

UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO
Faculdade de Odontologia
Disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)

**Influência da dentina umedecida com extrato de semente de
uva na resistência de união de pinos de fibra de vidro
e dentina condicionada com ácido glicólico**

Relatório Final

Apresentado à Faculdade de Odontologia da Universidade de Passo Fundo, como requisito da disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso e para graduação no curso de Odontologia da Universidade de Passo Fundo.

Aluno – Camila Conterato

Orientador – Prof. Dr. Douglas Cecchin

Passo Fundo, abril de 2021.

Sumário

1. TÍTULO	3
2. EQUIPE EXECUTORA	3
3. RESUMO	3
4. PROBLEMA DE PESQUISA	4
5. JUSTIFICATIVA	5
6. REVISÃO DE LITERATURA	7
6.1. Retentores intrarradiculares	7
6.2. Condicionamento dentinário x umidade ideal da dentina	14
6.3. Sistemas adesivos e Cimentos resinosos	23
6.4. Agentes Antioxidantes	30
6.5. Teste de resistência de união intrarradicular: <i>push out</i>	33
7. OBJETIVOS	35
7.1. Objetivos gerais	35
7.2. Objetivos específicos	35
8. MATERIAIS E MÉTODOS	35
8.1. Seleção e preparo das amostras	35
8.2. Preparo do pino de fibra de vidro	36
8.3. Divisão dos grupos experimentais	37
8.4. Hibridização dentinária	37
8.5. Umidade da dentina intrarradicular	38
8.6. Aplicação do adesivo	38
8.7. Cimentação do retentor intrarradicular	38
8.8. Obtenção dos espécimes em forma de fatias	39
8.9. Teste de <i>push out</i>	40
8.10. Análise estatística	41
9. RESULTADOS	41
10. DISCUSSÃO	42
11. CONCLUSÃO	42
12. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	43
13. AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DO ALUNO	51
14. ANEXO	52

RELATÓRIO FINAL

1. TÍTULO

Influência da dentina umedecida com extrato de semente de uva na resistência de união de pinos de fibra de vidro e cimento resinoso

2. EQUIPE EXECUTORA

2.1. Aluno

Nome: Camila Conterato

Matrícula: 150998

2.2. Orientador

Nome: Prof. Dr. Douglas Cecchin

Matrícula: 8388

3. RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar a resistência de união entre a dentina umedecida com extrato de semente de uva variando os condicionamentos ácidos e sistemas por meio do teste de *push out*. Foram preparados quarenta dentes bovinos unirradulares divididos em quatro grupos: G1- ácido glicólico 37%, dentina umedecida com extrato de semente de uva, SingleBond/RelyX-ARC; G2- ácido glicólico 37%, dentina umedecida com extrato de semente de uva, One Step Plus/ Duo-Link Bisco; G3- ácido fosfórico 37%, dentina umedecida com extrato de semente de uva, SingleBond/RelyXARC; G4- ácido fosfórico 37%, %, dentina umedecida com extrato de semente de uva, One Step Plus/ Duo-Link. De cada raiz foram obtidos discos com diâmetro interno de 2mm, diâmetro externo de 5mm e altura de 2mm. Esses discos foram submetidos ao teste *push out* em uma máquina de ensaio universal à 0,5mm/min. Os valores de resistência de união foram analisados com ANOVA e teste de Tukey. Os testes estatísticos foram analisados em um nível de significância de $\alpha=0,05$. O teste de Tukey mostrou que para o sistema adesivo One Step Plus os maiores valores de resistência de união foram analisados quando associado ao ácido fosfórico. O sistema adesivo Single Bond quando analisado ($p<0,05$) não apresentou diferença estatística nos diferentes condicionamentos da dentina.

Baseado nos resultados, ao utilizar o condicionamento dentinário com ácido glicólico o sistema adesivo One Step Plus apresenta uma redução na adesão, sendo que o Single Bond pode ser utilizado após o condicionamento com ambos os ácidos pesquisados.

Palavras-chave: *push out*, ácido glicólico, ácido fosfórico, extrato de semente de uva, umidade dentinária, sistemas adesivos.

4. PROBLEMA DE PESQUISA

Retentores intrarradiculares como pinos de fibra de vidro e núcleos metálicos fundidos podem ser utilizados na reabilitação coronária do remanescente dentário, mas sempre considerando que estes dentes estão mais propensos à falha pelo fato de serem submetidos às tensões de carga (PEGORARO, 1998). Os pinos de fibra de vidro tornaram-se populares devido à sua resistência à flexão (entre 1339,96 - 1153,41 MPa) e ao módulo de elasticidade (20 GPa) que se assemelha ao da dentina (18 GPa), o que possibilita a melhor distribuição da tensão e a redução dos riscos de fratura radicular (CECCHIN *et al.*, 2011b; GOMES *et al.*, 2013). Além disso, os pinos de fibra têm boa adesão aos cimentos resinosos e quando anatomizados, possibilitam uma melhor adaptação aos canais radiculares (CECCHIN *et al.*, 2011b) porém para cimentação deste tipo de retentor intracanal, é necessário haver o correto condicionamento da dentina radicular, seguido do uso de um sistema adesivo que permita a formação de uma camada híbrida homogênea (CARDOSO, 2003; CALDAS *et al.*, 2018).

A perda de retenção é a falha mais comum encontrada em tratamentos com pinos de fibra de vidro estão relacionadas com os procedimentos adesivos após a cimentação (MARCHIONATTI *et al.*, 2017), bem como a falta de estabilidade da adesão também é observada, sendo relacionada à perda de integridade da interface adesiva da resina-dentina que é acometida ao longo do tempo pela deterioração dos componentes resinosos pela ação hidrolítica e pela degradação enzimática das fibras de colágeno (CECCHIN *et al.*, 2015). Deve-se ressaltar que essa perda de integridade pode ser motivada por fatores como o condicionamento ácido e secagem demasiada da dentina que assim dificultam a ação dos agentes adesivos junto à dentina (OLIVEIRA *et al.*, 2010). Daleprane *et al.* (2016) apontaram que a falha na interface adesiva é um dos fatores críticos mais encontrados em reabilitações com uso de pinos intrarradiculares. Com isso, novos estudos vêm sendo realizados utilizando o ácido glicólico com o intuito de minimizar a desmineralização excessiva das fibras dentinárias, tendo como comparativo o uso do ácido fosfórico que é comumente empregado na etapa de condicionamento de esmalte e dentina nos procedimentos restauradores (CECCHIN *et al.*, 2018; CECCHIN *et al.*, 2019; BELLO *et al.*, 2019; TREVELIN *et al.*, 2019). Outro ponto importante a ser considerado durante o procedimento

adesivo é o controle da umidade dentinária após a desmineralização, visto que o excesso de água causa o fenômeno chamado separação de fases como consequência de componentes hidrófilos e hidrófobos do adesivo, antecedendo uma camada híbrida permeável e susceptível à hidrólise e nanoinfiltração (DALEPRANE *et al.*, 2014; MALACARNE *et al.* 2006).

Perante o exposto, é essencial buscar por protocolos adesivos que preservem a estrutura dentinária e que melhorem a adesão de materiais adesivos junto à dentina radicular, tais como o uso de diferentes condicionadores e a umidade ideal dentinária.

5. JUSTIFICATIVA

A manutenção da umidade da dentina desmineralizada é fundamental para permitir a adequada ação dos monômeros resinosos entre os espaços interfibrilares, tendo em vista que a desidratação dentinária leva uma camada híbrida deficiente (CARVALHO *et al.*, 1996; VAN MEERBEEK *et al.*, 1998). Devem ser consideradas ainda, as características hidrofílicas e a compatibilidade com o substrato dentinário úmido (OLIVEIRA *et al.*, 2010) na etapa da utilização do adesivo devido à dificuldade de identificar qual seria a ideal umidade dentinária e a existência de diferentes sistemas adesivos disponíveis no mercado.

O uso de agentes antioxidantes naturais vem sendo estudado pela sua aplicabilidade na melhoria da rigidez da dentina desmineralizada, que influencia as propriedades físicas dos canais radiculares. A utilização de extratos de plantas como o extrato de semente de uva se destaca pois pesquisas têm mostrado o aumento das propriedades biomecânicas e da bioestabilidade da matriz de dentina desmineralizada. (CECCHIN *et al.*, 2015). Castellan *et al.* (2010) descreveram que a interação destes compostos naturais ricos em PAs, como o colágeno presente na dentina, tem a função de induzir ligações cruzadas, além de fortalecer, reestruturar e estabilizar a rede de fibrilas, otimizando a sua função como substrato para cimento resinoso. Até o momento, não há muitos relatos definitivos na literatura quanto ao uso de extrato de semente de uva sendo utilizado para aumentar a resistência de união entre pinos de fibra de vidro e cimento resinoso. Diante disto, faz-se justificável a realização do presente estudo.

6. REVISÃO DE LITERATURA

6.1 Retentores intrarradiculares

Quando um dente é submetido ao tratamento endodôntico, sua resistência à fratura diminui consideravelmente em função do comprometimento das estruturas que o reforçam, tais como cúspide, ponte de esmalte, crista marginal, ou ainda, quando é feita a remoção do teto da câmara pulpar e da maioria da estrutura acima dela em direção à superfície oclusal. Assim, Cerny *et al.* (2018) citaram fatores importantes para restauração de dentes tratados endodonticamente, descritos como: (1) preservação da maior quantidade de remanescente dentinário possível para promover maior força e longevidade da restauração; (2) manter um maior número de paredes dentinárias, reduzindo então o risco de falha da restauração; (3) os materiais empregados devem possuir propriedades físicas semelhantes às da dentina.

Raízes fragilizadas ou que possuem canais amplos apresentam índice de fratura radicular aumentado, pois necessitam de maior quantidade de material. A raiz é considerada fragilizada quando apresenta uma espessura de dentina remanescente igual ou inferior a 1mm, estando os casos mais comuns em regiões próximas (CONCEIÇÃO e PACHECO, 2007). Essa fragilização da raiz pode ocorrer devido à processos invasivos, como o uso errôneo de núcleos com largo diâmetro, rizogênese incompleta, reabsorção interna, anomalias de desenvolvimento dental (HEYDECKE; BUTZ; STRUB, 2002), perda extensa da estrutura coronária consequente de lesões cariosas e/ou traumas (CECCHIN *et al.*, 2011a; SCOTTI *et al.*, 2016). Os retentores intrarradiculares se apresentam divididos como núcleos metálicos fundidos e pinos pré-fabricados, onde destacam-se os pinos pré-fabricados que oferecem grande variedade de modelos: (1) metálicos ou não metálicos; (2) superfícies lisas, serrilhadas ou rosqueadas; (3) paralelos ou cônicos. Dentre os modelos de pinos pré-fabricados podem ser lembrados os pinos metálicos; fibra de carbono; fibra de polietileno; fibra de aramida; e os pinos de fibra de vidro, e estes apresentam o benefício de simplificar as etapas dos procedimentos clínicos pela vantagem de serem preparados em sessão única (CONCEIÇÃO e PACHECO, 2007; PORTERO. P. P. *et al.*, 2005).

Retentores como núcleo metálico fundido e pino de fibra de vidro possuem técnicas e materiais para sua confecção variadas, que são

classificadas como diretas e indiretas. Na técnica direta, o pino de fibra de vidro, que é pré-fabricado, é utilizado adaptado ao canal radicular que posteriormente, será preenchido por um cimento resinoso, favorecendo assim um número reduzido de sessões clínicas, permitem o preparo mais conservador, além de dispensar a etapa laboratorial e gerar custos reduzidos. Já na técnica indireta, o canal é moldado e preparado para a fabricação de um núcleo fundido de liga metálica, que essencialmente deve obedecer à estrutura do canal inicialmente preparado (TUMENAS *et al.*, 2014). Baratieri (2001) salientou que a indicação dos núcleos metálicos em dentes com extensa destruição coronária e que têm morfologia radicular favorável, com o uso de uma liga áurea, com alta resistência à corrosão, baixa rigidez e biocompatível. Dentre suas vantagens pode-se citar: (1) baixo custo; (2) não necessita de cimentos especiais para sua retenção, ou seja, não há necessidade de utilização de um cimento posteriormente pois sua porção coronal é confeccionada no laboratório com dimensões pré-estabelecidas; (3) há anos já são empregados; (4) excelente radiopacidade. Como desvantagens: (1) estética de cor metálica que é considerada desfavorável; (2) alto módulo de elasticidade; (3) chance de corrosão; (4) não serem adesivos; (5) maior número de sessões clínicas se comparado ao tempo de sessões com um pino de fibra de vidro. Dentre outras funções, o núcleo metálico fundido tem algumas indicações próprias como em situações em que os pinos pré-fabricados não se adequam às paredes do conduto corretamente, necessitando assim de maior quantidade de cimento que resulta em uma camada mais espessa. Além disso, sua indicação estende-se também para canais excessivamente cônicos ou elípticos e quando existir variação na inclinação do ângulo raiz/coroa do elemento dental, mantendo assim a posição na arcada dentária correta, e ainda pode-se citar os casos em que há a destruição coronária total, onde a raiz é o remanescente e dessa maneira a ancoragem intrarradicular fica dependente do material de reconstrução (SHILLINGBURG *et al.*, 2007).

Prado *et al.* (2014) relataram a técnica de confecção do núcleo metálico fundido, onde a extensão do mesmo deve ser de 2/3 do comprimento radicular e permanecer, em média 4mm do ápice. A confecção pode seguir a técnica direta ou a indireta de núcleos, sendo a técnica direta sobre o dente preparado na boca do paciente, confeccionado com o auxílio de um *pinjet* com espessura

compatível ao diâmetro do conduto e obtendo-se assim um padrão de resina acrílica para confecção do núcleo metálico que posteriormente será enviado para o laboratório para a realização da fundição. Entretanto, a técnica indireta é indicada para moldagem de múltiplos elementos ao mesmo tempo e nos casos que apresentam núcleos bipartidos ou tripartidos, com canais divergentes. Pode-se usar materiais densos como a silicona de adição ou de condensação com moldeira parcial ou total com a presença de um suporte intracanal, como um *pinjet* já em posição no conduto para conservar o material moldagem no interior do canal radicular. Possivelmente, pode também ser fabricado com ligas nobres como prata-paládio ou ouro ou ligas básicas como níquel-cromo, cromo-cobalto, cobre-alumínio.

Os pinos de fibra foram introduzidos no mercado com a finalidade de substituir os núcleos metálicos fundidos, pois favorecem a estética possuindo cor similar à estrutura dental e promovem o menor desgaste de dentina intrarradicular (SOUZA *et al.*, 2011). Smith, Schuman e Wasson (1998) descreveram sobre a eficácia na indicação dos pinos pré-fabricados para dentes com pequenos canais circulares, de fato que a utilização dos mesmos tem o benefício de permitir uma boa retenção do conjunto restauração, pino e remanescente dentário, e ainda, auxilia na distribuição do estresse das cargas mastigatórias que atuam na raiz, periodonto e osso. Para a correta seleção do pino intrarradicular, é muito importante a radiografia de diagnóstico para que possam ser averiguados a forma, o diâmetro e o comprimento da raiz e do canal radicular (MUNIZ, 2008), além da forma da raiz para a determinação do comprimento do pino já que as variações anatômicas radiculares podem dificultar a correta adaptação do mesmo. Para garantir haver sucesso na confecção do pino e promover a longevidade do elemento dental, a espessura do pino não deve ser maior que um terço da espessura da raiz, ou seja, deve-se manter a estrutura para haja pelo menos 1 mm de dentina saudável circundando o pino (BARBOSA *et al.*, 2016).

Em um estudo publicado por Miorando *et al.* (2018), a utilização de pinos de fibra de vidro é recomendada em casos que apresentam no mínimo 50% de remanescente coronário, além do que, deve-se considerar a quantidade de 8 estrutura mineralizada e abraçamento cervical de pelo menos 2mm cervical ao núcleo pois é o que permite aumentar a resistência do remanescente

preservando a integridade do selamento marginal e reduzindo então, o estresse causado na junção cimento-núcleo. Descrito por Prado *et al.* (2014), o pino de fibra de vidro é indicado para dentes anteriores e posteriores, devendo sempre ser analisada qual quadrante do elemento na arcada dentária, de forma que incisivos, caninos e pré-molares recebem cargas laterais ou de cisalhamento, já nos dentes posteriores por apresentarem maior quantidade de estrutura dentária, estes pinos são menos indicados. Os autores descrevem os seguintes critérios quanto à indicação do uso do pino de fibra de vidro: em dentes anteriores a resistência à flexão dos pinos deve ser considerada, já que as forças mastigatórias incidem de forma transversal, deve-se então ser haver a avaliação rigorosa da quantidade de espessura do remanescente dentário, o que é um fator determinante para a seleção do pino na restauração a ser realizada. Já nos dentes posteriores, os pinos ajudam a reter o material que será colocado no local para substituir a parte perdida, de fato que a força mastigatória compressiva tem maior incidência na porção posterior.

Muniz (2008) considera que os pinos podem ser empregados em reabilitações unitárias, quando o dente apresenta um bom remanescente coronário considerando no mínimo 2 mm. Já quando não há remanescente suficiente, a indicação depende de uma raiz com o comprimento que favoreça uma boa implantação do pino e de uma perfeita adaptação cervical do mesmo. Em relação aos dentes que funcionarão como elemento pilar de próteses fixas, os pinos necessitam de um bom remanescente coronário, especialmente em dentes anteriores, onde predominam as forças horizontais. Essa técnica com o pino de fibra se mostra mais promissora por promover a criação de um retentor individualizado, melhor adaptado, com menor linha de cimentação e com bom imbricamento mecânico, assim há um menor risco de fratura radicular irreversível o que é justificável pelo seu módulo de elasticidade ser semelhante ao da dentina (MANKAR *et al.*, 2012), absorvem as tensões geradas pela força imprimida na mastigação e protegem o remanescente radicular (PRADO *et al.*, 2014).

Fatores biomecânicos são necessários para haver maior longevidade da restauração e devolver a função ao dente, visto que se ajustados ao canal com resina, os pinos apresentaram maior retenção em todos os terços do canal radicular (FARIA-E-SILVA *et al.*, 2009). Em razão disto, para a correta técnica

de confecção do pino de fibra de vidro nenhum dos passos clínicos devem ser negligenciados, isto vai desde a seleção do diâmetro, do comprimento e forma do pino a ser utilizado, sendo necessário ainda, haver remanescente de 4 mm em média de material endodôntico obturador, ter a superfície do pino e do conduto radicular previamente tratadas para realizar a cimentação, além da preparação da parte coronária com resina composta a partir das características da coroa a ser utilizada (MARQUES *et al.*, 2016). No dizer de Shillingburg (1998), o canal deve ser preparado parcialmente para receber o retentor intrarradicular, preservando no terço apical a quantidade de 3mm de guta percha, para que não haja deslocamento da obturação e não gere falhas ao tratamento endodôntico. De tal maneira, Fernandes, Shetty e Coutinho (2003) sugerem que é importante a preservação de 3 a 5 mm de guta-percha no terço apical. Em síntese, há a necessidade de que o pino seja selecionado corretamente pois Diaz-Arnold *et al.* (1996) afirmaram que o comprimento e a forma de cada raiz determina o comprimento do retentor intrarradicular e de que quanto maior for o comprimento do pino, melhor é a retenção e a distribuição do estresse das forças à raiz. Em resumo, fatores como comprimento, diâmetro, largura, tipo e forma do retentor, a quantidade de remanescente dental, o tipo de cimentação e a distribuição do estresse à raiz do dente são muito importantes e esses fatores elevariam a sobrevida dentária. Como problemas na interface adesiva são encontradas em reabilitações com uso de pinos intrarradulares (DALEPRANE *et al.*, 2016), os fabricantes dos pinos recomendam o uso de brocas específicas que melhor se ajustam às paredes do canal, minimizando o número dessas intercorrências (FARIA-E-SILVA *et al.*, 2009).

