

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA – MESTRADO  
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: CLÍNICA INTEGRADA

**DRIELLEN CHRISTINE ZARPELLON**

**EFEITO DA APLICAÇÃO SÔNICA DE SISTEMAS ADESIVOS NA ADESÃO DE  
PINOS DE FIBRA DE VIDRO AO CANAL RADICULAR**

PONTA GROSSA

2016

**DRIELLEN CHRISTINE ZARPELLON**

**EFEITO DA APLICAÇÃO SÔNICA DE SISTEMAS ADESIVOS NA ADESÃO DE  
PINOS DE FIBRA DE VIDRO AO CANAL RADICULAR**

Dissertação apresentada como pré-requisito para obtenção do título de Mestre na Universidade Estadual de Ponta Grossa, no Curso de Mestrado em Odontologia – Área de concentração Clínica Integrada. Linha de Pesquisa: Propriedades físico-químicas e biológicas dos materiais.

Orientador Prof. Dr. Cesar Augusto Galvão Arrais

Co-orientador Prof. Dr. Alessandro Dourado Loguercio

PONTA GROSSA

2016

**Ficha Catalográfica**  
**Elaborada pelo Setor de Tratamento da Informação BICEN/UEPG**

Z38      Zarpellon, Driellen Christine  
          Efeito da aplicação sônica de sistemas adesivos na adesão de pinos de fibra de vidro ao canal radicular/ Driellen Christine Zarpellon. Ponta Grossa, 2016. 53f.

          Dissertação (Mestrado em Odontologia - Área de Concentração: Clínica Integrada), Universidade Estadual de Ponta Grossa.  
          Orientador: Prof. Dr. Cesar Augusto Galvão Arrais.  
          Coorientador: Prof. Dr. Alessandro Dourado Loguercio.

          1.Pinos de fibra. 2.Retenção radicular. 3.Adesão dentina radicular. I.Arrais, Cesar Augusto Galvão. II. Loguercio, Alessandro Dourado. III. Universidade Estadual de Ponta Grossa. Mestrado em Odontologia. IV. T.

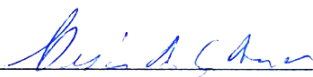
CDD: 617.6

DRIELLEN CHRISTINE ZARPELLON

EFEITO DA APLICAÇÃO SÔNICA DE SISTEMAS ADESIVOS NA ADESÃO DE PINOS DE  
FIBRA DE VIDRO AO CANAL RADICULAR

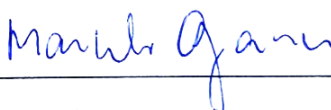
Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre na  
Universidade Estadual de Ponta Grossa, no Curso de Mestrado em Odontologia – Área  
de concentração em Clínica Integrada.

Ponta Grossa, 22 de Fevereiro de 2016.



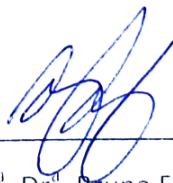
Prof. Dr. Cesar Augusto Galvão Arrais

Universidade Estadual de Ponta Grossa



Prof. Dr. Marcelo Giannini

Faculdade de Odontologia de Piracicaba - UNICAMP



Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Bruna Fortes Bittencourt Cunha

Universidade Estadual de Ponta Grossa

## **DADOS CURRICULARES**

**Driellen Christine Zarpellon**

|            |                                                                                                                                                                           |
|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NASCIMENTO | 17-10-1987<br>Ponta Grossa – Paraná – Brasil.                                                                                                                             |
| FILIAÇÃO   | João Cesar Zarpellon<br>Selma de Fátima Zarpellon                                                                                                                         |
| 2007/2011  | Curso de graduação em Odontologia.<br>Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG)                                                                                        |
| 2010       | Curso de aperfeiçoamento em Endodontia.<br>Escola de Aperfeiçoamento Profissional da Associação<br>Brasileira de Odontologia – Regional Ponta Grossa<br>(EAP/ABO/PG)      |
| 2013       | Curso de aperfeiçoamento em Estética Dental.<br>Escola de Aperfeiçoamento Profissional da Associação<br>Brasileira de Odontologia – Regional Ponta Grossa<br>(EAP/ABO/PG) |
| 2014/2016  | Curso de Pós-Graduação em Odontologia. Área de<br>Concentração: Clínica Integrada.<br>Nível Mestrado.<br>Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG)                     |

*Dedico essa dissertação ao meu pai **João Cesar** e à minha mãe **Selma**. Foi por vocês que eu cheguei até aqui, e por vocês que vou seguir em frente, sempre... Todas as minhas conquistas só foram possíveis graças à vocês!*

## Agradecimentos

Agradeço primeiramente à **Deus**, em sua infinita bondade, por iluminar meus passos, guiar meus caminhos, me conceder experiências maravilhosas e colocar pessoas especiais em minha vida.

A **Universidade Estadual de Ponta Grossa**, na pessoa de seu reitor Prof. Dr. Luciano Vargas, pela oportunidade da realização do meu curso de graduação, bem como meu curso de Mestrado.

Ao **Programa de Pós-graduação em Odontologia da Universidade Estadual de Ponta Grossa**, na pessoa de sua coordenadora Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Denise Wambier, que possibilitou meu crescimento pessoal e profissional.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – **CAPES**, pela bolsa de estudos concedida durante o transcorrer do curso.

Aos meus pais **João Cesar e Selma** por apoiarem minhas escolhas, pela paciência e grande amor que sempre me dedicam, mas principalmente pelo exemplo de caráter, determinação e amor que são para mim. Sou e serei uma eterna admiradora de vocês! Vocês são os maiores responsáveis por mais essa vitória em minha vida, sem o apoio incondicional de vocês nada disso seria possível. Meu eterno obrigada! Espero um dia poder retribuir tudo o que vocês fizeram por mim.

Aos meus irmãos **Rafael e João Vitor** pela amizade, companheirismo, e por me ajudarem sempre que podem. Amo vocês dois!

Ao meu orientador **Prof. Dr. Cesar Arrais** por sempre estar disposto a me ensinar, por toda a sua dedicação em me orientar, por ter me apoiado na busca de minha formação como mestre sempre com muita paciência e amor pelo que faz. Saiba que levarei seus ensinamentos sempre comigo. Muito obrigada por me orientar os caminhos a seguir.

Ao meu co-orientador **Prof. Dr. Alessandro Loguercio**, por me incentivar a fazer mestrado, pela dedicação ao meu trabalho, por sempre estar disposto a ajudar e ensinar. Muito obrigada!

A todos meus **colegas de turma do Mestrado** e pelas amizades que construímos durante essa etapa, vocês foram fundamentais para tornar os momentos mais prazerosos. Principalmente à **Amanda Schoeffel**, minha dupla, pelo

carinho e apoio. Obrigada a todos pelo convívio e por terem compartilhado comigo essa etapa de minha vida. Com certeza, aprendi muito com todos vocês.

À **Anna Luiza Szesz** por me ensinar com muita paciência e dedicação toda a metodologia deste trabalho, sem sua ajuda nada disso seria possível, você é uma professora nata, obrigada! E à **Kerolen Moura** por me ajudar com a parte experimental. Obrigada por terem dedicado seu tempo ao meu trabalho.

À técnica de laboratório **Simone Sabino**, que não mediu esforços para me ajudar durante a fase experimental desse trabalho. Muito obrigada por me ensinar que tudo é possível quando trabalhamos com carinho e dedicação. Obrigada pela amizade, por me ensinar a operar o Raman, e pelas muitas horas de MEV.

Aos meus amigos **Felipe Gutiérrez, Thais Bakaus, Yançanã Gruber, Giovana Mongruel e Viviane Hass** pelas horas compartilhadas de laboratório, pela paciência, pelos ensinamentos, troca de experiências e incentivo, me apoiando de forma incondicional.

À **Banca de Qualificação** composta pela Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Giovana Mongruel Gomes e pelo Prof. Dr. Alfonso Sánchez-Ayala, pela disposição em ler meu trabalho e pelas valiosas sugestões.

Aos **professores da Área de Clínica Integrada**, pelos ensinamentos e engrandecimento de meus conhecimentos teóricos e práticos.

Ao **Prof. Dr. Cesar Arrais, Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Shelon Souza Bandéca, e Prof. Nelson Scholz** pela oportunidade de realizar estágio na Clínica Integrada, muito obrigada pela amizade e pelos ensinamentos transmitidos.

A todos os **professores** que tive a oportunidade de conviver durante meu curso de Mestrado, por terem sido exemplo para minha carreira docente, trabalhando com seriedade, com responsabilidade e acima de tudo me incentivando a seguir sempre em busca do crescimento pessoal e da verdade científica. Obrigada por compartilharem comigo seus conhecimentos e sabedoria.

À **Morgana** e ao **Luiz**, funcionários da pós-graduação, pela amizade, carinho, e ajuda em todos os momentos que precisei.

Às minhas amigas **Karine, Liege e Laís**, que sempre me apoiaram e não medem esforços para me incentivar e me ajudar sempre, amo vocês!

À todos aqueles que de forma direta ou indireta participaram de mais essa etapa em minha vida e no meu sucesso na vida acadêmica.

**Meus sinceros agradecimentos!**



***“Foi o tempo que dedicaste à tua rosa que a fez tão importante.”***

(O Pequeno Príncipe – Antoine de Saint-Exupéry)

**ZARPELLON DC. Efeito da aplicação sônica de sistemas adesivos na adesão de pinos de fibra de vidro ao canal radicular. [Dissertação – Mestrado em Clínica Integrada]. Ponta Grossa Universidade Estadual de Ponta Grossa; 2016**

## **RESUMO**

Adesão de sistemas adesivos e agentes de união ao canal radicular ainda é um desafio na cimentação de pinos. Este estudo avaliou os efeitos da aplicação de três agentes de união universais usando dispositivo de vibração sônica na resistência de união por *push-out* (RU) e padrão de nanoinfiltração (NI), quando esses produtos foram aplicados no modo convencional na adesão de pinos de fibra de vidro ao canal radicular. Raízes de 54 pré-molares humanos foram preparadas endodonticamente e divididas em 6 grupos de acordo com a combinação dos fatores principais: produtos (Ambar Universal / AllCem, Single Bond Universal / RelyX ARC, Prime & Bond Elect / Enforce) e modo de aplicação (manual ou sônico). Os pinos de fibra de vidro foram cimentados e seccionados transversalmente em 6 fatias de 1mm de altura, as quais foram submetidas ao teste de RU por *push-out* a uma velocidade de 0,5 mm/min. Além disso, duas raízes (n=2) foram submetidas à análise de NI usando microscópio eletrônico de varredura após imersão em nitrato de prata. Os dados foram analisados por ANOVA 2 fatores e teste de Bonferroni ( $\alpha=5\%$ ). A aplicação sônica aumentou significativamente a RU apenas no terço coronal do grupo Ambar Universal. Quando o Single Bond Universal foi usado, valores mais altos de RU foram observados quando o agente de união foi aplicado manualmente em comparação aos valores quando o dispositivo sônico foi usado. Para o Prime & Bond Elect, nenhuma diferença significativa na RU foi observada na comparação entre métodos. Aplicação manual também produziu valores mais baixos de NI que aplicação sônica quando Ambar Universal foi usado, enquanto nenhuma diferença na NI foi observada nos outros sistemas de adesivos usados. A aplicação sônica não melhorou a adesão de pinos ao canal radicular comparado a aplicação manual.

