

**UNIVERSIDADE DO GRANDE RIO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA**

**A INFLUÊNCIA DE 3 SISTEMAS ADESIVOS NA RESISTÊNCIA DE
UNIÃO DE UM CIMENTO RESINOSO DUAL**

DISSERTAÇÃO

SHÉLY PEREIRA TEIXEIRA

2022

**UNIVERSIDADE DO GRANDE RIO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA**

**A INFLUÊNCIA DE 3 SISTEMAS ADESIVOS NA RESISTÊNCIA DE
UNIÃO DE UM CIMENTO RESINOSO DUAL**

SHÉLY PEREIRA TEIXEIRA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia, da Universidade do Grande Rio (UNIGRANRIO), como parte dos requisitos para a obtenção do grau de Mestre em Odontologia (Área de Concentração: Clínica Odontológica).

Orientador:

Prof. Dr. Emmanuel João Nogueira Leal Silva

Co-orientador:

Prof. Dr. Victor Talarico Leal Vieira

A INFLUÊNCIA DE 3 SISTEMAS ADESIVOS NA RESISTÊNCIA DE UNIÃO DE UM CIMENTO RESINOSO DUAL

SHÉLY PEREIRA TEIXEIRA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia, da Universidade do Grande Rio (UNIGRANRIO), como parte dos requisitos para a obtenção do grau de Mestre em Odontologia (Área de Concentração: Clínica Odontológica).

Aprovada em de de 2022.

Banca examinadora

Prof. Dr. Emmanuel João Nogueira Leal Silva
UNIGRANRIO-Universidade do Grande Rio

Prof. Dr. Rodrigo dos Santos Pereira
UNIGRANRIO-Universidade do Grande Rio

Dra. Ana Regina Cervantes Dias
PUC- Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro-RJ

DEDICATÓRIA

Dedico esta dissertação aos que me apoiaram
durante esta jornada.

Aos meus pais pelo exemplo de seriedade,
honestidade e dedicação ao longo de toda a minha
formação. Agradeço especialmente à minha mãe que foi e
é o meu alicerce para seguir mesmo nos momentos mais
difíceis. Dedico à minha irmã que foi o maior presente que
recebi na vida e quem me ajuda a ser forte quando mais
preciso. À minha filha Julie por entender minhas
ausências e pra quem eu dedico a minha vida. Amo
vocês!

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente ao excepcional corpo docente da Universidade do Grande Rio. Não conseguiria atingir meus objetivos sem a orientação, o carinho e a dedicação desta equipe tão extraordinária.

Agradeço especialmente ao meu orientador **Emmanuel João Nogueira Leal Silva** a quem aprendi a admirar ainda mais pela forma ímpar de me mostrar o melhor caminho a seguir. Sua brilhante postura docente é um exemplo que levarei pra vida inteira.

Agradeço enormemente ao meu orientador **Victor Talarico Leal Vieira**, que foi a pessoa fundamental para que eu não desistisse deste projeto. Profissional dedicado como poucos, a quem posso considerar amigo e que pode contar comigo pro resto de minha vida. Um profissional que aprendi a admirar e que esteve ao meu lado deste o início. Minha eterna gratidão.

Sou grata à professora **Ana Regina Cervantes Dias** que sempre foi fonte de inspiração para eu seguir no meu desenvolvimento. Profissional exemplar que aceitou prontamente o meu pedido para participar deste meu antigo projeto. Amiga que amo há mais de 20 anos e a quem não tenho palavras para agradecer.

À minha amiga **Thereza Crisitina Ferreira Camello** por ter me dado a oportunidade de entrar na carreira docente, fazendo uma menina sonhadora de 23 anos revelar-se uma apaixonada pela sala de aula.

Ao meu querido e saudoso amigo **Raphael Hirata Júnior** que plantou a semente deste sonho que levou mais de 20 anos para ser realizado.

Aos meus colegas de Mestrado que estiveram ao meu lado, me apoiando, quando a vontade era de desistir.

À minha família amada a quem dedico este trabalho e a minha vida.

EPÍGRAFE

“Não sabendo que era impossível, ele foi lá e fez.”

Jean Cocteau

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO E REVISÃO DE LITERATURA	01
2. JUSTIFICATIVA	06
3. OBJETIVO(S)	07
4. MATERIAIS E MÉTODOS	08
5. RESULTADOS	20
6. DISCUSSÃO	22
7. CONCLUSÃO(ÕES)	25
8.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	26

RESUMO

Objetivo: O objetivo do presente estudo foi avaliar a resistência de união de um cimento resinoso, utilizando 3 diferentes sistemas adesivos: Âmbar, Âmbar APS e Âmbar Universal. **Materiais e Métodos:** Dez incisivos bovinos foram selecionados e quatro fatias dentinárias ($1 \pm 0,1$ mm de espessura) foram obtidas de cada raiz. Em cada fatia, o canal radicular foi padronizado em 2,0 mm de diâmetro. Cada um dos orifícios foi condicionado de acordo com o grupo a ser avaliado ($n=10$ por grupo) e o grupo controle não teve nenhum condicionamento prévio. Em seguida, as amostras foram preenchidas com um cimento resinoso (AllCem Core; FGM). As fatias foram armazenadas por 24 horas e, posteriormente, realizou-se o ensaio de micro *push-out* até o deslocamento do cimento resinoso. Após os ensaios de micro *push-out*, as amostras foram analisadas para a verificação do tipo de falha ocorrida com o deslocamento do cimento resinoso. O teste de *Kruskal-Wallis* foi aplicado para avaliar o efeito da resistência de união de cada adesivo. O teste de *Mann-Whitney* com correção de *Bonferroni* foi utilizado para o isolamento das diferenças ($P<0.05$).

Resultados: Houve diferenças estatísticas significativas entre os diferentes grupos testados ($P<0.05$). A força adesiva dos sistemas adesivos convencionais (Âmbar e Âmbar APS) foi superior à do grupo controle e à do grupo com sistema adesivo universal (Âmbar Universal) ($P<0.05$). Nenhuma diferença foi encontrada entre os sistemas adesivos convencionais ($P>0.05$) e entre o grupo controle e o grupo com sistema adesivo universal ($P>0.05$). **Conclusões:** Pôde-se concluir que os sistemas adesivos convencionais Âmbar e Âmbar APS obtiveram maiores resultados de força de união do que o sistema adesivo Âmbar Universal.

Palavras-chave: Adesão; Adesivo; Dentina; *Push-out*; Sistema Adesivo; Universal.

ABSTRACT

Aim: The objective of the present study was to evaluate the bond strength of a resin cement, using 3 different adhesive systems: Ambar, Ambar APS, and Ambar Universal. **Materials and Methods:** Ten bovine incisors were selected and four dentin slices (1 ± 0.1 mm thick) were obtained from each root. In each slice, the root canal was standardized at 2.0 mm in diameter. Each of the holes was conditioned according to the group to be evaluated (n=10 per group) and the control group had no previous conditioning. Then, the samples were filled with a resin cement (AllCem Core; FGM). The slices were stored for 24 hours and, later, the micro push-out test was performed until the resin cement dislodged. After the micro push-out tests, the samples were analyzed to verify the type of failure that occurred with the displacement of the resin cement. The Kruskal-Wallis test was applied to evaluate the effect of the bond strength of each adhesive. The Mann-Whitney test with Bonferroni correction was used to isolate differences ($P < 0.05$). **Results:** There were statistically significant differences between the different groups tested ($P < 0.05$). The adhesive strength of conventional adhesive systems (Ambar and Ambar APS) was superior to the control group and the group with universal adhesive system (Ambar Universal) ($P < 0.05$). No difference was found between conventional adhesive systems ($P > 0.05$) and between the control group and the group with universal adhesive system ($P > 0.05$). **Conclusions:** It could be concluded that the conventional adhesive systems, Ambar and Ambar APS, obtained higher bond strength results than the universal adhesive system Ambar Universal.