O comportamento biomecânico de diferentes restaurações com retentor intracanal em elementos com grande perda coronária foram avaliadas em um estudo publicado por Pinto *et al.* (2018), onde padronizaram e restauraram cinquenta dentes bovinos conforme cada grupo (n= 10): núcleo metálico fundido (CPC), pino metálico pré-fabricado (PFM), pino de fibra de vidro paralelo (P-FP) pino de fibra de vidro cônico (C-FP) ou apenas o núcleo sem o pino intrarradicular (CC). Foram levados em consideração a taxa de sobrevivência durante o teste termomecânico (TC), a força de fratura (FS) e os padrões de falha (FP). Para a avaliação da distribuição de tensões após a aplicação de uma carga de 100 N, foram usados modelos de elementos finitos. Segundo resultados obtidos, todos

os espécimes resistiram ao TC, a FS foi idêntica entre os grupos que tinham o pino intracanal; já os grupos P-FP e CC apresentaram 100% de fraturas reparáveis. Para grupos restaurados com pinos metálicos foi usada a análise de Von Mises para avaliar as tensões máximas no canal radicular, sendo que os pinos de fibra de vidro e CC obtiveram as tensões máximas no ponto de contato de carga; o P-FP e C-FP demonstraram menores tensões na análise da pressão máxima de contato; o CPC induziu aos mais valores da pressão de contato. Portanto, os autores chegaram à conclusão de que o tipo de retentor intrarradicular exerce relevante influência sobre o comportamento biomecânico em dentes que apresentam pouca estrutura coronária remanescente.

Kalkan *et al.* (2006) com estudo *in vitro* tinham como objetivo comparar os valores de resistência de união de 3 tipos de pinos de fibra de vidro - opaco, translúcido e elétrico - em 3 locais diferentes de espaços de postagem preparados. Logo, foram utilizados sessenta dentes extraídos humanos e os canais radiculares preparados e obturados com guta-percha com condensação lateral. As raízes foram então divididas em 3 grupos experimentais e divididos em 2 subgrupos de acordo com o tempo de teste (N = 10). Os pinos de fibra de vidro foram confeccionados de acordo com as instruções do fabricante: pinos de fibra de vidro opaco (Snowpost), pinos de fibra de vidro translúcido (FiberMaster) e pinos de fibra de vidro elétrico (Everstick). Foi aplicado o agente de ligação de polimerização dupla (Clearfil Liner Bond, Bond A e B) nas paredes. Foi utilizada a lentulo com a resina de polimerização dual (Panavia F) previamente misturada por 20 segundos e logo após, ativada e assim colocando material cimentante nos espaços de postagem. Após, foram expostas à luz diretamente sobre as superfícies planas do dente dentro de um cilindro blindado e o cimento foi polimerizado. Foram armazenadas as amostras em caixas protegidas da luz durante 24 horas e/ou 1 semana após sua polimerização. Feito isso, as raízes foram separadas cortadas horizontalmente e seis frações de raiz de 1 mm de espessura cada foram preparados sendo assim 2 do terço apical, 2 do terço médio e 2 do terço cervical. A força de ligação entre pino e dentina foi medida com o teste *push out* após 24 horas ou 1 semana utilizando a máquina de teste universal, sendo então apontados pelo teste *push out* a variação significativa de valores variou conforme o sistema de pinos usados (opaco, elétrico e translúcido) (P, 0,01). Nos segmentos da raiz cervical, médio e apical (P, 0,01)

houve variação na estatística de acordo com o tempo de teste (24 horas e 1 semana). Conclui-se que os pinos de fibra de vidro opacos e elétricos expuseram forças de ligação semelhantes e os pinos translúcidos exibiram a menor força de união, já que os maiores valores de resistência foram encontrados nos pinos opacos e elétricos (P, 0,01) e ainda, a força de ligação foi observada como maior na região do terço cervical dos espaços de postagem nos grupos que exibiram os maiores valores de resistência de ligação.

No entanto Karteva *et al.* (2018), avaliaram o desempenho clínico de dentes restaurados com ou sem pinos radiculares em 22 pacientes com tratamento endodôntico em pré-molares com perda de uma ou duas paredes proximais aos 6 e 12 meses. De acordo com o método de restauração (grupo pino metálico (MP), grupo pino de fibra (FP) e nenhum pino (NP)) foram divididos os pré-molares. Os testes utilizados na análise estatística foram o teste de McNemar, teste de homogeneidade marginal e o teste de Kruskal-Wallis foram. Após 6 meses, não houve diferença na avaliação estatisticamente significativa nas categorias estabelecidas como "cor apropriada", "cáries secundárias" e "integridade da obturação", não sendo o caso da "descoloração marginal", "adaptação marginal", "contato proximal" e "suavidade da superfície". Após 12 meses houve a diminuição expressiva na categoria da "cor adequada". Outro ponto a ser considerado é que em dentes restaurados sem o pino foram vistas taxas de sobrevivência parecidas às de dentes restaurados com o pino no período observação de 12 meses, acreditando-se que estas mudanças que foram observadas são atribuídas à deterioração progressiva das restaurações realizadas.

Para avaliar o efeito de diferentes diâmetros de pinos de fibra de vidro na resistência de união à dentina com o teste *push out*, Freitas *et al.* (2019) separaram quarenta dentes humanos unirradiculares, que foram tratados endodonticamente e utilizados para cimentação de pinos de fibra de vidro (PFV) (White Post DC, FGM) com diferentes diâmetros (n = 10), sendo: P1 - \varnothing 1,6 mm coronal x 0,85 mm apical; P2 - \varnothing 1,8 mm coronal x 1,05 mm apical; P5 - \varnothing 1,4 mm coronal x 0,65 mm apical; e PC - pino número 0,5 personalizado com resina composta (Tetric Ceram A2, Ivoclar Vivadent). Todos os PFV foram cimentados no canal usando um compósito de cimentação de dupla cura (Variolink II, Ivoclar Vivadent). Uma fatia (1,7 mm) de cada terço da raiz cimentada (cervical, média

e apical) foi submetida ao teste de *push out* e após os tipos de falha de cada espécime foram classificados como: falha adesiva entre o cimento resinoso e o pino; falha adesiva entre dentina e cimento resinoso; falha coesiva dentro do cimento resinoso, pino ou dentina; e falha mista. Os dados foram analisados com ANOVA de dois fatores e teste de Tukey ($\alpha = 0,05$). Os maiores valores de resistência de união foram apresentados para os grupos P2 e PC. Os grupos P2, P5 e PC apresentaram a falha adesiva predominantemente. Para P1, o tipo de falha mais prevalente foi a adesiva entre o cimento resinoso e o pino. Com isso, concluíram que o pino de fibra de vidro bem adaptado no canal radicular apresenta maiores valores de resistência de união, independente do terço. Os maiores valores de resistência de união foram obtidos para os grupos P2 e PC. Não houve diferença significativa entre os terços do pino de fibra de vidro em cada grupo.

6.2 Condicionamento dentinário x umidade ideal da dentina

Soares *et al.* (2012) descreveram a dentina sendo uma estrutura orgânica complexa, apresentando em sua composição 70% de matéria inorgânica, 18% de matriz orgânica e 12% de água. A dentina é um composto biológico com uma matriz de colágeno, preenchida por cristais nanométricos de mineral de apatita e alta resistência. A camada híbrida é formada pela mistura da matriz orgânica da dentina, cristais de hidroxiapatita residuais, monômeros e solventes do adesivo, é melhor formada em dentina superficial pois nesta região há grande quantidade de dentina intertubular, isso ocorre após a solubilização dos cristais e da remoção da fase mineral em torno das fibras colágenas pelo agente ácido. Além disso, para a formação da camada híbrida são necessárias as fibras colágenas que atuam como retenção e infra estrutura para a resina, que juntos formam uma nova estrutura entre a resina e o colágeno (PERDIGÃO, LOPES, 1999). Al-Ehaideb & Mohammed (2000) explicaram que por ter essas propriedades, a adesão é mais difícil na dentina se comparada ao esmalte devido à sua composição orgânica e a umidade contida nos túbulos dentinários, e por possuir componentes hídricos com morfologia distinta que pode mudar conforme sua profundidade, a penetração do primer e do adesivo pode ser afetada. A retenção micromecânica é considerada um fator importante que ocorre quando os monômeros hidrófilos que compõem os adesivos dentinários

penetram a teia de fibras colágenas expostas, produzindo uma estrutura variadas de fibras envolvidas por resina e cristais de hidroxiapatita. Variações da dentina podem ser encontradas como por exemplo a esclerótica, a reparadora e a afetada por cárie; essas variações refletem na permeabilidade, na molhabilidade e na capacidade dos monômeros resinosos realizarem a adesão ao substrato (MARSHALL *et.al.*, 1997).

As reabilitações estética e funcional de dentes endodonticamente tratados são vistas como desafiadoras para a odontologia restauradora, principalmente quando há a presença de pouco remanescente dentário, assim o uso de retentores intrarradiculares é feito para estabilizar e manter o material restaurador no canal e viabilizar a reconstrução coronária. De tal modo, dentes tratados endodonticamente possuem maior perda de estrutura durante o preparo da forma de acesso endodôntica, instrumentação e técnica de preenchimento dos canais radiculares, irrigação do canal radicular e o preparo para receber a restauração adesiva. No entanto, o irrigante intracanal utilizado com o propósito de eliminar os microrganismos, restos de polpa e a *smear layer* para melhorar a adesão das restaurações pode causar alterações físicas e mecânicas da dentina principalmente dada à remoção da matriz de colágeno (SOARES *et al.*, 2012).

Antecedendo o sistema adesivo, é feito o condicionamento da estrutura dentária, onde o ácido faz o condicionamento da dentina promovendo a união por penetração do monômero adesivo e da resina causada pela exposição das fibras colágenas, resultando finalmente na dentina desmineralizada (Cardoso, 2003). Todavia, ao utilizar essa técnica, a água deve ser removida, mas o substrato não pode ser seco totalmente para evitar assim o colapamento das fibras colágenas, o que vai impedir a penetração do adesivo. As características morfológicas da raiz e a dificuldade de acesso ao terço apical do elemento podem deter a água do enxágue realizado após condicionamento por tensão superficial e conseqüentemente, remover esse excesso de água somente aplicando agentes de união é crítico e pode gerar dificuldades adicionais quanto à cimentação adesiva entre o pino e a dentina radicular. Em outras palavras, se houver presença de umidade em excesso, a composição do adesivo ou a ação de seus componentes pode ser alterada (BOUILLAGUET *et al.*, 2003; REIS *et al.*, 2004). Alguns sistemas adesivos, por conterem água em sua formulação e gerar menor sensibilidade em relação à umidade de superfície, evaporam mais

lentamente e devem seu modo de aplicação deve ser ativa, favorecendo assim a evaporação desta água logo no momento da aplicação. No entanto, os sistemas adesivos que contém solventes altamente voláteis como a acetona e o etanol (que não contém água), não devem ser aplicados de forma ativa, pois há o risco destes solventes evaporarem antecipadamente, perderem sua função de deslocar a água residual presente entre as fibrilas e comprometendo a infiltração dos monômeros resinosos.

De acordo com Hashimoto *et al.* (2003) e Pashley *et al.* (2003) os sistemas adesivos de um frasco possuem uma mistura de monômeros resinosos (hidrófilos e hidrófobos) dissolvidos em solventes voláteis (como a acetona e o etanol) e pode também apresentar água na composição, que é utilizada na prevenção do enrijecimento da matriz para que os monômeros resinosos possam infiltrar enquanto a acetona contrai a matriz diminuindo a permeabilidade ao monômero resinoso. Porém, após os solventes serem aplicados devem ser evaporados para garantir a adesão, pois a presença de solvente remanescente no interior da camada adesiva polimerizada pode causar prejuízos como a diluição dos monômeros. Quanto aos os solventes presentes no sistema adesivo, Ito *et al.* (2010) relataram a necessidade destes evaporarem após exercerem a ação de remoção da água dos espaços interfibrilares e permeação interfibrilar dos monômeros, pois a permanência de água em excesso na base da camada híbrida pode plastificar a camada híbrida degradando sua interface adesiva. Contrariamente, se a quantidade de água for insuficiente na superfície de dentina ou se for realizada sua secagem excessiva há o colapso da rede de fibrilas colágenas. Descrita pelos mesmos autores, a pressão de vapor é a taxa/velocidade de evaporação de uma substância, que quanto maior a pressão do vapor maior é a evaporação, ou seja, é mais voláteis e evaporam mais rapidamente e quanto maior a pressão de vapor do solvente, precisa de mais umidade para obter a adesão eficaz. Nos casos de adesivos que contém água em sua composição, a evaporação precisa de um tempo maior para ocorrer já que a pressão de vapor da água é menor do que a do etanol e menor também do que a da acetona. Afirmaram então, que adesivos que contém acetona como solvente têm tempo de vida útil menor (a acetona é muito volátil) se comparado ao sistema adesivo que contém etanol e água como solventes.

Van Landuyt *et al.* (2007) recomendam que a evaporação do solvente seja realizada 30 segundos após a aplicação com um jato de ar suave é aplicado a uma distância mínima de 10 cm somente para que haja uma circulação de ar para favorecer a evaporação, assim há melhores valores de adesão com o aumento do tempo de evaporação dos solventes, principalmente nos que contém água em sua formulação. Porém, jatos de ar em excesso podem prejudicar a camada adesiva e comprometer a eficiência da polimerização pela incorporação de oxigênio. Todavia, livremente de qual estratégia adesiva for aplicada e pela combinação de monômeros resinosos hidrófilos e iônicos nos adesivos simplificados, a interface de união forma uma camada híbrida de revestimento de resina hidrófoba que age como uma membrana semipermeável e que mesmo após a polimerização do adesivo favorece a movimentação da água pela interface adesiva. (WEI *et al.*, 2010; PERDIGÃO *et al.*, 2010). Descritos por Perdigão *et al.* (2010) os sistemas adesivos podem ser divididos em convencionais ou autocondicionantes; nos sistemas adesivos convencionais (condiciona e lava), o passo de condicionamento ácido da superfície do esmalte e da dentina são realizados separadamente dos outros passos clínicos. Estes podem ser classificados como dois passos, onde é feito separado o condicionamento ácido, com o uso de ácido fosfórico entre 30% e 37% e após utiliza, em um único frasco, o primer e o agente adesivo; ou três passos com a utilização do ácido fosfórico entre 30% a 37%, do primer e do agente adesivo em frascos separados. Portanto, os sistemas adesivos são empregados na remoção completa da *smear layer* e na desmineralização da superfície dentinária pelo uso do condicionamento ácido.

O sucesso de uma reabilitação eficiente necessita de um sistema de fixação eficiente entre pino, cimento e substrato dentinário, porém as técnicas adesivas de condicionamento ácido total, a utilização de primers autocondicionantes e o uso de substâncias durante o preparo do canal radicular, podem alterar ainda mais a matriz orgânica do substrato (CECCHIN *et al.*, 2015). O ácido glicólico (AG), que já é muito utilizado na dermatologia, está sendo estudado como alternativa de substituição ao ácido fosfórico na odontologia (CECCHIN *et al.*, 2018). O ácido glicólico se apresenta na forma incolor, inodoro, com apenas dois carbonos em sua estrutura molecular e por ser hidrossolúvel torna-se mais difuso na fase intracelular, com grande potencial de penetração se

comparado aos outros ácidos e ainda, possui rápida absorção no local da aplicação devido ao tamanho molecular menor (ALMEIDA, 2007). Estudos *in vitro* e *in vivo* têm demonstrado ainda que o AG é capaz de induzir a síntese de colágeno e a proliferação de fibroblastos o que o torna uma alternativa para minimizar a desmineralização excessiva (STOJICIC *et al.*, 2012; HASHIM *et al.*, 2014).

Diferentes protocolos de condicionamento da dentina com diferentes ácidos [ácido fosfórico, ácido etilenodiaminatetracético (EDTA) e ácido poliacrílico (PAA)] foram avaliados sobre suas influências na resistência de união de pino de fibra ao longo da profundidade radicular quando utilizados com cimento resinoso autoadesivo, Baena *et al.* (2016) prepararam vinte dentes unirradiculares foram aleatoriamente divididos em quatro grupos experimentais (n=5) de acordo com o tratamento dentinário: Grupo 1: sem tratamento; Grupo 2: condicionamento com ácido fosfórico a 35% por 10 s; Grupo 3: aplicação de EDTA a 17% durante 60 s; e Grupo 4: condicionamento com PAA 25% por 30 s. Os pinos de fibra foram revestidos com o cimento resinoso autoadesivo RelyX Unicem 2 Automix (3M ESPE). Então, as raízes foram seccionadas transversalmente em nove amostras de 1 mm de espessura cada, separando três amostras correspondentes para cada terço e após ser feito teste de Tukey ($p < 0,05$). Após determinado o modo de falha, as amostras com falhas representativas para cada grupo foram observadas em MEV. De acordo com resultados, o tratamento da dentina influenciou a resistência de união ($p=0,001$), enquanto o terço radicular não influenciou ($p < 0,05$). Os pinos de fibra após o tratamento da dentina com ácido fosfórico, e PAA demonstraram maiores valores de resistência de união, e os menores foram após a aplicação do EDTA. Em conclusão, a resistência adesiva do cimento resinoso autoadesivo RelyX Unicem 2 melhora quando a dentina radicular é preparada com ácido fosfórico 35% ou PAA 25%, independentemente da profundidade da raiz.

Bello *et al.* (2019) investigaram os efeitos do ácido glicólico (AG) na microdureza, rugosidade, distribuição de conteúdo mineral da dentina, remoção da camada de *smear layer* e citotoxicidade. Para isso, foram usados dentes humanos divididos em seis grupos: água destilada (grupo controle), 17% EDTA, 10% ácido cítrico (AC), 5% AG, 10% AG, e 17% AG. A microdureza e a rugosidade foram medidas no lúmen do canal. Foram usadas imagens de

microscopia eletrônica de varredura (MEV) (2000 x) para avaliação da remoção da *smear layer*, e espectroscopia de raios X por dispersão de energia (EDS) para análise química. O ensaio de viabilidade celular foi feito em células de fibroblastos. O AG 17% apresentou a menor microdureza e a maior rugosidade, e também capacidade para remover a camada de *smear* semelhante ao EDTA e AC, porém sem diferença estatística entre as concentrações utilizadas. O AG e AC eram citotóxicas de uma maneira dose-dependente. Concluiu-se então que o AG apresentou potencial para uso como agente endodôntico para irrigação final em endodontia.