**Palavras-chave:** Pinos de fibra. Retenção radicular. Adesão dentina radicular.

**ZARPELLON DC. Effect of sonic application of adhesive systems on bond strength of fiber posts to root canal. [Dissertação - Mestrado em Clínica Integrada]. Ponta Grossa: Universidade Estadual de Ponta Grossa; 2016.**

**ABSTRACT**

Bonding adhesive systems and luting agents material inside the root canal is still a challenge in luting posts. This study evaluated the effects of applying three bonding agents using a vibrating sonic device on the push-out bond strength (BS) and nanoleakage (NI) pattern, when these products were applied in the etch-and-rinse mode to bond fiber post to the root canal. Fifty-four roots of human premolars were endodontically prepared and divided into 6 groups according to combination of the main factors: products (Ambar Universal / AllCem, Single Bond Universal / RelyX ARC, Prime & Bond Elect / Enforce) and application mode (manual or sonic). The fiber posts were cemented and sectioned transversally into six 1-mm thick serial slices, which were subjected to a push-out bond strength test at 0.5 mm/min. In addition, two roots (n=2) were subjected to NI analysis using scanning electron microscopy after immersion of slices in silver nitrate. The data were analyzed by 2-way ANOVA and Bonferroni's post-hoc test ( $\alpha=5\%$ ). Sonic application increased BS significantly only on the coronal third in the Ambar Universal group. When Single Bond Universal was used, higher BS values were observed when the bonding agent was manually applied in comparison to those when the sonic device was used. For Prime & Bond Elect, no significant difference in BS values was noted when the application methods were compared. Manual application also produced lower NI values than sonic application when Ambar Universal was used, while no significant difference in NI was noted when the other adhesive systems were used. The sonic application did not improve the bond strength of posts to root canal in comparison to manual application.

**Keywords:** Fiber posts. Dental bonding. Dentin. Post and core technique.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

|                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |    |
|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Figura 1.</b> | Raízes de pré-molares ilustrando o acesso ao canal pela remoção da coroa (A); instrumentação endodôntica (B); obturação do terço apical do conduto (C); preparo do conduto com broca específica para receber o pino (D); condicionamento ácido da dentina radicular com ácido fosfórico 37% (E).....                                                              | 25 |
| <b>Figura 2.</b> | Aplicação do adesivo dentinário de forma ativa (A) ou manual (B), posicionamento do pino com cimento resinoso (C).....                                                                                                                                                                                                                                            | 27 |
| <b>Figura 3.</b> | Fluxograma referente a organização dos grupos experimentais divididos entre as marcas comerciais dos adesivos e seus respectivos cimentos resinosos (Ambar Universal / AllCem, Prime & Bond / Enforce, Single Bond Universal / RelyX ARC), modo de aplicação do adesivo (ativo com o dispositivo sônico e manual) com seus números amostrais correspondentes..... | 28 |
| <b>Figura 4.</b> | Dispositivo sônico Smart (FGM) com <i>microbrush</i> acoplado na sua extremidade.....                                                                                                                                                                                                                                                                             | 29 |
| <b>Figura 5.</b> | Seccionamento transversal da raiz com disco de corte diamantado em fatias de aproximadamente 1 mm.....                                                                                                                                                                                                                                                            | 30 |
| <b>Figura 6.</b> | Verificação da espessura da fatia após corte transversal com paquímetro digital de precisão de 0,01 mm.....                                                                                                                                                                                                                                                       | 31 |
| <b>Figura 7.</b> | Foto da imagem obtida do microscópio óptico (modelo BX 51, Olympus, Tóquio, Japão) para mensuração do diâmetro do pino.....                                                                                                                                                                                                                                       | 32 |
| <b>Figura 8.</b> | Teste de <i>push-out</i> . Espécime sendo posicionado com o longo eixo do pino paralelo à ponta ativa do dispositivo.....                                                                                                                                                                                                                                         | 33 |
| <b>Figura 9.</b> | Fatias fixadas ao <i>stub</i> , polidas, desidratadas em sílica coloidal e metalizadas com ouro (A). Imagem obtida através do MEV, com a marcação nos quatro pontos a serem analisados em maior aumento (B).....                                                                                                                                                  | 34 |
| <b>Quadro 1.</b> | Materiais utilizados no estudo, fabricante, composição, instruções do fabricante e lote.....                                                                                                                                                                                                                                                                      | 23 |
| <b>Quadro 2.</b> | Fotomicrografias representativas das imagens obtidas por MEV (1000X) dos grupos que utilizaram o modo de aplicação sônica para os três sistemas adesivos. A deposição de nitrato de prata ocorreu na camada híbrida e está sendo indicada por setas. P: pino; CR: cimento resinoso; CA: camada adesiva; D: dentina.....                                           | 38 |
| <b>Quadro 3.</b> | Fotomicrografias representativas das imagens obtidas por MEV (1000X) dos grupos que utilizaram o modo de aplicação manual para                                                                                                                                                                                                                                    |    |

os três sistemas adesivos. A deposição de nitrato de prata ocorreu na camada híbrida e está sendo indicada por setas. P: pino; CR: cimento resinoso; CA: camada adesiva; D: dentina.....38

## LISTA DE TABELAS

|                  |                                                                                                            |    |
|------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tabela 1.</b> | Médias e desvio padrão de resistência de união (MPa) e padrão de fratura para os grupos experimentais..... | 35 |
| <b>Tabela 2.</b> | Médias e desvio padrão de nanoinfiltração (%) para os grupos experimentais.....                            | 37 |

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIações

|                                   |                                       |
|-----------------------------------|---------------------------------------|
| AgNO <sub>3</sub> NH <sub>4</sub> | Nitrato de prata                      |
| ANOVA                             | Análise de variância                  |
| ARC                               | RelyX ARC                             |
| BDH                               | Banco de dentes humanos               |
| Bis-GMA                           | Bisfenol A glicidilmetacrilato        |
| COEP                              | Comissão de Ética em Pesquisa         |
| GC                                | Grau de conversão                     |
| H                                 | espessura dos corpos de prova         |
| h                                 | Horas                                 |
| <i>h</i>                          | Espessura                             |
| HEMA                              | 2 - Hidroxietilmetacrilato            |
| Hz                                | Hertz                                 |
| JCE                               | Junção cimento-esmalte                |
| Kg                                | Quilograma                            |
| MEV                               | Microscopia Eletrônica de Varredura   |
| min                               | Minutos                               |
| n                                 | Número amostral                       |
| N                                 | Newton                                |
| NaOCl                             | Hipoclorito de sódio                  |
| NI                                | Nanoinfiltração                       |
| NMF                               | Núcleo metálico fundido               |
| PBE                               | Prime & Bond Elect                    |
| PFV                               | Pinos de Fibra de vidro               |
| r                                 | Raio apical do pino                   |
| R                                 | Raio cervical do pino                 |
| rpm                               | Rotações por minuto                   |
| RU                                | Resistência de união                  |
| s                                 | Segundos                              |
| SBU                               | Single Bond Universal                 |
| S <sub>L</sub>                    | Área de união                         |
| TEGDMA                            | Trietilenoglicol dimetacrilato        |
| UEPG                              | Universidade Estadual de Ponta Grossa |
| x                                 | por                                   |

## LISTA DE SÍMBOLOS E UNIDADES

|                    |                                  |
|--------------------|----------------------------------|
| %                  | Porcentagem                      |
| °C                 | Célsius                          |
| cm                 | Centímetros                      |
| cm <sup>-1</sup>   | centímetro elevado à menos um    |
| μm                 | Micrômetros                      |
| min                | Minutos                          |
| mL                 | Mililitros                       |
| mm                 | Milímetros                       |
| mm/min             | Milímetros por minuto            |
| mm <sup>2</sup>    | Milímetros quadrado              |
| MPa                | Megapascal                       |
| mW                 | Miliwatt                         |
| mW/cm <sup>2</sup> | Miliwatt por centímetro quadrado |
| ±                  | mais ou menos                    |
| π                  | constante 3,1416                 |
| nº                 | número                           |
| =                  | Igual                            |
| &                  | E                                |
| <                  | Menor                            |
| ≤                  | Menor ou igual                   |
| >                  | Maior                            |
| ≥                  | Maior ou igual                   |
| X                  | Aumento de lente óptico          |
| α                  | Alfa (nível de significância)    |
| p                  | Significância estatística        |
| ®                  | Marca registrada                 |

## SUMÁRIO

|                                                                                                 |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>1. INTRODUÇÃO</b>                                                                            | 16 |
| <b>2. PROPOSIÇÕES</b>                                                                           | 22 |
| 2.1 Proposição geral                                                                            | 22 |
| 2.2 Proposição específica                                                                       | 22 |
| <b>3. MATERIAL E MÉTODOS</b>                                                                    | 23 |
| 3.1 Material                                                                                    | 23 |
| 3.2 Métodos                                                                                     | 24 |
| 3.2.1 <u>Preparos das amostras</u>                                                              | 24 |
| 3.2.1.1 Seleção dos dentes                                                                      | 24 |
| 3.2.1.2 Preparo dos dentes                                                                      | 24 |
| 3.2.1.3 Tratamento endodôntico                                                                  | 25 |
| 3.2.1.4 Preparos dos canais radiculares                                                         | 26 |
| 3.2.1.5 Cimentação dos pinos                                                                    | 26 |
| 3.2.1.6 Preparo dos espécimes                                                                   | 30 |
| 3.2.2 <u>Testes</u>                                                                             | 32 |
| 3.2.2.1 Teste de resistência de união (RU) por <i>push-out</i>                                  | 32 |
| 3.2.2.2 Análise do padrão de fratura                                                            | 33 |
| 3.2.2.3 Análise do padrão de nanoinfiltração (NI) por microscópio eletrônico de varredura (MEV) | 33 |
| 3.3 Análise estatística                                                                         | 34 |
| <b>4. RESULTADOS</b>                                                                            | 35 |
| 4.1 Resistência de união (RU) por <i>push-out</i>                                               | 35 |
| 4.1 Análise da nanoinfiltração (NI)                                                             | 37 |
| <b>5. DISCUSSÃO</b>                                                                             | 39 |
| <b>6. CONCLUSÃO</b>                                                                             | 43 |
| <b>REFERÊNCIAS</b>                                                                              | 44 |
| <b>ANEXO A</b>                                                                                  | 53 |

## 1. INTRODUÇÃO

Para a longevidade clínica de reconstruções dentais em dentes com grande destruição coronária e tratamento endodôntico, é necessário o auxílio de retentores intrarradiculares; que tem por objetivo promover retenção do material reabilitador (Schwartz e Robbins <sup>1</sup> 2004; Tay e Pashley <sup>2</sup> 2007; Zicari et al. <sup>3</sup> 2008). O sucesso deste tratamento depende da quantidade de tecido dental remanescente, condição da raiz, configuração do canal, comprimento, diâmetro e forma do pino, quantidade de suporte ósseo, condição periodontal, tipo de restauração, entre outros requisitos (Dietschi et al. <sup>4</sup> 2007; Naumann et al. <sup>5</sup> 2007; Dietschi et al. <sup>6</sup> 2008; Baba et al. <sup>7</sup> 2009; Silva et al. <sup>8</sup> 2011).

