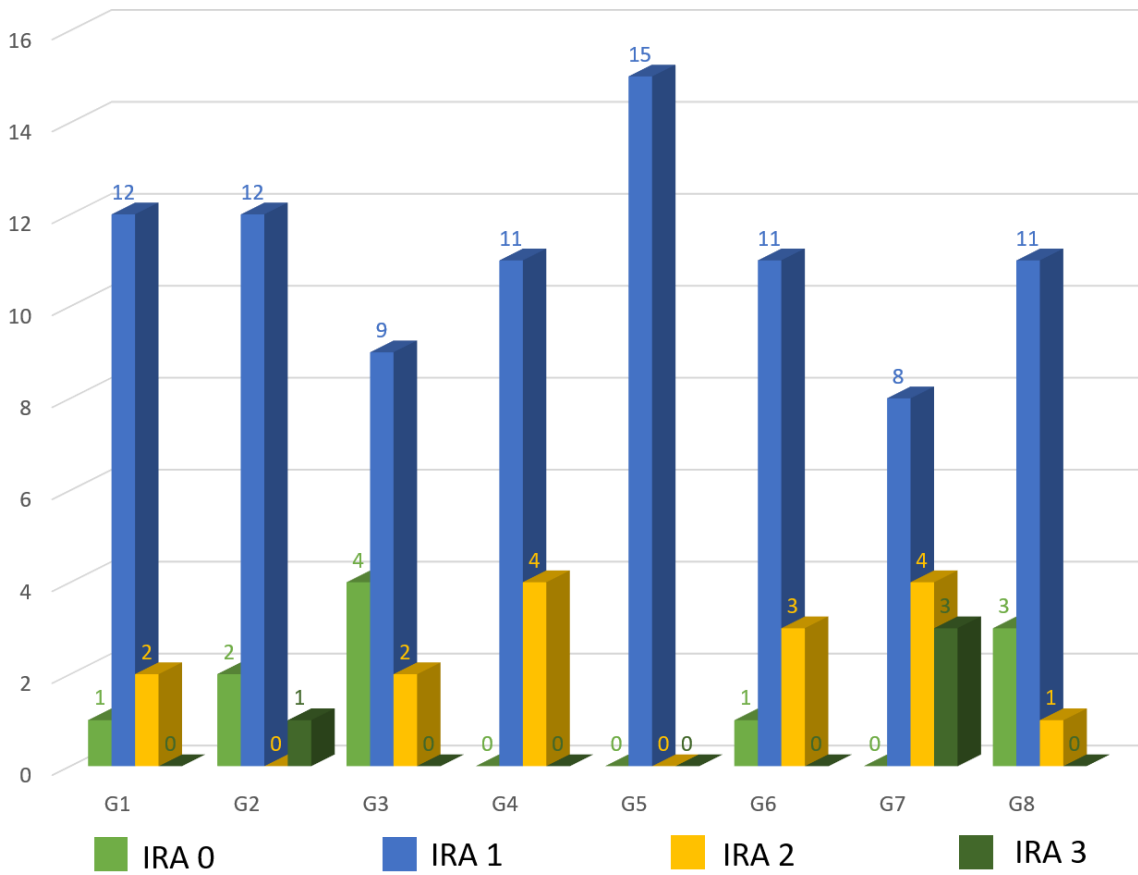
Grupo	n	Resistência ao	95 % IC
		cisalhamento (Mpa)	
		Média ± Desvio-padrão	
G2	15	9,13 ± 3,94 <sup>a</sup>	7,13 – 11,13
G6	15	10,96 ± 4,38 <sup>b</sup>	8,76 – 13,16
G7	15	4,45 ± 1,78 <sup>abc</sup>	3,55 – 5,35
G8	15	6,38 ± 2,67 <sup>abc</sup>	4,98 – 7,77

Letras iguais demonstram diferenças estatisticamente significativas ( $p < 0.05$ ).

Houve predominância do escore 1 (Figura 7) na avaliação do índice de remanescente adesivo de todos os grupos testados, o que demonstra que menos de 50% do remanescente adesivo permaneceu na superfície dentária após o teste de cisalhamento em todas as amostras.

O índice Kappa, usado para avaliar a concordância entre os examinadores na inspeção visual do índice de remanescente adesivo foi de 78,4%.

Figura 7 – Representação gráfica da frequência de IRA nos grupos experimentais.



Fonte: Autor

## 5. DISCUSSÃO

A resina Transbond XT apresentou resistência de união superior à resina Orthobond. Os grupos G1 e G2, colados sem reforço oclusal apresentaram resistências de 14,00 e 9,13 MPa respectivamente. A resina Transbond XT apresentou resistência similar a que foi observada em estudos prévios (BUYUK *et al.*, 2013; JURIŠIĆ; JURIŠIĆ; JURIĆ, 2015b; PRASAD *et al.*, 2014; RAMAZANZADEH *et al.*, 2013; SHARMA *et al.*, 2014). A resina Orthobond apresentou resultados de resistência ao cisalhamento significativamente mais baixos que a Transbond XT. Porém, a resistência observada no presente estudo foi superior aos de outros estudos que testaram a resina Orthobond (BANERJEE; BANERJEE, 2011; VILAR *et al.*, 2009). Ambos os materiais apresentam resistências de cisalhamento superiores ao valor de 7,85 Mpa preconizado como o mínimo aceitável clinicamente (REYNOLDS, 1975).

O reforço com resina Transbond XT aumentou de maneira significativa a resistência de união do grupo colado com Transbond XT (18,72 MPa) quando comparada a um grupo colado com a mesma resina sem reforço (14,00 MPa); porém, tal aumento na resistência de união não foi observado no grupo colado com resina Orthobond e reforçado com resina Transbond XT (10,96 MPa) quando comparado ao seu respectivo controle sem reforço (9,13 MPa). Estudos anteriores relataram aumento significativo da resistência de união de tubos ortodônticos usando esse método e material (PINZAN-VERCELINO *et al.*, 2011; VALE E NASCIMENTO *et al.*, 2014), resultando em resistência de união superior a de outros procedimentos para melhorar os resultados de colagem em tubos ortodônticos como o uso de silano e micro-abrasão do esmalte (ABU-ALHAIJA; JARADAT; ALWAHADNI, 2017).

Resinas *flow* têm apresentado resistência equivalente a de compósitos de colagem com mais preenchimento e menor viscosidade (ALBALADEJO *et al.*, 2011; KRISHNAN; PANDIAN; RAJAGOPAL, 2017), todavia, os achados do presente estudo sugerem que o uso de resina *flow* Tetric N *Flow* ou Z350 *Flow* como reforço de colagem não apresenta aumento significativo na resistência de tubos ortodônticos colados com Transbond ou Orthobond sem reforço resinoso. Os grupos que usaram reforços com resina do tipo *flow* exibiram resistências similares, senão menores, quando comparados aos seus respectivos controles. Esse achado foi observado nos grupos colados com Orthobond e reforçados com Tetric N *Flow* e Z350 *Flow* que apresentaram uma redução na sua



resistência de união. Resinas *flow*, apesar de serem um grupo com qualidades e propriedades extremamente heterogêneas, costumam apresentar apenas 37-53% de preenchimento com material com carga inorgânica. Isso leva a uma redução de propriedades mecânicas de 10 a 40% quando comparadas à resinas convencionais, o que se expressa clinicamente como maior contração de polimerização e índices de micro-infiltração e menor resistência e módulo de elasticidade (BAROUDI; RODRIGUES, 2015). De acordo com os fabricantes, a resina Z350 *Flow* apresenta uma carga inorgânica de aproximadamente 55% de volume, e a Tetric N *Flow* apresenta uma carga inorgânica de 39% e ambas apresentam contração de polimerização similares.

Apesar das resinas *flow* apresentarem uma aplicação facilitada para o uso em reforço de colagem direta de tubos ortodônticos, devido a suas características mecânicas inferiores, os achados desse estudo contra-indicam seu uso no reforço de colagem de tubos ortodônticos em molares. As propriedades limitadas das resinas *flow* quando comparadas com resinas com mais cargas na resistência ao cisalhamento também foram observadas na colagem de contenções ortodônticas por Reicheneder *et al.* (2014), que relataram resultados inferiores à resina Transbond XT.

No presente estudo, optou-se por usar a polimerização somente com o aparelho fotopolimerizador posicionado sobre a oclusal dos dentes para se assemelhar ao que é frequentemente realizado na prática clínica. O posicionamento da fonte de luz não é um fator determinante na resistência ao cisalhamento das amostras. Shahabi *et al.* (2014) em seu estudo, posicionaram um polimerizador LED por 10 segundos em cada superfície de um bráquete, totalizando 40 segundos, Buyuk *et al.* (2013) utilizaram polimerização com LED por 20 segundos na superfície mesial e 20 segundos na superfície distal de bráquetes. Os resultados de testes de cisalhamento em ambos estudos apresentaram semelhantes aos resultados encontrados em nosso estudo.