Cecchin *et al.* (2019) investigaram o uso de ácido α -hidroxi glicólico como um condicionador de dentina para procedimentos adesivos no canal radicular. Como métodos de avaliação do padrão de condicionamento e a distribuição do conteúdo mineral da dentina do canal radicular utilizaram MEV e espectroscopia de energia dispersiva (EDS). Para averiguar o condicionamento do ácido glicólico sobre a força de adesão do pino de fibra à dentina radicular foram utilizados três sistemas adesivos: Single Bond Universal [SBU], Scotchbond Multipurpose [SBMP] e Ambar [AM]. O ácido fosfórico à 37% foi utilizado como grupo controle. Os valores de resistência de união foram comparados estatisticamente pelos testes ANOVA / Fisher LSD ($\alpha = 0,05$). Os padrões de condicionamento foram semelhantes para o ácido fosfórico e o ácido glicólico, sendo que ambos os ácidos compartilhavam morfologia interfacial similar da camada híbrida. A EDS mostrou níveis semelhantes de Ca e Mg após o tratamento com o ácido glicólico, quando comparado com o ácido fosfórico. Quanto à comparação do nível de P, foi visto que o ácido fosfórico causou maior remoção de P. As forças de adesão de *push out* foram estatisticamente semelhantes entre os ácidos em todos os grupos ($p > 0,05$). Comparações usando o teste post hoc de Fisher LSD mostraram que as forças de adesão nos grupos SBU e SBMP não foram consideravelmente diferentes entre si ($p > 0,05$). A força de adesão no grupo AM foi idêntica à do grupo SBMP ($p > 0,05$) mas foi menor do que no grupo SBU ($p < 0,05$). Concluiu-se assim que o ácido glicólico foi efetivo no condicionamento da superfície da dentina radicular, gerando um padrão de superfície, camada híbrida e força de ligação semelhantes ao ácido fosfórico tradicional e que o AG pode ser indicado como condicionador de superfície dentinária para procedimentos restauradores adesivos.

Em outro estudo de Bello *et.al.*, (2019) o objetivo foi utilizar o ácido glicólico (AG) e examinar seus efeitos em pó e na resistência à flexão da dentina. O tamanho de partícula e EDS dispersivo de energia em pó de AG foram realizados para análise química. E os níveis de tensão superficial e de pH das soluções de ácido etilenodiaminotetracético (EDTA), ácido cítrico (AC) e AG foram avaliados em diferentes tempos e temperaturas. O pó e feixes de dentina mineralizada foram imersos por 1 min em soluções de EDTA, AC ou AG e submetidos à espectroscopia de infravermelho com transformada de Fourier para análise da relação apatita / colágeno e teste de flexão de 3 pontos, respectivamente. O AG apresentou o maior tamanho de partícula (μm) e sua tensão superficial foi semelhante ao de EDTA e AC. A tensão superficial diminuiu em soluções de concentrações mais altas. O AG apresentou estabilidade de pH em todos os tempos e temperaturas avaliadas; a relação entre apatita / colágeno diminuiu com o aumento das concentrações de AG, enquanto a resistência à flexão não foi muito afetada pela concentração de AG. Concluíram que o AG parece ser uma boa escolha se utilizado como solução final de irrigação, após o preparo do canal radicular.

Gambin *et al.* (2020) realizaram uma pesquisa utilizando do ácido glicólico (AG) em diferentes concentrações como irrigante final, avaliando sua capacidade antimicrobiana durante o preparo de canais radiculares. Para a amostra 77 dentes humanos unirradiculares com formação radicular completa, sem tratamento endodôntico prévio e com comprimento de raiz de pelo menos 14 mm foram extraídos. Os canais foram preparados padronizados com um sistema rotativo e durante o processo a irrigação foi realizada com hipoclorito de sódio 2,5% (NaOCl), e o irrigante final foi com ácido etilenodiaminotetracético (EDTA) 17%. Após o procedimento de limpeza do canal radicular, *Enterococcus faecalis* foi cultivado em placas de Petri e 70 canais radiculares esterilizados foram inoculados com uma suspensão contendo $3,0 \times 10^8$ unidades formadoras de colônias (UFC) por mililitro. As raízes foram divididas em 7 grupos ($n = 10$) de acordo com as seguintes soluções: cloreto de sódio a 0,9% (NaCl); 6% NaOCl; 17% EDTA; 10%, 17% ou 25% AG; ou ácido cítrico a 17% (AC). A capacidade das diferentes substâncias de reduzir o *E.faecalis* foi avaliada pela contagem das UFCs antes e depois do tratamento com as soluções irrigantes finais. Os dados foram submetidos à análise de variância e teste de Tukey com

nível de significância de 5%. A maior redução bacteriana foi observada no grupo irrigado com NaOCl ($P < 0,05$). Não houve diferenças estatisticamente significativas entre os grupos irrigados com AG em diferentes concentrações ($P > 0,05$), mas todos demonstraram maior capacidade de desinfecção do que AG e EDTA ($P < 0,05$). O AC mostrou capacidade antimicrobiana significativamente maior do que EDTA ($P < 0,05$). O EDTA apresentou capacidade antimicrobiana significativamente maior apenas em relação ao NaCl ($P < 0,05$). Em diferentes concentrações, o AG demonstrou maior capacidade de eliminar *E faecalis* dos canais radiculares do que o EDTA.

Em um estudo publicado por Barcellos *et al.* (2020), foi avaliado os efeitos do ácido glicólico (AG) com pH 1,2 e 5 e os efeitos do ácido etilenodiaminotetracético (EDTA) nas propriedades químicas e mecânicas da dentina para investigar o potencial uso como irrigante final em tratamentos endodônticos. Para isto, foram avaliadas as alterações na microdureza, remoção da camada de *smear layer*, erosão, distribuição do conteúdo mineral, relação apatita / colágeno e a resistência à flexão da dentina mineralizada tratada com AG. A solução salina foi utilizada como controle negativo. A microdureza Knoop (KHN) foi medida no lúmen do canal radicular dos segmentos. Espécimes de dentina foram usadas para o teste de resistência à flexão de 3 pontos (σ). Imagens dos cortes radiculares em microscopia eletrônica de varredura (MEV) foram obtidas para a avaliação da remoção da *smear layer* e erosão dentinária em segmentos radiculares; a espectroscopia de energia dispersiva de raios-X (EDS) foi utilizada para verificar a distribuição do conteúdo mineral. A relação apatita/colágeno (A / C) no pó de dentina foi examinada por espectroscopia de infravermelho com transformada de Fourier (FTIR). Os resultados de KHN, σ e A / C foram analisados estatisticamente com os testes ANOVA e Tukey ($\alpha = 0,05$). Os resultados dos testes de *smear layer* e de erosão dentinária foram analisados com os testes de Kruskal-Wallis e Dunn ($\alpha = 0,05$). A dentina radicular tratada com EDTA e AG apresentou KHN semelhante independente do pH ($p > 0,05$); porém, KHN foi significativamente reduzido nos grupos EDTA e AG quando comparados ao grupo controle ($p < 0,001$). O AG mostrou a mesma capacidade de remover a *smear layer* como visto com o EDTA. Os resultados de EDS mostraram que as soluções de AG e de EDTA não alteraram a distribuição do conteúdo mineral da dentina. A relação

apatita/colágeno reduziu com todas as soluções irrigantes e foi menor com GA pH 5 ($p < 0,001$), enquanto σ não foi significativamente afetado pelas soluções experimentais ($p = 0,559$). A conclusão deste estudo foi que o AG possui capacidade de remoção de *smear layer* semelhante ao EDTA, ele não afeta negativamente as propriedades químicas/mecânicas e não aumenta a erosão dentinária. O uso de AG com pH baixo promove menor alteração na relação colágeno/apatita, todavia, mais estudos são necessários para estabelecer um protocolo clínico ideal. O estudo afirmou apoiar o uso de AG como uma alternativa de solução irrigante final para o preparo de canais radiculares. Da mesma forma, Castellan *et al.* (2011) sugeriram buscar novas terapias atentas à estabilidade dos componentes da interface e também no conteúdo orgânico da dentina, ao passo que a matriz de colágeno da dentina é um componente vital da restauração da estrutura dentária perdida, sendo interessante haver colágeno mais forte e mais estável para os procedimentos restauradores atuais.

O ácido fosfórico é uma das substâncias mais empregadas na etapa da hibridização dentinária sendo um importante passo para a eliminação da camada de *smear layer* que se forma durante a preparação dos canais radiculares, e seguindo esta linha Prado *et al.* (2011) descreveram que a *smear layer* se adere à superfície dentinária impedindo a penetração de soluções irrigantes nos túbulos dentinários e interferindo na obturação do canal radicular. O objetivo do estudo foi comparar a eficácia do ácido fosfórico 37%, EDTA 17%, e ácido cítrico 10% na remoção da *smear layer*. Cinquenta e dois caninos humanos unirradiculares foram acessados e instrumentados e durante cada troca de instrumento utilizado, os canais foram irrigados com NaOCl. Após a instrumentação, os dentes foram irrigados com água destilada e divididos em grupos de acordo com o tempo e as substâncias que seriam empregadas. As substâncias utilizadas foram EDTA 17%, ácido cítrico 10% e solução de ácido fosfórico 37% e gel. Os tempos experimentais foram divididos em períodos de 30 segundos, 1 minuto e 3 minutos e as amostras observadas por meio de microscopia eletrônica de varredura (MEV). Três fotomicrografos (2.000) foram registrados para cada amostra em relação aos terços apical, médio e cervical, sendo as imagens avaliadas por um sistema de score. Chegou-se à conclusão de que nenhuma das 14 substâncias analisadas foi eficiente na remoção da *smear layer* aos 30 segundos; após 1 minuto, a solução de ácido fosfórico

apresentou melhores resultados dentre as demais avaliadas; após 3 minutos todas as substâncias obtiveram bons resultados nos terços médio e cervical, destacando-se a solução de ácido fosfórico que apresentou excelentes resultados mesmo no terço apical, o que pode ser considerado um agente promissor na remoção da *smear layer*.

Além disso, Rathke *et al.* (2009) utilizaram 120 raízes instrumentadas e que tiveram suas coroas removidas para averiguar o efeito dos pinos de fibra, da silanização e dos agentes cimentantes na resistência de adesão dos compósitos à dentina radicular. Foram usados três tipos de pinos, sendo eles opacos e translúcidos; com e sem aplicação de silano; e utilizados os sistemas adesivos de dois passos sendo os autocondicionantes e com combinação de cimento dual e autoadesivo. As raízes foram armazenadas em água por 24 h a 37°C, após seccionadas em fatias de 2 mm de espessura para posterior realização do teste *push out*. Feito o *push out*, as amostras foram levadas ao estereomicroscópio (Leica Stereoscan 420; LEO – Elektronen Mikroskopie, Oberkochen, Germany) para ser feita a análise do tipo de cada falha ocorrida. Constatou-se que se combinados os pinos translúcidos com o adesivo de dois passos e com o cimento dual, a retenção dos pinos de fibra de vidro à raiz é influenciada positivamente e a silanização demonstrou ser o fator que menos influencia na força de adesão dos pinos à dentina radicular.

Em contrapartida, Rechia *et al.* (2016) apontaram que o uso do silano é outro importante passo, pois em seus estudos mostraram que a silanização aumenta a resistência de união entre os pinos e o cimento resinoso no pilar antes de realizar a cimentação. Todavia, ainda é inconclusivo seu efeito na resistência de união dos pinos de fibra de vidro pois o silano utilizado sozinho não forma uma ligação apropriada com a matriz de resina epóxi, o que resulta na baixa resistência de união entre o pino de fibra e cimento resinoso. Então recomendam antes tratar a superfície dos pinos com a aplicação do silano para expor as fibras de vidro e após sua aplicação, utilizar uma camada adesiva para melhorar a resistência da união pois ambos materiais podem se infiltrar na superfície do pino e reforçar a ligação com o cimento resinoso.

6.3 Sistemas adesivos e cimentos resinosos

Para garantir adesão à dentina, três etapas são necessárias para o sucesso, sendo a desmineralização com ácido e exposição da rede de fibrilas de colágeno a primeira; a segunda se dá pela infiltração do primer (monômero hidrofílico); já a terceira etapa precisa da aplicação de um monômero resinoso com características hidrofóbicas. Além disso, os sistemas adesivos que usam solventes à base de água tem capacidade de adesão igual tanto em seca quanto úmida, isso ocorre pela eficácia apresentada pelos primers de reumidificar e reexpandir as fibrilas colágenas colapsadas, que vai então permitir a adequada infiltração do adesivo pela profundidade total da dentina desmineralizada. Os sistemas adesivos que eram classificados em gerações, hoje em dia são classificados de acordo com número de etapas que envolvem sua utilização sendo: (1) Convencionais: três passos (Ácido + Primer + Adesivo em frascos separados) e dois passos (Ácido + Primer e Adesivo em mesmo frasco); (2) Autocondicionantes: dois passos (Ácido e Primer em mesmo frasco + Adesivo); (3) um passo (Ácido, Primer e Adesivo, todos no mesmo frasco) (VAN MEERBEEK *et al.*, 1998).

Entretanto, essa resistência diminui expressivamente com o passar do tempo motivada por danos mecânicos gerados pelas forças oclusais ou pela degradação dentro da camada híbrida causada pela desorganização das fibras colágenas e pela hidrólise do adesivo a partir dos espaços interfibrilares. O processo químico de hidrólise ocorre em adesivos a base de éster, quebrando as ligações covalentes entre os polímeros pela adição de água, o que resulta na perda de massa de resina e é um fator que reduz a resistência de união criada pelos adesivos com o passar do tempo. Por outro lado, a degradação hidrolítica acontece na presença de água ocasionada pela hidrofília do adesivo, absorção de água e posterior degradação hidrolítica; menores quantidades de absorção de água ocorrem em resinas hidrófobas se comparados aos sistemas de resina hidrófilos usados com adesivos autocondicionantes (HASHIMOTO *et al.*, 2003; MALACARNE *et al.*, 2006; ERHARDT *et al.*, 2008). Assim, o uso do sistema ácido-primer é interessante já que após a incorporação da *smear layer*, ele permeia as fibras colágenas e descalcificam ao mesmo tempo os componentes inorgânicos na mesma profundidade, diminuindo assim a possibilidade de não haver resina presente em alguma região de dentina desmineralizada (Erhardt *et al.*, 2008).

Os cimentos resinosos são largamente utilizados para a retenção de próteses fixas, inlays, onlays e pinos intrarradiculares, mas sua resistência adesiva pode ser influenciada pela técnica empregada para cada tipo de cimentação (FRANKENBERGER *et al.*, 2000). Por apresentar maior fluidez obtida quando comparados às resinas compostas, o uso dos cimentos resinosos é necessário para promover a união entre pinos de fibra de vidro e as paredes do canal radicular, além de favorecer a adesão em substratos, alta resistência à compressão, insolubilidade em meio bucal e o potencial para mimetizar cores pois o cimento resinoso é o material de referência em procedimentos restauradores livres de metal (DIAZ-ARNOLD *et al.*, 1999; BOTTINO *et al.*, 2000).

Segundo os pesquisadores Marchesia *et al.* (2013) e Sarkis-Onofre *et al.* (2014), quando combinados para a cimentação de pinos, o cimento resinoso dual e sistema adesivo de três passos geram resultados confiáveis; já o sistema autoadesivo, que tem o menor tempo de aplicação, elimina o condicionamento ácido prévio permitindo a adesão sem a desmineralização dentinária por ter a presença de monômeros multifuncionais de metacrilatos ou de monômeros ácidos que reduzem a sensibilidade da técnica e tem mostrado bons resultados na retenção entre pino, dentina e cimento. Com isso, diversos protocolos têm sido propostos para realizar a união entre o pinos de fibra e a dentina radicular: (1) cimento resinoso dual + sistema adesivo dual (três ou dois passos); (2) cimento resinoso dual + sistema adesivo autocondicionante; (3) cimento resinoso autoadesivo.

Os cimentos resinosos classificam-se de acordo com o modo de ativação: ativação química, fotoativação ou dupla ativação. Os cimentos quimicamente ativados são indicados para a cimentação de peças metálicas e metalocerâmicas, como pinos, núcleos e coroas; os cimentos fotoativados são utilizados em laminados de porcelana com fina espessura, já que sua limitação é a difícil polimerização em áreas com reduzido acesso à luz. O processo de polimerização é alcançado pela ativação dos fotoiniciadores por meio da aplicação de luz azul. Estes cimentos apresentam controle de tempo de trabalho e de manipulação maiores quando comparados aos cimentos quimicamente ativados, facilitando dessa maneira a inserção da peça protética e a remoção de excessos do material cimentante em seguida. Os cimentos duais oferecem

melhores propriedades físicas e mecânicas ao material, tendo como indicação as restaurações mais profundas ou as que têm maior espessura e alta opacidade já que a luz não consegue incidir por toda a extensão do material cimentante. Com a fotoativação, há a fixação inicial da restauração e a ativação química posteriormente, por meio da reação entre a amina e o peróxido de benzoíla que garantem a conversão deste cimento (95%) em áreas pouco expostas à luz (HOFMANN *et al.*, 2001; BRAGA *et al.*, 2002). Os cimentos duais têm propriedades que estão relacionadas com a resistência de união, a resistência ao desgaste e a compressão elevados quando comparados aos demais materiais de cimentação. Ainda, quando estão associados ao tratamento condicionante da superfície dentinária, alcançam bons resultados e são considerados a melhor alternativa para diminuir a ocorrência de falhas na interface adesiva. A camada híbrida é formada após o condicionamento ácido, com a impregnação das fibras colágenas por adesivo e com a remoção da *smear layer* que é produzida durante o preparo cavitário; estes são responsáveis pela adesão dos pinos no canal pela resistência de união com a dentina, onde os túbulos dentinários e as fibras colágenas desmineralizadas são expostas formando microcanais entre as fibras logo que serão preenchidas pela aplicação do primer, do adesivo e do cimento resinoso (PRAKKI & CARVALHO, 2001; LACERDA, 2013; FERREIRA-FILHO *et al.*, 2018).

O pino auxilia na reabilitação da porção coronária do remanescente dentário, considerando que estes dentes estão mais propensos à falha pelo fato de serem submetidos às tensões de carga (PEGORARO, 1998), sua cimentação tem funções de retenção e de distribuição de tensões: a distribuição do estresse previne as fraturas pelo potencial de transmissão de tensão funcional da carga para a dentina via cimento, sendo esta uma proteção contra as forças (RECHIA *et al.*, 2016).