Para a escolha do retentor radicular a ser utilizado deve-se levar em consideração, além dos fatores já citados, o seu módulo de elasticidade em relação à dentina. Neste quesito, os núcleos metálicos fundidos (NMF), por possuírem um módulo de elasticidade em torno de 210 GPa (Martelli, R. <sup>9</sup> 2000), muito maior que a dentina (18,6 GPa) (Martelli, R. <sup>9</sup> 2000), clinicamente, podem resultar em fraturas radiculares irreversíveis (Tay e Pashley <sup>2</sup> 2007; Naumann et al. <sup>5</sup> 2007; Silva et al. <sup>8</sup> 2011; Morfis <sup>10</sup> 1990; Testori et al. <sup>11</sup> 1993; Ferrari, M. et al. <sup>12</sup> 2000; Bonfante et al. <sup>13</sup> 2007; Marchi et al. <sup>14</sup> 2008; Martelli, H. et al. <sup>15</sup> 2008; Clavijo et al. <sup>16</sup> 2009; Gomez-Polo et al. <sup>17</sup> 2010). Isso ocorre pelo acúmulo da concentração de tensões ao longo da interface de união pino-dentina (Barjau-Escribano et al. <sup>18</sup> 2006).

Os pinos de fibra de vidro (PFV) foram introduzidos no mercado odontológico na década de 90, trazendo um conceito inovador por formar um complexo homogêneo em monobloco (Tay e Pashley <sup>2</sup> 2007; Giachetti et al. <sup>19</sup> 2009; Schwartz <sup>20</sup> 2006). Em outras palavras, esses materiais são capazes de unir-se a sistemas adesivos e cimentos resinosos, dando ancoragem para restaurar dentes fragilizados, com grande destruição coronária, seja com resina composta ou com próteses fixas (Tay e Pashley <sup>2</sup> 2007; Zicari et al. <sup>3</sup> 2008). Além disso, materiais com módulo de elasticidade semelhantes à dentina têm sido empregados, o que favorece uma distribuição mais uniforme de tensões no canal e reduz o risco de fraturas radiculares (Dietschi et al. <sup>6</sup> 2008; Goracci e Ferrari <sup>21</sup> 2011; Hayashi et al. <sup>22</sup> 2008; Asmussen e Peutzfeldt <sup>23</sup> 1999), além de superar as desvantagens estéticas dos NMF (Qualtrough e Mannocci <sup>24</sup> 2003) e conseguirem transmitir uma parcela de luz do fotopolimerizador ao terço apical do canal radicular (Goracci et al. <sup>25</sup> 2008).

O fato dos PFV possuírem módulo de elasticidade semelhante ao da dentina faz com que as fraturas, quando ocorrem, sejam com maior frequência reversíveis, passíveis de reparo (Tay e Pashley <sup>2</sup> 2007; Akkayan e Gulmez <sup>26</sup> 2002; Naumann et al. <sup>27</sup> 2005). Somado a esse fato, o tipo de restauração final e a presença de dentes adjacentes são fatores significativos para determinar a diminuição da taxa de fraturas em dentes restaurados com esses pinos (Signore et al. <sup>28</sup> 2009; Bitter et al. <sup>29</sup> 2009) (Naumann et al. <sup>27</sup> 2005). Além disso, possuem alta resistência à fratura (Ho et al. <sup>30</sup> 2011), resultados clinicamente satisfatórios quando comparado aos NMF (Gbadebo et al. <sup>31</sup> 2014) e capacidade de serem cimentados adesivamente (Boschian Pest et al. <sup>32</sup> 2002). Devido a sua composição, os PFV conferem uma natureza compatível com os monômeros resinosos presentes na composição dos sistemas de cimentação adesiva, isso promove uma adesão química entre os materiais utilizados (Goracci e Ferrari <sup>21</sup> 2011; Boschian Pest et al. <sup>32</sup> 2002; De Munck et al. <sup>33</sup> 2005; Goracci et al. <sup>34</sup> 2007). Deste modo, para que este monobloco atue como uma unidade mecanicamente homogênea, dois pré-requisitos são necessários: os materiais que constituem o monobloco devem ter a habilidade de se aderirem forte e mutuamente uns aos outros; e, esses materiais devem possuir um módulo de elasticidade similar ao seu substrato (Tay e Pashley <sup>2</sup> 2007; Qualtrough e Mannocci <sup>24</sup> 2003).

Os PFV são mantidos adesivamente no conduto radicular através da interação micromecânica do agente de união com as fibrilas colágenas expostas na dentina após desmineralização (De Munck et al. <sup>33</sup> 2005; Ferrari, M. et al. <sup>35</sup> 2000). O sucesso dessa união está intimamente relacionada à eficiência da penetração dos monômeros resinosos aos espaços interfibrilares, ao total recobrimento das fibrilas colágenas pelo adesivo e à adequada polimerização do sistema adesivo (Ferrari, M. et al. <sup>35</sup> 2000; Rosenstiel et al. <sup>36</sup> 1998; Reis et al. <sup>37</sup> 2007).

A cimentação dos PFV é feita utilizando cimentos resinosos convencionais, associados a sistemas adesivos, ou autocondicionantes (Boschian Pest et al. <sup>32</sup> 2002; Goracci et al. <sup>34</sup> 2007). Porém, um grande desafio para o cirurgião dentista é selecionar adequadamente o sistema adesivo para este procedimento, uma vez que diversos produtos estão disponíveis no mercado, podendo assim serem usados com diferentes combinações de cimentos resinosos (Goracci e Ferrari <sup>21</sup> 2011).

Os sistemas adesivos podem ser divididos quanto ao tratamento do substrato em: convencionais (*etch & rinse*) e autocondicionantes (*self-etch*); desta forma, o que separa essa classificação é a necessidade ou não do condicionamento ácido dental prévio (De Munck et al. <sup>33</sup> 2005; Monticelli et al. <sup>38</sup> 2008). Os sistemas adesivos convencionais promovem a desmineralização dos substratos e remoção da *smear layer* previamente a aplicação do sistema adesivo. Já nos autocondicionantes a etapa da desmineralização do substrato e infiltração do adesivo ocorrem simultaneamente, devido a adição de monômeros acídicos em sua composição (De Munck et al. <sup>33</sup> 2005; Ferrari, M. et al. <sup>35</sup> 2000), estes modificam a *smear layer*, que é englobada à camada híbrida (Monticelli et al. <sup>38</sup> 2008; Van Meerbeek et al. <sup>39</sup> 2003).

Quanto à forma de aplicação, os sistemas convencionais podem ser classificados em 2 ou 3 passos. O sistema adesivo de 2 passos associa o *primer* ao sistema adesivo no mesmo frasco. Esse sistema utiliza o condicionamento com ácido fosfórico, lavagem, aplicação de *primer* e/ou adesivo (2 ou 3 passos) (De Munck et al. <sup>33</sup> 2005). Os adesivos autocondicionantes ao incorporar na fórmula monômeros ácidos polimerizáveis junto ao *primer*, se apresentam em 2 passos. Quando há incorporação do *bond* ou monômero hidrófobo ao *primer* ácido temos o sistema comercializado em 1 passo, ou seja, em frasco único (Pashley e Tay <sup>40</sup> 2001). Geralmente, os monômeros acídicos nos sistemas autocondicionantes são ésteres originários a partir da reação de um álcool bivalente com ácido metacrílico e derivados do ácido fosfórico/caboxílico (Yoshida et al. <sup>41</sup> 2004).

Recentemente, uma nova classe de adesivos foi introduzida no mercado como “Universal” ou “Multi-modo”. São essencialmente adesivos autocondicionantes de um passo, que podem ser associados ou não ao condicionamento prévio com ácido fosfórico, ou ainda utilizados com a técnica de condicionamento seletivo do esmalte, sendo o profissional responsável por optar pela estratégia adesiva mais adequada (Hanabusa, Masao et al. <sup>42</sup> 2012; Perdigão et al. <sup>43</sup> 2012; Munoz et al. <sup>44</sup> 2013; Marchesi et al. <sup>45</sup> 2014).

Os sistemas adesivos universais apresentam monômeros funcionais em sua composição, como o 10-MDP (metacriloiloxidecil di-hidrogênio fosfato), capazes de se unir ionicamente à hidroxiapatita (Perdigão et al. <sup>43</sup> 2012; Hanabusa, M. et al. <sup>46</sup> 2012). Acredita-se que essa união química adicional contribua no potencial de união ao substrato dental (Yoshida et al. <sup>41</sup> 2004).

Apesar de toda a evolução no desenvolvimento dos sistemas adesivos, a falha mais frequente de PFV cimentados nos condutos radiculares é o desprendimento do pino da interface cimento / dentina, resultando em falhas adesivas (Dietschi et al. <sup>6</sup> 2008; Malferrari et al. <sup>47</sup> 2003; Cagidiaco et al. <sup>48</sup> 2007; Monticelli et al. <sup>49</sup> 2003; Naumann et al. <sup>50</sup> 2008; Rathke et al. <sup>51</sup> 2009). Este tipo de falha tem sido atribuído principalmente a erros durante a cimentação (Bitter et al. <sup>29</sup> 2009; Malferrari et al. <sup>47</sup> 2003; Cagidiaco et al. <sup>48</sup> 2007; Monticelli et al. <sup>49</sup> 2003; Naumann et al. <sup>50</sup> 2008). Desta maneira, o procedimento de cimentação de um PFV representa um importante passo no seu uso clínico (Goracci et al. <sup>34</sup> 2007).

A cimentação de um pino apresenta dificuldades como o acesso limitado devido à anatomia do canal radicular, difícil visibilidade e controle de umidade, principalmente no terço apical (Hayashi et al. <sup>22</sup> 2008). Além disso, há vários outros fatores que afetam negativamente a adesão dos agentes cimentantes ou interferem na sua polimerização, tais como: a influência do fator-C no interior do canal radicular (Schwartz <sup>20</sup> 2006; Breschi, Lorenzo et al. <sup>52</sup> 2009; Tay et al. <sup>53</sup> 2005), características do substrato (Schwartz <sup>20</sup> 2006; Breschi, Lorenzo et al. <sup>52</sup> 2009), dificuldade da remoção da *smear layer* (Goracci e Ferrari <sup>21</sup> 2011; Breschi, Lorenzo et al. <sup>52</sup> 2009), dificuldade de evaporação dos solventes (Breschi, Lorenzo et al. <sup>52</sup> 2009), dificuldade de acesso da luz (Goracci et al. <sup>25</sup> 2008; Breschi, Lorenzo et al. <sup>52</sup> 2009; Faria e Silva et al. <sup>54</sup> 2007), incompatibilidade entre sistemas adesivos e cimentos a base de resina (Breschi, Lorenzo et al. <sup>52</sup> 2009) e falhas nas propriedades mecânicas dos materiais (Schwartz <sup>20</sup> 2006; Breschi, Lorenzo et al. <sup>52</sup> 2009; Faria e Silva et al. <sup>54</sup> 2007).