Keywords: Adhesion; Adhesive; Adhesive System; Dentin; Push-out; Universal.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Preparo da amostra.....	11
Figura 2.	Amostra preenchida com cimento resinoso.....	16
Figura 3.	Atuador no centro da amostra durante ensaio de micro <i>push-out</i>	17
Figura 4.	Amostra com falha adesiva e mista.....	21

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.	Sistemas adesivos utilizados e sua composição básica.....	13
Tabela 2.	Composição do cimento resinoso dual AllCem Core.....	15
Tabela 3.	Mediana e valores mínimos e máximos de resistência de união dos sistemas adesivos testados	20
Tabela 4.	Percentual do tipo de falhas encontradas em cada um dos grupos testados.....	21

1. INTRODUÇÃO E REVISÃO DE LITERATURA

Técnicas minimamente invasivas, com o mínimo prejuízo das estruturas remanescentes, devem ser adotadas nas reabilitações do sistema estomatognático. Segundo MAGNE & DOUGLAS (1999), mimetizar ou recuperar a biomecânica do dente hígido deveria ser a grande meta da odontologia restauradora. Os protocolos clínicos vêm seguindo os preceitos do Biomimetismo, onde preconiza-se o reparo da dentição afetada mimetizando as características do dente natural em termos de estética e competências biomecânicas e funcionais (BAZOS & MAGNE, 2011).

Segundo OZER & BLATZ (2013), o desenvolvimento da adesão dentária mudou completamente o conceito da odontologia tradicional. A retenção macromecânica não é necessária quando são empregados procedimentos adesivos. O mecanismo básico de ligação dos materiais ao esmalte e dentina é essencialmente um processo envolvendo a substituição de minerais removidos do tecido dentário duro por monômeros de resina que, após a sua presa, tornam-se micromecanicamente interligados nas porosidades criadas no substrato (DE MUNCK *et al.*, 2005a).

A união química ao dente é bastante estudada e o seu protocolo em esmalte já foi prontamente estabelecido. BUONOCORE (1955) demonstrou que a adesão ao esmalte requer o condicionamento ácido desta estrutura seguido da aplicação de uma resina fluida. Estudos posteriores corroboraram que a técnica do condicionamento com ácido fosfórico do esmalte levou ao aumento da adesão (ROTTA *et al.*, 2007; VAN MEERBEEK *et al.*, 2011; OZER & BLATZ, 2013).

NAKABAYASHI *et al.* (1982) propuseram o condicionamento ácido total da superfície dentária (de esmalte e dentina) e observaram pela primeira vez, através de microscopia eletrônica de varredura, a penetração dos monômeros resinosos na

dentina previamente desmineralizada. Esse mecanismo de adesão à dentina é comumente referido como “hibridização” ou formação de “camada híbrida” e foi um relevante marco para o desenvolvimento de técnicas adesivas em dentina.

A adesão aos tecidos duros dentais é fundamental para a longevidade das restaurações (DE MUNCK *et al.*, 2005a). Dessa forma, qualquer abordagem para prolongar a vida útil dos adesivos pode melhorar a estabilidade da interface de ligação desses biomateriais aos dentes (REIS *et al.*, 2010-B), sendo dessa forma uma etapa crucial para a potencialização das propriedades dos materiais é a sua polimerização.

A melhoria das propriedades dos sistemas adesivos é constante e a sua formulação é sempre aprimorada (LEPRINCE *et al.*, 2013). Um dos componentes bastante estudado é o fotoiniciador pois, a otimização do processo de polimerização dos materiais adesivos reduziria o tempo clínico e poderia ter impactos positivos nas propriedades mecânicas dos materiais e na sua performance clínica (RUEGGEBERG *et al.*, 2017). As substâncias fotoiniciadoras, presentes em diversos materiais odontológicos, são sensíveis à luz e também podem ser chamadas de fotossensibilizantes. As substâncias fotoiniciadoras são divididas em dois grupos: Tipo I e Tipo II. As do Tipo I liberam radicais livres após a absorção de luz e consequente fracionamento da sua molécula, enquanto as do Tipo II necessitam da integração com uma segunda substância que se comporta como doadora de hidrogênio, chamada de co-iniciadora, para liberar os radicais livres após a absorção da luz (ANDRZEJEWSKA, 2001).

A canforoquinona, uma alfa-dicetona que absorve a luz no comprimento de onda entre 460-480 nanômetros (nm), faixa correspondente a região azul dos espectros de luz visível, é atualmente o fotoiniciador mais utilizado em materiais restauradores. A canforoquinona categorizada como uma substância do tipo II, ou

seja, necessita do co-iniciador, que na maioria dos materiais é uma amina terciária, responsável por desempenhar o papel de agente redutor, doador de hidrogênio, para a liberação de radicais livres durante a polimerização do material (ALMEIDA *et al.*, 2020). Entretanto, a cor amarelada da canforoquinona dificulta a sua incorporação em materiais mais claros ou translúcidos. Assim, novas substâncias fotoiniciadoras são utilizadas em substituição a este fotoiniciador (ALMEIDA *et al.*, 2020).

Recentemente o APS[®], exclusivo da FGM (Joinville, Santa Catarina, Brasil), foi lançado e consiste na combinação de diferentes fotoiniciadores que interagem entre si, amplificando a capacidade de ativação pela luz emitida pelos fotopolimerizadores. Adicionado a diferentes materiais, o APS[®] oferece vantagens e o principal benefício é o aumento do grau de conversão na camada híbrida, que gera o aumento da sua força adesiva e, conseqüentemente, das propriedades mecânicas da camada adesiva. Outra vantagem do sistema é a ausência de coloração do APS[®], diferente da canforoquinona de coloração amarelada.

Visando à redução de etapas, materiais simplificados e que reduzem o tempo clínico têm sido estudados. Uma nova geração de sistemas adesivos, denominados universais, foi recentemente disponibilizada. Diferente dos adesivos convencionais, que necessitam de condicionamento ácido total (em esmalte e dentina), os adesivos universais podem ser empregados de acordo com a decisão do profissional. O operador pode utilizar este material como um adesivo convencional, sem nenhum condicionamento ácido prévio ou com um híbrido dos dois protocolos: com condicionamento ácido seletivo, somente do esmalte. (PERDIGÃO *et al.*, 2014; VAN MEERBEEK *et al.*, 2020).

Métodos de análise da força adesiva são amplamente empregados para avaliar a efetividade de sistemas adesivos e fornecem informações relevantes sobre a adesão entre a estrutura dentária e os diversos materiais (CEKIC *et al.*, 2007).

Os ensaios laboratoriais de força de união são os mais frequentemente adotados para a avaliação de sistemas adesivos odontológicos. Embora os estudos laboratoriais sejam considerados limitados e nem sempre refletir o comportamento clínico do material, eles podem ser preditores laboratoriais para o que ocorre clinicamente (VAN MEERBEEK *et al.*, 2010). Sistemas adesivos que têm um pior desempenho em testes laboratoriais também parecem ter um pior desempenho clínico (DE MUNCK *et al.*, 2005a).

Os testes de micro *push-out* são uma variação do tradicional *push-out*, onde as amostras tem espessura menores ou iguais a 1,0mm (EL MOURAD, 2018) e têm sido usados para determinar a força de união de cimentos endodônticos mas, não usualmente para avaliar materiais resinosos (CEKIG-NAGAS *et al.*, 2011).

A otimização da adesão em dentina sempre foi um desafio para a odontologia e tem sido bastante estudada (VAN MEERBEEK *et al.*, 2020). STAPE *et al.* (2014) verificaram que o ponto fraco na adesão de restaurações aos dentes era a interface com a dentina. Assim, protocolos que maximizem a adesão dentinária são de suma importância para o sucesso das restaurações diretas e indiretas.

Com o surgimento de novos materiais no mercado, novos estudos são necessários para a validação de seu emprego em procedimentos clínicos.

Assim, desenvolveu-se este estudo para avaliar a influência de 3 sistemas adesivos sobre a adesão de um cimento resinoso dual, em dentina radicular, através de ensaios laboratoriais de micro *push-out*. Protocolos clínicos foram simulados e diversas variáveis foram padronizadas para que os resultados fornecessem

informações bastante relevantes para o desenvolvimento de procedimentos cada vez mais seguros e eficientes.