O tipo de sistema adesivo é uma etapa que pode comprometer a união dos pinos de fibra de vidro com a interface do cimento e com a dentina, ocasionando uma camada híbrida deficiente pois a luz incidida nas áreas apicais do conduto pode ser pouca para ativar a polimerização desses materiais, permitindo causar defeitos na adesão do pino no interior do canal. Outros itens podem ser citados como fatores que geram o insucesso da adesão: (1) falta de controle da umidade no interior do conduto radicular; (2) aplicação de muita

quantidade de adesivo ou a falta dele; (3) pouca quantidade de luz fotopolimerizadora incidindo na região do ápice do pino, que pode ser causada pela distância da ativação da luz, e isso impede a correta conversão dos monômeros em polímeros; (4) utilizar para a limpeza do conduto agentes oxidantes como o hipoclorito de sódio ou a água oxigenada; (5) sistemas adesivos simplificados incompatíveis com os cimentos; (6) permeabilidade dos sistemas adesivos que atuam como uma espécie de membrana permeável à água da dentina; (7) fator C alto dentro do canal pois a quantidade da área de adesão do cimento é superior a área onde não ocorre essa adesão (PEGORARO, L.F. 2013; CONCEIÇÃO e PACHECO, 2007). Deve-se realizar o preparo do pino e da região intrarradicular para receber a cimentação adesiva conforme com as recomendações do fabricante e seguir a técnica proposta corretamente reduzindo a espessura de cimento resinoso, fazer o ajuste entre o pino e paredes do canal e pode ser confirmada a sua adaptação clinicamente e através de uma radiografia (MUNIZ, 2008).

Conceição (2006), realizou um estudo em dentes humanos incisivos centrais e caninos separados em 2 grupos de 10 dentes, avaliando a influência do sistema adesivo usado na cimentação de pinos de fibra de vidro; um grupo utilizando o adesivo fotopolimerizável (Single Bond-3M/ESPE) e outro grupo o adesivo dual (SBMUP-3M/ESPE), sendo ambos os grupos cimentados com o cimento resinoso dual Rely-x 15 (3M/ESPE). Por uma semana os corpos de prova foram guardados em água destilada a 37°C e submetidos a um teste de remoção por tração feito em uma máquina de ensaio universal até o pino se deslocar no interior do canal. Como conclusão, foi averiguado que o sistema adesivo dual apresentou maior retenção e valores superiores para remoção dos pinos se comparado ao adesivo fotopolimerizável.

Barcellos *et al.* (2013) investigaram a influência do uso de pinos de fibra e a quantidade de tecido radicular remanescente na resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente. Foram utilizados setenta dentes caninos superiores, divididos em sete grupos (n = 10), um controle, utilizando dentes dentes sadios, e seis grupos experimentais resultantes da interação entre os dois fatores de estudo: sistema de pinos (FB, pino de fibra; FPC, pino de fibra revestido com resina compósito; CPC, pino fundido de liga de Ni-Cr e núcleo) e quantidade de tecido dentário remanescente (2 ou 1 mm de raiz espessa). Os

dentes foram restaurados com coroas de metal e expostos a 250.000 ciclos em um simulador de mastigação controlado. Logo após, os corpos de prova foram submetidos ao ensaio de resistência à fratura em uma máquina de ensaio universal, com ângulo de 135 ° e velocidade de 0,5mm / min, até ocorrer a fratura. Os modos de falha foram observados e os dados de resistência à fratura foram submetidos à análise de variância (ANOVA), seguida do teste de Tukey ($\alpha = 0,05$). As raízes restauradas com FPC apresentaram a maior resistência à fratura entre os grupos experimentais sendo estatisticamente semelhantes ao grupo de dentes sadios ($P > 0,05$). O FP e CPC não diferiram estatisticamente ($P > 0,05$) e foram estatisticamente inferiores aos de FPC ($P < 0,05$). Nenhuma diferença estatisticamente significativa foi observada entre as quantidades de tecido dentário remanescente para os mesmos sistemas de pinos ($P > 0,05$). A prevalência de falhas irreparáveis foi observada em espécimes restaurados com CPC, enquanto os pinos de FP e FPC mostraram falhas mais reparáveis. Concluíram então que o sistema de pinos teve influência significativa na resistência à fratura mas a dentina espessura de remanescente de 2 ou 1 mm não foi um fator importante para a resistência à fratura.

Farina *et al.* (2010) avaliaram a resistência de união de pinos de fibra de vidro e pinos de fibra de carbono em diferentes terços do canal cimentados com dois diferentes cimentos: RelyX Unicem e Cement Post. Então, dividiram quarenta caninos superiores em quatro grupos de acordo com tipo de cimento e de pino utilizados. Os autores concluíram que pinos de fibra de vidro cimentados com cimento RelyX Unicem (autoadesivo) apresentaram maiores valores para resistência de união em todos os terços radiculares analisados, o que pode ser justificado pelo tempo de presa ser melhor controlado do cimento devido ao componente fotoativado, o que é o contrário do que acontece nos cimentos resinosos autoativados/químicos que polimerizam mais rapidamente no conduto.

Farina *et al.*, (2011) tiveram como objetivo verificar a resistência de união dos terços cervical, médio e apical *in vitro* (BS) de pinos de fibra de vidro (GF) e pinos de fibra de carbono (CF) de canais radiculares cimentados com RelyX Unicem (RX) e Cement-Post (CP). Utilizaram quarenta dentes caninos superiores que foram divididos em 4 grupos ($n = 10$) conforme o cimento e pino utilizados: grupo 1: GF e RX; grupo 2: CF e RX; grupo 3: GF e CP; grupo 4: CF e CP. Para avaliar a resistência de união entre cimento e pino à parede radicular,

foi utilizado o teste de *push out* nos terços cervical, médio e apical de cada espécime. Os dados obtidos foram submetidos ao teste ANOVA (teste de Bonferroni, $p < 0,05$), e a análise da fratura realizada em MEV. Os resultados indicaram que os pinos GF apresentaram os melhores resultados quando cimentados com RX e com CP ($p < 0,05$). O RX apresentou os maiores valores de BS para GF e CF ($p < 0,05$). Em todos os grupos, a SC foi maior no terço cervical, seguido pelos terços médio e apical. A fratura coesiva foi predominante conforme a análise da fratura dos pinos para RX e predominância de fratura adesiva entre dentina / cimento e modo de falha mista para CP. Concluíram então que os pinos de fibra de vidro (GF) cimentados com RelyX Unicem (RX) apresentaram os maiores valores de resistência de união em todos os terços radiculares.

Daleprane *et al.* (2016) em um estudo *in vitro*, avaliaram os efeitos anatômicos da raiz e diferentes cimentos resinosos na resistência de união de pinos de fibra de vidro. Utilizaram então 135 raízes de dentes bovinos tratadas endodonticamente e preparadas com pinos de 15 mm de comprimento, sendo separadas de acordo com o nível anatômico da raiz: coronal (com 15 mm de espaço), média (com 10 mm de espaço) e apical (com 5 mm de espaço no poste). Foram cimentados os pinos de fibra com os cimentos ($n = 15$): cimento resinoso convencional e sistema adesivo de 3 passos (RelyX ARC/SBMP); cimento resinoso autoadesivo (RelyX U200) e cimento autopolimerizável com adesivo (C & B/All-Bond 2). Passadas 24 horas, os dentes foram seccionados e submetidos ao teste de *push out*. A carga máxima de extrusão (0,5 mm/minuto, 200 N). Após, os dados foram analisados com ANOVA e teste de Tukey ($\alpha = 0,05$) e o modo de falha foi avaliado usando regressão logística multinomial. Com os cimentos resinosos não tiveram efeitos significativos ($P > 0,05$). Quanto à resistência de adesão no canal, no terço apical foi maior alcançado no nível apical do que no nível coronal ($P = 0,022$). Bem como cada nível de raiz era atingido diretamente, a força de união coronal foi menor que apical ($P = 0,001$) e média ($P = 0,021$) para todos os cimentos.

Para a cimentação de pinos pré-fabricados são utilizados os cimentos resinosos duais pela vantagem de fotoativação por luz visível nos terço cervical e terço médio; no terço apical a polimerização ocorre por reação química. Assim, os cimentos resinosos duais podem diminuir problemas da cimentação adesiva

por fornecer uma polimerização mais efetiva nas porções apicais do canal radicular que é o terço onde são notadas falhas na retenção dos pinos. E com a associação da fotoativação e da polimerização química, os cimentos resinosos duais fornecem melhores propriedades físicas e mecânicas como força de união, resistência ao desgaste e à compressão se comparado a outros materiais de cimentação, porém, para obter estes resultados deve-se ter um bom controle da umidade no momento da cimentação bem como a correta fotopolimerização. (SILVA *et al.*, 2011; CONCEIÇÃO *et al.*, 2006).

Outro ponto a ser considerado é o uso da técnica de reembasamento dos pinos de fibra de vidro (pinos anatômicos) com resina composta, que se mostra efetivo nas práticas clínicas e é considerado uma opção de conservação da estrutura dental. Essa técnica pode ser empregada em canais radiculares com forma elíptica, quando acontecer acidentalmente um sobre corte no preparo para a colocação dos pinos ou em perda de retenção de restaurações metálicas fundidas, deixando as raízes preparadas anteriormente fragilizadas (TANOUE *et al.*, 2007). Em um estudo de resistência de união através do teste de *push out* feito por Pedrosa-Filho (2006), foi comparada a técnica de pinos reembasados com resina composta (anatômicos) com os pinos cimentados que não tiveram este tratamento. Os autores concluíram que com o reembasamentos pinos de fibra de vidro (pinos anatômicos) atingiram valores de resistência de união maiores do que os pinos que foram cimentados sem o tratamento, ou seja, que a técnica de reembasamento é eficaz no aumento da retenção de pinos de fibra de vidro cimentados nos canais radiculares. Segundo eles, uma vez reembasados com resina composta, os pinos de fibra de vidro são individualizados e apresentam maior adaptação ao canal radicular, que consequentemente reduz a espessura da linha de cimentação; com isso há o aumento da área de contato entre o pino de fibra de vidro e as paredes dentinárias radiculares que aumenta a retenção mecânica friccional e tende a reduzir a dependência da união adesiva que é crítica no interior do canal.

6.4 Agentes antioxidantes

Conforme Bedran-Russo *et al.* (2014), na Odontologia, os formadores de ligações cruzadas mais utilizados são o glutaraldeído (GD), a carbodi-imida [1-etil3-(3-dimetilaminopropil) hidroclorito de carbodi-imida ou EDC] e as

proantocianidinas (PAs). Capaz de formar ligação cruzada natural, a proantocianidina apresenta baixa citotoxicidade e age com proteínas ricas em prolina, que são capazes de aumentar a interação com as PAs; isso facilita a formação de ligações de hidrogênio entre a carbonila da amida proteica com a hidroxila fenólica, como o colágeno. As PAs são derivadas de plantas e é encontrada em flores, vegetais, frutas, sementes, caules, tendo maior prevalência em extratos como o de casca de pinheiros, de ulmeiros e de sementes de uva. SOLIGO *et al.* (2018) descreveram sobre o uso do extrato de semente de uva como outra alternativa ao uso de soluções irrigantes sintéticas, sendo um irrigante natural de extrato vegetal e rico em proantocianidina. Ainda, como estes produtos derivados de plantas são fonte de compostos antimicrobianos, podem ser utilizados na endodontia por apresentarem potencial de biomodificação da dentina, ampliando as propriedades mecânicas e mediando ligações cruzadas no colágeno, além de diminuir a degradação de componentes da matriz orgânica dentinária e pela interação com o colágeno tipo I. Os tecidos conjuntivos, como tendão, pele, vasos sanguíneos, osso e dentina são compostos especialmente por colágeno tipo I, sendo na dentina, em sua composição orgânica, a composição de 90% de colágeno tipo I que tem como finalidade ser base para a mineralização e a viscoelasticidade, e formador de biomaterial robusto e rígido (Castellan *et al.*, 2011).

Castellan *et al.* (2010) caracterizaram em seus estudos as propriedades da matriz dentinária tratada com duas proantocianidinas e seu efeito sobre as interfaces ligadas à dentina. Foram utilizados molares humanos sadios que foram submetidos a cortes em placas de dentina e desmineralizados. Após isso, passaram pela etapa de tratamento com dois agentes de ligação cruzada :o extrato de semente de uva e o extrato de semente de cacau, ou não tratados. O módulo de elasticidade da dentina desmineralizada foi avaliado após 10 minutos e 60 minutos, e a razão de inchamento após 60 minutos de tratamento. O efeito do extrato de semente de uva ou do extrato de semente de cacau sobre a resistência da união resina-dentina também foi avaliado após 10 minutos e 60 minutos de exposição. Os dados foram analisados estatisticamente e concluiu-se que ambos os agentes aumentaram o módulo de elasticidade da dentina desmineralizada. As ligações entre resina-dentina aumentaram significativamente após tratamento com o extrato de semente de uva,

independentemente do tempo de aplicação ou do sistema adesivo utilizado. Com o uso de agentes ricos em PAs as propriedades mecânicas e estabilidade da matriz dentinária são melhores.

Liu *et al.* (2014) apontaram em seu estudo que a utilização das PAs por um período de tempo clinicamente relevante como 10 segundos a 1 minuto, favorece a biomodificação da dentina desmineralizada, bem como a resistência à degradação enzimática. Todavia, são necessários mais estudos para aprovar o efeito anti proteolítico das PAs sobre a matriz dentinária desmineralizada considerando períodos de tempo clinicamente viáveis. Castellan *et al.* (2010) citaram que a interação dos compostos naturais ricos em proantocianidinas, como o extrato de semente de uva, com o colágeno presente na dentina induzem ligações cruzadas capazes de fortalecer, reestruturar e estabilizar a rede de fibrilas, favorecendo sua função como substrato para o cimento resinoso. Assim, com a melhora das propriedades físicas e biológicas dos tecidos afetados, como o colágeno, pode-se aumentar a resistência e durabilidade de restaurações adesivas e dos retentores intrarradiculares (STENZEL,1974). Esta é uma possível estratégia para a melhora da durabilidade das ligações cruzadas e são a base para a estabilidade, a resistência à tração e a viscoelasticidade das fibrilas de colágeno (CASTELLAN *et al.*, 2010).

Dentre fatores de degradação dentro da camada híbrida, pode-se citar a perda de resina em espaços interfibrilares e a desorganização das fibrilas de colágeno, e Hosaka *et al.* (2009), recomendaram investigar novas terapias para a estabilidade dos componentes da interface e do conteúdo orgânico da dentina. A matriz de colágeno da dentina é um componente vital da restauração da estrutura dentária perdida, e dessa maneira é desejável um colágeno mais forte e mais estável para os procedimentos restauradores atuais (Castellan *et al.*, 2011). Alguns mecanismos são responsáveis por essa degradação: o uso de adesivos hidrofílicos que absorvem água (MALACARNE *et al.*, 2006), e a degradação das fibrilas de colágeno não encapsuladas presentes na camada híbrida, pelas metaloproteinases de matriz (MMPs) (HOSAKA *et al.*, 2009).

O extrato de semente de uva pode ser considerado uma alternativa de solução irrigante por não afetar negativamente a dentina e suas propriedades mecânicas (CECCHIN *et al.*, 2017), além disso, é um agente antioxidante natural, não-tóxico se exposto diretamente com as células pulpares, conforme

Pacheco *et al.* (2017). Castellan *et al.* (2011) conduziram um estudo utilizando agentes antioxidantes naturais ricos em proantocianidinas (PAs) onde a hipótese seria que propriedades mecânicas e a estabilidade ao longo do tempo do colágeno presente da dentina melhoraram e, assim, atribuir mais resistência e duração para restaurações adesivas. Foram utilizados extratos baseados em PAs como o extrato de semente de uva, de semente de cacau, de cranberry, de canela e de açaí berry que foram aplicados sobre a dentina desmineralizada. O módulo de elasticidade aparente e o colágeno dentinário tratado foram analisados durante 12 meses. Concluiu-se que alguns extratos baseados em PAs foram capazes de melhorar e estabilizar o colágeno e o módulo de elasticidade através de ligações cruzadas exógenas.

Cecchin *et al.* (2015) investigaram os efeitos do extrato de semente de uva, que é considerado rico em proantocianidina, sobre a resistência e a estabilidade de união de pinos de fibra de vidro à dentina radicular utilizando 2 sistemas adesivos: um sistema de condicionamento total e um sistema auto-condicionante. Para isso, utilizaram dentes humanos divididos aleatoriamente em 6 grupos: 1º grupo controle; 2º grupo com extrato de semente de uva 6,5% por 5 minutos + SB; 3º grupo com extrato de semente de uva 10%, extrato de semente de uva por 5 minutos + SB e os 4º e 6º grupos foram semelhantes aos anteriores, mas utilizando o sistema autocondicionante Clearfil SE Bond (Kuraray, Kurashiki, Japão). Os pinos de fibra de vidro foram cimentados e os corpos de prova testados imediatamente, sendo após armazenados por 12 meses. Constatou-se que a utilização de extrato de semente de uva não afetou a força de adesão imediata à dentina e contribuiu na preservação da força de adesão após 12 meses em ambos os tipos de adesivos. A força do SB foi consideravelmente maior do que o Clearfil SE Bond ($P < 0,05$). A redução da atividade da metaloproteinase da matriz foi percebida em um dos testes quando combinada às enzimas incubadas com extrato de semente de uva a 0,65% e 0,065%, com inibição completa na maior concentração. A conclusão do estudo foi sobre o pré-tratamento com extrato de semente de uva, que pode ser uma alternativa natural para melhorar a força de adesão das interfaces da dentina.

6.5 Teste de resistência de união intrarradicular: *push out*

O teste de *push out* é usado para avaliar a resistência ao cisalhamento por extrusão e mensurar a resistência de união, forçando o rompimento a acontecer paralelamente à interface de adesão (FRANKENBERGER *et al.*, 2000). A fratura pode ser classificada após a realização do ensaio mecânico como (1) adesiva: a falha ocorre na interface entre adesivo/estrutura dental ou na interface entre o adesivo/pino; (2) coesiva: a falha ocorre predominantemente no interior da estrutura dental; (3) mista: em fraturas que não tem predominância de qualquer tipo de falha (BABA *et al.*, 2002; SENGUN *et al.*, 2002).