Além das dificuldades derivadas da anatomia, ainda temos diferenças morfológicas da dentina nos diferentes terços do canal radicular (Ferrari, M. et al. <sup>35</sup> 2000). A principal diferença está na densidade e distribuição dos túbulos dentinários que diminui da região cervical em sentido apical (Ferrari, M. et al. <sup>35</sup> 2000; Tay et al. <sup>53</sup> 2005). Esta distribuição está associada a duas correntes: uma acredita que a formação de *tags* resinosos longos está associada a uma maior RU (Faria e Silva et al. <sup>54</sup> 2007; Kurtz et al. <sup>55</sup> 2003; Wang et al. <sup>56</sup> 2008), sendo responsável por 30% da RU total (Ferrari, Marco et al. <sup>57</sup> 2001). Entretanto, a hipótese mais aceita atualmente é que a superfície de dentina intertubular seja a principal responsável pela formação de uma maior área de camada híbrida, contribuindo mais para a adesão do que os

tags resinosos (Bitter et al. <sup>58</sup> 2006; Kremeier et al. <sup>59</sup> 2008; Gaston et al. <sup>60</sup> 2001; Suzuki e Finger <sup>61</sup> 1988; Muniz e Mathias <sup>62</sup> 2005).

No entanto, mesmo diante de tantos desafios, as restaurações retidas por PFV apresentam um adequado desempenho clínico quando corretamente indicadas (Signore et al. <sup>28</sup> 2009; Ferrari, M. et al. <sup>35</sup> 2000; Cagidiaco et al. <sup>48</sup> 2007; Monticelli et al. <sup>49</sup> 2003; Breschi, Lorenzo et al. <sup>52</sup> 2009; Frydman et al. <sup>63</sup> 2013; Grandini et al. <sup>64</sup> 2005; Hedlund et al. <sup>65</sup> 2003).

A fim de melhorar a adesão de pinos, algumas estratégias têm sido sugeridas na literatura (Hayashi et al. <sup>22</sup> 2008; Breschi, L. et al. <sup>66</sup> 2010). Essas estratégias, muitas vezes, além de adicionar muitos passos ou tempo na prática clínica, têm resultados, geralmente, controversos (Ferrari, M. et al. <sup>35</sup> 2000). A forma de aplicação dos sistemas adesivos pode influenciar diretamente na qualidade de adesão, sendo a aplicação ativa do adesivo sobre o substrato capaz de aumentar a resistência de união (RU) (Reis et al. <sup>37</sup> 2007; Mena-Serrano et al. <sup>67</sup> 2014; do Amaral et al. <sup>68</sup> 2009; Jacobsen e Soderholm <sup>69</sup> 1998; Chan et al. <sup>70</sup> 2003; Velasquez et al. <sup>71</sup> 2006; Dal-Bianco et al. <sup>72</sup> 2006; do Amaral et al. <sup>73</sup> 2010; Loguercio et al. <sup>74</sup> 2011). Acredita-se que esta aplicação ativa permita aumento na evaporação do solvente e também uma maior penetração dos monômeros no substrato dentinário, uma vez que a aplicação segundo as recomendações do fabricante produz uma difusão limitada na dentina desmineralizada (Dal-Bianco et al. <sup>72</sup> 2006; Hashimoto et al. <sup>75</sup> 2002; Miyazaki et al. <sup>76</sup> 2003), além de facilitar a dissolução da *smear layer* melhorando a interação micromecânica com a superfície dental (do Amaral et al. <sup>68</sup> 2009; Chan et al. <sup>70</sup> 2003; do Amaral et al. <sup>73</sup> 2010).

Com o intuito de padronizar esta aplicação, estudos recentes demonstraram que a utilização de um dispositivo sônico, com uma frequência ao redor de 170 Hz, pode melhorar a RU de sistemas adesivos à dentina (Mena-Serrano et al. <sup>67</sup> 2014; Cuadros-Sanchez et al. <sup>77</sup> 2014). Quando o adesivo é aplicado sob pressão mecânica, a malha colágena pode se expandir, aumentando sua capacidade de penetração (Jacobsen e Soderholm <sup>69</sup> 1998), melhorando assim os resultados a longo prazo tanto para adesivos convencionais (Reis et al. <sup>37</sup> 2007) como para autocondicionantes simplificados (do Amaral et al. <sup>68</sup> 2009; Loguercio et al. <sup>74</sup> 2011). Melhora na adesão também foi observada com a aplicação sônica de adesivos convencionais simplificados e alguns autocondicionantes, principalmente a longo

prazo (Mena-Serrano et al. <sup>67</sup> 2014). Todavia, estudos avaliando a eficácia destes dispositivos em dentina radicular ainda são escassos (Cuadros-Sanchez et al. <sup>77</sup> 2014).

## 2. PROPOSIÇÕES

### 2.1 Proposição geral

O presente estudo teve como objetivo geral avaliar a efetividade da utilização de um dispositivo de vibração sônica durante a aplicação de sistemas adesivos universais em algumas propriedades da interface de união criada durante a cimentação de PFV no conduto radicular.

### 2.2 Proposição específica

Os objetivos específicos foram:

- Avaliar os efeitos da utilização do dispositivo sônico durante a aplicação de três sistemas adesivos universais na resistência de união por *push-out*.
- Avaliar a nanoinfiltração por nitrato de prata no interior da camada híbrida criada pelos três sistemas adesivos universais aplicados no conduto radicular utilizando o dispositivo sônico, durante a cimentação de PFV.
- Comparar a resistência de união e nanoinfiltração entre os terços cervical, médio e apical, quando aplicados os três sistemas adesivos universais no conduto radicular utilizando o dispositivo sônico.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Material

A composição dos materiais utilizados para o procedimento de cimentação está especificada no Quadro 1.

**Quadro 1 –** Materiais utilizados no estudo, fabricante, lote, composição e instruções do fabricante.

| Figura                                                                              | Material                            | Fabricante / Lote        | Composição*                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Instruções do fabricante                                                                                                                                                                                                                               |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | Condac 37                           | FGM / 261114             | Ácido fosfórico a 37%, espessante, corante e água deionizada.                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Aplicar no interior do canal endodôntico por 15 s, lavar abundantemente, secar para remover excesso de água com jato de ar e cones de papel absorvente, sem ressecar a dentina.                                                                        |
|    | Adesivo Ambar Universal® (AU)       | FGM / 270913             | Ingredientes ativos: Monômeros metacrílicos, fotoiniciadores, co-iniciadores e estabilizante. Ingredientes inativos: carga inerte (nanopartículas de sílica) e veículo (etanol)                                                                                                                                                                 | Com o auxílio de um <i>microbrush</i> , aplique duas camadas de adesivo no interior do canal, friccionando vigorosamente nas paredes do conduto por 10 s. Cone de papel para remover acúmulo apical. Jato de ar por 10 s e fotopolimerização por 20 s. |
|  | Adesivo Single Bond Universal (SBU) | 3M ESPE / 509806         | Bisfenol A diglicidil éter dimetacrilato (Bis-GMA), metacrilato de 2-hidroxietila, sílica tratada com silício, álcool etílico, decametileno, dimetacrilato, água, 1,10-decanodiol. Fosfato metacrilato, copolímero de acrílico e ácido itacônico, canforoquinona, N,N-dimetilbenzocaína, metacrilato de 2-dimetilamonoetilo, metil etil cetona. | Com o auxílio de um <i>microbrush</i> aplique ativamente o adesivo nas paredes dos canais por 20 s, jato de ar por 5 s, remoção de excesso com cone de papel e fotopolimerização por 10 s.                                                             |
|  | Adesivo Prime & Bond Elect (PBE)    | Dentstply Caulk / 130202 | Resina mono-, di- e trimetacrilato, PENTA, diquetona, óxido fosfínico orgânico, estabilizantes, cetilamina, hidrófluoreto, cetona, água.                                                                                                                                                                                                        | Aplicar de 2 a 3 gotas com o auxílio de um <i>microbrush</i> no interior do conduto, agitando por 20 s, remover os excessos com 5 s de jato de ar, cone de papel e fotopolimerização por 10 s.                                                         |
|  | Cimento Resinoso All Cem®           | FGM / 310114             | Pasta base: monômeros metacrílicos (TEGDMA, BisEMA e BisGMA), canforoquinona, co-iniciadores, micropartículas de vidro de bário-alumínio-silicatos, nanopartículas de dióxido de silício, pigmentos inorgânicos e conservantes. Pasta catalizadora: monômeros metacrílicos, peróxido de dibenzoíla e estabilizantes, micropartículas            | Misture comprimentos iguais das pastas por 10 s, aplique o cimento no interior do canal com auxílio de seringa, posicione o pino no canal radicular, retire os excessos e fotopolimerize por 40 s na superfície oclusal.                               |

|                                                                                   |                             |                          |                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|--------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                   |                             |                          | de vidro de bário-alumínio-silicatos.                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|  | Cimento resinoso RelyX™ ARC | 3M ESPE / N603832        | Pasta A: Bis-GMA, TEGDMA, partículas inorgânicas de zircônia e sílica (68% em peso), fotoiniciadores, amina e pigmentos.<br>Pasta B: Bis-GMA, TEGDMA, peróxido de benzoíla, partículas inorgânicas de zircônia e sílica (67% em peso). | Manipular as pastas em proporções iguais durante 10 s, levar o cimento no interior do canal endodôntico com o auxílio de uma seringa apropriada, assentar o pino no interior do conduto, remover os excessos de cimento e fotoativar por 40 s, pela superfície oclusal. |
|  | Cimento Resinoso Enforce    | Dentply Caulk / L946205G | Base: metacrilatos, carga inorgânica, pigmentos, fotoiniciadores e estabilizantes<br>Catalizador: metacrilatos, carga inorgânica, pigmentos, fotoiniciadores e estabilizantes.                                                         | Misturar quantidades iguais de pasta base e pasta catalizadora, misturar vigorosamente por no máximo 30 s, aplicar no canal com o auxílio de seringa, posicionar o pino, limpar os excessos e fotopolimerizar por 40 s.                                                 |

\*Composição de acordo com fabricante

## 3.2 Métodos

### 3.2.1 Preparos das amostras

#### 3.2.1.1 Seleção dos Dentes

A realização da parte experimental desse estudo foi aprovada pela Comissão de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG, parecer nº 1.090.299). Foram selecionados 54 pré-molares inferiores permanentes, obtidos junto ao Banco de Dentes Humanos da UEPG (Anexo A).

Previamente ao estudo, os dentes foram limpos com curetas periodontais e armazenados em água destilada à temperatura ambiente. Os dentes selecionados obedeceram aos seguintes critérios de inclusão: unirradiculares, ausência de cárie, dilacerações radiculares e tratamentos endodôntico prévio, além de um comprimento radicular médio de 14 mm medido da junção cimento-esmalte.

#### 3.2.1.2 Preparo dos Dentes

Os dentes foram seccionados perpendicularmente em relação ao seu longo

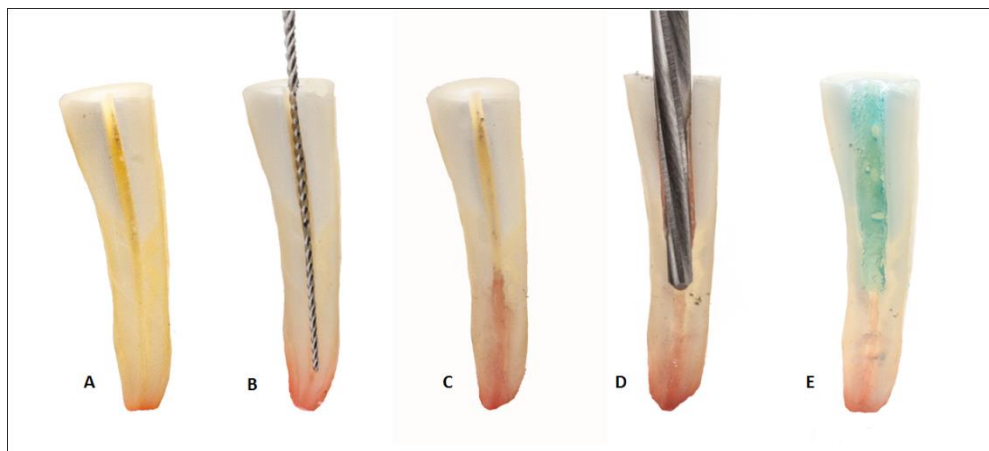
eixo, imediatamente abaixo à JCE, com um disco de diamante montado em uma máquina de corte ISOMET 1000 (Buehler, Lake Bluff, IL, EUA) a uma frequência de 400 rpm sob refrigeração com água constante, de modo a obter acesso ao canal radicular.