O tempo de polimerização parece ter um papel significativo na resistência de união. Cunha *et al.* (2012) obtiveram valores inferiores de resistência ao cisalhamento do que os encontrados em nosso estudo. Em seu estudo os tempos de polimerização e de aplicação de ácido foram menores que nosso protocolo. O tempo de polimerização pode ter influência na baixa resistência ao cisalhamento obtida pelo autor, pois Prasad *et al.* (2015) usaram tempos de aplicação de ácido similares ao deste autor e um maior tempo de polimerização (40 segundos), atingindo resistência similar ao nosso estudo. Esse último

achado e o de nosso estudo estão de acordo com o preconizado por Carvalho *et al.* (2013), que recomenda um tempo de polimerização de 40 segundos com fotopolimerizadores LED para maior resistência.

Estudos *in vitro* apresentam limitações inerentes ao seu desenho e estudos clínicos se fazem necessários para comprovar seus achados. Neste estudo foram utilizados molares permanentes hígidos extraídos por indicação ortodôntica ou periodontal de pacientes com idade média de 24 anos. Esses dentes foram armazenados por não mais que 6 meses antes do experimento em água destilada. O levantamento bibliográfico aponta que esse método de armazenamento não teria influência nos resultados de resistência (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2014; ELIADES, BRANTLEY, 2000).

A configuração da máquina de ensaios varia na literatura. Enquanto a configuração usada nesse estudo (velocidade de 0,5mm/min) foi recomendada por Eliades e Brantley (2000) e também utilizada por outros autores que obtiveram resultados semelhantes aos do presente estudo ao testar a colagem com resina Transbond XT ou reforço resinoso (BUYUK *et al.*, 2013; PINZAN-VERCELINO *et al.*, 2011). Variações na velocidade da lâmina não resultaram em resultados diferentes do presente estudo (PRASAD *et al.*, 2014; RAMAZANZADEH *et al.*, 2013; SHARMA *et al.*, 2014). Tais achados sugerem que a velocidade da lâmina da máquina de ensaios não tem influência significativa nos resultados.

Normalmente utiliza-se o ponto mais próximo da interface de união como ponto de aplicação de força em testes de resistência adesiva (RAMAZANZADEH *et al.*, 2013). Isso seria possível nos grupos sem reforço, porém, com a aplicação do reforço resinoso, a lâmina iria estar se apoiando na resina sobre a oclusal dos tubos. Isso poderia levar a aferições alteradas, pois a lâmina estaria em posições diferentes nos grupos com e sem reforço. Por esse motivo, optou-se no presente estudo por posicionar a lâmina em um ponto central da superfície oclusal do tubo; onde não haveria resina nem nos grupos sem reforço nem nos grupos com reforço e se excluiria esse fator de confusão.

O índice de remanescente adesivo é utilizado para indicar se a fratura ocorreu na interface esmalte/resina ou resina/tubo. Isso pode ser um indicativo da qualidade de adesão do material. Sua importância clínica reside no fato de que uma menor quantidade de material adesivo na superfície dentária, representada por índices menores como 0 e 1,

associada a grandes forças de cisalhamento estariam ligados a maior estresse sobre a superfície do esmalte (MIRZAKOUCHAKI *et al.*, 2012). Idealmente, um adesivo ortodôntico teria resistência adequada enquanto mantém o esmalte intacto. Para isso, a fratura com IRA 3 seria a mais indicada, apesar de que a limpeza seria mais trabalhosa do que índices menores (RAMAZANZADEH *et al.*, 2013; SHARMA *et al.*, 2014).

O tipo de fratura foi similar entre os grupos, havendo predominância do escore 1, o que indicaria que existe pouco remanescente de material resinoso na superfície dentária. Tal achado indica que a fratura ocorreu na interface entre esmalte e material resinoso. Isso pode sugerir que a adesão destes materiais ocorre com maior intensidade entre o tubo e o material de colagem, ao mesmo tempo em que há maior estresse sobre a superfície de esmalte.

Os presentes achados relatados neste estudo indicam que o uso de reforço resinoso não influenciou no IRA obtido. A resina Transbond XT apresentou um índice de remanescente 1, o que sugere que houve pouco remanescente de resina na superfície dentária. Tal observação discorda de Mirzakouchaki *et al.* (2012) e Ramazanzadeh *et al.* (2013), que observaram que esse material tende a deixar a maior parte do remanescente na superfície dentária. Todavia, outros estudos que usaram metodologias similares às destes autores (CUNHA *et al.*, 2012; JURIŠIĆ; JURIŠIĆ; JURIĆ, 2015a) encontraram resultados similares aos do presente estudo.

Futuros estudos são necessários com o objetivo de aumentar o conhecimento à cerca do reforço oclusal resinoso em tubos ortodônticos colados com resinas compostas. Além do mais, é desejável saber se outros tipos de resina composta com carga maior do que resinas *flow* são viáveis para tal método. Mais estudos *in vivo* fazem-se necessários para maior validação dessa técnica.

### 3. CONCLUSÃO

A resina Transbond XT apresentou resultados superiores de resistência de união quando comparada à resina Orthobond, mas ambos materiais apresentaram resistências de união clinicamente adequadas. O uso de um reforço resinoso com Transbond XT resultou em aumento à resistência de união de tubos colados com o mesmo material. O uso de um reforço resinoso com resinas do tipo *flow* (Tetric N *Flow* e Z350 *Flow*) não resultou em aumento significativo da resistência de união de tubos ortodônticos colados com as resinas Transbond XT ou Orthobond.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABU-ALHAIJA, E.; JARADAT, M.; ALWAHADNI, A. An Ex-vivo Shear and tensile bond strengths of orthodontic molar tubes bonded using different techniques. **Journal of Clinical and Experimental Dentistry**, p. 0–0, 2017.
2. ALBALADEJO, A. *et al.* Effect of adhesive application prior to bracket bonding with flowable composites. **Angle Orthod**, v. 81, n. 4, p. 716–720, 2011.
3. ÅRTUN, J.; BERGLAND, S. Clinical trials with crystal growth conditioning as an alternative to acid-etch enamel pretreatment. **Am J Orthod**, v. 85, n. 4, p. 333–340, 1984.
4. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ISO/TS 11405: Materiais dentários - Ensaio de adesão à estrutura dental**. Rio de Janeiro, 2014.
5. BANERJEE, R.; BANERJEE, S. A comparative evaluation of the shear bond strength of five different orthodontic bonding agents polymerized using halogen and light-emitting diode curing lights: An in vitro investigation. **Indian Journal of Dental Research**, v. 22, n. 5, p. 731, 2011.
6. BAROUDI, K.; RODRIGUES, J. C. Flowable Resin Composites: A Systematic Review and Clinical Considerations. **J Clin Diagn Res**, v. 9, n. 6, p. ZE18-24, 2015.
7. BORUZINIAT, A. *et al.* Evaluation of bond strength of orthodontic brackets without enamel etching. **J Clin Exp Dent**, v. 7, n. 4, p. e519–e523, 2015.
8. BUYUK, S. K. *et al.* Are the low-shrinking composites suitable for orthodontic bracket bonding? **Eur J Dent**, v. 7, n. 3, p. 284–8, jul. 2013.
9. CARVALHO, F. D. A. R. *et al.* Efficiency of light-emitting diode and halogen units in reducing residual monomers. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v. 138, n. 5, p. 617–622, 2010.
10. CORBACHO DE MELO, M. M. *et al.* Risk factors for periodontal changes in adult patients with banded second molars during orthodontic treatment. **The Angle Orthodontist**, v. 82, n. 2, p. 224–228, mar. 2012.
11. CUNHA, T. DE M. A. DA *et al.* Blood contamination effect on shear bond strength of an orthodontic hydrophilic resin. **J Appl Oral Sci**, v. 20, n. 1, p. 89–93, 2012.
12. DIAS, F. M. C. S. *et al.* Evaluation of an alternative technique to optimize direct bonding of orthodontic brackets to temporary crowns. **Dental Press J Orthod**, v. 20, n. 4, p. 57–62, 2015.
13. DUTRA BORGES, B. *et al.* Influence of adhesion promoters and curing-light sources on the shear bond strength of orthodontic brackets. **Indian Journal of Dental Research**, v. 23, n. 6, p. 747, 2012.
14. ELIADES, T.; BRANTLEY, W. A. The inappropriateness of conventional orthodontic bond strength assessment protocols. **Eur J Orthod**, v. 22, n. 1, p. 13–23, 2000.
15. ELSAKA, S. E.; HAMMAD, S. M.; IBRAHIM, N. F. Evaluation of stresses developed in different bracket-cement-enamel systems using finite element analysis with in vitro bond strength tests. **Prog Orthod**, v. 15, n. 1, p. 33, 2014.