2. JUSTIFICATIVA

A adesão em esmalte já foi prontamente estabelecida mas, quando a maior parte da restauração é sobre dentina, podem surgir questionamentos sobre o melhor protocolo a ser adotado.

Assim, neste estudo, foram realizados testes de adesão em dentina do cimento resinoso AllCem Core (FGM, Joinville, Santa Catarina, Brasil) com 2 sistemas adesivos convencionais (Âmbar e Âmbar APS) e 1 universal (Âmbar Universal), deste mesmo fabricante. O fotoiniciador do Âmbar é a canforoquinona e o do Âmbar APS e o do Âmbar Universal é o APS[®] - uma reunião de fotoiniciadores de composição exclusiva deste fabricante. A empresa indica que APS[®] apresenta vantagens em relação aos fotoiniciadores convencionais, como a canforoquinina mas, há poucos estudos comprovando esta informação (OLIVEIRA *et al.*, 2019; CARVALHO *et al.*, 2020; BASILIO *et al.*, 2021).

Diversos trabalhos não recomendam a utilização de sistemas adesivos de frasco único com cimentos resinosos duais (HAGGE *et al.*, 2001; SANARES *et al.*, 2001; SWIFT *et al.*, 2001; SUH *et al.*, 2003; TAY *et al.*, 2003a ; TAY *et al.*, 2003b). Assim, também foi avaliada a compatibilidade do cimento adotado neste estudo com o sistema adesivo universal do fabricante.

3. OBJETIVO(S)

3.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo do trabalho foi avaliar a adesão de um cimento resinoso dual à dentina, utilizando 3 sistemas adesivos diferentes, através de ensaios laboratoriais de micro *push-out*.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Comparar a adesão dentinária entre 2 sistemas adesivos convencionais contendo diferentes fotoiniciadores: a canforoquinona e o APS®.

- Comparar a adesão dentinária entre 1 sistema adesivo convencional e 1 universal com o mesmo fotoiniciador, o APS®.

- Comparar a adesão dentinária entre sistemas adesivos convencionais e universais.

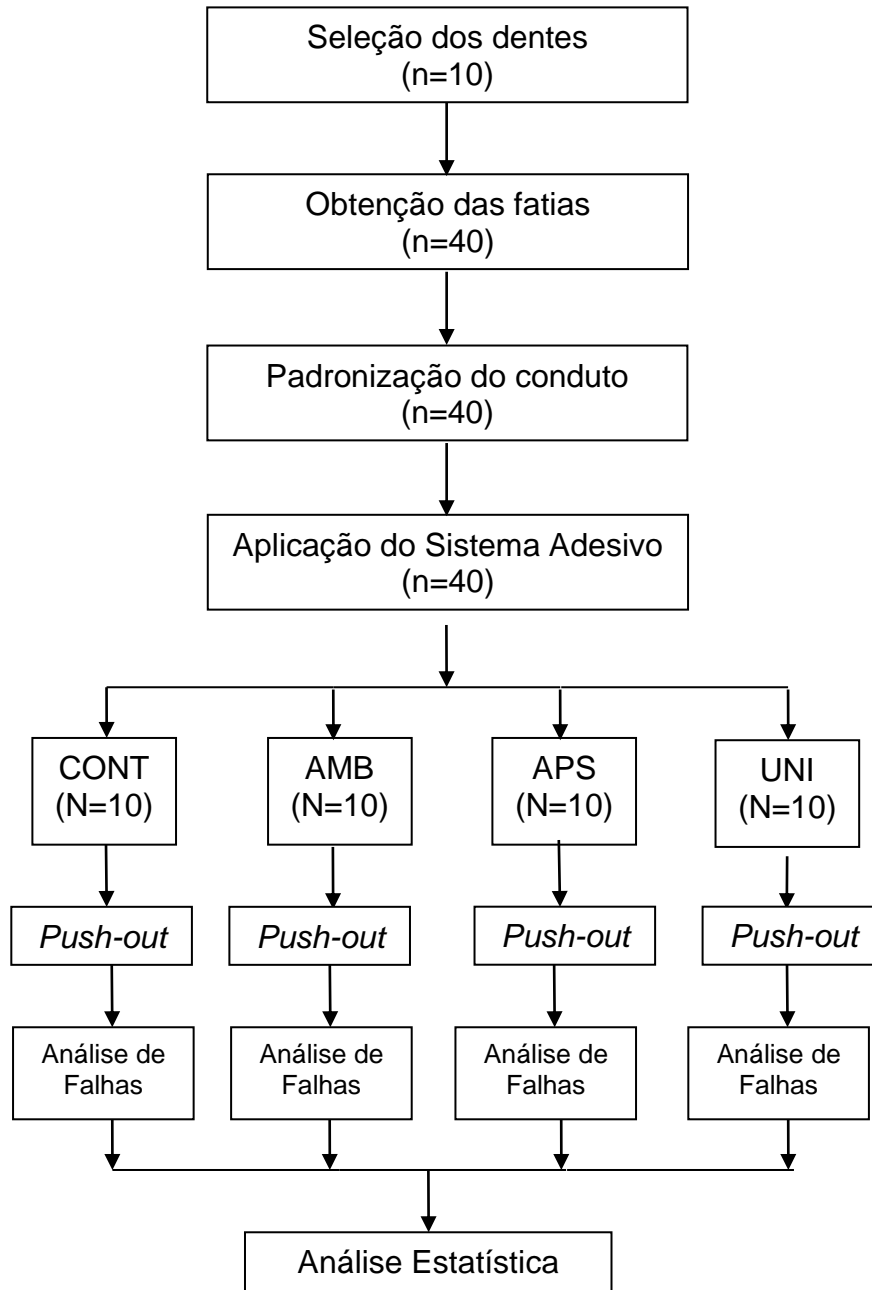
Neste estudo 2 hipóteses foram testadas:

a) Não haveria diferença entre os adesivos convencionais com diferentes fotoiniciadores.

b) Haveria diferença entre adesivos convencionais e universais.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

FLUXOGRAMA DAS ATIVIDADES



4.1 SELEÇÃO DE AMOSTRAS

Foram selecionados 10 incisivos bovinos recém extraídos e houve criteriosa inspeção visual para a escolha de dentes de tamanho aproximado, raízes retilíneas e sem sinais de rachaduras, fraturas ou cáries.

Os dentes bovinos são considerados material de descarte e, por esta razão, não foi necessário submeter esta pesquisa ao comitê de ética da instituição para a sua aprovação.

4.2 CÁLCULO DO NÚMERO DE AMOSTRAS

De acordo com a literatura, a média da força de adesão à dentina do Scotchbond Universal (3M ESPE, EUA), o primeiro adesivo universal disponibilizado no mercado, foi de $53,6 \pm 5$ MPa (SIQUEIRA *et al.*, 2018). Usando um α de 0,05, um *POWER* de 80% e um *TWO-SIDED* test, o número mínimo de amostras por grupo a ser analisado deve ser de 5 para detectar uma eventual diferença de 10Mpa entre os grupos. O cálculo amostral foi realizado no site gratuito www.sealedenvelope.com. Este dado foi a referência para o cálculo do número de amostras pois analisamos um adesivo desta categoria neste trabalho..

4.3 PREPARAÇÃO DE AMOSTRAS

4.3.1 Preparo das amostras

Os dentes foram devidamente limpos manualmente com curetas periodontais (Duflex, SSWhite, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil) para a

retirada de restos de tecido e cálculo. Após a limpeza, os dentes permaneceram armazenados em água destilada a 4° C, trocada semanalmente, por período inferior a 3 meses, até o momento dos testes como preconizado pela *Internacional Organization for Standardization* (ISO) TR 11405.

Na região radicular dos incisivos, foram obtidas fatias com $1 \pm 0,1$ mm de espessura, a partir da junção amelocementária, com o auxílio de disco diamantado de 0,5mm de espessura no equipamento Isomet Low Speed Saw (Buehler-Lake Bluff, Illinois, EUA) sob irrigação com água (**Figuras 1A e B**). A espessura final de cada fatia foi checada com um espessímetro metálico analógico (Wilcos-Petrópolis, Rio de Janeiro, Brasil). Foram selecionadas as fatias dos terços cervical e médio e obtidas 4 amostras de cada raiz.