### 3.2.1.3 Tratamento Endodôntico

O esvaziamento do conduto foi realizado com limas tipo K (Dentsply, Maillefer, Ballaigues, Suíça) nº 10, associando solução de hipoclorito de sódio 1% (NaOCl). A lima foi recuada 1 mm em relação ao forame apical para estabelecer o comprimento de trabalho.

A instrumentação dos canais foi realizada sob irrigação com NaOCl 1%, sendo o preparo apical realizado até a lima nº 40 e, em seguida, até lima nº 55 pela técnica de escalonamento, padronizando-se assim o diâmetro dos condutos. Em sequência, a irrigação foi realizada com 1 mL de NaOCl 1%, seguidos de irrigação final com soro fisiológico (Figura 1A e 1B).

Os condutos radiculares foram secos com pontas de papel absorvente (Dentsply, Maillefer, Petrópolis, RJ, Brasil) e na sequência obturados, somente os 4 mm apicais, usando a técnica da condensação vertical aquecida (Schilder <sup>78</sup> 1967), utilizando cones de guta-percha (Tanari, Manacapuru, AM, Brasil) e cimento obturador (Sealer 26, Dentsply Indústria e Comércio Ltda, Petrópolis, RJ, Brasil), manipulado de acordo com as instruções do fabricante (Figura 1C).



**Figura. 1** Raízes de pré-molares ilustrando o acesso ao canal pela remoção da coroa (A); instrumentação endodôntica (B); obturação do terço apical do conduto (C); preparo do conduto com broca específica para receber o pino (D); condicionamento ácido da dentina radicular com ácido fosfórico 37% (E).

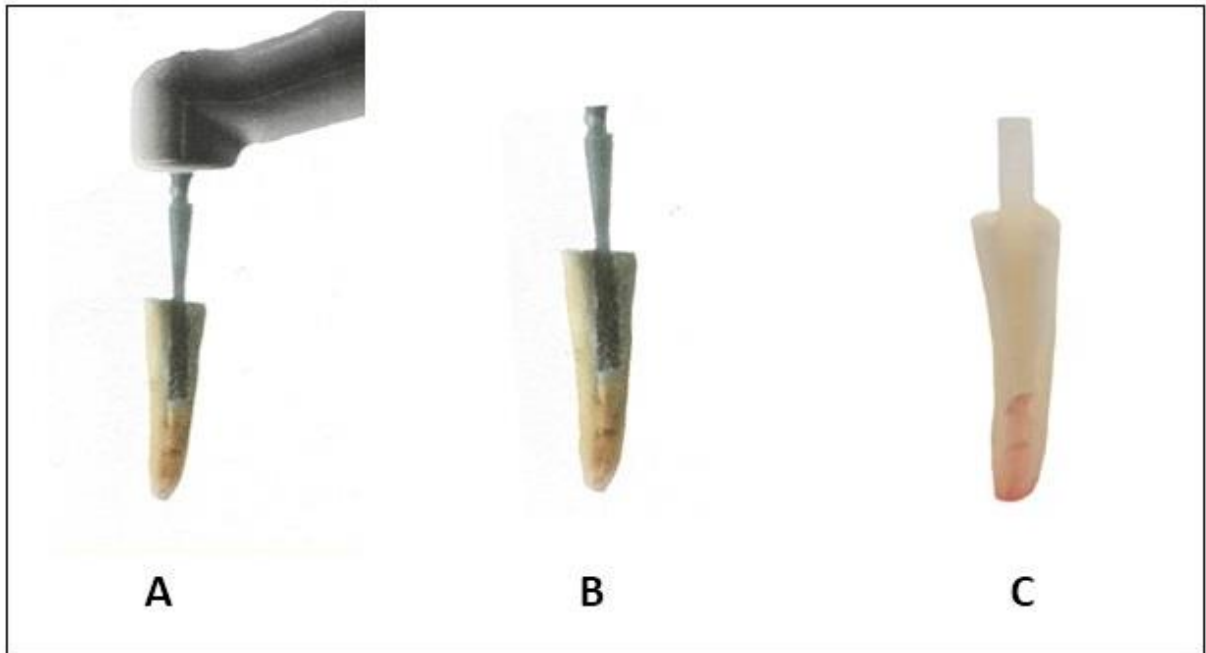
Finalizado o tratamento endodôntico, tomadas radiográficas periapicais dos canais radiculares (películas radiográficas Kodak Ultra, Eastman Kodak, NY, EUA) foram realizadas para verificação da completa ausência de material obturador além dos 4 mm apicais dos canais. Em seguida, foi realizado um vedamento da entrada dos canais radiculares dos dentes com cimento de ionômero de vidro (Vitro Fil, DFL, Rio de Janeiro, RJ, Brasil).

#### 3.2.1.4 Preparo dos canais radiculares

Após 24 horas de armazenamento em água destilada a  $37^{\circ} \pm 1^{\circ} \text{ C}$ , por um mesmo operador, foram realizados os preparos dos condutos, com o auxílio de brocas de preparos indicadas pelo fabricante dos pinos (Whitepost DC, FGM, Joinville, SC, Brasil) adaptadas em um contra ângulo de baixa rotação, para possibilitar a adaptação do PFV nº 2 (Figura 1D). Todos os canais preparados foram lavados com 10 mL de solução de NaOCl a 1 % além de uma irrigação final de 10 mL de água destilada e secos por 3 s de jato de ar e 3 pontas de papel absorvente (Dentsply, Maillefer, Petrópolis, RJ, Brasil).

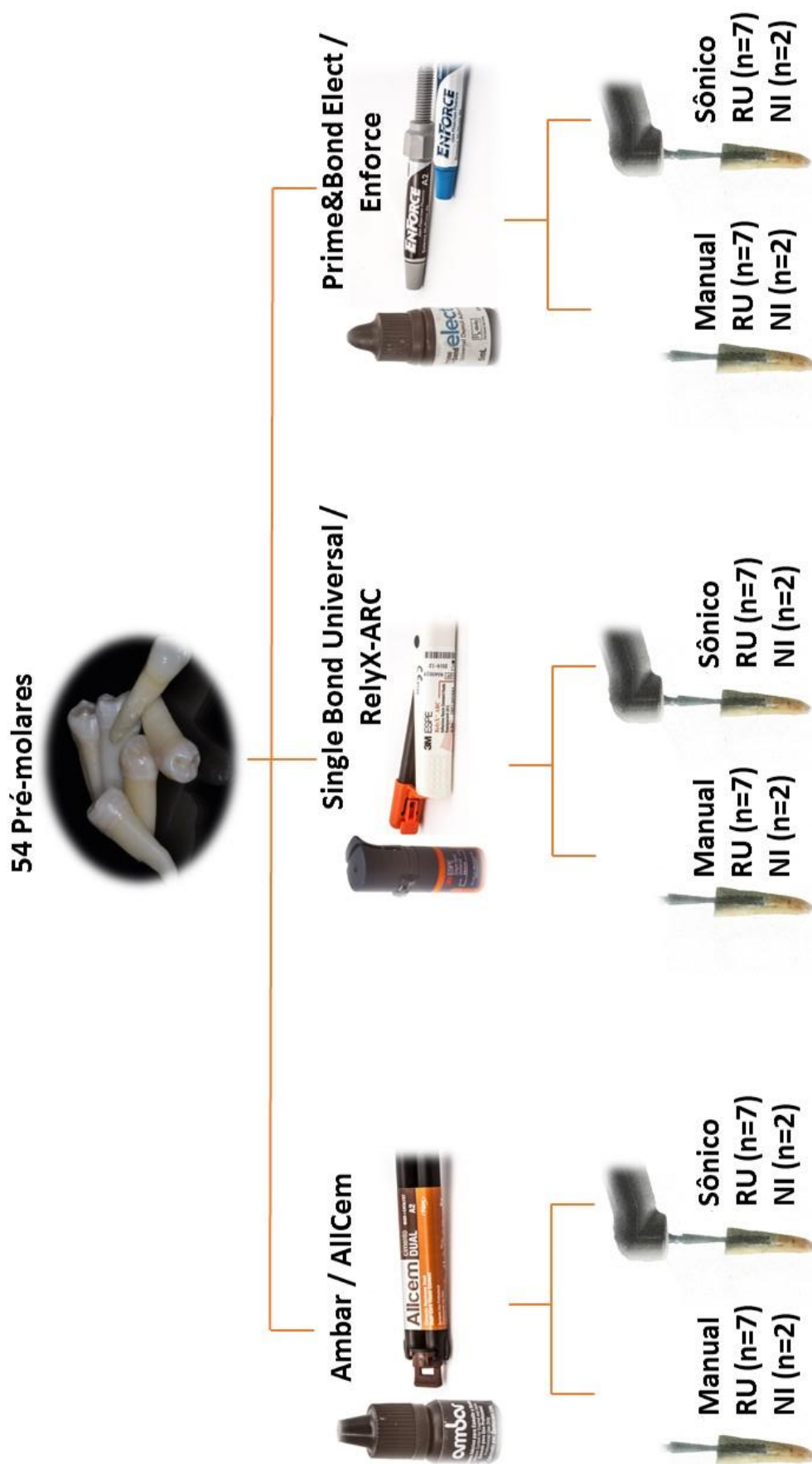
#### 3.2.1.5 Cimentação dos Pinos

Os pinos foram previamente seccionados horizontalmente na extremidade coronária, por meio de um disco diamantado de dupla face (KG Sorensen, São Paulo, SP, Brasil) sob constante refrigeração com água, resultando em 13 mm de comprimento, para que 10 mm do pino ocupasse o comprimento de trabalho radicular, e os outros 3 mm servissem como guia para a distância do aparelho fotoativador durante a fotoativação dos espécimes, e para que fosse possível também certificar o completo assentamento dos pinos nos condutos preparados (10 mm).



**Figura 2.** Aplicação do adesivo dentinário de forma ativa (A) ou manual (B), posicionamento do pino com cimento resinoso (C).

Os grupos foram divididos aleatoriamente de acordo com o sistema adesivo/cimento resinoso (Ambar Universal / AllCem, Prime & Bond Elect / Enforce, Single Bond Universal/RelyX ARC) (Quadro 1), e com aplicação sônica ou manual do adesivo, resultando em 6 grupos experimentais, conforme fluxograma (Figura 3).



**Figura 3** – Fluxograma referente a organização dos grupos experimentais divididos entre os sistemas adesivos e seus respectivos cimentos resinosos (Ambar Universal / AllCem, Prime & Bond Elect / Enforce, Single Bond Universal / RelyX ARC), modo de aplicação do adesivo (ativo com o dispositivo sônico e manual) com seus números amostrais correspondentes.