Segundo Goracci *et al.* (2004), o método de *push out* é útil para testar a retenção de pinos cimentados nos canais radiculares, para determinar em qual região da raiz a força de adesão fica enfraquecida após a restauração e cimentação de pinos, sendo utilizada a máquina de ensaio universal que por meio de um êmbolo aplica a carga. Além disso, os autores afirmam que sua geometria *in vitro* aparenta ser parecida do que acontece em cenários clínicos do que se comparado a outros testes mecânicos, ou seja, em testes de teste de microtração que avaliam apenas a resistência de união adesiva. Os mesmos autores ainda, utilizando a metodologia do *push out* de microtração e cisalhamento por extrusão, avaliaram a resistência adesiva de pinos pré-fabricados de fibra de vidro no canal radicular. Para a pesquisa foram usados trinta dentes extraídos anteriores superiores que foram tratados endodonticamente e em seguida restaurados com pinos de fibra de vidro tendo como agentes de fixação Exite DSC/ Variolink II e RelyX Unicem. A resistência adesiva foi observada com o uso do sistema Exite DSC/ Variolink II, que foi maior que a do que se observou com o sistema RelyX Unicem. Notou-se também que o teste PO mostrou ser o mais adequado para avaliar a resistência adesiva dos pinos pré-fabricados intrarradiculares. Outro ponto discutido, foi a qualidade da adesão na interface pino/ agente de fixação/ adesivo nas paredes do canal que podem ter tido influência das propriedades físicas e químicas dos pinos de fibra de vidro, do uso das substâncias irrigadoras, do condicionamento do substrato, das condições da dentina após o tratamento endodôntico, da contração de polimerização e do fator de configuração cavitária desfavorável. Ao final do estudo pôde-se concluir que o teste de *push out* foi mais eficaz do que as técnicas de microtração, sendo justificado que o preparo das amostras para microtração induz tensões na interface de cimentação.

7. OBJETIVOS

7.1. Objetivos gerais

Comparar a resistência de união de pinos de fibra de vidro à dentina umedecida com extrato de semente de uva utilizando diferentes protocolos de cimentação

7.2. Objetivos específicos

7.2.1 Avaliar a resistência de união de pinos de fibra de vidro à dentina umedecida com extrato de semente de uva por meio do teste de *push out*;

7.2.2 Avaliar a resistência de união de pinos de fibra de vidro à dentina umedecida com extrato de semente de uva, utilizando dois condicionadores de dentina: ácido glicólico 37% e ácido fosfórico 37%;

7.2.3 Avaliar a resistência de união de pinos de fibra de vidro à dentina umedecida com extrato de semente de uva, utilizando dois sistemas adesivos: Adper Single Bond 2 (à base de álcool) e One Step Plus (à base de acetona)

8. MATERIAIS E MÉTODOS

8.1. Seleção e preparo das amostras

Após a aprovação pelo comitê de ética em pesquisa com animais (nº 046/2019) conforme **ANEXO A**, foram extraídos 40 dentes bovinos unirradiculares em abatedouros comerciais. Foram selecionados apenas os dentes com mesmas dimensões externas e condutos radiculares estreitos. Imediatamente após a extração os dentes foram colocados em uma caixa de isopor com gelo e logo após armazenados em freezer à -17°C, para evitar qualquer degradação do colágeno e das estruturas dentinárias até o momento de sua utilização. Os dentes foram separados e armazenados em sacos plásticos de 10 em 10 dentes para serem descongelados gradualmente conforme o uso.

Todos os passos operatórios e preparo das amostras foram realizados por um operador previamente calibrado e treinado. Inicialmente a porção coronária foi seccionada com disco de diamante dupla face (KG Sorensen, Cotia, SP, Brasil) acoplado a uma peça reta de baixa rotação sob constante refrigeração, abaixo da junção amelocementária, de forma que o remanescente radicular apresente um comprimento de 15 mm. Os dentes receberam marcações de

referência nas superfícies radiculares por meio de uma caneta de retroprojeto, sendo a primeira marcação 2mm abaixo do limite amelocementário, a segunda marca 2mm acima do ápice radicular, e última marcação na metade das distâncias entre as duas marcas. Essas medidas serão realizadas com auxílio de um paquímetro digital (Vonder Paquímetro Eletrônico Digital, Curitiba, PR, Brasil).

Além disso, o diâmetro do conduto radicular foi avaliado para método de inclusão e exclusão dos dentes. Para isso foram selecionados dentes com lima anatômica inicial (#45), padronizando-a para todos os dentes estudados. Todas as raízes foram preparadas utilizando o mesmo protocolo. O tecido pulpar presente foi removido por meio de limas endodônticas tipo K (Maillefer, Ballaigues, Suíça) número #45, sob abundante irrigação com água destilada (AD). Em seguida a porção apical de todas as amostras foi selada com resina composta e os canais radiculares foram ampliados na direção cérvico-apical, utilizando brocas largo #6 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça) em baixa rotação, sob abundante irrigação com água destilada. O diâmetro interno do conduto radicular foi padronizado em 2mm e o diâmetro externo das amostras em 5mm (CARRERA *et al.*, 2016; LI *et al.*, 2017; ZHU *et al.*, 2018).

8.2. Preparo dos pinos de fibra de vidro

Foi utilizado o retentor intrarradicular Reforpost® Fibra De Vidro (Angelus, Londrina - PR - Brasil) reembasado com resina composta fotoativada (GRANDINI *et al.*, 2003; VELMURUGAN & PARAMESWARAN 2004; FARIA-E-SILVA *et al.*, 2009; MACEDO *et al.*, 2010; FARINA *et al.*, 2015). Inicialmente foi realizado o preparo do pino com a aplicação de ácido fosfórico 37% sobre a superfície do pino para limpeza durante 1 minuto, após feita a lavagem por 1 minuto, secagem com jatos de ar e com um microbrush foi aplicado o silano (ANGELUS, Londrina - PR - Brasil) friccionando sobre a estrutura do pino e foi aguardado o tempo de 1 minuto para volatilizar o álcool presente em sua composição. Na sequência, foi feita a aplicação de uma fina camada do bond do sistema adesivo Adper™ Scotchbond™ Multi-Purpose (3M-ESPE) sobre a superfície do pino e a fotoativação em 2 faces por 40 segundos em cada face. Para confecção do pino reembasado, primeiramente o canal foi isolado com gel hidrossolúvel (Natrosol, Natupharma, Passo Fundo, RS, Brasil). Em seguida, o

pino de fibra de vidro foi envolvido com resina composta e o conjunto levado ao interior do canal radicular, sendo retirado e recolocado duas vezes, removeu-se os excessos de compósito e fotoativado em posição no interior do canal por 3 segundos. A seguir, uma marcação na região vestibular do pino e do dente foi feita objetivando identificar a posição correta de inserção do pino na etapa de cimentação. Em seguida, o pino modelado foi removido do interior do canal radicular cuidando para não tocar nas paredes do canal e fotoativado imediatamente na superfície vestibular e palatina por 40 segundos em cada face. Por fim, o canal foi irrigado abundantemente com água destilada durante 1 minuto para remover completamente o gel hidrossolúvel. O pino reembasado também foi lavado abundantemente com água destilada.

8.3. Divisão dos grupos experimentais

Os dentes foram divididos aleatoriamente em grupos (n=10), conforme o **Quadro 1**. De cada dente foram confeccionadas cinco fatias, sendo a primeira fatia descartada. Para análise foram obtidas duas fatias do terço cervical, duas fatias do terço médio e duas fatias do terço apical com espessura de aproximadamente 2 mm cada, uma fatia de cada terço passou pelo teste de *push out* e outra foi armazenada para teste de CD.

Quadro 1. Grupos experimentais em estudo tanto para o teste de compressão diametral quanto para o teste de *push out*.

CONDICIONAMENTO DENTINÁRIO	UMIDADE DA DENTINA	SISTEMA ADESIVO/ CIMENTO RESINOSO	GRUPO
ÁCIDO GLICÓLICO 37%	DENTINA UMEDECIDA COM EXTRATO DE SEMENTE DE UVA	Adper Single Bond / RelyXARC	G1
		One Step Plus / Duo-Link Bisco	G2
ÁCIDO FOSFÓRICO 37%	DENTINA UMEDECIDA COM EXTRATO DE SEMENTE DE UVA	Adper Single Bond / RelyXARC	G3
		One Step Plus / Duo-Link Bisco	G4

8.4. Hibridização Dentinária

A superfície dentária nos grupos G1, G2 recebeu o condicionamento com ácido glicólico 37% (Natupharma, Passo Fundo, RS, Brasil) (CECCHIN *et*

al., 2018). e nos grupos G3 e G4 recebeu o condicionamento com ácido fosfórico 37% (ANGELUS, Londrina - PR - Brasil). Ambos os ácidos permaneceram no interior do canal por 15 segundos (CECCHIN *et al.*, 2018; CERNY *et al.*, 2018), passado esse tempo foram abundantemente lavados por 1 minuto com água destilada.

8.5. Umidade da dentina intrarradicular

O canal foi aspirado com cânula endodôntica estreita, até a completa remoção da água. Logo após, um cone de papel absorvente #45 umedecido com extrato de semente de uva foi delicadamente passado nas paredes do canal radicular, para deixar a dentina umedecida com o extrato.

8.6. Aplicação do Adesivo

Para a aplicação dos adesivos Adper™ Single Bond 2 (SB) e One Step Plus (OSP): uma gota do respectivo adesivo foi dispensada no interior do canal e o sistema adesivo foi friccionado contra a dentina por 40 segundos, trazendo o adesivo da região apical para cervical com auxílio de micro aplicadores descartáveis longos e aguardado 20 segundos. Uma segunda aplicação foi realizada e novamente o adesivo foi aplicado no canal e friccionado contra a dentina por 40 segundos, trazendo o adesivo da região apical para cervical. Em seguida, foram aplicados jatos de ar até que o adesivo ficou com características densas e não se movimentava mais na superfície da dentina (SHAFIEI *et al.*, 2018; CECCHIN *et al.*, 2019). Por fim, foi realizada a fotoativação por 40 segundos.

8.7. Cimentação do retentor intrarradicular

Após a hibridização da superfície radicular de acordo com cada grupo, foi realizada a cimentação com cimento resinoso dual RelyX ARC (3M-ESPE, St. Paul, MN, EUA) para o grupo que utilizou o adesivo Single Bond 2; e o cimento resinoso Dual Duolink Automix (Bisco Co., Schaumburg, IL, EUA) para o adesivo One Step Plus (Bisco Co., Schaumburg, IL, EUA). Os cimentos foram dispensados sobre um bloco de papel impermeável e manipulados por 10 segundos. Com o auxílio de seringas do sistema Cêntrix e agulha Acudosse nº2 (DFL, Rio de Janeiro, RJ, Brasil) o cimento foi levado ao interior do canal radicular. O pino de fibra foi então posicionado no interior do canal radicular,

estabilizado manualmente por 20 segundos e foi realizada uma fotopolimerização por 5 segundos. Foram removidos os excessos de cimento e logo após realizada a fotoativação final por 40 segundos em cada uma das 4 faces do dente (mesial, distal, vestibular e lingual).

8.8. Obtenção dos espécimes em forma de fatias

As raízes foram fixadas em uma placa de resina acrílica com cera pegajosa e em seguida adaptadas a uma cortadora metalográfica (Miniton, Struers, Copenhagen, Denmark) com disco diamantado dupla face, acionado a uma velocidade de 250 rotações por minuto (rpm) sob refrigeração. Foram utilizados 10 dentes por grupo. Cinco fatias de cada dente foram obtidas, sendo a primeira fatia descartada. Para a análise foram obtidas duas fatias do terço cervical, duas do terço médio e duas fatias do terço apical com espessura de aproximadamente 2 mm cada, conforme **Figura 1**. Uma amostra de cada terço foi utilizada para avaliação do teste de PO.

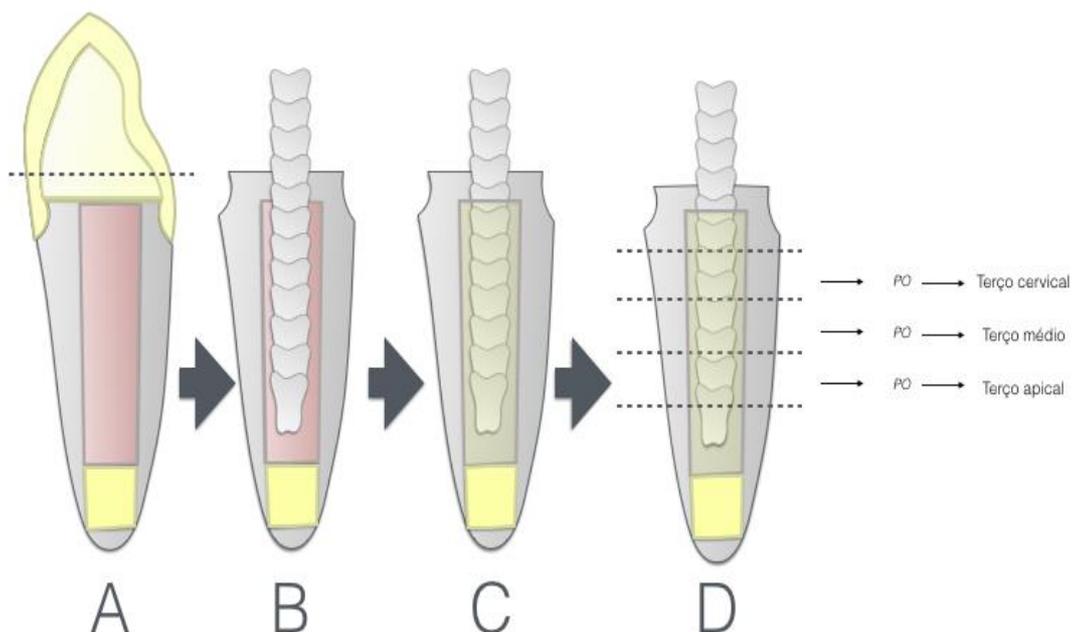


Figura 1. Desenho esquemático da cimentação dos pinos de fibra de vidro. A. Corte da porção coronária; B. Prova do pino de fibra de vidro; C. Reembasamento do pino de fibra de vidro com resina composta; D. Corte horizontal para preparo das amostras.

8.9. Teste de *push out* (PO)

Para o teste de PO, os discos confeccionados foram posicionados com a parte cervical do corte voltada para baixo sobre a mesa (perfurada no centro) do dispositivo conforme **Figura 2**. Uma força vertical de cima para baixo foi aplicada perpendicularmente ao conjunto pino/resina/cimento por meio de um pistão metálico o qual apresenta secção circular. O diâmetro deste pistão cobriu a maior área possível do conjunto restaurador, sem tocar as paredes de dentina. O pistão metálico foi conectado a uma máquina de ensaios universal (EMIC, São José dos Pinhais, PR, Brasil) com célula de carga de 500N. O teste foi realizado com uma velocidade de 0,5 mm/min e a carga foi aplicada até ocorrer a extrusão do conjunto pino/resina/cimento. A partir disso, foi obtida no computador conectado à máquina a medida de força, em newtons (N), necessária para o deslocamento do material.

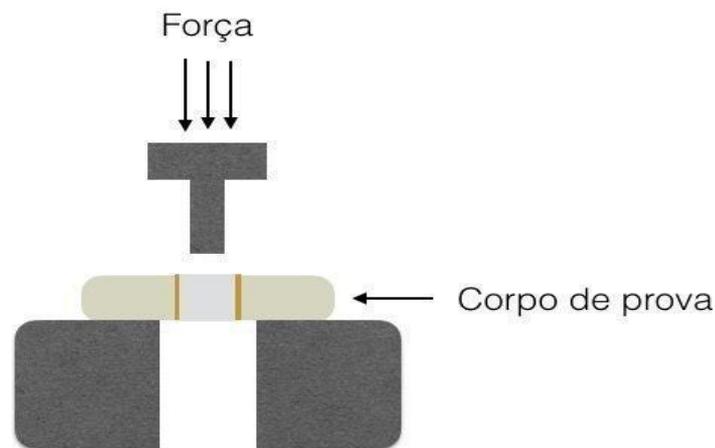


Figura 2. Teste de *push out*

Após a realização dos testes de *push out*, a área foi calculada pela fórmula da área do cilindro $A=2\pi R(R+H)$. A resistência de união foi calculada em Mpa, através da divisão da força em newtons (N) obtida no teste de *push out* pela área (A) de superfície do canal, de acordo com a **Figura 3**.

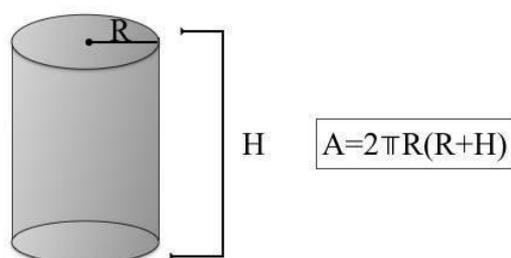


Figura 3. Área do cilindro

8.10 Análise estatística

Os valores de resistência de união foram analisados com ANOVA e teste de Tukey. Os testes estatísticos de união foram realizados em um nível de significância de $\alpha=0,05$.

9. RESULTADOS

A análise de variância mostrou haver diferença estatisticamente significativa entre os grupos experimentais ($p<0,05$). O teste de Tukey mostrou que para o sistema adesivo One Step Plus os maiores valores de resistência de união foram analisados quando associado ao ácido fosfórico. O sistema adesivo Single Bond quando analisado ($p<0,05$) não apresentou diferença estatística nos diferentes condicionamentos da dentina. Comparando os sistemas adesivos, quando utilizado o ácido fosfórico não houve diferença significativa entre eles ($p<0,05$); por outro lado, o One Step Plus apresentou menores valores de resistência do que o Single Bond quando utilizado o ácido glicólico ($p>0,05$).

Médias e seus respectivos desvios-padrão dos diferentes grupos em estudo.		
Condicionador dentinário	Sistema adesivo	
	Single Bond	One Step Plus
Ácido Fosfórico	3,44 (1,18)bA	3,28 (1,50)bA
Ácido Glicólico	3,03 (1,18)bA	1,79 (0,78)cB

*médias seguidas das diferentes letras minúsculas na mesma coluna e maiúsculas na mesma linha indicam diferença estatisticamente significativa ($p<0,05$)

10. DISCUSSÃO

O sucesso dos dentes tratados endodonticamente envolve o processo de restauração. Portanto, quando utilizados pinos intrarradiculares, estes devem apresentar selamento e retenção adequados. Os resultados desse estudo mostraram que a adesão dos pinos varia de acordo com o protocolo de condicionamento ácido e sistema adesivo empregado.

Estudos têm demonstrado que o AG é capaz de induzir a síntese de colágeno e a proliferação de fibroblastos, tornando-se uma alternativa para minimizar a desmineralização excessiva que é prejudicial para o processo de adesão (STOJICIC *et al.*, 2012; HASHIM *et al.*, 2014). Porém este estudo demonstrou que quando utilizada a associação entre AG e sistema adesivo, o One Step Plus apresentou menores valores de resistência do que o Single Bond.

Quanto à utilização do ácido fosfórico, estudos relatam ser a substância mais empregada na etapa da hibridização dentinária por ser a substância com melhores resultados para remoção da *smear layer* (PRADO *et al.*, 2011). Neste estudo pode-se observar que quando utilizado condicionamento com ácido fosfórico, o sistema adesivo One Step Plus apresentou os maiores valores de resistência de união.