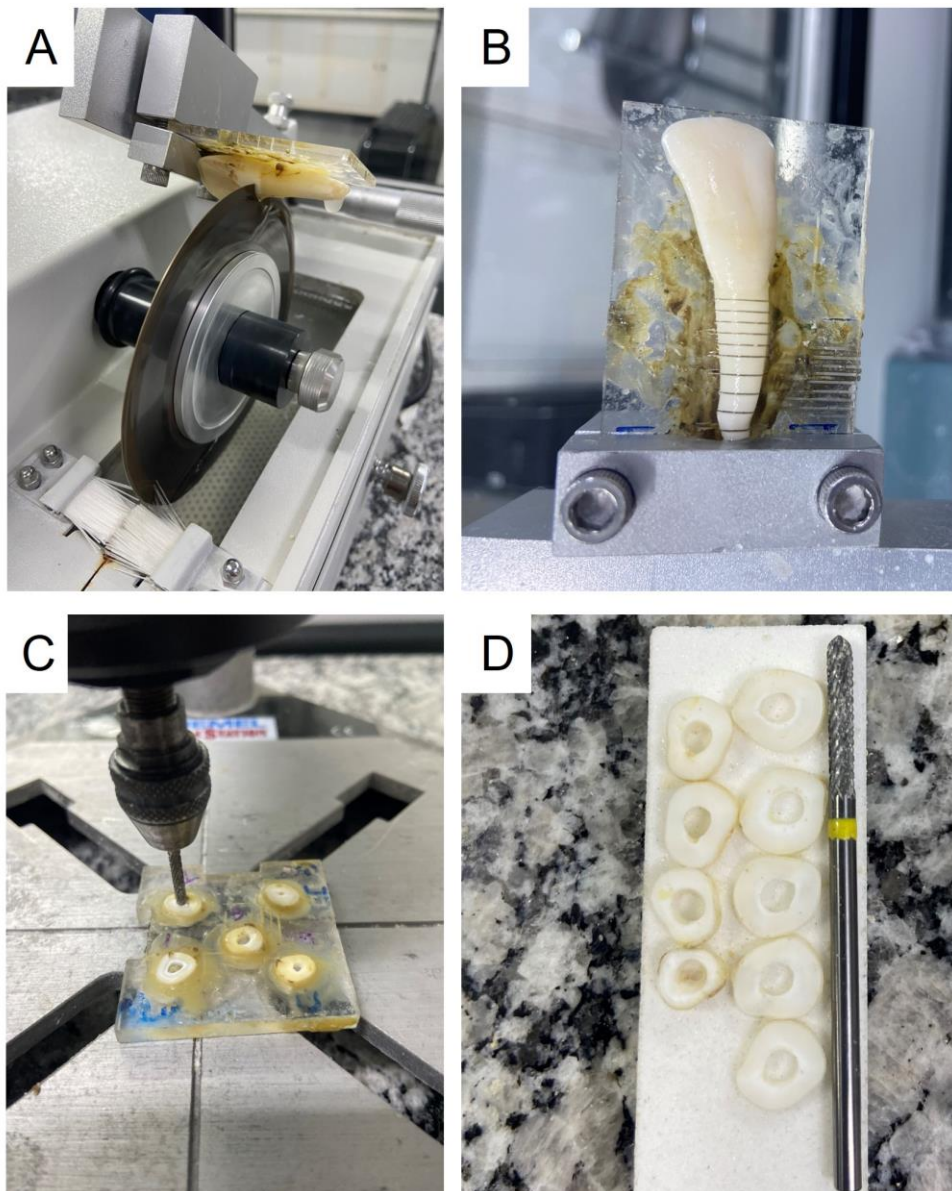


Figura 1. A) Amostra na máquina de corte; **B)** Amostra após cortes das fatias; **C)** Ampliação e padronização da luz dos condutos radiculares; **D)** Orifício das amostras padronizados e a broca utilizada.

4.3.2 Preparo da simulação dos condutos radiculares

Em cada fatia, o canal radicular foi padronizado em 2,0 mm de diâmetro após a ampliação dos condutos com broca de tungstênio cilíndrica (modelo 1522, American Burrs-Palhoça, Santa Catarina, Brasil) empregada numa micro retífica

Dremel 300 (Bosch-Group–Campinas, São Paulo, Brasil) (**Figuras 1C e D**). O Dremel foi fixado em um suporte vertical (Dremel Workstation 220, Mount Prospect, Illinois, EUA) com a finalidade de perfurar as fatias em sentido perpendicular às mesmas. E para conferir resistência às amostras durante os ensaios mecânicos, manteve-se a espessura mínima de 1,0mm de dentina ao redor dos orifícios.

Todas as amostras foram lavadas com água destilada por 30 segundos para remover todos os *debris* resultantes dos cortes. As amostras então foram secas suavemente com papel absorvente para a aplicação dos sistemas adesivos a serem testados.

4.3.3 Condicionamento Ácido da Dentina

Quatro grupos com 10 fatias cada foram separados aleatoriamente e devidamente identificadas e apreendidas em pinças porta-agulha Mayo Hegar. (Duflex, SSWhite, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil).

Nas fatias dos grupos dos adesivos convencionais (Âmbar e Âmbar APS) foi aplicado ácido fosfórico a 35% (Ultra-etch-Ultradent, South Jordan, Utah, EUA) durante 15 segundos, como preconizado pelo fabricante. Após esse período, o ácido foi completamente removido através de intenso *spray* de ar/água de seringa tríplice por 30 segundos.

A dentina foi seca posteriormente com suaves jatos de ar para evaporar o excesso de umidade, sem ressecar a dentina, evitando o colapamento das fibrilas colágenas recém expostas e permitindo assim, a posterior penetração do sistema adesivo (REIS *et al.*, 2003).

Nas amostras que receberam o sistema universal não foi utilizado ácido fosfórico na dentina e o condicionamento dentinário foi realizado pela aplicação do próprio sistema adesivo.

4.3.4 Aplicação do Sistema Adesivo

Nos testes de adesão, foram avaliados 3 sistemas adesivos de frasco único do fabricante FGM (Joinville, Santa Catarina, Brasil). Determinaram-se os grupos como:

- Grupo 1 (CON) - controle, sem sistema adesivo;
- Grupo 2 (AMB) – com o sistema adesivo Âmbar - convencional;
- Grupo 3 (APS) - com o sistema adesivo Âmbar APS - convencional;
- Grupo 4 (UNI) - com o sistema adesivo Âmbar Universal.

A composição básica dos sistemas adesivos está na tabela abaixo (**Tabela 1**).

Tabela 1. Sistemas adesivos utilizados e sua composição básica.

SISTEMA ADESIVO	COMPOSIÇÃO BÁSICA
Âmbar (FGM-Joinville, Santa Catarina, Brasil)	<p>Ingredientes ativos: MDP*, monômeros metacrílicos, canforoquinina, co-iniciadores e estabilizante.</p> <p>Ingredientes inativos: carga inerte (dióxido de silicone silanizado) e veículo (etanol)</p>
Âmbar APS (FGM-Joinville, Santa Catarina, Brasil)	<p>Ingredientes ativos: MDP*, monômeros metacrílicos hidrofílicos, composição fotoiniciadora APS®, co-iniciadores e estabilizante.</p> <p>Ingredientes inativos: carga inerte (nanopartículas de sílica) e veículo (etanol)</p>

<p>Âmbar Universal (FGM- Joinville, Santa Catarina, Brasil)</p>	<p>Ingredientes ativos: MDP*, monômeros metacrílicos, complexo fotoiniciador APS®, co-iniciadores e estabilizante.</p> <p>Ingredientes inativos: carga inerte (nanopartículas de sílica) e veículo (etanol)</p>
---	---

* MDP- 10-metacrilóiloxidecil dihidrogênio fosfato

No orifício de cada fatia, foi aplicado o sistema adesivo correspondente ao seu grupo com o auxílio de microaplicadores de 1/16 de gota (Kg Sorensen, Cotia, São Paulo, Brasil). Uma primeira gota do sistema adesivo foi friccionada por 10 segundos contra as paredes da dentina e, uma segunda gota, foi friccionada pelo mesmo tempo. A seguir, as amostras receberam suaves jatos de ar durante 10 segundos, como indicado pelo fabricante, para a evaporação do solvente e evitar a formação de película espessa de adesivo (MAGNE *et al.*, 2007; REIS *et al.*, 2010).