16. FLEMING, P. S. *et al.* Curing lights for orthodontic bonding: A systematic review and meta-analysis. **Am J Orthod and Dentofacial Orthop**, v. 143, n. 4, p. S92–S103, abr. 2013.
17. JUNG, M.-H. Survival analysis of brackets and tubes: A twelve-month assessment. **Angle Orthod**, v. 84, n. 6, p. 1034–40, nov. 2014.
18. JURIŠIĆ, S.; JURIŠIĆ, G.; JURIC, H. Influence of Adhesives and Methods of Enamel Pretreatment on the Strength of Orthodontic Brackets. **Acta Stomatol Croat**, v. 49, n. 4, p. 269–274, 2015a.
19. JURIŠIĆ, S.; JURIŠIĆ, G.; JURIC, H. Influence of Adhesives and Methods of Enamel Pretreatment on the Shear Bond Strength of Orthodontic Brackets. **Acta stomatologica Croatica**, v. 49, n. 4, p. 269–74, 15 dez. 2015b.
20. KRISHNAN, S.; PANDIAN, S.; RAJAGOPAL, R. Six-month bracket failure rate with a flowable composite: A split-mouth randomized controlled trial. **Dental Press J Orthod**, v. 22, n. 2, p. 69–76, abr. 2017.
21. LEE, I. H. *et al.* The effect of bonded resin surface area on the detachment force of lingual bonded fixed retainers: An in vitro study. **Korean J Orthod**, v. 44, n. 1, p. 20–27, 2014.
22. LI, M.-Z. *et al.* Effects of light curing modes and ethanol-wet bonding on dentin bonding properties. **Journal of Zhejiang University. Science. B**, v. 17, n. 9, p. 703–11, set. 2016.
23. MILLETT, D. T. *et al.* Adhesives for bonded molar tubes during fixed brace treatment. In: MILLETT, D. T. (Ed.). **Cochrane Database of Systematic Reviews**. Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd, 2017.
24. MIRZAKOUCHAKI, B. *et al.* Effect of self-etching primer/adhesive and conventional bonding on the shear bond strength in metallic and ceramic brackets. **Med Oral Patol Oral Cir Bucal**, v. 17, n. 1, 2012.
25. MIRZAKOUCHAKI, B. *et al.* Shear bond strength and debonding characteristics of metal and ceramic brackets bonded with conventional acid-etch and self-etch primer systems: An in-vivo study. **J Clin Exp Dent**, v. 8, n. 1, p. e38–e43, 2016.
26. PINZAN-VERCELINO, C. R. M. *et al.* In vitro evaluation of an alternative method to bond molar tubes. **J Appl Oral Sci**, v. 19, n. 1, p. 41–46, 2011.
27. PRASAD, M. *et al.* Effect of moisture, saliva, and blood contamination on the shear bond strength of brackets bonded with a conventional bonding system and self-etched bonding system. **J Nat Sci Biol Med**, v. 5, n. 1, p. 123, 2014.
28. RAMAZANZADEH, B. A. *et al.* In-vitro evaluation of an experimental method for bonding of orthodontic brackets with self-adhesive resin cements. **European J Gen Dent**, v. 2, n. 3, p. 264–269, 2013.
29. REICHENEDER, C. *et al.* Shear bond strength of different retainer wires and bonding adhesives in consideration of the pretreatment process. **Head Face Med**, v. 10, p. 51, 2014.
30. REYNOLDS, I. R. A Review of Direct Orthodontic Bonding. **Brit J Orthod**, v. 2, n. 3, p. 171–178, 1975.

31. ROELOFS, T. *et al.* A retrospective survey of the causes of bracket- and tube-bonding failures. **Angle Orthod**, v. 87, n. 1, p. 111–117, jan. 2017.
32. ROLDÁN, S. I. *et al.* Are maximum bite forces of subjects 7 to 17 years of age related to malocclusion? **Angle Orthod**, v. 86, n. 3, p. 456–461, 2016.
33. SFONDRINI, M. F. *et al.* Shear bond strength of orthodontic brackets and disinclusion buttons: effect of water and saliva contamination. **Biomed Res Int**, v. 2013, p. 180137, 2013.
34. SHARMA, S. *et al.* A comparison of shear bond strength of orthodontic brackets bonded with four different orthodontic adhesives. **J Orthod Sci**, v. 3, n. 2, p. 29, 2014.
35. SHYAGALI, T. R. *et al.* Finite element study on modification of bracket base and its effects on bond strength. **Dental Press J Orthod**, v. 202020, n. 222, p. 76–8276, 2015.
36. TOODEHZAEIM, M. H. *et al.* Comparison of shear bond strength of orthodontic brackets bonded with halogen and plasma arc light curing. **Dent Res J (Isfahan)**, v. 9, n. 3, p. 321–7, 2012.
37. TOODEHZAEIM, M. H.; KHANPAYEH, E. Effect of Saliva pH on Shear Bond Strength of Orthodontic Brackets. **J Dent (Tehran)**, v. 12, n. 4, p. 257–262, 2015.
38. TOODEHZAEIM, M. H.; REZAIE, N. Effect of Saliva Contamination on Microleakage Beneath Bonded Brackets: A Comparison Between Two Moisture-Tolerant Bonding Systems. **J Dent (Tehran)**, v. 12, n. 10, p. 747–55, out. 2015.
39. VALE E NASCIMENTO, A. É. G. *et al.* Resin reinforcement: an alternative approach for direct bonding of molar tubes. **J Clin Orthod**, v. 48, n. 7, p. 436–40, jul. 2014.
40. VILAR, R. V *et al.* Shear bond strength of brackets bonded with two light-curing orthodontic adhesives. **The journal of adhesive dentistry**, v. 11, n. 4, p. 259–62, ago. 2009.

## Anexo 1



**PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP**

**DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

**Título da Pesquisa:** AVALIAÇÃO DO USO DE REFORÇO RESINOSO NA COLAGEM DE TUBOS ORTODÔNTICOS: ESTUDO IN VÍTRO.

**Pesquisador:** ALEXANDRE FAUSTO DA VEIGA JARDIM

**Área Temática:**

**Versão:** 1

**CAAE:** 64853817.5.0000.5083

**Instituição Proponente:** Universidade Federal de Goiás - UFG

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

**DADOS DO PARECER**

**Número do Parecer:** 1.955.554

**Apresentação do Projeto:**

**Título da Pesquisa:** AVALIAÇÃO DO USO DE REFORÇO RESINOSO NA COLAGEM DE TUBOS ORTODÔNTICOS: ESTUDO IN VITRO. **Pesquisador Responsável:** ALEXANDRE FAUSTO DA VEIGA JARDIM. **CAAE:** 64853817.5.0000.5083.

**Objetivo da Pesquisa:**

**Objetivo Primário:**

- Avaliar a resistência à soltura, in vitro, de tubos ortodônticos colados em molares com três diferentes protocolos de colagem.

**Objetivo Secundário:**

- Avaliar a resistência ao cisalhamento de tubos colados de maneira convencional, com reforço oclusal de resina Transbond XT, com reforço oclusal de resina Tetric Flow e reforço oclusal com Ionômero de vidro resinoso (Fuji Ortho LC-GC). Determinar o nível de micro-infiltração na interface do material de cimentação e estrutura dental em cada protocolo.

- Avaliar o tipo de fratura ocorrida através do índice de remanescente adesivo de cada protocolo.

- Avaliar os efeitos da termociclagem sobre a resistência ao cisalhamento de cada protocolo.

- Comparar a técnica convencional de colagem com as técnicas que utilizam reforço oclusal nos

**Endereço:** Prédio da Reitoria Térreo Cx. Postal 131  
**Bairro:** Campus Samambaia **CEP:** 74.001-970  
**UF:** GO **Município:** GOIANIA  
**Telefone:** (62)3521-1215 **Fax:** (62)3521-1163 **E-mail:** cep.prpi.ufg@gmail.com





Continuação do Parecer: 1.955.554

questos anteriores.

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

Riscos:

Relatam que:

Não haverá riscos para os pacientes. Os dentes serão doados pelos participantes. Porém, a cirurgia será realizada pela disciplina de Cirurgia da Faculdade de Odontologia, dentro dos princípios cirúrgicos. Os dados serão compilados de forma estatística, garantindo o sigilo, a privacidade do doador do órgão dental.

Benefícios:

O participante não terá benefício direto. Porém a pesquisa trata esclarecimentos a respeito do desempenho de tubos ortodôntico utilizados em seres humanos. Atualmente, o ortodontista é cada vez mais exigido quanto à precisão de resultados e menores tempo de tratamento. A colagem de tubos em ortodontia é uma alternativa mais rápida, precisa e prática do que a bandagem de molares. O maior revés dessa abordagem é o significativo aumento de intercorrências devido a falhas de colagens e quebras. O uso de tubos com colagem direta ajuda grandemente no quesito tempo de trabalho, o maior índice de falhas por essa técnica é uma preocupação pois pode aumentar o tempo de tratamento e o custo para o paciente. O levantamento bibliográfico realizado encontrou apenas dois artigos que utilizam o reforço de resina oclusal, então seria desejável a comparação com mais materiais com vantagens específicas, como fácil aplicabilidade ou propriedades cariostáticas. Para obter resultados mais próximos à realidade clínica, será utilizado o procedimento de termociclagem.