Para a cimentação do pino, primeiramente foi aplicado o ácido fosfórico a 37% (Condac 37 FGM) no interior do canal, por 15 s e lavados com água em abundância por mais 15 s (Figura 1E). O excesso de água foi removido com 10 s de leve jato de ar e 2 cones de papel absorvente (Dentsply Maillefer, Petrópolis, RJ, Brasil). O pino foi provado no canal radicular e cada sistema adesivo foi aplicado conforme as recomendações de cada fabricante (Figura 2B) ou utilizando o dispositivo sônico (Smart, FGM, Prod. Odontológicos, Joinville, SC, Brasil) (Figura 2A).



**Figura 4 -** Dispositivo sônico Smart (FGM) com *microbrush* acoplado na sua extremidade.

Este aparelho emite uma vibração oscilatória de 10.200 rpm ou 170 Hz (Mena-Serrano et al., 2014). O dispositivo tem possibilidade de ajuste de cinco frequências diferentes oscilantes (144,5, 150, 170, 223,5 e 167,5 Hz) e o presente estudo utilizou a frequência central do dispositivo (170 Hz), emitindo uma frequência oscilatória de 10.200 rpm (Mena-Serrano et al. <sup>67</sup> 2014). Em sua extremidade era adaptado um *microbrush*, o dispositivo era acionado na frequência desejada, e o adesivo era aplicado no interior do conduto, friccionando a ponta ativa do *microbrush* nas paredes do canal pelo tempo indicado pelo fabricante. Um leve jato de ar foi então aplicado para a evaporação dos solventes e um cone de papel absorvente foi inserido no conduto para retirada do excesso de adesivo. O conduto foi exposto à luz do fotopolimerizador segundo as recomendações do fabricante de cada adesivo, com um aparelho fotopolimerizador a base de luz emitida por diodo (LED, Rádi Cal, SDI, Victoria, Austrália) com irradiância de aproximadamente 1200 mW/cm<sup>2</sup>.

Os respectivos cimentos foram manipulados conforme instruções de cada fabricante (Quadro 1), introduzidos no conduto com o auxílio de seringa estéril 100U.I./cc (Descartapack, Ilhota, Santa Catarina, Brasil) e agulha 1,20 x 40 mm (BD

PrecisionGlide, Curitiba, Paraná, Brasil), os pinos foram estabilizados com uma leve pressão digital, os excessos removidos, e o conjunto cimento-pino foi exposto à luz do fotopolimerizador seguindo a recomendação dos fabricantes (40s – 1200 mW/cm<sup>2</sup>) (Figura 2C). Após esses procedimentos de cimentação, todos os espécimes foram armazenados em umidade relativa a 37° ± 1° C por 24 h.

#### 3.2.1.6 Preparo dos Espécimes

Os espécimes foram seccionados perpendicularmente em relação ao seu longo eixo com o auxílio de um disco de diamante 102 x 0,3 mm (Buehler, Lake Bluff, IL, EUA) montado em uma máquina de corte IsoMet 1000 (Buehler, EUA) sob refrigeração com água constante, com frequência de 400 rpm (Figura 5). Seis fatias com espessura de aproximadamente 1 mm foram obtidas, e suas espessuras verificadas com paquímetro digital de precisão de 0,01 mm (Mitutoyo Digimatic Caliper, Suzano, SP, Brasil) (Figura 6). Secções seriadas foram feitas até o aparecimento da guta-percha na região apical. A primeira fatia coronária de todas as raízes foi descartada, para evitar que o excesso de cimento resinoso naquela região pudesse influenciar os resultados.



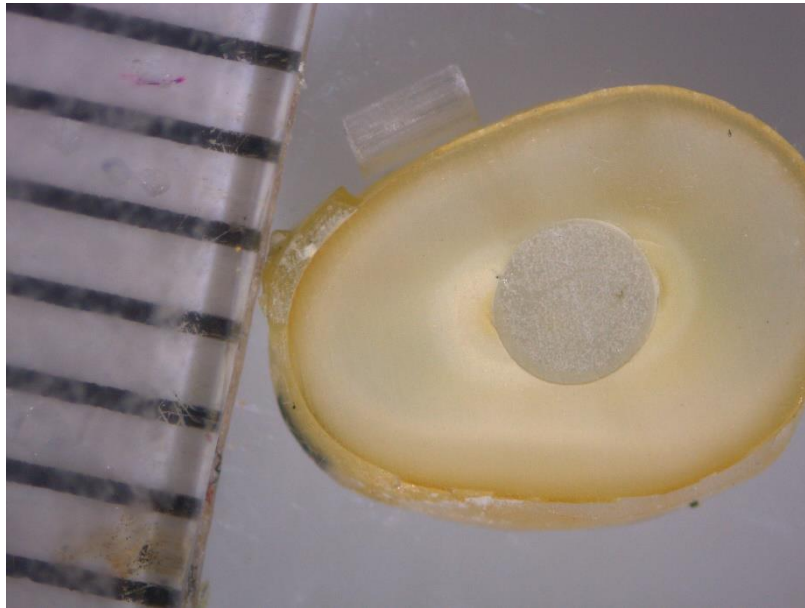
**Figura 5 –** Seccionamento transversal da raiz com disco de corte diamantado em fatias de aproximadamente 1 mm.



**Figura 6 –** Verificação da espessura da fatia após corte transversal com paquímetro digital de precisão de 0,01 mm.

Todos os espécimes foram observados com um microscópio de luz na ampliação 10 X para detectar qualquer defeito causado pelo processo de corte. Os cortes foram fotografados em ambos os lados, com um microscópio óptico (modelo BX 51, Olympus, Tóquio, Japão) em uma ampliação a 40 X a fim de medir o diâmetro coronal e apical dos pinos, com o objetivo de calcular a área adesiva para cada fatia obtida. Esta mensuração foi realizada com o auxílio do Software Image Tool (Departamento de Ciências Diagnósticas da Universidade do Texas, Centro de Ciências da Saúde, Santo Antônio, Texas, EUA) (Figura 7).

Um total de sete dentes por grupo foram avaliados em RU por *push-out* e dois dentes foram avaliados quanto à NI em MEV.



**Figura 7 –** Foto da imagem obtida do microscópio óptico (modelo BX 51, Olympus, Tóquio, Japão) para mensuração do diâmetro do pino.

### 3.2.2 Testes

#### 3.2.2.1 Teste de resistência de união (RU) por *push-out*

Para o teste de RU ao *push-out*, cada corpo de prova foi posicionado sobre um dispositivo metálico adaptado em uma máquina de ensaio universal (Instron Corp, Canton, MA, EUA). O dispositivo possuía uma pequena abertura central que coincidia com a direção do pino. Deste modo, o lado coronal foi posicionado para baixo, de tal forma que a carga exercesse uma força compressiva constante, no sentido ápico-coronal até que o pino se deslocasse (Figura 8). As pontas metálicas cilíndricas (atuadores) usadas correspondiam ao diâmetro do pino para cada terço analisado.

Para esse ensaio mecânico, foi utilizada uma célula de carga de 100 kg à uma velocidade de 0,5 mm/min até o deslocamento do pino. O valor da carga foi registrado em Newtons (N), o qual foi dividido pelo valor da área adesiva (mm<sup>2</sup>), sendo então a RU expressa em Megapascal (MPa).

A área de união ( $S_L$ ) foi calculada mediante a fórmula utilizada para área de superfície lateral de um cone truncado:

$$S_L = \pi [ (R + r) \cdot (h^2 + (R - r)^2 )^{0,5} ]$$

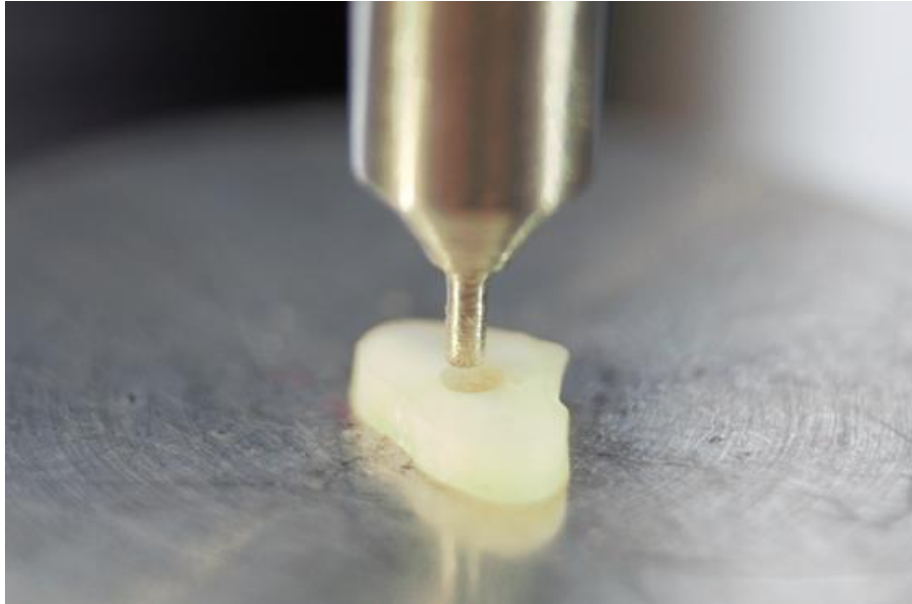
Onde:

$\pi$  = constante 3,1416

R = raio cervical do pino (mm)

r = raio apical do pino (mm)

h = espessura dos corpos de prova (mm)



**Figura 8 –** Teste de push-out. Espécime sendo posicionado com o longo eixo do pino paralelo à ponta ativa do dispositivo.

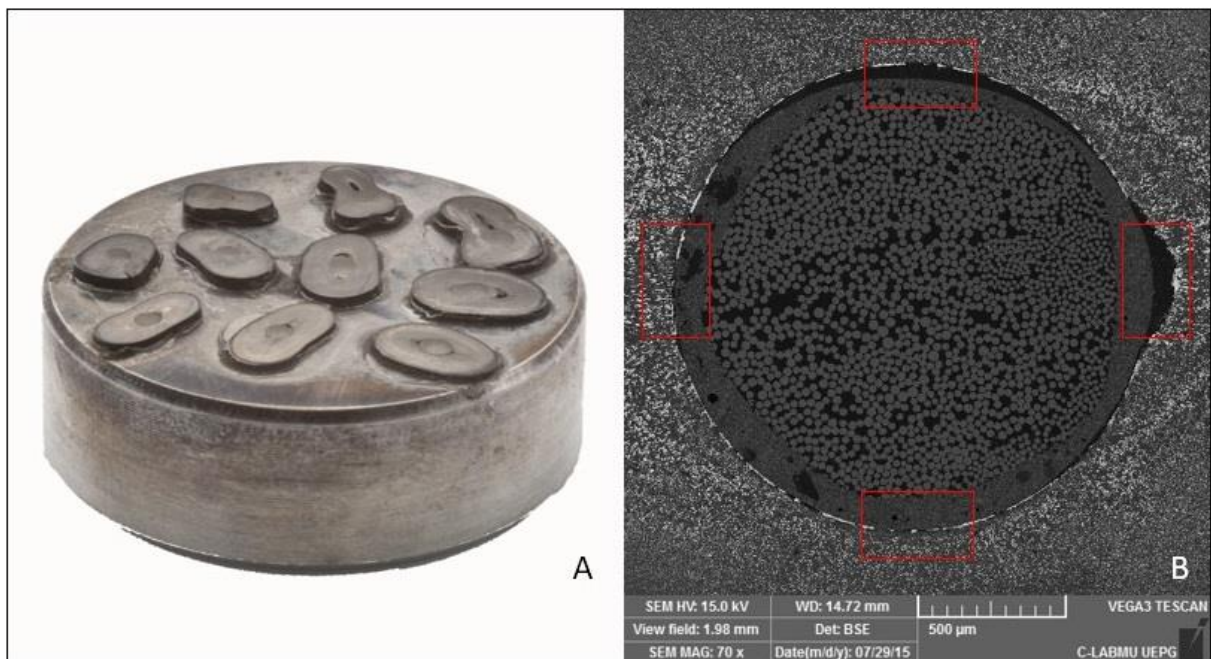
#### 3.2.2.2 Análise do padrão de Fratura

Após a avaliação da RU, o modo de fratura de todos os espécimes foi avaliado em microscópio óptico com 40 X de aumento (modelo BX 51, Olympus, Tóquio, Japão). Cada espécime foi analisado por dois operadores independentes e calibrados que classificaram os tipos de fraturas de acordo com os seguintes critérios: 1- fraturas adesivas entre cimento resinoso e dentina radicular, 2- fraturas adesivas entre cimento resinoso e PFV, 3- fraturas coesivas de cimento resinoso, 4- fraturas coesivas de PFV, 5- fraturas coesivas de dentina radicular e 6- fraturas mistas.