A polimerização imediata dos sistemas adesivos foi realizada com o aparelho Radium Cal (SDI-Bayswater, Victoria, Austrália) por 20 segundos e 1200 mW/cm² (FU *et al.*, 2017). A radiância foi checada antes do uso do fotopolimerizador que estava completamente carregado.

Após a fotopolimerização do adesivo, as amostras foram colocadas sobre fita adesiva transparente para evitar o extravazamento do cimento a ser posteriormente inserido.

4.3.5 Inserção do material resinoso

Os orifícios das amostras foram preenchidos com cimento resinoso dual convencional AllCem Core (FGM-Joinville, Santa Catarina, Brasil). Este material tem a sua polimerização dupla: química e por fotoativação e o seu fotoiniciador é o APS®

(FGM-Joinville, Santa Catarina, Brasil). A composição básica deste cimento está descrita na **Tabela 2**.

Tabela 2. Composição do cimento resioso dual Allcem Core (FGM-Joinville, Santa Catarina, Brasil).

CIMENTO	COMPOSIÇÃO BÁSICA
AllCem Core (FGM-Joinville, Santa Catarina, Brasil)	<p>Pasta base: monômeros metacrílicos como: Bis(GMA), Bis(EMA) e TEGDMA, canforoquinina, co-iniciadores, micropartículas de vidro de bário-alumínio-silicato, nanopartículas de dióxido de silício, pigmentos inorgânicos e conservantes.</p> <p>Pasta catalisadora: monômeros metacrílicos, peróxido de dibenzoíla, estabilizantes e micropartículas de vidro de bário-alumínio-silicato.</p>

O cimento AllCem Core (FGM-Joinville, Santa Catarina, Brasil) foi aplicado nos orifícios imediatamente após o sistema adesivo (SKUPIEN *et al.*, 2015), com ponta de automistura para evitar a formação de bolhas. O excesso do cimento foi removido com o auxílio de pincel macio (**Figura 2A**).

A porção superior da amostra foi coberta por fita adesiva transparente para acomodar o cimento no interior do orifício (**Figura 2B**). Como o cimento tem cura dual, sua polimerização se inicia após a mistura das pastas base e catalisadora. Assim, houve o tempo de pausa de 5-7 minutos, conforme sugerido pelo fabricante.

A polimerização do cimento foi complementada pelo uso do fotopolimerizador Radian Cal (SDI-Bayswater, Victoria, Austrália) por 40 segundos e 1200 mW/cm².

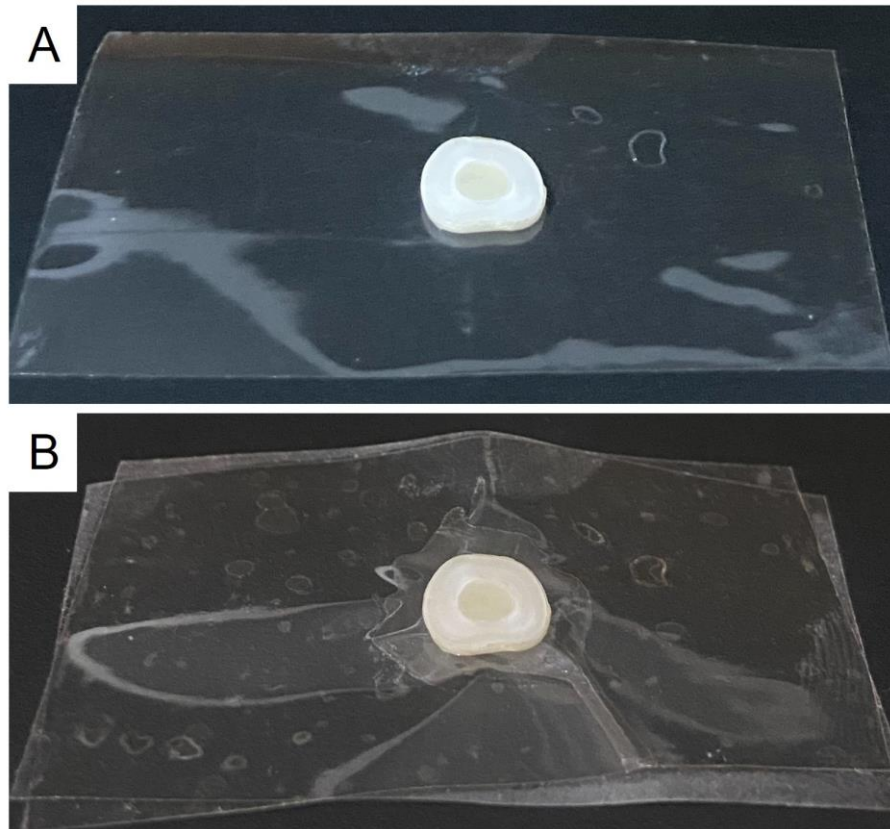


Figura 2. A) Amostra preenchida com cimento resinoso; **B)** Amostra após a polimerização do cimento resinoso.

4.4 ENSAIO DE MICRO *PUSH-OUT*

As fatias de dentina, devidamente identificadas, permaneceram imersas em água destilada a 37°C, conforme preconizado por SKUPIEN *et al.*(2015), pelo período de 24 horas como nos estudos de DE MUNCK *et al.*, 2005b; ROSA *et al.*, 2015; CARDOSO *et al.*, 2019; FIGUERÊDO DE SIQUEIRA *et al.*, 2020 e BASÍLIO *et al.*, 2021.

As amostras foram lixadas, de ambos os lados, com lixa d'água granulação 220, para a remoção de qualquer excesso de material além das paredes dos orifícios. A espessura final das fatias após essa etapa foi verificada com o paquímetro digital Coolant Absolute IP 67 (Mitutoyo, Tokio, Japão).

A análise da força de adesão do material à dentina foi através do teste de micro *push-out*. Uma máquina de teste universal de ensaios EMIC DL200MF (Instron, Canton, Massachusetts, EUA) mediu a resistência de união do cimento resinoso à dentina. A força foi aplicada com um atuador de 1,0mm de diâmetro (Odeme, Luzerna, Santa Catarina, Brasil) posicionado sobre o centro de cada amostra (**Figura 3**).



Figura 3. Atuador no centro da amostra durante ensaio de micro *push-out*.

O atuador teve o diâmetro próximo ao do orifício das amostras para que a força aplicada ao longo da interface adesiva fosse uniforme (PLACIDO *et al.*, 2006). Uma célula de carga de 20N foi utilizada para detecção da força aplicada no sentido coronal-apical com uma velocidade de 0,5mm por minuto, até que ocorresse o deslocamento do material do orifício.

O resultado foi obtido através do programa Tesc da própria máquina de ensaio universal. O valor médio de resistência de união *push-out* em Mpa foi calculado de acordo com estudo prévio de SCALZA *et al.*(2015). Para isso, a carga máxima aplicada ao cimento no momento da falha foi registrada em newtons (N) e dividida pela área da interface do cimento com a dentina (mm²). A resistência de união foi definida pela fórmula:

Força de união *push-out* (MPa) = carga máxima (N) / área de adesão dos sistemas adesivos (mm²)

A área de adesão do cimento resinoso foi definida pelo método de área da lateral do cilindro onde multiplica-se o perímetro da circunferência do cilindro ($2\pi.r$) pela altura do cilindro (h). Temos π = constante 3,14; r = raio do orifício preenchido com cimento (1,0mm) e h = espessura medida da fatia de dentina (mm) (SCELZA *et al.*, 2015).

$$\text{Área de adesão dos cimentos (mm}^2\text{)} = 2\pi.r \times h$$

4.5 ANÁLISE DE FALHAS

Após os ensios de *push-out*, as paredes internas dos orifícios das amostras foram submetidas a ampliação de 30X com a lupa Opticam Modelo 1005t (Opticam-São Paulo, São Paulo, Brasil) para a verificação do tipo de falha ocorrida com o deslocamento do cimento resinoso.