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

Esse trabalho visa avaliar in vitro o uso de diferentes materiais na aplicação de um reforço resinoso na colagem de tubos ortodônticos em molares.

Serão utilizados cento e vinte molares com coroa hígida (primeiros, segundos ou terceiros molares, superiores ou inferiores) extraídos por indicação ortodôntica ou problemas periodontais de pacientes com idade entre 12 e 30 anos de idade nas clínicas integradas da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Goiás. Estes dentes serão divididos em quatro grupos iguais. Em todos os grupos será feita a colagem de um tubo ortodôntico de molar modelo Edgewise com gancho e cada grupo passará por um tipo diferente de reforço oclusal da seguinte maneira: GC (Grupo controle, sem reforço), G1 (Reforço oclusal com Transbond XT), G2 (Reforço oclusal com resina Tetric Flow), G3 (Reforço oclusal com ionômero de vidro Fuji Ortho GC). Subsequentemente, cada grupo será dividido em duas partes iguais e uma delas passará por um

Endereço: Prédio da Reitoria Térreo Cx. Postal 131  
 Bairro: Campus Samambaia CEP: 74.001-970  
 UF: GO Município: GOIANIA  
 Telefone: (62)3521-1215 Fax: (62)3521-1163 E-mail: cep.prpi.ufg@gmail.com



Continuação do Parecer: 1.955.554

APROVADO, o mesmo foi considerado em acordo com os princípios éticos vigentes. Reiteramos a importância deste Parecer Consubstanciado, e lembramos que o(a) pesquisador(a) responsável deverá encaminhar ao CEP-UFG o Relatório Final baseado na conclusão do estudo e na incidência de publicações decorrentes deste, de acordo com o disposto na Resolução CNS n. 466/12. O prazo para entrega do Relatório é de até 30 dias após o encerramento da pesquisa, prevista para dezembro de 2017.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_854151.pdf	15/02/2017 09:53:04		Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	Termo_compromisso.pdf	15/02/2017 09:52:42	ALEXANDRE FAUSTO DA VEIGA JARDIM	Aceito
Folha de Rosto	Folha_de_rosto.pdf	19/01/2017 11:30:25	ALEXANDRE FAUSTO DA VEIGA JARDIM	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.pdf	16/01/2017 14:42:39	ALEXANDRE FAUSTO DA VEIGA JARDIM	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	projeto_detalhado.pdf	16/01/2017 14:42:11	ALEXANDRE FAUSTO DA VEIGA JARDIM	Aceito
Cronograma	Cronograma.pdf	16/01/2017 14:41:39	ALEXANDRE FAUSTO DA VEIGA JARDIM	Aceito
Brochura Pesquisa	Brochura.pdf	16/01/2017 14:41:18	ALEXANDRE FAUSTO DA VEIGA JARDIM	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

Endereço: Prédio da Reitoria Térreo Cx. Postal 131  
 Bairro: Campus Samambaia CEP: 74.001-970  
 UF: GO Município: GOIANIA  
 Telefone: (62)3521-1215 Fax: (62)3521-1163 E-mail: cep.ppi.ufg@gmail.com



Continuação do Parecer: 1.955.554

GOIANIA, 09 de Março de 2017

---

**Assinado por:**  
**João Batista de Souza**  
**(Coordenador)**

Endereço: Prédio da Reitoria Térreo Cx. Postal 131  
Bairro: Campus Samambaia CEP: 74.001-970  
UF: GO Município: GOIANIA  
Telefone: (62)3521-1215 Fax: (62)3521-1163 E-mail: cep.prpi.ufg@gmail.com



**Anexo2****UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS  
FACULDADE DE ODONTOLOGIA****TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

Você está sendo convidado(a) para participar, como voluntário(a), de uma pesquisa. Após ser esclarecido(a) sobre as informações a seguir, no caso de aceitar fazer parte do estudo, assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma delas é sua e a outra é do pesquisador responsável. Em caso de recusa você não será penalizado(a) de forma alguma. Em caso de dúvida você pode procurar o Comitê de Ética em Pesquisa Universidade Federal de Goiás pelo telefone 3521-1075 ou 3521-1076.

**INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:**

Título do Projeto: Avaliação do uso de reforço resinoso na colagem de tubos ortodônticos: estudo *in vitro*

Pesquisador Responsável: Prof. Dr. Carlos Estrela

Pesquisadores Participantes: Alexandre Fausto da Veiga Jardim

Telefones para contato (inclusive ligações a cobrar): (62) 99607-0127

**1- JUSTIFICATIVA, OBJETIVO E PROCEDIMENTOS**

Devido a elevada quantidade de quebras de acessórios ortodônticos (tubos) colados na região de molares (dentes localizados na região de trás da boca), métodos que possam reduzir essa quantidade de falhas devem ser estudados. Dessa maneira, espera-se conseguir uma redução nos custos de tratamentos ortodônticos e nos atrasos causados por falhas de colagem desses materiais.

Será realizada uma pesquisa em laboratório utilizando molares humanos extraídos devido a problemas periodontais ou indicações ortodônticas. A coleta será realizada durante as disciplinas de Estágio em Clínica Integrada da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Goiás. Esses dentes serão utilizados em simulações laboratoriais de métodos experimentais de colagem em ortodontia, analisadas por meio de testes de resistência.

**2- RISCOS E DESCONFORTOS E BENEFÍCIOS**

A participação, como doador, nesta pesquisa não traz complicações. O estudo apresentará risco mínimo podendo causar constrangimento e/ou inibição no ato de assinar o termo de consentimento. Os procedimentos adotados nesta pesquisa obedecem aos Critérios da Ética em Pesquisa com Seres Humanos conforme Resolução no. 196/96 do Conselho Nacional de Saúde. Nenhum dos procedimentos usados oferece riscos à sua dignidade.

Ao participar, como doador, desta pesquisa você não terá nenhum benefício direto. Entretanto, esperamos que este estudo traga informações importantes sobre novas técnicas de colagem de tubos ortodônticos, de forma que os tratamentos ortodônticos se tornem mais rápidos e menos onerosos para os pacientes.

**3- GARANTIA DE ESCLARECIMENTO, LIBERDADE DE RECUSA E GARANTIA DE SIGILO**

Você será esclarecido(a) sobre a pesquisa em qualquer aspecto que desejar. Você é livre para recusar-se a participar, retirar seu consentimento ou interromper a participação a qualquer momento. A sua participação é voluntária e a recusa em participar não irá acarretar qualquer penalidade ou perda de benefícios.

Os pesquisadores irão tratar a sua identidade com sigilo. Você não será identificado(a) em nenhuma publicação que possa resultar deste estudo.

Esse projeto foi aprovado no comitê de ética da Universidade Federal de Goiás sob o registro nº 64853817.5.0000.5083.

#### 4. CUSTOS DA PARTICIPAÇÃO E RESSARCIMENTO

A participação no estudo não acarretará custos para você e não será disponível nenhuma compensação financeira adicional.

#### 5- DECLARAÇÃO DO PARTICIPANTE OU DO RESPONSÁVEL PELO PARTICIPANTE

Eu, \_\_\_\_\_ fui informado(a) dos objetivos da pesquisa acima de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que em qualquer momento poderei solicitar novas informações e motivar minha decisão se assim o desejar. O pesquisador Alexandre Fausto da Veiga Jardim certificou-me de que todos os dados desta pesquisa serão confidenciais. Também sei que caso existam gastos adicionais, estes serão absorvidos pelo orçamento da pesquisa. Em caso de dúvidas poderei chamar o pesquisador no telefone (62) 99607-0127. Declaro que concordo em participar desse estudo. Recebi uma cópia deste termo de consentimento livre e esclarecido e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Local e data \_\_\_\_\_

Assinatura do sujeito ou responsável: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Alexandre Fausto da Veiga Jardim

**Anexo 3****EVALUATION OF BOND STRENGTH OF MOLAR ORTHODONTIC TUBES  
SUBJECTED TO DIFFERENT BONDING PROTOCOLS**

**Abstract**

**Objective:** Evaluate the shear bond strength of the union of orthodontic tubes bonded to molar teeth with different bonding protocols. **Material and Method:** One hundred and twenty molar teeth, previously extracted from patients aged between 12 and 30 years old were selected. Orthodontic molar tubes were bonded on the vestibular surface of these teeth with one of two types of adhesive. Each of these groups were subsequently divided in 4 other groups: control and with the use of a resin reinforcement on the occlusal surface of the bonded tubes with one of three materials (one conventional adhesive and two flow type resins). Shear bond strength and adhesive remnant index tests were performed to evaluate the bond strength and type of fracture of the tubes bonded with the different methods. **Results:** Tubes bonded with Transbond XT had superior bond strength than tubes bonded with Orthobond. The use of resin reinforcement with Transbond XT increased significantly the shear bond strength of tubes bonded with Transbond XT. All groups presented in most of their samples less than 50% of adhesive remnant in the vestibular surface after de shear bond test. **Conclusion:** The use of a resin reinforcement with Transbond XT increased the shear bond strength of orthodontic tubes bonded with Transbond XT.