#### 3.2.2.3 Análise do padrão de nanoinfiltração (NI) por microscópio eletrônico de varredura (MEV)

Dois dentes de cada grupo tiveram uma fatia por terço imersas em solução traçadora por 24 h. O nitrato de prata amoniacal 50% [(AgNO<sub>3</sub>NH<sub>4</sub>) – Laboratório de química inorgânica, UEPG, Ponta Grossa, PR, Brasil] foi preparado de acordo com o

protocolo proposto por Tay (Tay et al. <sup>79</sup> 2002). Estes corpos de prova foram armazenados em ausência de luz por 24 h. Após este período, foram lavados em água corrente e imersos em solução fotoreveladora por 8 h sob luz fluorescente. Depois, foram polidos com lixas de carvão de silício com granulação decrescente até a granulação 4000, sob irrigação constante. Os espécimes foram então desidratados em sílica coloidal e metalizados com ouro (Figura 9A). Quatro pontos da interface dentina/resina foram fotografados em MEV (JSM 6360LV, Jeol Ltd. Tóquio, Japão), e posteriormente foram analisadas quantitativamente com o auxílio do Software Image Tool (Departamento de Ciências Diagnósticas da Universidade do Texas, Centro de Ciências da Saúde, Santo Antônio, Texas, EUA), a fim de verificar a NI de nitrato de prata na região da camada híbrida (Figura 9B).



**Figura 9 -** Fatias fixadas ao *stub*, polidas, desidratadas em sílica coloidal e metalizadas com ouro (A). Imagem obtida através do MEV, com a marcação nos quatro pontos a serem analisados em maior aumento (B).

### 3.4 Análise estatística

Para a comparação entre os grupos, inicialmente foi testada a normalidade, utilizando o teste de Shapiro Wilk. A equivalência das variâncias foi testada com o teste de Levene. Foi realizada ANOVA 2 fatores ("terço radicular" e "técnica de aplicação do adesivo") para cada sistema adesivo, seguido pelo teste de Bonferroni ( $\alpha = 5\%$ ). Todos os cálculos foram realizados utilizando o pacote estatístico SPSS® (Statistical Package for the Social Science) versão 20.0 (IBM, Inc Chigaco, Illinois EUA).

## 4. RESULTADOS

### 4.1. Resistência de união (RU) por *push-out*

Os valores médios de RU em MPa, seus respectivos desvio padrão, e os padrões de fratura dos espécimes para cada sistema de cimentação (Ambar Universal / AllCem; SingleBond Universal / RelyX ARC; Prime & Bond Elect / Enforce), para cada terço radicular (terços cervical, médio e apical) e para os diferentes grupos experimentais (aplicação sônica e manual do adesivo) estão dispostos na Tabela 1.

**Tabela 1** – Médias e desvio padrão de resistência de união (MPa) e padrão de fratura para os grupos experimentais.

| Condições Experimentais(*)              |          | Resistência de União<br>(MPa) |             | Padrão de fratura** |              |
|-----------------------------------------|----------|-------------------------------|-------------|---------------------|--------------|
|                                         |          | Sônico                        | Manual      | Sônico              | Manual       |
| Ambar Universal /<br>All Cem            | Cervical | 17,0±5,9 Aa                   | 6,9±1,7 Ba  | 6/0/7/1/0/0         | 10/0/4/0/0/0 |
|                                         | Médio    | 8,8±2,4 Ab                    | 8,0±1,5 Aa  | 14/0/0/0/0/0        | 11/0/3/0/0/0 |
|                                         | Apical   | 4,1±2,7 Ac                    | 6,0±3,8 Aa  | 14/0/0/0/0/0        | 13/0/1/0/0/0 |
| Single Bond<br>Universal / RelyX<br>ARC | Cervical | 7,0±2,0 Ba                    | 10,1±2,7 Aa | 13/0/1/0/0/0        | 12/0/2/0/0/0 |
|                                         | Médio    | 4,7±1,3 Bab                   | 9,1±1,7 Aab | 13/0/1/0/0/0        | 14/0/0/0/0/0 |
|                                         | Apical   | 4,2±3,6 Bb                    | 7,4±1,9 Ab  | 13/0/1/0/0/0        | 10/0/4/0/0/0 |
| Prime & Bond Elect<br>/ Enforce         | Cervical | 8,2±2,9 Aa                    | 6,5±1,3 Aa  | 14/0/0/0/0/0        | 13/0/1/0/0/0 |
|                                         | Médio    | 3,3±1,8 Ab                    | 2,9±0,9 Ab  | 14/0/0/0/0/0        | 13/0/1/0/0/0 |
|                                         | Apical   | 2,1±1,1 Ab                    | 2,0±0,6 Ab  | 14/0/0/0/0/0        | 14/0/0/0/0/0 |

Notas: (\*) Letras diferentes após as médias (Maiúsculas: comparação entre técnicas; minúsculas: comparação entre terços) indicam diferença significativa ( $p < 0,05$ ).

(\*\*) Adesiva cimento-dentina/ Adesiva cimento-pino/ Coesivas de cimento/ Coesivas de pino/ Coesivas de dentina/ Mista.

Para a RU do adesivo AU, o fator "técnicas" (sônica e manual) não foi significativo ( $p=0,051$ ), no entanto o fator "terços" (cervical, médio e apical) foi significativo ( $p=0,000$ ), bem como a interação entre técnica e terço ( $p=0,02$ ). De acordo com os resultados, a aplicação de AU utilizando o dispositivo sônico resultou em valores significativamente maiores de RU no terço cervical, enquanto nenhuma diferença significativa entre os modos de aplicação foi observada nos terços médio e apical. Na comparação entre terços, quando a aplicação foi feita com o dispositivo sônico, os valores de RU no terço cervical foram superiores àqueles observados no

terço médio, e o terço apical apresentou os menores valores de RU. Nos grupos envolvendo aplicação manual, não foram encontradas diferenças significativas entre os terços.

Para a RU do adesivo SBU, os fatores "técnica de aplicação do adesivo" ( $p=0,000$ ) e "terços" ( $p=0,026$ ) foram estatisticamente significantes. A interação entre técnica e terço não foi estatisticamente significativa ( $p=0,759$ ). Os resultados de RU para o grupo de aplicação manual foram significativamente superiores àqueles observados no grupo de aplicação sônica. Na comparação entre terços, o terço cervical apresentou maiores resultados de RU, não sendo encontradas diferenças significativas entre terço médio e apical.

Para a RU do adesivo PBE, apenas o fator "terços" foi estatisticamente significativo ( $p=0,000$ ), enquanto o fator "técnica de aplicação do adesivo" ( $p=0,320$ ) e a interação entre fatores ( $p=0,620$ ) não foram significantes. O terço cervical apresentou maior RU do que os terços médio e apical, independentemente do modo de aplicação do sistema adesivo.

Quanto ao padrão de fratura, foram observadas um maior número de falhas adesivas entre cimento resinoso e dentina, e algumas falhas mistas. Não foram observadas fraturas adesivas entre cimento e PFV, nem fraturas coesivas (Tabela 1).

#### 4.2. Análise da nanoinfiltração (NI)

Os resultados de NI estão dispostos na Tabela 2, e algumas imagens ilustrativas da interface de união observada em MEV estão dispostas nos quadros 2 e 3. Para a NI do adesivo AU, ambos fatores "técnica de aplicação do adesivo" ( $p=0,000$ ) e "terços" ( $p=0,01$ ) foram estatisticamente significantes, enquanto a interação entre os fatores não foi significativa ( $p=0,568$ ). Maior quantidade de infiltração de prata na camada híbrida foi observada no grupo de aplicação sônico, sendo terço apical o que apresentou maior porcentagem de NI.

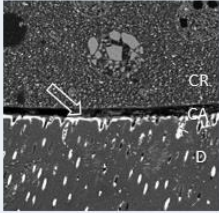
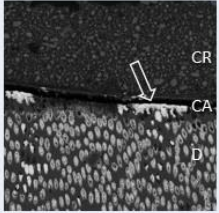
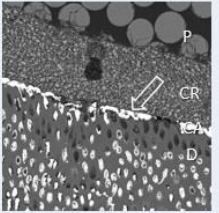
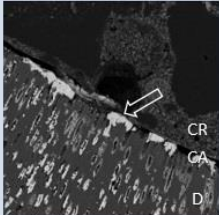
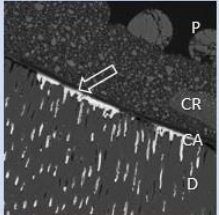
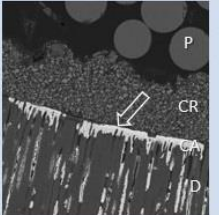
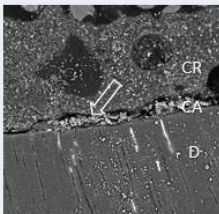
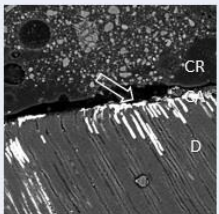
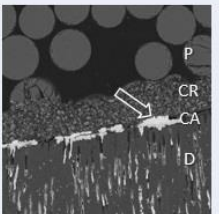
**Tabela 2** – Médias e desvio padrão de nanoinfiltração (%) para os grupos experimentais.

| Condições Experimentais(*)        |          | Nanoinfiltração (%) |             |
|-----------------------------------|----------|---------------------|-------------|
|                                   |          | Sônico              | Manual      |
| Ambar Universal / All Cem         | Cervical | 20,0±8,8 Aa         | 9,7±2,6 Ba  |
|                                   | Médio    | 20,5±6,5 Aa         | 11,0±3,3 Ba |
|                                   | Apical   | 40,6±6,1 Ab         | 14,9±1,6 Ba |
| Single Bond Universal / RelyX ARC | Cervical | 12,8±5,2 Aa         | 14,5±2,3 Aa |
|                                   | Médio    | 17,8±1,0 Aa         | 14,8±3,0 Aa |
|                                   | Apical   | 15,3±1,8 Aa         | 15,9±0,6 Aa |
| Prime & Bond Elect / Enforce      | Cervical | 22,6±4,6 Aa         | 19,4±4,9 Aa |
|                                   | Médio    | 23,8±5,2 Aa         | 18,8±7,0 Aa |
|                                   | Apical   | 23,5±9,9 Aa         | 19,5±4,4 Aa |