As falhas foram classificadas como:

- Adesiva - quando não havia cimento na amostra.
- Mista - quando havia cimento nas paredes da amostra e também áreas limpas.
- Coesiva - quando verificava-se ruptura do cimento e o material permanecia nas paredes da amostra.

4.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A principal variável de desfecho no presente estudo foi a tensão máxima de união (MPa). As análises preliminares dos dados brutos agrupados não foi capaz de revelar uma distribuição gaussiana (teste de normalidade D'Agostino & Person omnibus). Portanto, um teste de Kruskal-Wallis foi aplicado para avaliar o efeito de cada adesivo sobre a resistência de união no ensaio de micro *push-out*. O teste de Mann-Whitney com correção de Bonferroni foi utilizado para isolar as diferenças entre os grupos. O erro do tipo alfa foi fixado em 0.05. O software SPSS 11.0 (SPSS Inc., Chicago, EUA) foi utilizado como ferramenta analítica.

5. RESULTADOS

5.1 ENSAIO DE MICRO *PUSH-OUT*

Todos os espécimes apresentaram valores de força de união mensuráveis e nenhuma falha prematura ocorreu. Os valores das médias da força adesiva dos grupos avaliados encontram-se na **Tabela 3**.

Tabela 3. Mediana e valores mínimos e máximos de resistência de união dos sistemas adesivos testados.

SISTEMA ADESIVO	Mediana (Valor mínimo – Valor máximo)
CONTROLE	6.32 (3.53-9.20) ^A
ÂMBAR	16.41 (7.96-20.95) ^B
ÂMBAR APS	11.78 (9.40-23.79) ^B
ÂMBAR UNIVERSAL	7.45 (3.31-15.31) ^A

5.2 TIPO DE FALHA

Após o teste de micro *push-out*, o tipo de falha durante o deslocamento do cimento foi avaliado. Foi calculado o percentual de cada tipo de falha ocorrida e os resultados estão na **Tabela 4**.

Tabela 4. Percentual do tipo de falhas encontradas em cada um dos grupos testados.

TIPO DE FALHA	COM	AMB	APS	UNI
ADESIVA	90	11.11	25	90
MISTA	10	88.89	75	10
COESIVA	0	0	0	0

Em nenhuma amostra houve falha coesiva. Na figura 4A, há um exemplo de falha adesiva e na figura 4B um exemplo de falha mista.

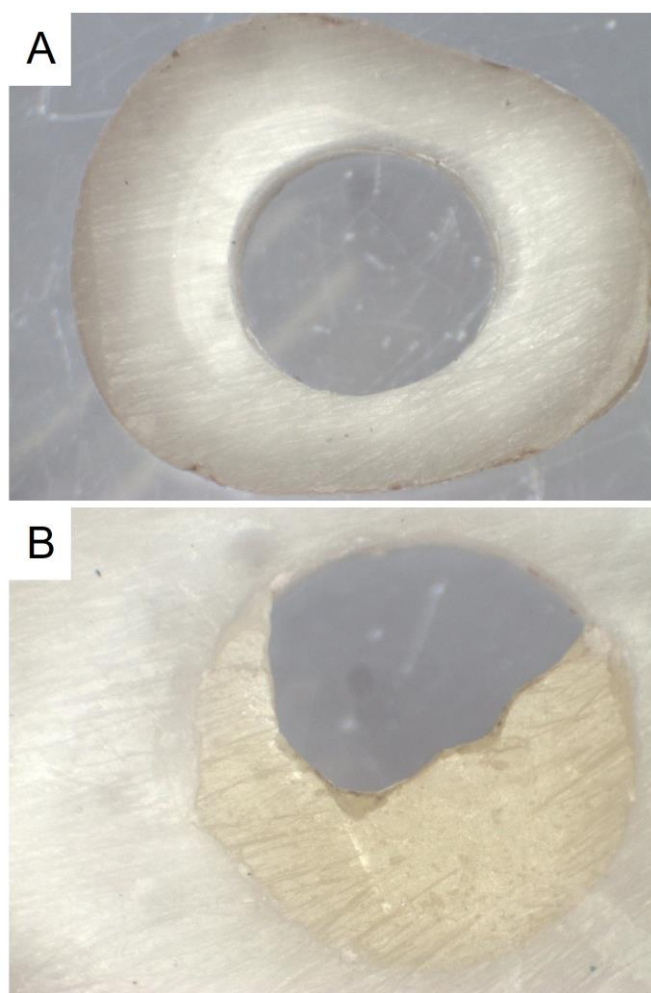


Figura 4. A) Amostra com falha adesiva (aumento de 20X); **B)** Amostra com falha mista (aumento de 30X).

6. DISCUSSÃO

Houve diferenças significativas entre os adesivos utilizados ($P < 0.05$). Os adesivos convencionais (AMB e APS) apresentaram os maiores valores de força de união ($P < 0.05$) quando comparados aos grupos controle (CON) e com adesivo universal (UNI). Não foram observadas diferenças entre os grupos AMB e APS ($P > 0.05$) e entre os CON e UNI ($P > 0.05$). Assim, verificou-se que a relação entre a força adesiva apresentada pelos grupos foi:

$$\text{AMB} = \text{APS} > \text{CON} = \text{UNI}$$

Neste estudo, o tipo de fotoiniciador pareceu não influenciar na força adesiva pois, os resultados dos adesivos convencionais com canforoquinona e com APS[®] foram estatisticamente semelhantes, confirmando a primeira hipótese. No trabalho de BASÍLIO *et al.* (2021), o adesivo com APS[®] também teve valores de adesão similares aos do adesivo com canforoquinona. As informações precisas sobre a composição do APS[®] não são fornecidas pelo fabricante mas, os resultados preliminares sugerem que este combinado de fotoiniciadores (APS[®]) tem força adesiva adequada com a vantagem de não possuir coloração amarelada que poderia interferir na cor de restaurações estéticas (OLIVEIRA *et al.*, 2019).

O maior tipo de falha encontrado nas amostras com os adesivos convencionais foi a mista onde, em diversas regiões, o cimento permaneceu aderido à dentina, sugerindo que a força adesiva do cimento ao substrato foi maior do que a resistência mecânica do próprio cimento netas áreas.

Esperava-se que a adesão do grupo controle, sem qualquer adesivo, fosse menor do que a dos demais grupos. Porém, os resultados do controle e com o adesivo universal não apresentaram diferença estatística, indicando que o emprego

deste adesivo não influenciou na adesão do cimento à dentina. Tal resultado pode estar relacionado à incompatibilidade química entre adesivo e o cimento resinoso dual (MALAQUIAS *et al.*, 2020). Observações ultraestruturais sugeriram uma camada de interação entre monômeros ácidos residuais deste adesivo, não polimerizados pela inibição do oxigênio, e o componente catalítico alcalino (amina terciária) que o cimento resinoso dual possui (SANARES *et al.*, 2001). Tal contato ocasionaria uma reação ácido-base indesejada, levando a um baixo grau de polimerização (SWIFT *et al.*, 2001; SUH *et al.*, 2003) e possivelmente afetando a força adesiva (TAY *et al.*, 2003a). O maior número de falhas com o adesivo universal foi adesiva, reforçando a baixa união química deste adesivo com a dentina.

A segunda hipótese foi rejeitada pois, houve diferença estatística entre os adesivos convencionais e o universal.

Nos testes laboratoriais de análise de adesão, dentes bovinos podem ser utilizados em substituição aos dentes humanos como verificado nos estudos de SOARES *et al.*, 2016; MUSHASHE *et al.*, 2017; CARDOSO *et al.*, 2019 e BASÍLIO *et al.*, 2021. Incisivos bovinos foram adotados nos estudos pela sua maior facilidade de obtenção e por suas maiores dimensões em relação aos dentes humanos.