**Keywords:** Bonding, Shear bond strength, adhesive remnant index, orthodontic adhesives.



## INTRODUCTION

Tooth movement in orthodontics implicates the use of accessories such as orthodontic tubes, brackets and buttons, which are bonded to the enamel surface with purpose of obtaining the ideal tooth position for the clinical case in question<sup>1</sup>.

Several factors are related to the bonding resistance of a orthodontic tube, such as design<sup>2,3</sup>, type of material used for its manufacturing<sup>4</sup>, adhesive system used in the bonding process<sup>4-9</sup>, polymerization method<sup>10-12</sup>, and contamination with blood or salivae during the bonding procedure<sup>13-16</sup>.

In contemporary orthodontics, direct bonding or banding are the preferred procedures employed in the installation of orthodontic tubes in molar teeth. The direct bonding of orthodontic tubes has advantages like reduced operative time, possibility of completing the procedure in a single session and lower periodontal risk<sup>17</sup>. It's disadvantages are the lower shear bond strength of bonded tubes when located in areas of elevated masticatory load, which tends to suffer more failures than observed with banded molar teeth<sup>18</sup>. This has been observed mainly in lower posterior teeth, in which this occurrence is up to two times more frequent with directly bonded molar tubes than with cemented bands<sup>18-20</sup>. This can be due to the high masticatory forces which orthodontic accessories are subjected to, being up to 53 kg in the molar region<sup>21</sup>.

Previous studies have recommended the application of a resin reinforcement in the occlusal surface of orthodontic molar tubes with means to achieve a better union strength<sup>22,23</sup>. This reinforcement has been done by increasing the contact area of the bonded molar tube by applying a layer of resin in the occlusal surface of orthodontic tubes after their initial bonding, resulting in better distribution of the forces applied and lower tension over it. Not many types of resin have purposed for this means, what encourages new studies to identify the ideal material for this procedure.

Flowable resins are a heterogeneous group of dental materials with many variations in their physical and chemical properties. Notably, these materials present a reduction on filler load, which translates into lower viscosity and higher flowability. Due to this, they have an easier and faster insertion in the intrabuccal ambient, a desirable characteristic in areas of hard access like molar teeth, in which orthodontic tubes are usually bonded<sup>24</sup>. But, due to their reduced filler load, this group of materials have a lower bond strength than conventional dental adhesives, which has led some studies to contraindicate its use for direct bonding in areas of higher stress<sup>24,9</sup>.

The present study hypothesis includes: The use of a resin reinforcement with the adhesive Transbond XT®, Tetric N Flow® or Z350 Flow® increases the bond strength of orthodontic molar tubes independent of the adhesive used for bonding. Orthodontic tubes bonded with the adhesive Orthobond® present similar bond strength to tubes bonded with Transbond XT.

### 3. Material and method

Sample size calculation indicated the need of 120 teeth to detect a minimal difference of 0,73 MPa between groups ( $\alpha=0,05$ ;  $\beta=0,20$ ) in the shear bond strength tests. For this study were selected, therefore, 150 human molars with healthy crowns, extracted for different reasons from patients with mean age of 30 years under treatment in the Maxillofacial Surgery and Traumatology clinic in the Dentistry Faculty of the Federal University of Goiás (Universidade Federal de Goiás - UFG). From the initial selection, 30 teeth were excluded due to not satisfying the inclusion criterion.

Inclusion criterion were healthy first, second and third human molar teeth, being excluded those with anatomic anomalies that prevented full contact with the orthodontic molar tube bonding surface with the vestibular surface of the dental crown. This study was approved by the ethics committee of the Federal University of Goiás under the number CAEE 64853817.5.0000.5083 (Annex 1).

The selected molar teeth were numerically identified and randomly distributed, by means of random draw, in eight groups ( $n=15$ ) being the orthodontic molar tubes bonded with: G1 – Transbond XT; G2 – Orthobond; G3 – Transbond XT and reinforced with Transbond XT; G4 - Transbond XT and reinforced with Tetric N *Flow*; G5 – Transbond XT and reinforced with Z350 *Flow*; G6 – Orthobond and reinforced with Transbond XT; G7 – Orthobond and reinforced with Tetric N *Flow*; G8 – Orthobond and reinforced with Filtek Z350 *Flow*.

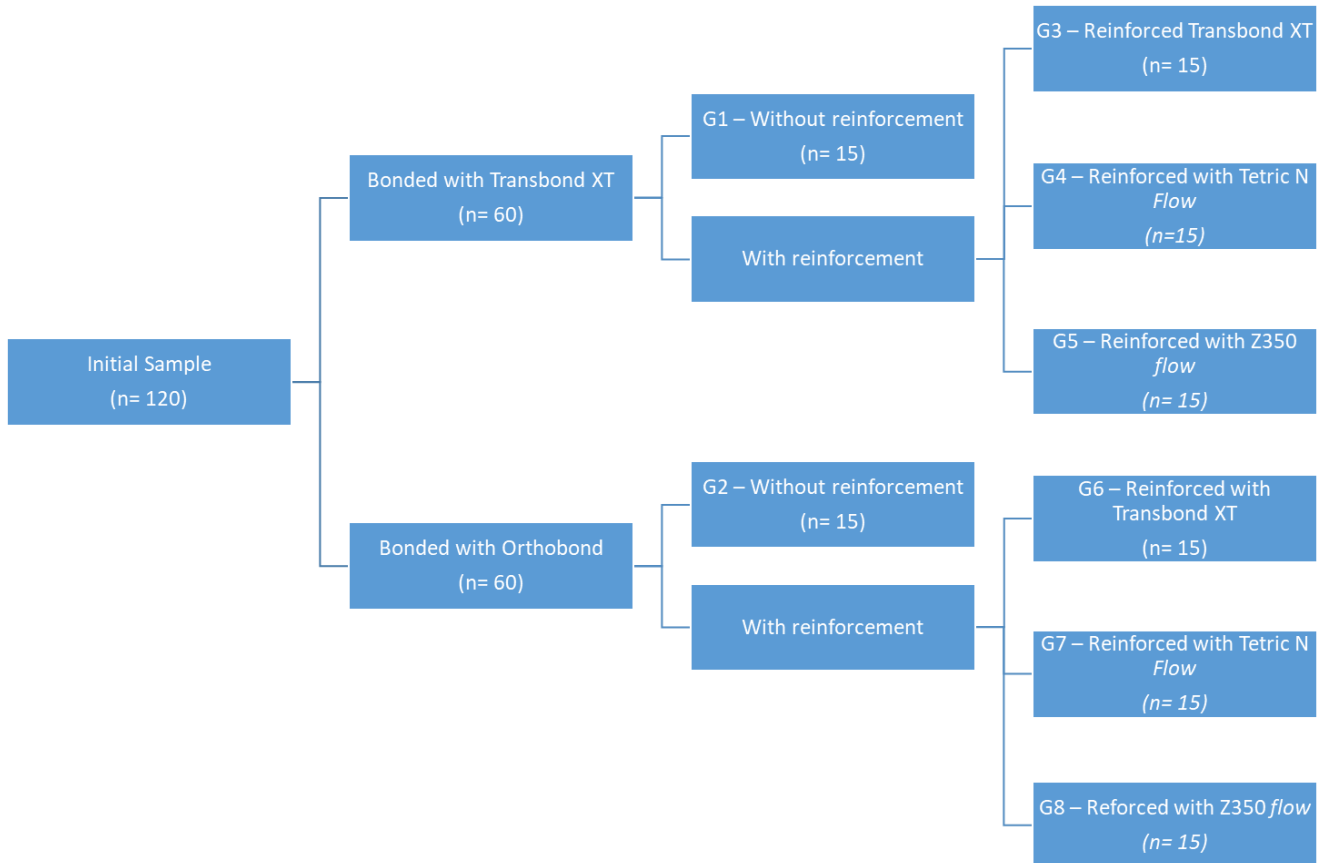


Figure 1. Flow chart of the sample distribution accordingly to the adhesive used in the bonding procedure and application or not of resin reinforcement.

After extraction, the tissues adhered to the teeth were removed, the teeth were cut with the use of a carborundum disc 22,2x0,6mm (Dentorum, NY, EUA) and refrigeration 1mm below the enamel cementum junction and sored in thymol 0,1% for 1 week (ISO 11405, 2014).