Com o objetivo de reduzir os efeitos colaterais em dentina após a utilização dos condicionadores ácidos, o extrato de semente de uva foi adicionado durante o processo de hibridização dentinária, baseado em estudos anteriores que relatam a melhoria de propriedades físicas e biológicas dos tecidos (STENZEL, 1974) por não afetar negativamente a dentina e suas propriedades mecânicas (CECCHIN *et al.*, 2015; CECCHIN *et al.*, 2017).

11. CONCLUSÃO

Com base nos resultados, pode-se concluir que ao utilizar o condicionamento dentinário com ácido glicólico o sistema adesivo One Step Plus apresenta uma redução na adesão, sendo que o Single Bond pode ser utilizado após o condicionamento com ambos os ácidos pesquisados. No entanto, sugere-se mais estudos que avaliem a associação destes protocolos.

12. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AL-EHAIDEB, A.; MOHAMMED H. Shear bond strength of "one bottle" dentin adhesives. *J Prosthet Dent*, v. 84, n. 4, p. 408-12, 2000.

ALMEIDA, E.F. Utilização do ácido glicólico nas alterações estéticas. *Rev Personalité*, v. 11, n. 56, p. 124-135, 2007.

BABA, N.; TAIRA, Y.; MATSUMURA, H.; ATSUTA, M. Effect of disinfectants containing glutaraldehyde on bonding of a tri-n-butylborane initiated resin to dentine. *J Oral Rehabil*, v. 29, n. 5, p. 478-83, 2002.

BAENA, E.; FLORES, A.; CEBALLOS, L. Influence of root dentin treatment on the push-out bond strength of fiber posts. *Odontology*, v. 105, n. 2, p. 170-177, 2016.

BARATIERI, L.N. Abordagem restauradora de dentes tratados endodonticamente- pinos/núcleos e restaurações unitárias. *Odontologia Restauradora*. São Paulo: Santos, 2001.

BARBOSA, I. F.; BARRETO, B. C. T.; COELHO, M. de O.; PEREIRA, G. D. da S.; CARVALHO, Z. M. C de. Fiber post: Literature Review. *Rev UNINGÁ*, v. 28, n. 1, p. 83-87, 2016.

BARCELLOS, R. R.; PEREIRA, D.; CORREIA, D.; FARINA, A.P.; FERRAZ, C. C. R.; CECCHIN, D. Fracture resistance of endodontically treated teeth restored with intra-radicular post: The effects of post system and dentine thickness. *J Biomech*, v. 110, n.3, p.1-6, 2013.

BARCELLOS, D.P.D.C.; FARINA, A.P.; BARCELLOS, R.; SOUZA, M.A.; BORBA, M.; BEDRAN-RUSSO, A.K.; BELLO, Y.D.; PIMENTA VIDAL C.M.; CECCHIN, D. Effect of a new irrigant solution containing glycolic acid on smear layer removal and chemical/mechanical properties of dentin. *Sci Rep*, v.10, n. 1, p. 7313, 2020.

BEDRAN-RUSSO, A.K.; PAULI, G.F.; CHEN, S.N.; MCALPINE, J.; CASTELLAN, C.S.; PHANSALKAR, R.S. Dentin biomodification: strategies, renewable resources and clinical applications. *Dent Mater*, v. 30, n.1, p. 62-76, 2014.

BELLO, Y.D.; PORSCHE, H.F.; FARINA, A.P.; SOUZA, M.A.; SILVA, E.J.N.L. BEDRAN-RUSSO, A.K.; CECCHIN, D. Glycolic acid as the final irrigant in endodontics: Mechanical and cytotoxic effects. *Mater Sci Eng C Mater Biol Appl*, v. 100, p. 323-329, 2019.

BOTTINO, M. A. *Estética em Reabilitação Oral Metal Free*. São Paulo: Artes Médicas, 2000.

BOUILLAGUET, S. *et al.* Microtensile bond strength between adhesive cements and root canal dentin. *Dent Mater*, v. 19, n. 3, p. 199-205, 2003.

BRAGA, R. R. CEZAR, P. F.; GONZAGA, C. C. Mechanical properties of resin cements with different activation modes. *J Oral Rehabil*, v. 29, n. 3, p. 257-262, 2002.

CALDAS, R.A.; BACCHI, A.; BARÃO, V. A.R.; VERSLUIS, A. Should adhesive debonding be simulated for intra-radicular post stress analyses?. *Dent Mater*, v. 34, n. 9, p. 1331-1341, 2018.

CARDOSO, P.E.C.; SADEK, F.T. Microtensile bond strength on dentin using new adhesive systems with self-etching primers. *Braz J Oral Sci*, v. 2, n. 4, p.156-159, 2003.

CARVALHO, R. M. *et al.* In vitro study on the dimensional changes of human dentine after demineralization. *Arch Oral Biol*, v. 41, n. 4, p. 369-77, 1996.

CASTELLAN, C. S.; BEDRAN-RUSSO, A. K.; KAROL, S.; PEREIRA, P. N. R. Long-term stability of dentin matrix following treatment with various natural collagen cross-linkers. *J Mech Behav Biomed Mater*, v. 4, n.7, p. 1343-1350, 2011.

CASTELLAN, C. S.; PEREIRA, P. N.R; VIANA, G.; CHEN, S. N.; PAULI, G. F.; RUSSO, A. K. B. Solubility study of phytochemical cross-linking agentes on dentin stiffness. *J Dent*, v. 38, n. 5, p. 431-6, 2010.

CECCHIN, D.; ALMEIDA, J. F. A.; GOMES, B. P. F. A.; ZAIA, A. A.; FERRAZ, C. C. R. Influence of Chlorhexidine and Ethanol on the Bond Strength and Durability of the Adhesion of the Fiber Posts to Root Dentin Using a Total Etching Adhesive System. *J Endod*, v. 37, n. 9, p. 1310-1315, 2011a.

CECCHIN, D.; BRINGHENTI, I.L.; BERNARDI, J.B.; LEAL, L.O.; SOUZA, M.A.; BEDRAN-RUSSO, A.K.; FARINA, A.P. Alpha-hydroxy glycolic acid for root dentin etching: morphological analysis and push out bond strength. *Int J Adhes Adhes*, v. 90, p. 138-143, 2019.

CECCHIN, D.; FARINA, A. P.; SOUZA, M. A; CARLINI-JUNIOR, B.; FERRAZ, C. C. R. Effect of root canal sealers on bond strenght of fibreglass posts cemented with self-adhesive resin cements. *Int Endod J*, v. 4, n. 44, p. 314-320, 2011b.

CECCHIN, D.; FARINA, A.P.; VIDAL, C.M.P.; BEDRAN-RUSSO, A.K. A Novel Enamel and Dentin Etching Protocol Using a-hydroxy Glycolic Acid: Surface Property, Etching Pattern, and Bond Strength Studies. *Oper Dent*, v. 43, n. 1, p. 101-110, 2018.

CECCHIN, D.; PIN, L.C.; FARINA, A.P.; *et al.* Bond strength between fiber posts and root dentin treated with natural cross-linkers. *J Endod*, v.10, n. 41, p. 1667-1671, 2015.

CERNY, D.; ECKERT, S.; MOUNAJJED, R. Retrospective 9-Year Clinical Outcome Report on Adhesive Post-endodontic Treatment of Anterior Teeth Using Prefabricated Fiber Posts. *Int J Prosthodont*, v. 32, n. 1, p. 14-16, 2018.

CONCEIÇÃO, A.A.B.; CONCEIÇÃO N., E.; BRAZ, R.; FERREIRA, E.; DANTAS, R.E.D.C.; Influência do Sistema Adesivo na Retenção do Pinos de Fibra de Vidro. *RGO*. Porto Alegre. v. 54, n.1, p. 58-61, 2006.

CONCEIÇÃO, E. M.; CONCEIÇÃO, A. B.; PACHECO, J. F. M. Como restaurar dentes tratados edodonticamente. *Dentística: saúde e estética*. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2007. p. 502-535.

DALEPRANE, B.; NEMESIO, B.P.C.; ORÉFICE, R.L.; BUENO, A.C.; VAZ, R.R.; MOREIRA, A,N.; MAGALHÃES, C.S. The effect of light-curing access and different resin cements on apical bond strength of fiber posts. *Oper Dent*, v. 39, n. 2, p. 93-100, 2014.

DALEPRANE, B.; PEREIRA, C. N. B.; BUENO, A. C.; FERREIRA, R. C.; MOREIRA, A. N.; MAGALHÃES, C. S. Bond strength of fiber posts to the root canal: Effects of anatomic root levels and resin cements. *J Prosthet Dent*, v. 116, n. 3, p. 416-424, 2016.

DIAZ-ARNOLD, A. M.; VARGAS, M.A.; HASELTON, D.R. Current status of luting agents for fixed prosthodontics. *J Prosthet Dent*, v.81, p.135-141, 1999.

ERHARDT, M.C.; TOLEDANO, M.; OSORIO, R.; PIMENTA, L.A. Histomorphologic characterization and bond strength evaluation of caries-affected dentin interfaces: effect of long-term water exposure. *Dent Mater*, v. 24, n. 6, p. 786-798, 2008.

FARIA-E-SILVA, L. A.; MENEZES, S.; SILVA, F.P.; REIS, G.R.; MORAES, M. M. Intra-radicular dentin treatments and retention of fiber posts with self-adhesive resin cements. *Braz Oral Res*, v. 27, n.1, p. 14-19, 2009.

FARINA, A.P.; CECCHIN, D GARCIA, F.; NAVES, L.Z.; SOBRINHO, L.C.; PIRES, S.C. Bond strength of Fibre Glass and Carbon Fibre Posts to the Root Canal Walls Using Different Resin Cements. *Aust Endod J*, v. 37, n. 2, p. 44-50, 2011.

FARINA, A. P.; CECCHIN, D.; GARCIA, F.; NAVES, L.Z.; SOBRINHO, L.C.; PIRES, S.C. Bond Strength of Fiber Posts in Different Root Thirds Using Resin Cement. *J Adhes Dent*, v. 13, n. 2, p. 179-186, 2010.

FARINA, A.P.; CHIELA, H.; CARLINI-JUNIOR, B.; MESQUITA, M. F.; MIYAGAKI, D. C.; RANDI FERRAZ, C.C.; VIDAL, C.M.; CECCHIN, D. Influence of Cement Type and Relining Procedure on Push-Out Bond Strength of Fiber Posts after Cyclic Loading. *J Prosthodont*, v.10, n. 11, p. 1-7, 2015.

FERNANDES, A.S; SHETTY S.; COUTINHO I. Factors determining post selection: A literature review. *J Prosthet Dent*, v.90, n. 6, p. 556-62, 2003.

FERREIRA-FILHO, R.C.; ELY, C.; AMARAL, R.C.; RODRIGUES, J.A.; ROULET, J.F.; CASSONI, A.; REIS, A.F. Effect of Different Adhesive Systems Used for Immediate Dentin Sealing on Bond Strength of a Self-Adhesive Resin Cement to Dentin. *Oper Dent*, v. 43, n. 4, p. 391-397, 2018.

FRANKENBERGER, R.; KRAMER, N.; PETSCHERT, A. Technique sensitivity of dentin bonding: effect of application mistakes on bond strength and marginal adaptation. *Oper Dent*, v. 25, n. 4, p. 324-30, 2000.

FREITAS, T.L.; VITTI, R.P.; MIRANDA, M.E.; BRANDT, W.C. Effect of Glass Fiber Post Adaptation on Push-Out Bond Strength to Root Dentin. *Braz Dent J*, v.30, n. 4, p. 350-355, 2019.

GAMBIN, D.J.; LEAL, L.O.; FARINA A.P.; SOUZA, M.A.; CECCHIN, D. Antimicrobial activity of glycolic acid as a final irrigant solution for root canal preparation. *Gen Dent*, v.68, n. 1, p.41-44, 2020.

GRANDINI, S.; GORACCI, C.; MONTICELLI, F.; BORRACCHINI, A.; FERRARI, M. SEM evaluation of the cement layer thickness after luting two different posts. *J Adhes Dent*, v.7, n. 3, p. 235–240, 2003.

GOMES, G.; GOMES, O.; REIS, A.; GOMES, J.; LOGUERCIO, A.; CALIXTO, A. Effect of operator experience on the outcome of fiber post cementation with different resin cements. *Oper Dent*, v. 38, n. 5, p. 555-564, 2013

GORACCI, C.; TAVARES, A.U.; FABIANELLI, A.; MONTICELLI, F.; Fabianelli A.; RAFFAELLI, O.; CARDOSO, P.C.; TAY, F.; FERRARI, M. The adhesion between fiber posts and root canal walls: comparison between microtensile and push – out bond strength measurements. *Eur J Oral Sci*, v. 112, n. 4, p. 353-61, 2004.

HASHIM, P. The effect of Centella asiatica, vitamins, glycolic acid and their mixtures preparations in stimulating collagen and fibronectin synthesis in cultured human skin fibroblast. *Pak J Pharm Sci*, v. 27, n. 2, p. 233-237, 2014.

HASHIMOTO, M.; OHNO, H.; SANO, H.; KAGA, M.; OGUCHI, H. In vitro degradation of resin–dentin bonds analyzed by microtensile bond test, scanning and transmission electron microscopy. *Biomaterials*. v. 24, n. 21, p. 3795–3803, 2003.

HEYDECKE, G.; BUTZ, F.; STRUB, J. R. Fracture strength and survival rate of endodontically treated maxillary incisors with approximal cavities after restoration with different posts and core systems: an in vitro study. *J Dent*, v. 29, p. 427-433, 2002.

HOFMANN, N.; PAPSTHART, G.; HUGO, B.; KLAIBER, B. Comparison of photo-activation versus chemical or dual-curing of resin-based luting cements regarding flexural strength, modulus and surface hardness. *J Oral Rehabil*, v.28, n.11, p.1022-1028, 2001.

HOSAKA, K.; NISHITANI, Y.; TAGAMI, J.; YOSHIYAMA, M.; BRACKETT, W.; AGEE, K.A. Durability of resin-dentin bonds to water vs ethanol-saturated dentin. *J Dent Res*, v.88, n. 2, p. 146-151.

ITO, S.; HOSHINO, T.; LIJIMA, M.; TSUKAMOTO, N.; PASHLEY, D.H.; SAITO, T. Water sorption/solubility of self-etching dentin bonding agents. *Dent Mater*, v. 26, n. 7, p. 617-626, 2010.

KALKAN, M.; USUMEZ, A.; OZTURK, A.N.; BELLI, S.; ESKITASCIOGLU, G. Bond strength between root dentin and three glass-fiber post systems. *J Prosthet Dent*, v. 96, n. 1, p. 41-46, 2006.

KARTEVA, E.G.; MAN- CHOROVA, N.A.; VLADIMIROV, S.B.; KESKINOVA, D.A. Clinical assessment of endodontically treated teeth, restored with or without radicular posts. *Folia Med*, v. 60, n. 2, p. 291-299, 2018.

LACERDA, R. F. S. *Resistência de união de cimentos resinosos autoadesivos e autocondicionantes em esmalte e dentina*. 2013. Tese (Mestrado em Materiais Dentários) – Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade Estadual de Campinas, Piracicaba, 2013.

LIU, Y.; CHEN, M.; YAO, X.; XU, C.; ZHANG, Y.; WANG, Y. Enhancement in dentin collagen's biological stability after proanthocyanidins treatment in clinically relevant time periods. *Dent Mater*, v.29, n. 4, p.485-92, 2013.

MACEDO, G. V.; YAMAUCHI, M.; BEDRAN-RUSSO, A. K. Effects of Chemical Cross-linkers on Cariesaffected Dentin Bonding. *J Dent Res*, v. 88, n.12, p. 1096-1100, 2010.

MALACARNE, J.; CARVALHO, R.M.; GOES, M.F.; SVIZERO, V.; PASHLEY, D.H.; TAY, F.R.; YIU, C.K.; CARRILHO, M.R. Water sorption/solubility of dental adhesive resins. *Dent Mater*, v. 22, n. 10, p. 973-80, 2006.

MANKAR, S.; KUMAR, N. S.; KARUNAKARAN, J. V.; KUMAR, S. S. Fracture resistance of teeth restored with cast post and core: An in vitro study. *J Pharm Bioallied Sci*, v. 2, n. 4, p. 197-202, 2012.

MARCHESIA, G.; MAZZONI, A.; TURCO, G.; CADENARO, M.; FERRARI, M.; DI LENARDA, R.; BRESCHI, L. Aging Affects the Adhesive Interface of Posts Luted with Self-adhesive Cements: A 1-year Study. *J Adhes Dent*, v. 15, n. 2, p. 173-180, 2013.

MARCHIONATTI, A.M.E.; WANDESCHER, V.F.; RIPPE, M.P.; KAISER, O.B.; VALANDRO L.F. Clinical Performance and failure modes of pulpless teeth restored with posts:a systematic review. *Braz Oral Res*, v. 31, n. 64, 2017.

MARQUES, J. N.; GONZALES, C. B.; SILVA, E. M.; PEREIRA, G. D. S.; SIMÃO, R. A.; PRADO, M. Análise comparativa da resistência de união de um cimento convencional e um cimento autoadesivo após diferentes tratamentos na superfície de pinos de fibra de vidro. *Rev Odontol UNESP*, v.45, n. 2, p. 121-126, 2016.

MARSHALL, JR G.W.; MARSHALL, S.J.; KINNEY, J.H.; BALOOCH, M. The dentine substrate: structure and properties related to bonding. *J Dent*, v.25, n.6, p.441-458, 1997.

MUNIZ, L. Importância da seleção do pino para uma maior longevidade das próteses. Novos conceito e materiais. *Revista FGM News*, V. 4, n. 8, p. 34-41, Jan. 2008.

OLIVEIRA, N. A.; DINIZ, L. S. M.; SVIZERO, N. R.; D'ALPINO, P. H. P.; PEGORARO, C. A. C. C. Sistemas adesivos: conceitos atuais e aplicações clínicas. *Revista Dentística Online*, v. 9, n. 19, p. 1518-4889, 2010.

PACHECO, J. M.; RIBEIRO, A. P. *Avaliação da citotoxicidade do extrato de semente de uva em cultura de células pulpares*. 2017. Dissertação. Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde da Universidade de Brasília, 2017.

PACHELEY, D.H.; AGEE, K.A.; CARVALHO, R.M.; LEE, K.W.; TAY, F.R.; CALLISON T.E. Effects of water and water-free polar solvents on the tensile properties of demineralized dentin. *Dent Mater*, v.19, n.5, p. 347-52, 2003.

PEDROSA-FILHO, C.F. *Influência do reembasamento com resina composta (pino anatômico) na resistência à extrusão de retentores intra-radiculares de fibra de vidro*. 2006. Tese (Doutorado) da Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade Estadual de Campinas- UNICAMP- 2006.

PEGORARO, L. F. *Prótese fixa*. São Paulo: Artes Médicas, 1998.

PEGORARO, L.F. *Prótese Fixa: Bases Para o Planejamento em Reabilitação Oral*. 2ª Edição. São Paulo: Artes Médicas, 2013.

PERDIGÃO, J. Dentin bonding-variables related to the clinical situation and the substrate treatment. *Dent Mater* , v. 26, n. 2, p. 24-37, 2010.