Testes de força de união são os mais comuns empregados no estudo de adesivos pois associa-se a maior união entre o dente e o material restaurador com a maior longevidade do material na cavidade oral (DE MUNCK *et al.*, 2005a). Para a avaliação da força adesiva, o teste de micro *push-out* foi empregado para uma maior validação das análises pois, ocorre a padronização do tecido dentinário onde os materiais serão testados. (SILVA *et al.*, 2017). As comparações entre os sistemas adesivos foram realizadas numa mesma raiz ao invés de usarmos vários dentes que poderiam apresentar dentinas bastante distintas, diferente do que ocorre com testes convencionais de *push-out* (FISHER *et al.*, 2007 e DE-DEUS *et al.*, 2009).

Os estudos *in vitro* sobre a adesão à estrutura dental fornecem informações importantes pois, podem simular o comportamento clínico dos materiais. Os resultados destes testes podem direcionar mudanças e aperfeiçoamento dos protocolos em nossa prática diária. Devemos utilizar materiais biocompatíveis e que reestabeleçam a estrutura dentária perdida biomimeticamente. Assim, a escolha dos materiais deve ser criteriosa para que possam ter o seu melhor desempenho clínico. Os resultados encontrados neste estudo ressaltam a importância de avaliarmos a composição química dos adesivos dentinários pois, estes podem não ser compatíveis com os materiais resinosos adotados, levando a falhas prematuras da restauração (HAGGE *et al.*, 2001).

7. CONCLUSÕES

Os resultados encontrados com o Âmbar APS foram estatisticamente semelhantes aos do adesivo com canforoquinona, o fotoativador mais utilizado em odontologia, indicando um promissor desempenho do novo sistema fotoativador APS®. A utilização de sistema adesivo universal (Âmbar Universal) com o cimento resinoso dual (AllCem Core) demonstrou resultados inferiores quando comparado aos sistemas adesivos Âmbar e Âmbar APS.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Almeida SM, Meereis CTW, Leal FB, Carvalho RV, Boeira PO, Chisini LA, Cuevas-Suárez CE, Lima GS, Piva E. Evaluation of alternative photoinitiator systems in two-step self-etch adhesive systems. *Dent Mater.* 2020 Feb;36(2):e29-e37. doi: 10.1016/j.dental.2019.11.008. Epub 2019 Dec 9. PMID: 31831181.

Andrzejewska, E. Photoinitiated polymerization of multifunctional monomers. *Polymer*, 2001; 46(2): 88-9.

Basílio M, Gregorio R, Câmara JV, Serrano L, Campos PR, Pierote JJ, Groisman S, Pereira G, Barreto S. Influence of different photoinitiators on the resistance of union in bovine dentin: Experimental and microscopic study. *J Clin Exp Dent.* 2021 Feb 1;13(2):e132-e139. doi: 10.4317/jced.57756. PMID: 33574997; PMCID: PMC7864358.

Bazos P, Magne P. Bio-emulation: biomimetically emulating nature utilizing a histologic approach; structural analysis. *Eur J Esthet Dent.* 2011 Spring;6(1):8-19. PMID: 21403924.

BUONOCORE MG. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *J Dent Res.* 1955 Dec;34(6):849-53. doi: 10.1177/00220345550340060801. PMID: 13271655.

Cardoso GC, Nakanishi L, Isolan CP, Jardim PDS, Moraes RR. Bond Stability of Universal Adhesives Applied To Dentin Using Etch-And-Rinse or Self-Etch Strategies. *Braz Dent J.* 2019 Oct 7;30(5):467-475. doi: 10.1590/0103-6440201902578. PMID: 31596331.

Carvalho RF, Cardenas A, Carvalho CN, de Souza JJ, Bauer J, Siqueira F, Armas-Vega A, Loguercio AD, Hass V. Effect of the Photo-initiator System Contained in Universal Adhesives on Radicular Dentin Bonding. *Oper Dent.* 2020 Sep 1;45(5):547-555. doi: 10.2341/19-146-L. PMID: 32352351.

Cekic I, Ergun G, Lassila LV, Vallittu PK. Ceramic-dentin bonding: effect of adhesive systems and light-curing units. *J Adhes Dent.* 2007 Feb;9(1):17-23. PMID: 17432397.

Cekic-Nagas I, Shinya A, Ergun G, Vallittu PK, Lassila LV. Biomechanical behavior of cavity configuration on micropush-out test: a finite-element-study. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal.* 2011 Jan 1;16(1):e119-23. doi: 10.4317/medoral.16.e119. PMID: 20526276.

De Munck J, van Landuyt K, Peumans M, Poitevin A, Lambrechts P, Braem M, et al. A critical review of the durability of adhesion to tooth tissue: methods and results. *J Dent Res.* 2005;84(2):118-132. doi: 10.1177/154405910508400204-a.

De Munck J, Vargas M, Iracki J, Van Landuyt K, Poitevin A, Lambrechts P, Van Meerbeek B. One-day bonding effectiveness of new self-etch adhesives to bur-cut enamel and dentin. *Oper Dent.* 2005 Jan-Feb;30(1):39-49. PMID: 15765956-b.

De-Deus G, Di Giorgi K, Fidel S, Fidel RA, Paciornik S. Push-out bond strength of Resilon/Epiphany and Resilon/Epiphany self-etch to root dentin. *J Endod.* 2009 Jul;35(7):1048-50. doi: 10.1016/j.joen.2009.04.024. PMID: 19567332.

El Mourad AM. Assessment of Bonding Effectiveness of Adhesive Materials to Tooth Structure using Bond Strength Test Methods: A Review of Literature. *Open Dent J.* 2018 Sep 28;12:664-678. doi: 10.2174/1745017901814010664. PMID: 30369976; PMCID: PMC6182887.

Figuerêdo de Siqueira, F. S., Pinto, T. F., Carvalho, E. M., Bauer, J., Gonçalves, L. M., Szesz, A. L., ... Loguercio, A. D. (2020). *Influence of dentinal moisture on the properties of universal adhesives. International Journal of Adhesion and Adhesives*, 102633. doi:10.1016/j.ijadhadh.2020.102633

Fisher MA, Berzins DW, Bahcall JK. An in vitro comparison of bond strength of various obturation materials to root canal dentin using a push-out test design. *J Endod*. 2007 Jul;33(7):856-8. doi: 10.1016/j.joen.2007.02.011. Epub 2007 Apr 16. PMID: 17804329.

Fu ZR, Tian FC, Zhang L, Han B, Wang XY. [Curing mode of universal adhesives affects the bond strength of resin cements to dentin]. *Beijing Da Xue Xue Bao Yi Xue Ban*. 2017 Feb 18;49(1):101-4. Chinese. PMID: 28203013.

Hagge MS, Lindemuth JS. Shear bond strength of an autopolymerizing core buildup composite bonded to dentin with 9 dentin adhesive systems. *J Prosthet Dent*. 2001 Dec;86(6):620-3. doi: 10.1067/mpr.2001.119683. PMID: 11753314.

Leprince JG, Palin WM, Hadis MA, Devaux J, Leloup G. Progress in dimethacrylate-based dental composite technology and curing efficiency. *Dent Mater*. 2013 Feb;29(2):139-56. doi: 10.1016/j.dental.2012.11.005. Epub 2012 Nov 27. Erratum in: *Dent Mater*. 2013 Apr;29(4):493. PMID: 23199807.

Magne P, Douglas WH. Rationalization of esthetic restorative dentistry based on biomimetics. *J Esthet Dent*. 1999;11(1):5-15. doi: 10.1111/j.1708-8240.1999.tb00371.x. PMID: 10337285.

Magne P, So WS, Cascione D. Immediate dentin sealing supports delayed restoration placement. *J Prosthet Dent.* 2007 Sep;98(3):166-74. doi: 10.1016/S0022-3913(07)60052-3. PMID: 17854617.

Malaquias P, Gutiérrez MF, Sutil E, Matos TP, Hanzen TA, Reis A, Perdigão J, Loguercio AD. Universal adhesives and dual-cured core buildup composite material: adhesive properties. *J Appl Oral Sci.* 2020 Nov 30;28:e20200121. doi: 10.1590/1678-7757-2020-0121. PMID: 33263646; PMCID: PMC7714263.