The vestibular surface of each teeth was submitted to prophylaxis with extra thin pumice stone (SS White Duflex, Rio de Janeiro, Brazil), using a rubber cup (Microdont, Sao Paulo, Brazil) mounted in low speed handpiece for 3 seconds. After this procedure, the surface was cleansed with jet of air/water during 10 seconds, and afterwards, it was dried with an air jet during 5 seconds. The distance from the syringe to the tooth surface was standardized in 5 cm and for this, a positioning device with steel wire 0.018" was manufactured and attached to the tip of the syringe.

The enamel surface was etched with 37% phosphoric acid for 30 seconds and then rinsed with air and water for 20 seconds, and then dried with air for 20 seconds afterwards.

A thin layer of primer was applied to the surface and then spread with compressed air for 10 seconds. Transbond XT was used to bond half of the samples and Orthobond for the other half. An amount of adhesive corresponding to half the width of a plastic Ionomix nº142 spatule (Maquira, Maringá, Brazil) was applied to the bonding surface of an Edgewise simple molar tube with 0.022"x0.025" slot dimension. The molar tube was positioned 3,5mm cervical to the mesio vestibular cusp with the aid of a Boone Star (Morelli, Sorocaba, Brazil) and pressed with a force of 200 gf measured with a tensiometer (Ribeiro et al., 2013). Excess adhesive was removed using a n. 5 explorer (SS White, São Cristóvão, Brazil).

After the positioning of the molar tube in the molar crown, each specimen was light cured with a high potency LED curing light (Biosmile, Delma Medical Instrument, Guangzhou, China) with spectrum variation of 420-480 nm and intensity 1500-2000 mW/cm<sup>2</sup>. The light emitting source was placed over the superior surface of the molar tube for 20 seconds. The curing light was always recharged between uses and the ramp mode setting was used. This mode is characterized by a progressive increase in light potency, which results in lower polymerization shrinkage and better shear bond strength of the adhesive (Li *et al.*, 2016).

In group G1 the procedure described above was used, being those specimens bonded with adhesive Transbond XT and no resin reinforcement. This group was used as a control group (fig. 2). Group G2 was submitted to the same procedure used in group G1, but the adhesive used was Orthobond. Groups G3, G4 and G5 were bonded with Transbond XT and Groups G6, G7 and G8 were bonded with Orthobond and had resin reinforcement applied on the superior surface of the molar tube with another material (G3 and G6 – Transbond XT, G4 and G7 – Tetric N Flow, G5 and G8 – Z350 flow). In the groups reinforced with Transbond XT, the amount of resin used was equivalent to half the amount used in the bonding procedure. This quantity was evenly distributed over the area where the superior surface of the molar tube and the enamel surface adjacent to it. In the groups with reinforcement with flow adhesive, an equivalent to the width of the molar tube amount was applied in the same area (Fig. 3). In order to maintain the same curing time, groups G1 and G2 were cured for 40 seconds and groups G3, G4, G5, G6, G7 and G8 were cured for 20 seconds after the initial bonding procedure and for another 20 seconds after the application of the reinforcement.

The samples were kept in recipients with distilled water at 37°C for 24 hours and afterwards, epoxy resin cylinders containing the molar crowns and bonded tubes were fabricated. These cylinders had thickness of 15,5 mm, width of 71,5 mm and length of 143 mm and they were made in such a way that the vestibular surface with the bonded tubes were exposed. During this process, utility wax was used to avoid contact of the epoxy resin with the tubes, leading to alterations in the shear bond strength measures.

After the polymerization of the material, the specimens were prepared for positioning in the universal mechanical testing machine. For this, they were polished in a variable speed polisher, being kept refrigerated with running water during the process.

The shear bond strength was assessed with a universal mechanical testing machine Instron 5600 (Instron Brasil Equipamentos Científicos, São José dos Pinhais, Brazil) adjusted accordingly with the recommendations from ISO 11405 (ABNT, 2014). The load of 200 KgF was applied by a knife-edged rod at a crosshead speed of 0,5 mm/min until bonding failure occurred.

The knife-edged rod was positioned in a way to cause tension in the superior area of the molar tube in a cervico-occlusal direction as shown in figure 4. This point was selected because the application of force in the base region of the molar tube could cause some disparities in the measures between groups with and without resin reinforcement, due to the reinforcement in this area.

Data was analyzed by Bluehill software (Instron Brasil Equipamentos Científicos, São José dos Pinhais, Brazil) and compiled for statistical analysis in the software excel (Microsoft, Redmond, US).

The adhesive remnant index (ARI) was utilized to detect whether the bond failure occurred in the enamel-adhesive or adhesive-orthodontic tube interface. The samples were evaluated using the method developed by Årtün; Bergland (1984), with the following scores: 0: no adhesive remains in the enamel surface; 1: Less than 50% adhesive remains in the enamel surface; 2: more than 50% adhesive remains in the enamel surface; 3: All adhesive remains in the enamel surface and there is a clear impression of the tube mesh.

For evaluation of the sample, a Canon DS 126 311 photographic camera (Canon, Tokio, Japan) attached to a dental microscope MC M12 (DfVasconcelos, Valença, Brazil) was used to obtain the images from the vestibular surface of the molar teeth with 10x and

20x magnification. The images had their identification masked and were randomly sorted using the software Power Point (Microsoft, Redmond, US). Two examiners previously trained evaluated the sample in a Samsung 2232BW monitor (Samsung, Seoul, South Korea) separately and attributed scores to each sample, which were then compiled to an Excel file.

Figure 2 – Sample with orthodontic molar tube bonded without resin reinforcement in frontal and occlusal view.

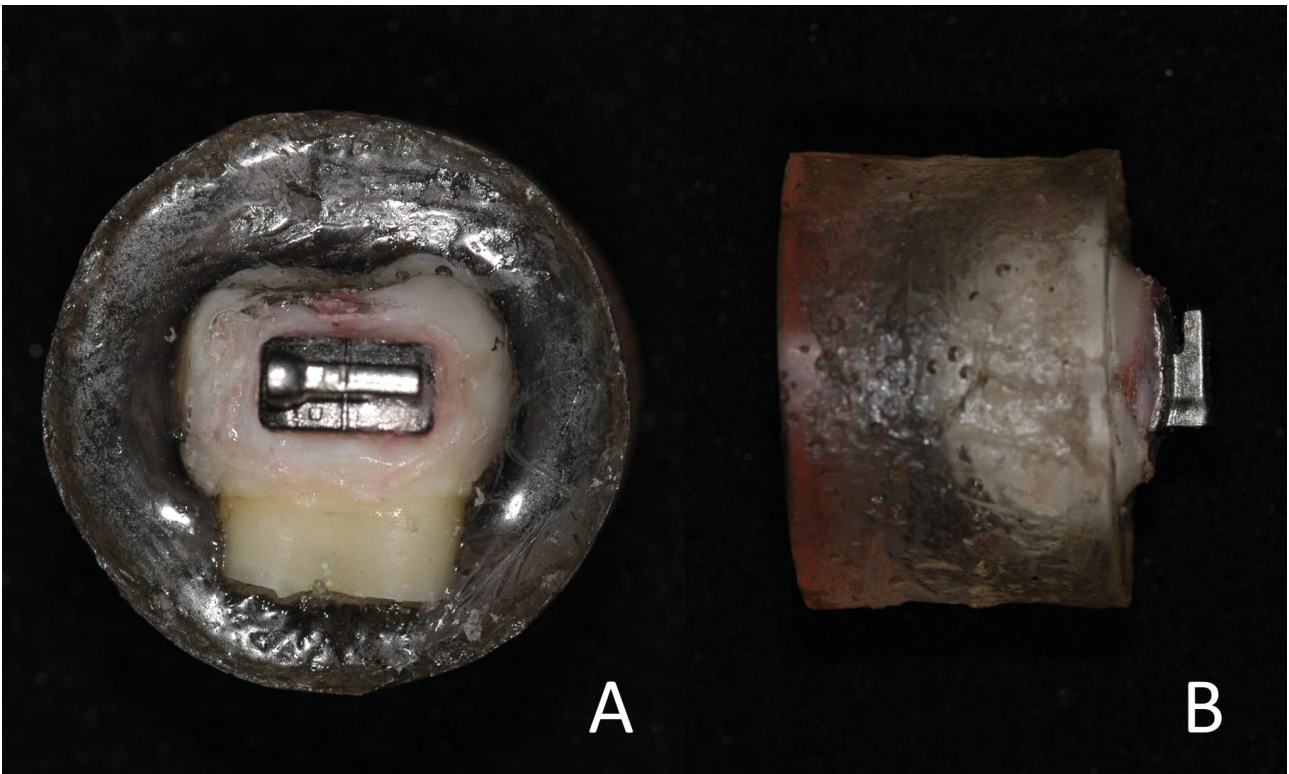


Figure 3 – Sample with orthodontic molar tube bonded with resin reinforcement in frontal and occlusal view.