PERDIGÃO, J.; LOPES, M. Dentin bonding-questions for the new millennium. *J Adhes Dent*, v. 1, n. 3, p. 191-209, 1999.

PINTO, C.L.; BHERING, C.L.B.; DE OLIVEIRA, G.R.; MAROLI, A.; REGINATO, V.F.; CALDAS, R.A.; BACCHI, A. The Influence of Post System Design and Material on the Biomechanical Behavior of Teeth with Little Remaining Coronal Structure. *J Prosthodont*, v. 28, n. 1, p. 350-6, 2018.

PORTERO, P. P. A Utilização das Fibras de Reforço na Odontologia. *UEPG Ciências Biológicas e da Saúde*, v. 11, n.3/4, p. 47-52, 2005.

PRADO, M.; GUSMAN, H.; GOMES, B.P.; SIMÃO, R.A.; Scanning electron microscopic investigation of the effectiveness of phosphoric acid in smear layer removal when compared with EDTA and citric acid. *J Endod*, v.37, n.2, p.255-8, 2011.

PRADO, M.; KOHL, J. C. M.; NOGUEIRA, R. D.; GERALDO-MARTINS, V. R. Retentores Intrarradiculares: Revisão da Literatura. *UNOPAR CientCiêncBiol Saúde*, v.16, n. 1, p. 51-5, 2014.

PRAKKI, A.; CARVALHO, R. M. Dual cure resin cements: characteristics and clinical considerations. *Rev Fac Odontol São José dos Campos*, v. 4, n.1, p. 22-27, 2001.

RATHKE, A.; HAHJ-OMER, D.; MUCHE, R.; HALLER, B. Effectiveness of bonding fiber posts to root canals and composite core build-ups. *Eur J Oral Sci*, v. 117, n. 5, p. 604-610, 2009.

RECHIA, B. C. DO N.; BRAVO, P.R.; NAYLIN, D.O.; FILHO, F.B.; GONZAGA, C.C.; STORRER, C.L.M. Influence of different surface treatments of fiberglass posts on the bond strength to dentin. *Braz. J. Oral Sci*, v. 15, n. 2, p. 158–162, 2016.

REIS, A.; LOGUERCIO, A.D.; CARVALHO, R.M.; GRANDE, R.H. Durability of resin dentin interfaces: effects of surface moisture and adhesive solvent component. *Dent Mater*, v. 20, n. 7, p. 669-676, 2004.

SARKIS-ONOFRE, R.; SJUPIEM, J.A.; CENCI, M.S.; MORAES, R.R.; PEREIRA-CENCI, T. The role of resin cement on bond strength of glass-fiber posts luted into root canals: a systematic review and meta-analysis of in vitro studies. *Oper Dent*, v. 39, n. 1, p.31-44, 2014.

SCOTTI, N.; BERGANTIN, E.; TEMPESTA, R.; TURCO, G.; BRESCHI, L.; FARINA, E.; PASQUALINI, D.; BERUTTI, E. Influence of dentin pretreatment with synthetic hydroxyapatite application on the bond strength of fiber posts luted with 10-methacryloyloxydecyl dihydrogen phosphate-containing luting systems. *Eur J Oral Sci*, v. 124, n. 5, p, 504-509, 2016.

SENGUN, A.; UNLU, N.; OZER, F.; OZTURK, B. Bond strength of five current adhesives to caries-affected dentin. *J Oral Rehabil*, v. 29, n. 8, p. 777- 781, 2002.

SILVA, J. O.; UEDA, J. K.; SAAD, J. R. C.; BASSEGIO, W.; SCHIMIDT, V.L.; NAUFEL, S.F.; NAHSAN, F.P.S. Resistência à tração de pinos de fibra de vidro intrarradiculares: efeito de diferentes agentes cimentantes. *Odont Clín Cient*, vol. 10, n.4, p. 381-385, 2011.

SHAFIEI, F.; MOHAMMADPARAST, P.; JOWKAR, Z. Adhesion performance of a universal adhesive in the root canal: Effect of etch-and-rinse vs. self-etch mode. *PLoS ONE*, v. 13, n. 4, p. 1-14, 2018.

SHILLINGBURG, H.T.; HOBBO, S.; WHITSETT, L.D.; JACOBI, R.; BRACKETT, S.E. *Fundamentos de prótese fixa*. 3ª ed. São Paulo: Quintessence, 1998.

SHILLINGBURG, H.T., HOBBO, S., WHITSETT, L. D., JACOBI, R., BRACKETT, S. E. *Fundamentos da Prótese Fixa*. 4ª ed. São Paulo: Quintessence. 2007.

SMITH, C.T.; SCHUMAN, N.J.; WASSON, W. Biomechanical criteria for evaluating prefabricated post-and-core systems: a guide for the restorative dentist. *Quintessence Int*, v.29, n. 5, p.305-312, 1998.

SOARES, C.J., VALDIVIA, A.D.C.M., DA SILVA, G.R., SANTANA, F.R., MENEZES, M. DE S. Longitudinal clinical evaluation of post systems: A literature review. *Braz Dent J*, v. 23, n. 2, p. 135-140, 2012.

SOLIGO, L.T.; LODI, E.; FARINA, A.P.; SOUZA, M.A.; VIDAL, C.M.P.; CECCHIN, D. Antibacterial Efficacy of Synthetic and Natural-Derived Novel Endodontic Irrigant Solutions. *Braz Dent J*, v. 29, n. 5, p. 459-464, 2018.

SOUZA, L. C.; BRASIL NETO, A. A.; SILVA, F. C. F. A.; APOLONIO, F. M.; SABOIA, V. P. A. Resistência de união de pinos de fibra de vidro à dentina em diferentes regiões do canal radicular. *Rev Gaúcha Odontol*, v.59, n.1, p. 51-58, 2011.

STENZEL, K.H.; MIYATA, T.; RUBIN, A.L. Collagen is a biomaterial. *Annu Rev Biophys Bioeng*. v.3, n.1, p.231-53, 1974.

STOJICIC, S; SHEN, Y; QIAN, W; JOHNSON, B; HAAPASALO, M. Antibacterial and smear layer removal ability of a novel irrigant, QMiX. *Int Endod J*, v. 45, n. 4, p.363-371, 2012.

TANOUE, N.; NAGANO, K.; SHIODO, H.; MATSUMURA, H. Application of a pre-impregnated fiber-reinforced composite in the fabrication of an indirect dowel-core. *J Oral Sci*, v. 49, n. 2, p. 179-182, 2007.

TREVELIN L.T.; VILLANUEVA, J.; ZAMPERINI, C.A.; MATHEW, M.T.; MATOS, A.B.; BEDRAN-RUSSO, A.K. Investigation of five α -hydroxy acids for enamel and dentin etching: Demineralization depth, resin adhesion and dentin enzymatic activity. *Dent Mater*, v. 35, n. 6, p. 900-908, 2019.

TUMENAS, I.; PASCOTTO, R.; SAADE, J. L.; BASSANI, M. Odontologia Minimamente Invasiva. *Rev Assoc Paul Cir Dent*, v. 68, n. 4, p. 283-395, 2014.

VAN LANDUYT, K., SNAUWAERT, J., DE MUNCK, J. *Biomaterials*, v. 28, n.26, p. 3757-3785, 2007.

VAN MEERBEEK, B.; YOSHIDA, Y.; LAMBRECHTS, P.; VANHERLE, G.; DUKE, E.S.; EICK, J.D.; ROBINSON, S.J. A study of two water-based adhesive systems bonded to dry and wet dentin. *J Dent Res*, v. 77, n. 1, p. 50-59, 1998.

VELMURUGAN, N.; PARAMESWARAN, A. Custom-made resin post and core. *Oper Dent*, v. 29, n. 1, p. 112-114, 2004.

WEI, S.; BEN-XIANG, H.; YA-LIN, L. Bond strength of different adhesives to normal and cariesaffected dentins. *Chin Med J*, v.123, n. 3, p. 332-336, 2010.

13. AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DO ALUNO

Prof. Dr. Douglas Cecchin

14.ANEXO A



UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO
VICE-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS - CEUA

CERTIFICADO

Certificamos que a proposta intitulada “**Comparação de métodos de mensuração da resistência de união e hibridização de dentina radicular**”, registrada com o nº **046/2019** sob a responsabilidade de **Ana Paula Farina** e que envolve a utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto humanos) para fins de Pesquisa, encontra-se de acordo com os preceitos da Lei nº 11.794 de 8 de outubro de 2008, do Decreto nº 6.899 de 15 de julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA), e foi **aprovada** pela COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS DA UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO (CEUA-UPF) em reunião de 19/09/2019.

Finalidade: Pesquisa

Espécie/linhagem/raça: Bovina(dentes)

Origem: Animais abatidos em frigorífico

Resumo: o objetivo desse estudo será comparar dois métodos de mensuração da resistência de união e hibridização de dentina radicular. Serão preparados oitenta dentes bovinos unirradiculares divididos em oito grupos: G1- ácido glicólico 37%, dentina úmida, SingleBond/RelyX-ARC; G2- ácido glicólico 37%, dentina úmida, One Step Plus/ Duo-Link Bisco; G3- ácido glicólico 37%, dentina molhada, SingleBond/RelyXARC; G4- ácido glicólico 37%, dentina molhada, One Step Plus/ Duo- Link Bisco; dos grupos 5 ao 8 serão utilizados os mesmos graus de umidade e sistemas adesivos, no entanto o condicionamento ácido será realizado com ácido fosfórico à 37%. De cada dente serão obtidos discos com diâmetro interno de 2mm, diâmetro externo de 5mm e altura de 2mm, esses discos serão submetidos ao teste push out e ao teste de compressão diametral, ambos em uma máquina de ensaio universal à 0,5mm/min, sendo que para compressão terá o auxílio de um microfone e câmera para registrar o momento da falha. As amostras de compressão diametral passarão por análise de elementos finitos, e a partir da tensão máxima de tração na interface pino-dentina será comparada a diferença na resistência de união entre os grupos, os dados serão analisados pelo teste t. Os valores de resistência de união dentro de cada método serão possivelmente analisados com ANOVA e teste de Tukey, se apresentar normalidade dos dados. Os padrões de falha após os testes de Push out e Compressão Diametral, serão analisados pelo teste chi-quadrado. Os testes estatísticos serão realizados em um nível de significância de 0,05.

Passo Fundo, 24 de setembro de 2019.



Prof. Dr. Rafael Frandoloso
Coordenador CEUA /UPF

Influência da dentina umedecida com extrato de semente de uva na resistência de união de pinos de fibra de vidro e dentina condicionada com ácido glicólico

Influence of dentin moistened with grape seed extract on the bond strength of fiberglass posts and dentin etched with glycolic acid

Camila Conterato*

Doglas Cecchin**

Resumo

O objetivo deste estudo foi avaliar a resistência de união entre a dentina umedecida com extrato de semente de uva variando os condicionamentos ácidos e sistemas por meio do teste de *push out*. Foram preparados quarenta dentes bovinos unirradiculares divididos em quatro grupos: G1- ácido glicólico 37%, dentina umedecida com extrato de semente de uva, SingleBond/RelyX-ARC; G2- ácido glicólico 37%, dentina umedecida com extrato de semente de uva, One Step Plus/ Duo-Link Bisco; G3- ácido fosfórico 37%, dentina umedecida com extrato de semente de uva, SingleBond/RelyXARC; G4- ácido fosfórico 37%, %, dentina umedecida com extrato de semente de uva, One Step Plus/ Duo-Link. De cada raiz foram obtidos discos com diâmetro interno de 2mm, diâmetro externo de 5mm e altura de 2mm. Esses discos foram submetidos ao teste *push out* em uma máquina de ensaio universal à 0,5mm/min. Os valores de resistência de união foram analisados com ANOVA e teste de Tukey. Os testes estatísticos foram analisados em um nível de significância de $\alpha=0,05$. O teste de Tukey mostrou que para o sistema adesivo One Step Plus os maiores valores de resistência de união foram analisados quando associado ao ácido fosfórico. O sistema adesivo Single Bond quando analisado ($p<0,05$) não apresentou diferença estatística nos diferentes condicionamentos da dentina. Baseado nos resultados, ao utilizar o condicionamento dentinário com ácido glicólico o sistema adesivo One Step Plus apresenta uma redução na adesão, sendo que o Single Bond pode ser utilizado após o condicionamento com ambos os ácidos pesquisados.

Palavras-chave: *push out*, ácido glicólico, ácido fosfórico, extrato de semente de uva, umidade dentinária, sistemas adesivos.

**Acadêmica de Odontologia, Faculdade de Odontologia, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, RS, Brasil*

***Doutor em Clínica Odontológica - Endodontia, professor da Faculdade de Odontologia, área de endodontia, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, RS, Brasil.*

Introdução

A perda de retenção é a falha mais comum encontrada em tratamentos com pinos de fibra de vidro estão relacionadas com os procedimentos adesivos após a cimentação¹, bem como a falta de estabilidade da adesão também é observada, sendo relacionada à perda de integridade da interface adesiva da resina-dentina que é acometida ao longo do tempo pela deterioração dos componentes resinosos pela ação hidrolítica e pela degradação enzimática das fibras de colágeno². Deve-se ressaltar que essa perda de integridade pode ser motivada por fatores como o condicionamento ácido e secagem demasiada da dentina que assim dificultam a ação dos agentes adesivos junto à dentina³. A falha na interface adesiva é um dos fatores críticos mais encontrados em reabilitações com uso de pinos intrarradiculares⁴, bem como estudos vêm utilizando o ácido glicólico com o intuito de minimizar a desmineralização excessiva das fibras dentinárias, tendo como comparativo o uso do ácido fosfórico que é comumente empregado na etapa de condicionamento de esmalte e dentina nos procedimentos restauradores^{5,6,7,8}. Outro ponto importante a ser considerado durante o procedimento adesivo é o controle da umidade dentinária após a desmineralização, visto que o excesso de água causa o fenômeno chamado separação de fases como consequência de componentes hidrófilos e hidrófobos do adesivo, antecedendo uma camada híbrida permeável e susceptível à hidrólise e nanoinfiltração^{9,10}.

O uso de agentes antioxidantes naturais vem sendo estudado pela sua aplicabilidade na melhoria da rigidez da dentina desmineralizada, que influencia as propriedades físicas dos canais radiculares. A utilização de extratos de plantas como o extrato de semente de uva se destaca pois pesquisas têm mostrado o aumento das propriedades biomecânicas e da bioestabilidade da matriz de dentina desmineralizada⁵, a interação destes compostos naturais ricos em proantocianidinas, tem a função de induzir ligações cruzadas, além de fortalecer, reestruturar e estabilizar a rede de fibrilas, otimizando a sua função como substrato para cimento resinoso¹¹. A matriz de colágeno da dentina é um componente vital da restauração da estrutura dentária perdida, e dessa maneira é desejável um colágeno mais forte e mais estável para os procedimentos restauradores atuais¹². Alguns mecanismos são responsáveis por essa degradação: o uso de adesivos hidrofílicos que absorvem água¹⁰, e a degradação das fibrilas de colágeno não encapsuladas presentes na camada híbrida, pelas metaloproteinases de matriz (MMPs)¹³.

O extrato de semente de uva pode ser considerado uma alternativa de solução irrigante por não afetar negativamente a dentina e suas propriedades mecânicas⁵, além disso, é um agente antioxidante natural, não-tóxico se exposto diretamente com as células pulpares¹⁴. Até o momento, não há muitos relatos definitivos na literatura quanto ao uso de extrato de semente de uva sendo utilizado para aumentar a resistência de união entre pinos de fibra de vidro e cimento resinoso. Perante o exposto, é essencial buscar por protocolos adesivos que preservem a estrutura dentinária e que melhorem a adesão de materiais adesivos junto à dentina radicular, tais como o uso de diferentes condicionadores e a umidade ideal dentinária. O objetivo deste estudo é comparar a resistência de união de pinos de fibra de vidro à dentina utilizando diferentes protocolos de cimentação.

Materiais e métodos

Este estudo faz parte de uma linha de pesquisa aprovada pelo Comitê de Ética e Pesquisa da Universidade de Passo Fundo, sob parecer número 046/2019. Foram extraídos 40 dentes bovinos unirradulares em abatedouros comerciais, sendo selecionados apenas os dentes com mesmas dimensões externas e condutos radiculares estreitos. Imediatamente após a extração os dentes foram colocados em uma caixa de isopor com gelo e logo após armazenados em freezer à -17°C, para evitar qualquer degradação do colágeno e das estruturas dentinárias até o momento de sua utilização. Os dentes foram separados e armazenados em sacos plásticos de 10 em 10 dentes para serem descongelados gradualmente conforme o uso. Todos os passos operatórios e preparo das amostras foram realizados por um operador previamente calibrado e treinado.

Inicialmente a porção coronária foi seccionada com disco de diamante dupla face (KG Sorensen, Cotia, SP, Brasil) acoplado a uma peça reta de baixa rotação sob constante refrigeração, abaixo da junção amelocementária, de forma que o remanescente radicular apresente um comprimento de 15 mm. Os dentes receberam marcações de referência nas superfícies radiculares por meio de uma caneta de retroprojeter, sendo a primeira marcação 2mm abaixo do limite amelocementário, a segunda marca 2mm acima do ápice radicular, e última marcação na metade das distâncias entre as duas marcas. Essas medidas serão realizadas com auxílio de um paquímetro digital (Vonder Paquímetro Eletrônico Digital, Curitiba, PR, Brasil).

Além disso, o diâmetro do conduto radicular foi avaliado para método de inclusão e exclusão dos dentes. Para isso foram selecionados dentes com lima anatômica inicial

(#45), padronizando-a para todos os dentes estudados. Todas as raízes foram preparadas utilizando o mesmo protocolo. O tecido pulpar presente foi removido por meio de limas endodônticas tipo K (Maillefer, Ballaigues, Suíça) número #45, sob abundante irrigação com água destilada (AD). Em seguida a porção apical de todas as amostras foi selada com resina composta e os canais radiculares foram ampliados na direção cérvico-apical, utilizando brocas largo #6 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça) em baixa rotação, sob abundante irrigação com água destilada. O diâmetro interno do conduto radicular foi padronizado em 2mm e o diâmetro externo das amostras em 5mm^{15,16,17}.