Mushashe AM, Amaral RO, Rezende CE, Filho FB, Cunha LF, Gonzaga CC. Effect of Sonic Vibrations on Bond Strength of Fiberglass Posts Bonded to Root Dentin. *Braz Dent J.* 2017 Jan-Feb;28(1):30-34. doi: 10.1590/0103-6440201601107. Epub 2016 Dec 12. PMID: 28301010.

Nakabayashi N, Kojima K, Masuhara E. The promotion of adhesion by the infiltration of monomers into tooth substrates. *J Biomed Mater Res.* 1982 May;16(3):265-73. doi: 10.1002/jbm.820160307. PMID: 7085687.

Oliveira OF Jr, Kunz PVM, Baratto Filho F, Correr GM, Cunha LFD, Gonzaga CC. Influence of Pre-Curing Different Adhesives on the Color Stability of Cemented Thin Ceramic Veneers. *Braz Dent J.* 2019 Jun;30(3):259-265. doi: 10.1590/0103-6440201902369. Epub 2019 Jun 3. PMID: 31166388.

Ozer F, Blatz MB. Self-etch and etch-and-rinse adhesive systems in clinical dentistry. *Compend Contin Educ Dent.* 2013 Jan;34(1):12-4, 16, 18; quiz 20, 30. PMID: 23550327.

Perdigão J. Dentin bonding-variables related to the clinical situation and the substrate treatment. *Dent Mater.* 2010 Feb;26(2):e24-37. doi: 10.1016/j.dental.2009.11.149. Epub 2009 Dec 14. PMID: 20005565

Placido E, Meira JB, Lima RG, Muench A, de Souza RM, Ballester RY. Shear versus micro-shear bond strength test: a finite element stress analysis. *Dent Mater.* 2007 Sep;23(9):1086-92. doi: 10.1016/j.dental.2006.10.002. Epub 2006 Nov 22. PMID: 17123595.

Reis A, Loguercio AD, Azevedo CL, de Carvalho RM, da Julio Singer M, Grande RH. Moisture spectrum of demineralized dentin for adhesive systems with different solvent bases. *J Adhes Dent.* 2003 Fall;5(3):183-92. PMID: 14621240.

Reis A, Zander-Grande C, Kossatz S, Stanislawczuk R, Manso A, de Carvalho RM, Loguercio AD. Effect of mode of application on the microtensile bond strength of a self-etch and etch-and-rinse adhesive system. *Oper Dent.* 2010 Jul-Aug;35(4):428-35. doi: 10.2341/09-319-L. PMID: 20672727.

Rosa WL, Piva E, Silva AF. Bond strength of universal adhesives: A systematic review and meta-analysis. *J Dent.* 2015 Jul;43(7):765-76. doi: 10.1016/j.jdent.2015.04.003. Epub 2015 Apr 14. PMID: 25882585.

Rotta M, Bresciani P, Moura SK, Grande RH, Hilgert LA, Baratieri LN, Loguercio AD, Reis A. Effects of phosphoric acid pretreatment and substitution of bonding resin on bonding effectiveness of self-etching systems to enamel. *J Adhes Dent.* 2007 Dec;9(6):537-45. PMID: 18265711.

Rueggeberg FA, Giannini M, Arrais CAG, Price RBT. Light curing in dentistry and clinical implications: a literature review. *Braz Oral Res.* 2017 Aug 28;31(suppl 1):e61. doi: 10.1590/1807-3107BOR-2017.vol31.0061. PMID: 28902241.

Sanares AM, Itthagaran A, King NM, Tay FR, Pashley DH. Adverse surface interactions between one-bottle light-cured adhesives and chemical-cured composites. *Dent Mater.* 2001 Nov;17(6):542-56. doi: 10.1016/s0109-5641(01)00016-1. PMID: 11567693.

Scelza MZ, da Silva D, Scelza P, de Noronha F, Barbosa IB, Souza E, De Deus G. Influence of a new push-out test method on the bond strength of three resin-based sealers. *Int Endod J.* 2015 Aug;48(8):801-6. doi: 10.1111/iej.12378. Epub 2014 Oct 1. PMID: 25186632.

Silva EJNL, Carvalho NK, Guberman MRDCL, Prado M, Senna PM, Souza EM, De Deus G. Push-out Bond Strength of Fast-setting Mineral Trioxide Aggregate and Pozzolan-based Cements: ENDOCEM MTA and ENDOCEM Zr. *J Endod.* 2017 May;43(5):801-804. doi: 10.1016/j.joen.2016.12.007. Epub 2017 Mar 11. PMID: 28292603.

Siqueira FSF, Cardenas AM, Ocampo JB, Hass V, Bandeca MC, Gomes JC, Reis A, Loguercio AD. Bonding Performance of Universal Adhesives to Eroded Dentin. *J Adhes Dent.* 2018;20(2):121-132. doi: 10.3290/j.jad.a40300. PMID: 29675512.

Skupien JA, Porto JA, Münchow EA, Cenci MS, Pereira-Cenci T. Impairment of resin cement application on the bond strength of indirect composite restorations. *Braz Oral Res.* 2015;29:S1806-83242015000100263. doi:10.1590/1807-3107BOR-2015.vol29.0066. PMID: 26039908.

Soares FZ, Follak A, da Rosa LS, Montagner AF, Lenzi TL, Rocha RO. Bovine tooth is a substitute for human tooth on bond strength studies: A systematic review and meta-analysis of in vitro studies. *Dent Mater.* 2016 Nov;32(11):1385-1393. doi: 10.1016/j.dental.2016.09.019. Epub 2016 Sep 28. PMID: 27692438.

Stape, T. H. S., Menezes, M. de S., Aguiar, F. H. B., Quagliatto, P. S., Soares, C. J., & Martins, L. R. M. (2014). Long-term effect of chlorhexidine on the dentin microtensile bond strength of conventional and self-adhesive resin cements: A two-year in vitro study. *International Journal of Adhesion and Adhesives*, 50, 228–234. doi:10.1016/j.ijadhadh.2014.02.001

Suh BI, Feng L, Pashley DH, Tay FR. Factors contributing to the incompatibility between simplified-step adhesives and chemically-cured or dual-cured composites. Part III. Effect of acidic resin monomers. *J Adhes Dent.* 2003 Winter;5(4):267-82. PMID: 15008334.

Swift EJ Jr, Perdigão J, Combe EC, Simpson CH 3rd, Nunes MF. Effects of restorative and adhesive curing methods on dentin bond strengths. *Am J Dent.* 2001 Jun;14(3):137-40. PMID: 11572289.

Tay FR, Pashley DH, Yiu CK, Sanares AM, Wei SH. Factors contributing to the incompatibility between simplified-step adhesives and chemically-cured or dual-cured composites. Part I. Single-step self-etching adhesive. *J Adhes Dent.* 2003 Spring;5(1):27-40. PMID: 12729081-a.

Tay FR, Suh BI, Pashley DH, Prati C, Chuang SF, Li F. Factors contributing to the incompatibility between simplified-step adhesives and self-cured or dual-cured composites. Part II. Single-bottle, total-etch adhesive. *J Adhes Dent.* 2003 Summer;5(2):91-105. PMID: 14964676-b.

Van Meerbeek B, Peumans M, Poitevin A, Mine A, Van Ende A, Neves A, De Munck J. Relationship between bond-strength tests and clinical outcomes. *Dent Mater.* 2010 Feb;26(2):e100-21. doi: 10.1016/j.dental.2009.11.148. Epub 2009 Dec 16. PMID: 20006379.

Van Meerbeek B, Yoshihara K, Van Landuyt K, Yoshida Y, Peumans M. From Buonocore's Pioneering Acid-Etch Technique to Self-Adhering Restoratives. A Status Perspective of Rapidly Advancing Dental Adhesive Technology. *J Adhes Dent.* 2020;22(1):7-34. doi: 10.3290/j.jad.a43994. PMID: 32030373.

Van Meerbeek B, Yoshihara K, Yoshida Y, Mine A, De Munck J, Van Landuyt KL. State of the art of self-etch adhesives. *Dent Mater.* 2011 Jan;27(1):17-28. doi: 10.1016/j.dental.2010.10.023. Epub 2010 Nov 24. PMID: 21109301.