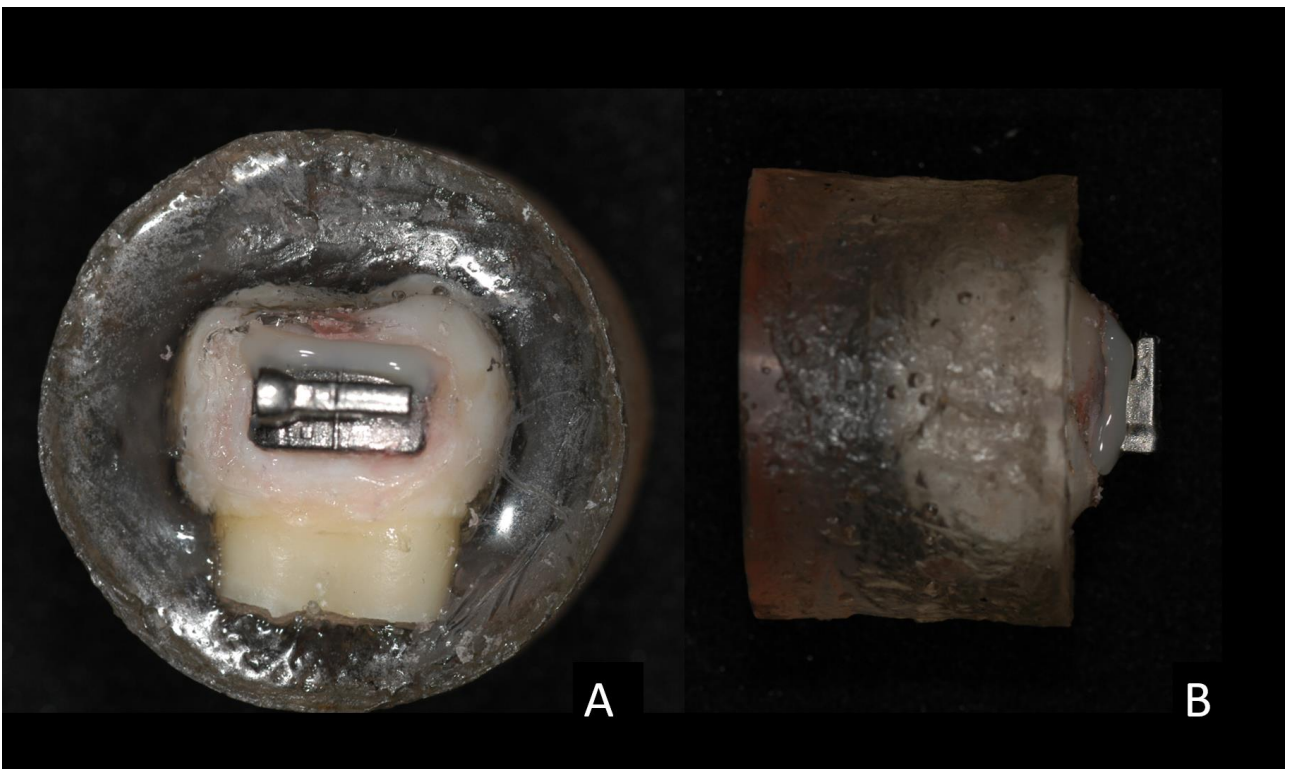
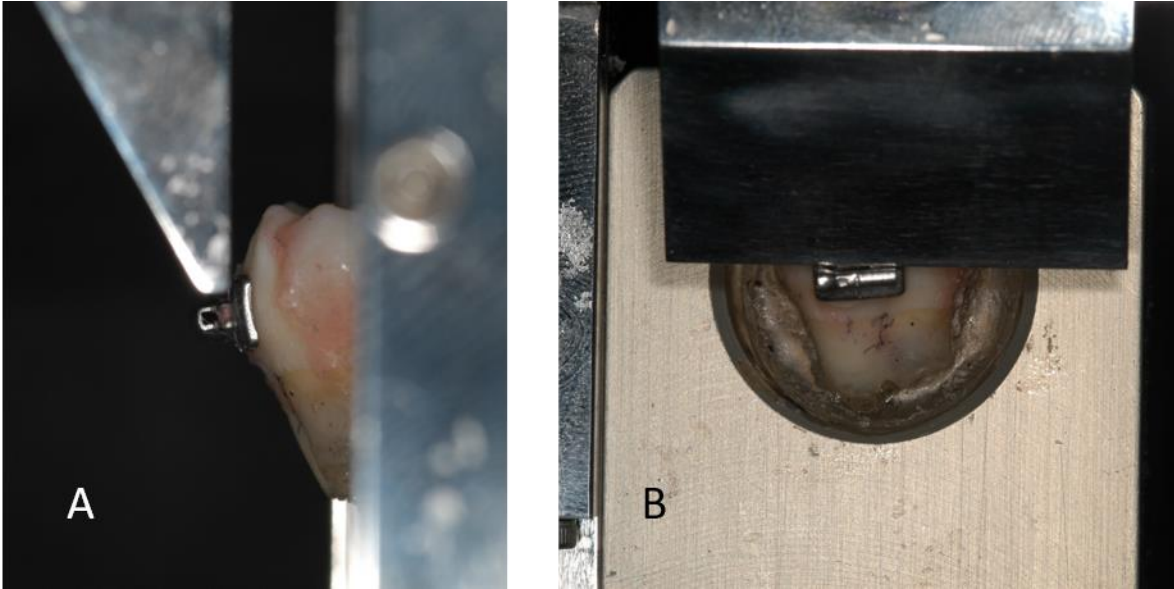




Figure 4 – Positioning of the sample and the knife-edged rod.



## **Statistical analysis**

The Kolmogorov-Smirnov test was utilized to confirm the normality of the data from the shear bond strength test. A comparison of means and standard deviations of the shear bond test results was made with the ANOVA test. Test T (LSD) was used to assess which groups were statistically different from each other.

The adhesive remnant index scores percentage and frequency were compiled and the Mann-Whitney test was utilized to evaluate differences between the medians of both examiners scores.

The significance level  $\alpha=5\%$  was predetermined for all statistical tests and analysis was conducted using the software BioEstat 5.3.

#### 4. Results

Group G1 molar tubes, bonded with Transbond XT without application of resin reinforcement presented superior shear bond strength (14,00 Mpa) than group G2 (9,13 Mpa), with molar tubes bonded with Orthobond without application of resin reinforcement ( $p=0,04$ ).

There was no statistically significant difference between the shear bond strength of groups bonded with Transbond XT without resin reinforcement (G1) and the groups bonded with Transbond XT and reinforced with Tetric N flow (G4; 13,39 Mpa) or Z 350 Flow (G5; 15,12 Mpa). Group G3 presented shear bond strength significantly superior (G3; 18,71 Mpa) when compared with group G1, according to the results described on Table 1.

*Table 1 – Mean shear bond strength (in Mpa) of the groups bonded with Transbond XT without reinforcement (G1) and reinforced with Transbond XT (G3), tetric N flow (G4) and Z350 flow (G5).*

Group	n	SBS (Mpa)
		Mean $\pm$ SD
G1	15	14,00 $\pm$ 4,56 <sup>a</sup>
G3	15	18,72 $\pm$ 5,66 <sup>ab</sup>
G4	15	13,40 $\pm$ 4,30 <sup>b</sup>
G5	15	15,13 $\pm$ 4,79

Same letters represent statistically significant differences ( $p<0.05$ ).

The group with orthodontic tubes bonded with the adhesive Orthobond without application of resin reinforcement (G2) presented shear bond strength significantly superior than its counterparts reinforced with the flow adhesives Tetric N Flow 9G7; 4,45 MPa) and Z 350 Flow (G8; 6,38 Mpa). There was no statistically significant difference when comparing the group bonded with Orthobond without resin reinforcement with the group bonded with Orthobond and reinforced with Transbond XT (G6; 10,95 Mpa). The results are described in Table 2.

Table 2 – Mean shear bond strength (in Mpa) of the groups bonded with Orthobond without reinforcement (G2) and reinforced with Transbond XT (G6), tetric N flow (G7) and Z350 flow (G8).