Foi utilizado o retentor intrarradicular Reforpost® Fibra De Vidro (Angelus, Londrina - PR - Brasil) reembasado com resina composta fotoativada^{18,19,20,21,22}. Inicialmente foi realizado o preparo do pino com a aplicação de ácido fosfórico 37% sobre a superfície do pino para limpeza durante 1 minuto, após feita a lavagem por 1 minuto, secagem com jatos de ar e com um microbrush foi aplicado o silano (ANGELUS, Londrina - PR - Brasil) friccionando sobre a estrutura do pino e foi aguardado o tempo de 1 minuto para volatilizar o álcool presente em sua composição. Na sequência, foi feita a aplicação de uma fina camada do bond do sistema adesivo Adper™ Scotchbond™ Multi-Purpose (3M-ESPE) sobre a superfície do pino e a fotoativação em 2 faces por 40 segundos em cada face. Para confecção do pino reembasado, primeiramente o canal foi isolado com gel hidrossolúvel (Natrosol, Natupharma, Passo Fundo, RS, Brasil). Em seguida, o pino de fibra de vidro foi envolvido com resina composta e o conjunto levado ao interior do canal radicular, sendo retirado e recolocado duas vezes, removeu-se os excessos de compósito e fotoativado em posição no interior do canal por 3 segundos. A seguir, uma marcação na região vestibular do pino e do dente foi feita objetivando identificar a posição correta de inserção do pino na etapa de cimentação. Em seguida, o pino modelado foi removido do interior do canal radicular cuidando para não tocar nas paredes do canal e fotoativado imediatamente na superfície vestibular e palatina por 40 segundos em cada face. Por fim, o canal foi irrigado abundantemente com água destilada durante 1 minuto para remover completamente o gel hidrossolúvel. O pino reembasado também foi lavado abundantemente com água destilada.

Os dentes foram divididos aleatoriamente em grupos (n=10), conforme o Quadro 1. De cada dente foram confeccionadas cinco fatias, sendo a primeira fatia descartada. Para análise foram obtidas uma fatia do terço cervical, uma fatia do terço médio e uma fatia do terço apical com espessura de aproximadamente 2 mm cada, uma fatia de cada terço passou pelo teste de *push out* e outra foi armazenada para teste de CD.

Quadro 1. Grupos experimentais em estudo tanto para o teste de compressão diametral quanto para o teste de *push out*.

CONDICIONAMENTO DENTINÁRIO	UMIDADE DA DENTINA	SISTEMA ADESIVO/CIMENTO RESINOSO	GRUPO
ÁCIDO GLICÓLICO 37%	DENTINA UMEDECIDA COM EXTRATO DE SEMENTE DE UVA	Adper Single Bond / RelyXARC	G1
		One Step Plus / Duo-Link Bisco	G2
ÁCIDO FOSFÓRICO 37%	DENTINA UMEDECIDA COM EXTRATO DE SEMENTE DE UVA	Adper Single Bond / RelyXARC	G3
		One Step Plus / Duo-Link Bisco	G4

A superfície dentária nos grupos G1, G2 recebeu o condicionamento com ácido glicólico 37% (Natupharma, Passo Fundo, RS, Brasil)⁵ e nos grupos G3 e G4 recebeu o condicionamento com ácido fosfórico 37% (ANGELUS, Londrina - PR - Brasil). Ambos os ácidos permaneceram no interior do canal por 15 segundos^{5,23} passado esse tempo foram abundantemente lavados por 1 minuto com água destilada. O canal foi aspirado com cânula endodôntica estreita, até a completa remoção da água. Logo após, um cone de papel absorvente #45 umedecido com extrato de semente de uva foi delicadamente passado nas paredes do canal radicular, para deixar a dentina umedecida com o extrato.

Para a aplicação dos adesivos Adper™ Single Bond 2 (SB) e One Step Plus (OSP): uma gota do respectivo adesivo foi dispensada no interior do canal e o sistema adesivo foi friccionado contra a dentina por 40 segundos, trazendo o adesivo da região apical para cervical com auxílio de micro aplicadores descartáveis longos e aguardado 20 segundos. Uma segunda aplicação foi realizada e novamente o adesivo foi aplicado no canal e friccionado contra a dentina por 40 segundos, trazendo o adesivo da região apical para cervical. Em seguida, foram aplicados jatos de ar até que o adesivo ficou com características densas e não se movimentava mais na superfície da dentina⁶. Por fim, foi realizada a fotoativação por 40 segundos.

Após a hibridização da superfície radicular de acordo com cada grupo, foi realizada a cimentação com cimento resinoso dual RelyX ARC (3M-ESPE, St. Paul, MN, EUA) para o grupo que utilizou o adesivo Single Bond 2; e, o cimento resinoso Dual Duolink Automix (Bisco Co., Schaumburg, IL, EUA) para o adesivo One Step Plus (Bisco Co., Schaumburg, IL, EUA). Os cimentos foram dispensados sobre um bloco de papel impermeável e manipulados por 10 segundos. Com o auxílio de seringas do sistema Cêntrix e agulha Acudosse nº2 (DFL, Rio de Janeiro, RJ, Brasil) o cimento foi levado ao interior do canal radicular. O pino de fibra foi então posicionado no interior do canal radicular, estabilizado manualmente por 20 segundos e foi realizada uma fotopolimerização por 5 segundos. Foram removidos os excessos de cimento e logo após realizada a fotoativação final por 40 segundos em cada uma das 4 faces do dente (mesial, distal, vestibular e lingual).

As raízes foram fixadas em uma placa de resina acrílica com cera pegajosa e em seguida adaptadas a uma cortadora metalográfica (Miniton, Struers, Copenhagen, Denmark) com disco diamantado dupla face, acionado a uma velocidade de 250 rotações por minuto (rpm) sob refrigeração. Foram utilizados 10 dentes por grupo. Cinco fatias de cada dente foram obtidas, sendo a primeira fatia descartada. Para a análise foram obtidas uma fatia do terço cervical, uma fatia do terço médio e uma fatia do terço apical com espessura de aproximadamente 2 mm cada, conforme Figura 1.

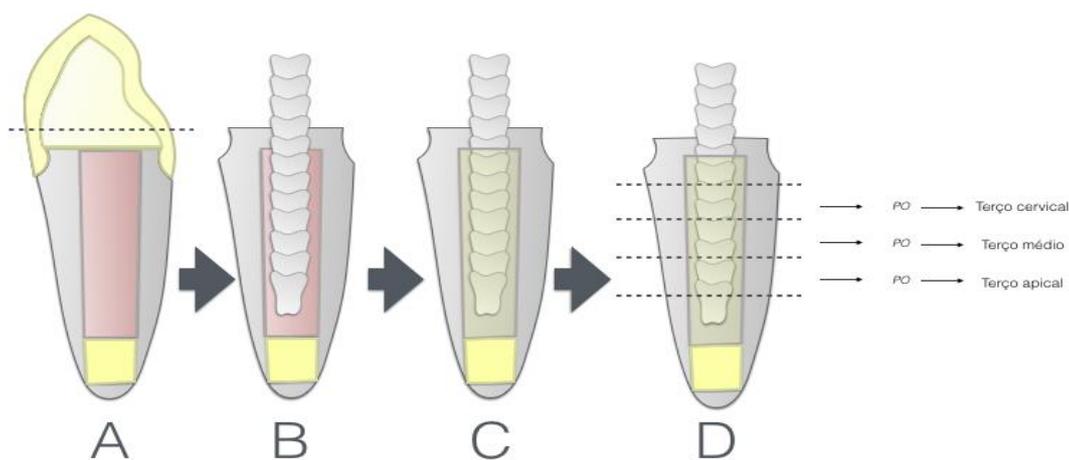


Figura 1. Desenho esquemático da cimentação dos pinos de fibra de vidro. A. Corte da porção coronária; B. Prova do pino de fibra de vidro; C. Reembasamento do pino de fibra de vidro com resina composta; D. Corte horizontal para preparo das amostras.

Para o teste de *push out*, os discos confeccionados foram posicionados com a parte cervical do corte voltada para baixo sobre a mesa (perfurada no centro) do dispositivo conforme Figura 2. Uma força vertical de cima para baixo foi aplicada perpendicularmente ao conjunto pino/resina/cimento por meio de um pistão metálico o qual apresenta secção circular. O diâmetro deste pistão cobriu a maior área possível do conjunto restaurador, sem tocar as paredes de dentina. O pistão metálico foi conectado a uma máquina de ensaios universal (EMIC, São José dos Pinhais, PR, Brasil) com célula de carga de 500N. O teste foi realizado com uma velocidade de 0,5 mm/min e a carga foi aplicada até ocorrer a extrusão do conjunto pino/resina/cimento. A partir disso, foi obtida no computador conectado à máquina a medida de força, em newtons (N), necessária para o deslocamento do material.

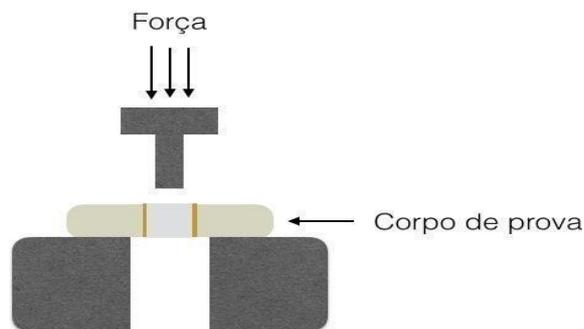


Figura 2. Teste de *push out*

Após a realização dos testes de *push out*, a área foi calculada pela fórmula da área do cilindro $A=2\pi R(R+H)$. A resistência de união foi calculada em Mpa, através da divisão da força em newtons (N) obtida no teste de *push out* pela área (A) de superfície do canal, de acordo com a Figura 3.

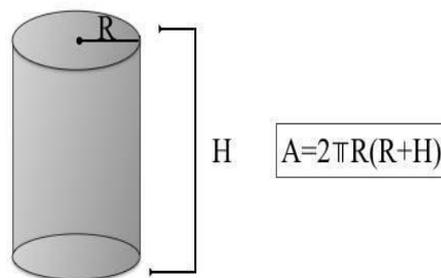


Figura 3. Área do cilindro

Resultados

Para análise estatística os valores de resistência de união foram analisados com ANOVA e teste de Tukey e os testes estatísticos de união foram realizados em um nível de significância de $\alpha=0,05$, conforme pode ser visualizado na Quadro 2.

Quadro 2. - Médias e seus respectivos desvios-padrão dos diferentes grupos em estudo.

Condicionador dentinário	Sistema adesivo	
	Single Bond	One Step Plus
Ácido Fosfórico	3,44 (1,18)bA	3,28 (1,50)bA
Ácido Glicólico	3,03 (1,18)bA	1,79 (0,78)cB

*médias seguidas das diferentes letras minúsculas na mesma coluna e maiúsculas na mesma linha indicam diferença estatisticamente significante ($p<0,05$)

10. DISCUSSÃO

O sucesso dos dentes tratados endodonticamente envolve o processo de restauração. Portanto, quando utilizados pinos intrarradiculares, estes devem apresentar selamento e retenção adequados. A análise de variância mostrou haver diferença estatisticamente significativa entre os grupos experimentais ($p<0,05$). O teste de tukey mostrou que para o sistema adesivo One Step Plus os maiores valores de resistência de união foram analisados quando associado ao ácido fosfórico. O sistema adesivo Single Bond quando analisado ($p<0,05$) não apresentou diferença estatística nos diferentes condicionamentos da dentina. Comparando os sistemas adesivo, quando utilizado o ácido fosfórico não houve diferença significativa entre eles ($p<0,05$); por outro lado, o One Step Plus apresentou menores valores de resistência do que o Single Bond quando utilizado o ácido glicólico ($p>0,05$).

Os resultados desse estudo mostraram que a adesão dos pinos varia de acordo com o protocolo de condicionamento ácido e sistema adesivo empregado. Estudos têm demonstrado que o ácido glicólico é capaz de induzir a síntese de colágeno e a proliferação de fibroblastos, tornando-se uma alternativa para minimizar a desmineralização excessiva que é prejudicial para o processo de adesão^{24,25}. Porém este estudo demonstrou que quando utilizada a associação entre ácido glicólico e sistema adesivo, o One Step Plus apresentou menores valores de resistência do que o Single Bond.

Quanto à utilização do ácido fosfórico, estudos relatam ser a substância mais empregada na etapa da hibridização dentinária por ser a substância com melhores resultados para remoção da *smear layer*²⁶. Neste estudo pode-se observar que quando utilizado condicionamento com ácido fosfórico, o sistema adesivo One Step Plus apresentou os maiores valores de resistência de união.

Com o objetivo de reduzir os efeitos colaterais em dentina após a utilização dos condicionadores ácidos, o extrato de semente de uva foi adicionado durante o processo de hibridização dentinária, baseado em estudos anteriores que relatam a melhoria de propriedades físicas e biológicas dos tecidos²⁷ por não afetar negativamente a dentina e suas propriedades mecânicas^{2,5}.

11. CONCLUSÃO

Com base nos resultados, pode-se concluir que ao utilizar o condicionamento dentinário com ácido glicólico o sistema adesivo One Step Plus apresenta uma redução na adesão, sendo que o Single Bond pode ser utilizado após o condicionamento com ambos os ácidos pesquisados. No entanto, sugere-se mais estudos que avaliem a associação destes protocolos.

Referências

- 1 Marchionatti AME, Wandesch VF, Rippe MP, Kaiser OB, Valandro LF. Clinical Performance and failure modes of pulpless teeth restored with posts: a systematic review. *Braz Oral Res* 2017; 31(64).
- 2 Cecchin D, Pin LC, Farina AP, *et al.* Bond strength between fiber posts and root dentin treated with natural cross-linkers. *J Endod* 2015; 10(41):1667-1671.
- 3 Oliveira NA, Diniz LSM, Svizero NR, D'Alpino PHP, Pegoraro CAC. Sistemas adesivos: conceitos atuais e aplicações clínicas. *Revista Dentística Online*, 2010; 9(19):1518-4889.
- 4 Daleprane B, Pereira CNB, Bueno AC, Ferreira RC, Moreira AN, Magalhães CS. Bond strength of fiber posts to the root canal: Effects of anatomic root levels and resin cements. *J Prosthet Dent* 2016; 116(3):416-424.
- 5 Cecchin D, Farina AP, Vidal CMP, Bedran-Russo AK. A Novel Enamel and Dentin Etching Protocol Using α -hydroxy Glycolic Acid: Surface Property, Etching Pattern, and Bond Strength Studies. *Oper Dent* 2018; 43(1):101-110.

- 6 Cecchin D, Bringhenti IL, Bernardi JB, Lea LO, Souza MA, Bedran-Russo AK, Farina AP. Alpha-hydroxy glycolic acid for root dentin etching: morphological analysis and push out bond strength. *Int J Adhes Adhes* 2019; 90:138-143.
- 7 Bello YD, Porsch HF, Farina AP, Souza MA, Silva EJNL, Bedran-Russo AK, Cecchin D. Glycolic acid as the final irrigant in endodontics: Mechanical and cytotoxic effects. *Mater Sci Eng C Mater Biol Appl* 2019; 100:323-329.
- 8 Trevelin LT, Villanueva J, Zamperini CA, Mathe MT, Matos AB, Bedran-Russo AK. Investigation of five α -hydroxy acids for enamel and dentin etching: Demineralization depth, resin adhesion and dentin enzymatic activity. *Dent Mater* 2019; 35(6):900-908.
- 9 Daleprane B, Nemesio BPC, Oréfice RL, Bueno AC, Vaz RR, Moreira AN, Magalhães CS. The effect of light-curing access and different resin cements on apical bond strength of fiber posts. *Oper Dent* 2014; 39(2):93-100.
- 10 Malacarne J, Carvalho RM, Goes MF, Svizero V, Pashley DH, Tay FR, Yiu CK, Carrilho MR. Water sorption/solubility of dental adhesive resins. *Dent Mater* 2006; 22(10):973-980.
- 11 Castellan CS, Pereira PNR, Viana G, Chen SN, Pauli GF, Russo AKB. Solubility study of phytochemical cross-linking agents on dentin stiffness. *J Dent* 2010; 38(5):431-436.
- 12 Castellan CS, Bedran-Russo AK, Karol S, Pereira PNR. Long-term stability of dentin matrix following treatment with various natural collagen cross-linkers. *J Mech Behav Biomed Mater* 2011; 4(7):1343-1350.
- 13 Hosaka K, Nishitani Y, Tagami J, Yoshiyama M, Brackett W, Agee KA. Durability of resin-dentin bonds to water vs ethanol-saturated dentin. *J Dent Res* 2009; 88(2):146-151.
- 14 Pacheco JM, Ribeiro AP. Avaliação da citotoxicidade do extrato de semente de uva em cultura de células pulpares. 2017. Dissertação. Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde da Universidade de Brasília.
- 15 Carrera C, Chen YC, Li Y, Rudney J, Aparicio C, Fok A. Dentin-composite bond strength measurement using the Brazilian disk test. *J Dent* 2016;52: 37-44.
- 16 Li K, Carrera C, Chen R, Li J, Chen Y, Lenton P, Rudney JD, Jones RS, Aparicio C, Fok A. Fatigue failure of dentin-composite disks subjected to cyclic diametral compression. *Dent Mater* 2015;31(7):778-788.
- 17 Zhu L, Li Y, Chen YC, Carrera CA, Wu C, Fok A. Comparison between two postdentin bond strength measurement methods. *Sci Rep* 2018; 8(1):1-8.
- 18 Grandini S, Goracci C, Monticelli F, Borracchini A, Ferrari M. Evaluation of the cement layer thickness after luting two different posts. *J Adhes Dent* 2003; 7(3):235–240.
- 19 Velmurugan N, Parameswaran A. Custom-made resin post and core. *Oper Dent* 2004; 29(1):112-114.

- 20 Faria-e-Silva LA, Menezes S, Silva FP, Reis GR, Moraes MM. Intra-radicular dentin treatments and retention of fiber posts with self-adhesive resin cements. *Braz. oral res* 2009; 27(1):14-19.
- 21 Macedo GV, Yamauchi M, Bedran-Russo AK. Effects of Chemical Cross-linkers on Cariesaffected Dentin Bonding. *J Dent Res* 2010; 88(12):1096-1100.
- 22 Farina AP, Cihuela H, Carlini JB, Mesquita MF, Miyagaki DC, Randi FC, Vidal CM, Cecchin D. Influence of Cement Type and Relining Procedure on Push-Out Bond Strength of Fiber Posts after Cyclic Loading. *J Prosthodont* 2015; 10(11):1-7.
- 23 Cerny D, Eckert S, Mounajjed R. Retrospective 9-Year Clinical Outcome Report on Adhesive Post-endodontic Treatment of Anterior Teeth Using Prefabricated Fiber Posts. *Int J Prosthodont* 2018; 32(1):14-16.
- 24 Stojcic S, Shen Y, Qian W, Johnson B, Haapasalo M. Antibacterial and smear layer removal ability of a novel irrigant, QMiX. *Int Endod J* 2012; 45(4):363-371.
- 25 Hashim P. The effect of *Centella asiatica*, vitamins, glycolic acid and their mixtures preparations in stimulating collagen and fibronectin synthesis in cultured human skin fibroblast. *Pak J Pharm Sci* 2014; 27(2):233-237.
- 26 Prado M, Gusman H, Gomes BP, Simão RA. Scanning electron microscopic investigation of the effectiveness of phosphoric acid in smear layer removal when compared with EDTA and citric acid. *J Endod* 2011; 37(2):255-258.
- 27 Stenzel KH, Miyata T, Rubin AL. Collagen is a biomaterial. *Annu Rev Biophys Bioeng* 1974; 3(1):231-253.