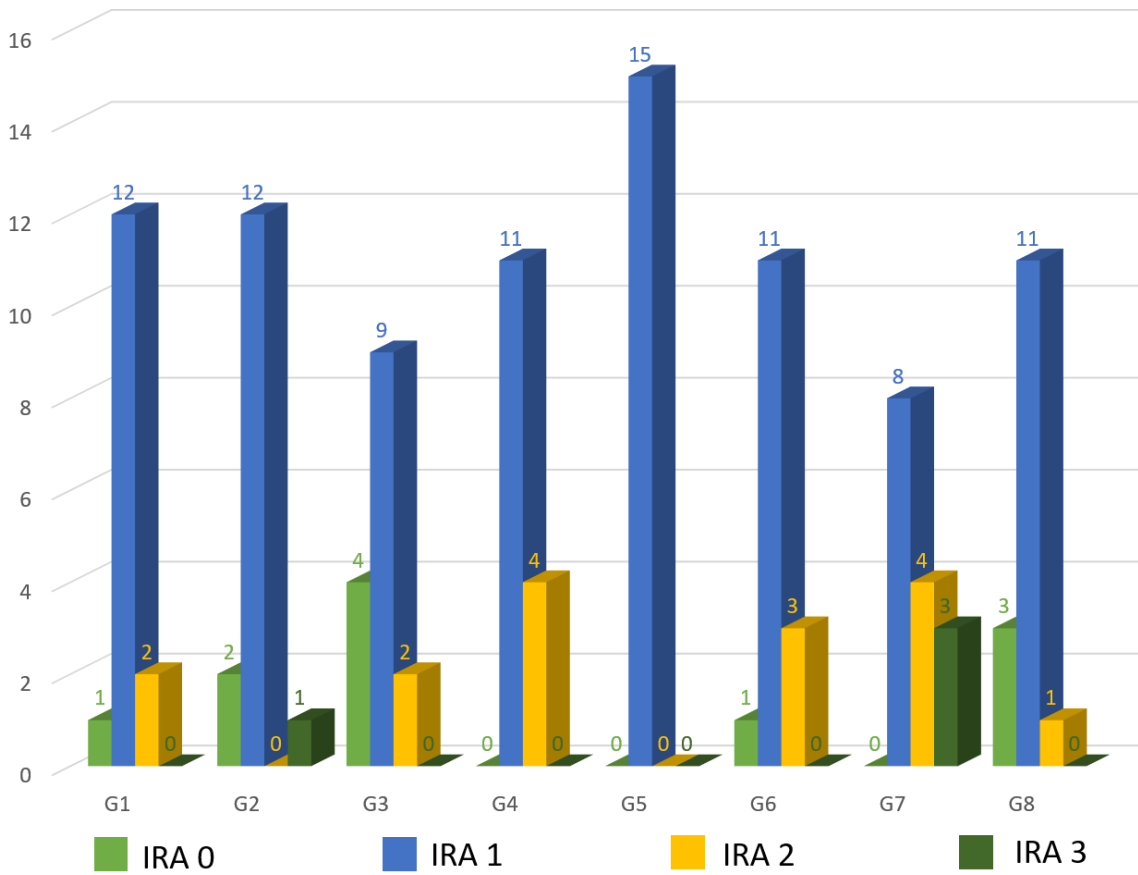
Group	n	SBS (Mpa)
		Mean $\pm$ SD
G2	15	9,13 $\pm$ 3,94 <sup>a</sup>
G6	15	10,96 $\pm$ 4,38 <sup>b</sup>
G7	15	4,45 $\pm$ 1,78 <sup>abc</sup>
G8	15	6,38 $\pm$ 2,67 <sup>abc</sup>

Same letters represent statistically significant differences ( $p < 0.05$ ).

The ARI score 1 was predominant in all groups (Figure 7), which shows that less than 50% of the adhesive remained in the enamel surface after the debonding procedure.

The Kappa index for interobserver agreement of the visual inspection of the ARI was 78,4%.

Figure 5 – Graphic representation of the frequency of ARI in the sample groups.



## Discussion

The adhesive Transbond XT presented superior bond strength than Orthobond. Groups G1 and G2, bonded without resin reinforcement, presented shear bond strength of 14,00 and 9,13 Mpa respectively. In the present study, the Transbond XT adhesive presented similar resistance to the ones reported by other studies<sup>13,6,25,8,26</sup>. The adhesive Orthobond presented significantly lower shear bond strength than Transbond XT, although the resistance observed in the present study was superior than the resistance found by other studies that tested this material<sup>27,28</sup>. Both materials presented shear bond strength superior than the value of 7,85 Mpa accepted as the minimal clinically acceptable<sup>29</sup>.

The reinforcement with Transbond XT adhesive increased significantly the shear bond strength of the group bonded with Transbond XT (18.72 MPa) when compared to a group bonded with the same adhesive without reinforcement (14.00 MPa). However, such an increase in bond strength was not observed in the group bonded with Orthobond and reinforced with Transbond XT (10.96 MPa) when compared to its respective control without reinforcement (9.13 MPa). Previous studies reported significant increase in the shear bond strength of orthodontic tubes using this method and material<sup>22,23</sup>, resulting in higher bond resistance than other procedures studied to improve the results of bonding orthodontic tubes such as the use of silane and enamel Micro-abrasion<sup>30</sup>.

Flowable composites have presented equivalent resistance to bonding composites with more filler load and lower viscosity<sup>5,31</sup>. However, the findings of this study suggest that the use of Tetric N flow or Z350 flow adhesives as a bonding reinforcement does not present significant increase in resistance of orthodontic tubes bonded with transbond or Orthobond. Groups that used flowable composite reinforcement exhibited similar resistances, if not smaller, when compared to their respective controls. This finding was observed in the groups bonded with Orthobond and reinforced with Tetric N flow and Z350 flow, which presented a reduction in their bond strength. Flowable composites, albeit being group with heterogeneous qualities and properties, usually present only 37-53% of filling with inorganic load material. This leads to a reduction of mechanical properties of 10 to 40% when compared to conventional resins, which is expressed clinically as a greater contraction of polymerization, micro-infiltration, lower resistance and modulus of elasticity<sup>24</sup>. According to the manufacturers, the Z350 Flow resin presents an inorganic load of approximately 55% of volume, and Tetric N Flow presents an inorganic load of 39% and both present similar polymerization contraction.

Although flowable composites present a facilitated insertion for the use in reinforcement of bonded orthodontic molar tubes, due to their inferior mechanical and chemical characteristics, the findings of this study do not indicate its use for the reinforcement of bonded orthodontic tubes in posterior teeth. The limited properties of flowable composites when compared with adhesives with more filler load in its composition were also observed in the bonding of orthodontic fixed retainers in another study<sup>9</sup>, which reported inferior results when compared with those adhesives to Transbond XT.

In the present study, it was chosen to use the curing light positioned on the occlusal of the teeth to resemble that which is often performed in clinical practice. The positioning of the light source is not a determining factor in the shear resistance of the samples. Other types of positioning have been studied on the literature<sup>6,32</sup> but the shear bond strength results have been reported as similar to the ones found in this study.

In vitro studies present limitations inherent in their design and clinical studies are necessary to further confirm their findings. In this study, healthy permanent molars extracted from patients with mean age of 24 were used. These teeth were stored in distilled water for no more than six months before the experiment. The literature points out that this storage method would have no bearing on the results of the shear bond strength<sup>33,34</sup>.

The point nearest to the orthodontic tube-enamel interface is usually used as the force application point in adhesive resistance tests<sup>8,34</sup>. In this study, it would be possible in the groups without reinforcement, however, with the application of the resinous reinforcement, the blade would be leaning on the adhesive on the superior area of the tubes. This could lead to altered measurements because the blade would be in different positions in the groups with and without reinforcement. For this reason, in this study it was opted to position the blade at a central point of the occlusal surface of the tube; where there would be no adhesive in the groups without reinforcement or in the groups with reinforcement and therefore, this factor of confusion would not interfere in the results.

The adhesive remnant index is used to indicate whether the fracture occurred in the enamel/adhesive or adhesive/tube interface. This can be an indicative of the quality of adhesion of the material. Its clinical importance lies in the fact that a smaller amount of adhesive material on the dental surface, represented by smaller scores such as 0 and 1, associated with large shear forces would be linked to greater stress on the surface of the enamel<sup>35</sup>. Ideally, an orthodontic adhesive would have adequate resistance while keeping

the enamel intact. For this, the fracture with ARI 3 would be the most indicated, although it would be more difficult to remove the material on the enamel surface than with minor scores<sup>8,26</sup>. All groups exhibited similar values, being the score 1 predominant. This indicates that little material was left in the enamel surface and suggests that the adhesion between these materials occurs with more intensity in the interface between the orthodontic accessory and the adhesive and that there is more stress over the enamel, where the adhesion failure occurs.

The present findings reported in this study indicate that the use of resinous reinforcement did not influence the ARI obtained. Transbond XT resin presented a remnant index of 1, which suggests that there was little remaining resin on the dental surface. Such finding disagrees with other authors<sup>4,8</sup>, who observed that this material tends to leave most of the remnant on the dental surface. However, other studies<sup>25,36</sup> which employed similar methodologies found results close to those presented in this study.

Future studies are needed with the objective of increasing the knowledge about the resinous occlusal reinforcement in orthodontic tubes bonded with composite resins. Besides, it is desirable to know if other types of adhesive with higher load than flow resins are viable for such method. More in vivo studies are necessary for further validation of this technique.



## **Conclusion**

Transbond XT orthodontic adhesive presented superior results of union resistance when compared to the Orthobond adhesive, but both materials presented clinically appropriate union resistances. The use of a resinous reinforcement with Transbond XT resulted in increased union resistance of tubes bonded with the same material. The use of a resin reinforcement with flow-type adhesives (Tetric N flow and Z350 flow) did not result in significant increase of the shear bond strength of orthodontic tubes bonded with Transbond XT or Orthobond.