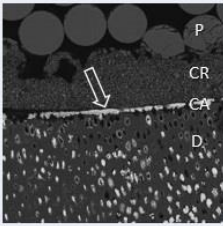
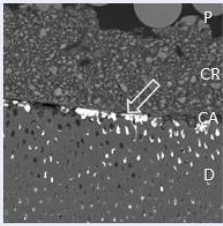
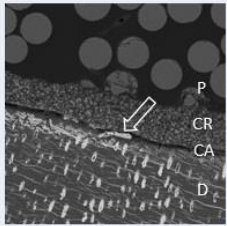
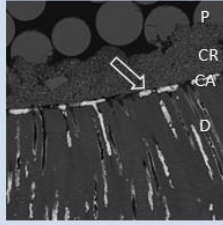
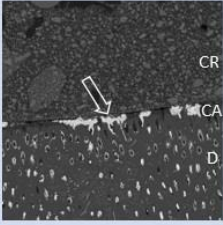
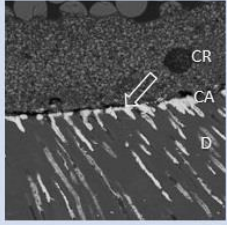
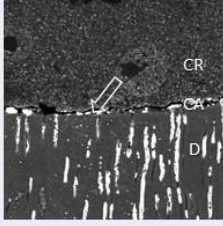
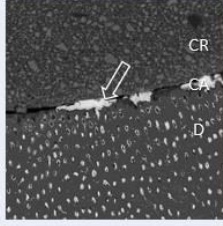
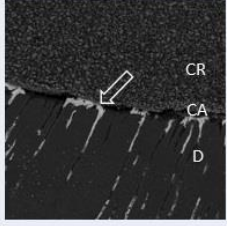
Notas: (\*) Letras diferentes após as médias (Maiúsculas: comparação entre técnicas para mesma linha; minúsculas: comparação entre terços) indicam diferença significativa ( $p < 0,05$ ).

Para a NI dos adesivos SBU e PBE, os fatores "técnica de aplicação do adesivo" ( $p=0,139$  e  $p=0,707$ , respectivamente) e "terços" ( $p=0,258$  e  $p=0,888$ , respectivamente) não foram significantes, como também a interação entre os fatores ( $p=0,626$  e  $p=0,470$ , respectivamente). Desta forma, os dados encontrados para NI dos adesivos SBU e PBE não apresentaram diferenças significativas quando diferentes técnicas de aplicação dos adesivos foram utilizadas ou quando comparados os valores de NI entre terços.

**Quadro 2 -** Fotomicrografias representativas das imagens obtidas por MEV (1000X) dos grupos que utilizaram o modo de aplicação sônica para os três sistemas adesivos. A deposição de nitrato de prata ocorreu na camada híbrida e está sendo indicada por setas. P: pino; CR: cimento resinoso; CA: camada adesiva; D: dentina.

| Aplicação Sônica |                                                                                    |                                                                                     |                                                                                      |
|------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
|                  | Ambar                                                                              | Single Bond                                                                         | Prime&Bond Elect                                                                     |
| Cervical         |   |   |   |
| Médio            |   |   |   |
| Apical           |  |  |  |

**Quadro 3 -** Fotomicrografias representativas das imagens obtidas por MEV (1000X) dos grupos que utilizaram o modo de aplicação manual para os três sistemas adesivos. A deposição de nitrato de prata ocorreu na camada híbrida e está sendo indicada por setas. P: pino; CR: cimento resinoso; CA: camada adesiva; D: dentina.

| Aplicação manual |                                                                                     |                                                                                      |                                                                                       |
|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|                  | Ambar                                                                               | Single Bond                                                                          | Prime&Bond Elect                                                                      |
| Cervical         |  |  |  |
| Médio            |  |  |  |
| Apical           |  |  |  |

## 5. DISCUSSÃO

No presente estudo, de forma geral, a utilização do dispositivo sônico não resultou em melhora na RU ou na NI. Deste modo, a hipótese alternativa foi rejeitada. Os resultados diferem daqueles encontrados em estudos prévios, nos quais maiores valores de RU foram observados quando diferentes sistemas adesivos foram aplicados utilizando o dispositivo sônico em superfícies dentinárias da coroa (Mena-Serrano et al. <sup>67</sup> 2014; do Amaral et al. <sup>68</sup> 2009; Cuadros-Sanchez et al. <sup>77</sup> 2014). Deve-se ressaltar que nesses estudos a utilização do dispositivo sônico foi comparada à aplicação manual passiva (Mena-Serrano et al. <sup>67</sup> 2014; do Amaral et al. <sup>68</sup> 2009; Cuadros-Sanchez et al. <sup>77</sup> 2014), contrária à aplicação manual ativa (de acordo com as recomendações dos fabricantes) utilizada no presente estudo. Tem sido demonstrado que a forma de aplicação manual ativa, na qual o sistema adesivo é aplicado com vigor, resulta em valores de união superiores àqueles observados quando se faz a aplicação dos mesmos adesivos na forma passiva, sem vigor durante a aplicação (Reis et al. <sup>37</sup> 2007; Mena-Serrano et al. <sup>67</sup> 2014). Deste modo, a utilização do dispositivo sônico não foi mais eficiente do que a aplicação manual seguindo a recomendação dos fabricantes nos produtos avaliados. Porém, pode-se afirmar que a aplicação sônica foi tão efetiva quanto a manual ativa na maioria dos produtos.

Curiosamente, a efetividade da utilização do dispositivo sônico durante a aplicação dos sistemas adesivos variou de acordo com o sistema adesivo utilizado. Mais especificamente, quando utilizado o sistema adesivo AU, a aplicação do sistema adesivo utilizando o dispositivo sônico mostrou-se mais efetiva do que a manual apenas no terço cervical, enquanto nenhuma diferença significativa foi notada nos outros terços. Quando aplicado o sistema SBU, por sua vez, observou-se valores de RU significativamente maiores com a aplicação manual em comparação aos valores observados com a utilização do dispositivo sônico. Já para o sistema PBE, nenhuma diferença foi observada entre os grupos envolvendo aplicação manual e aqueles envolvendo a utilização do dispositivo sônico. É sabido que a RU de sistemas adesivos no substrato dentinário está diretamente relacionada, entre outros fatores, à qualidade da infiltração dos monômeros entre as fibrilas colágenas expostas após a desmineralização do substrato (Breschi, Lorenzo et al. <sup>52</sup> 2009). A qualidade da infiltração dos monômeros adesivos na dentina desmineralizada por

sua vez está relacionada a diferentes fatores, como o grau de umidade da dentina (Reis et al. <sup>37</sup> 2007; Pashley et al. <sup>80</sup> 2007), efetividade dos solventes em remover a água presente no substrato e sua substituição por monômeros adesivos (Goracci e Ferrari <sup>21</sup> 2011; Breschi, Lorenzo et al. <sup>52</sup> 2009; Tay et al. <sup>81</sup> 2003), e adequada polimerização da camada de adesivo (Goracci e Ferrari <sup>21</sup> 2011; Goracci et al. <sup>25</sup> 2008; Breschi, Lorenzo et al. <sup>52</sup> 2009). Além disso, estudos apontam para uma possível relação entre a viscosidade do sistema empregado e a capacidade de infiltração na dentina (Asmussen e Peutzfeldt <sup>82</sup> 1998; Ferracane <sup>83</sup> 1995). No presente estudo, embora a viscosidade dos sistemas adesivos avaliados não tenha sido determinada, e não existam dados na literatura à respeito, foi possível notar diferenças aparentes na viscosidades dos adesivos avaliados durante sua manipulação, sendo o sistema SBU o produto com maior viscosidade aparente, seguido pelo sistema AU, enquanto o sistema PBE pareceu ser o mais fluido de todos os sistemas testados. Embora especula-se que o dispositivo sônico aumentaria a difusão de monômeros na dentina desmineralizada e facilitaria a evaporação de solventes (Reis et al. <sup>37</sup> 2007; Loguercio et al. <sup>74</sup> 2011), não era possível a aplicação dos sistemas adesivos com o mesmo vigor como foi feito manualmente, devido não somente às dificuldades oferecidas pela anatomia do conduto radicular como também à configuração do dispositivo sônico. Deste modo, para adesivos aparentemente mais viscosos nos quais maior vigor na aplicação é necessário, como o sistema SBU, o dispositivo sônico se mostrou menos efetivo do que a aplicação manual empregada. Por outro lado, quando aplicados sistemas adesivos com menor viscosidade aparente, como o sistema AU e o sistema PBE, o dispositivo sônico se mostrou tão efetivo quanto à aplicação manual de acordo com as recomendações dos fabricantes.

Na comparação dos valores de RU observados entre os terços radiculares, os maiores valores foram obtidos no terço cervical, independente da técnica utilizada, corroborando os achados prévios na literatura (Faria e Silva et al. <sup>54</sup> 2007; Kurtz et al. <sup>55</sup> 2003; Wang et al. <sup>56</sup> 2008; Cuadros-Sanchez et al. <sup>77</sup> 2014; Akgungor e Akkayan <sup>84</sup> 2006; Kalkan et al. <sup>85</sup> 2006; Menezes et al. <sup>86</sup> 2008; Ohlmann et al. <sup>87</sup> 2008; Khamverdi et al. <sup>88</sup> 2014), o que pode ser atribuído à variação no substrato dentinário avaliado. Neste aspecto, a dentina radicular apresenta diferenças na distribuição e densidade dos túbulos dentinários, a qual diminui significativamente da região coronal à região apical (Ferrari, M. et al. <sup>35</sup> 2000; Tay et al. <sup>53</sup> 2005). Alguns

autores associam a alta densidade dos túbulos dentinários a formação de *tags* resinosos longos e uma maior RU (Faria e Silva et al. <sup>54</sup> 2007; Kurtz et al. <sup>55</sup> 2003; Wang et al. <sup>56</sup> 2008). Além desta variação estrutural, há também a variação no grau de dificuldade de acesso para a aplicação dos materiais utilizados nos procedimentos de cimentação e fotopolimerização, o que pode afetar diretamente os valores de RU (Ferrari, Marco et al. <sup>57</sup> 2001). De acordo com Ferrari et al. (2001), a formação de *tags* de resina formados pela penetração do adesivo no interior dos túbulos dentinários é um importante fator na adesão, contribuindo com cerca de 30% da RU total. Portanto, se existe menos túbulos por mm<sup>2</sup> na região apical, a RU seria menor, visto uma menor formação de *tags* (Breschi, Lorenzo et al. <sup>52</sup> 2009; Ferrari, Marco et al. <sup>57</sup> 2001; Akgungor e Akkayan <sup>84</sup> 2006). Em contrapartida, autores que encontraram maiores valores de RU na região apical associam estes valores a uma maior superfície de dentina intertubular disponível para a adesão (Bitter et al. <sup>58</sup> 2006; Kremeier et al. <sup>59</sup> 2008). Não se deve ignorar também que, durante o condicionamento ácido, diferentes áreas de um mesmo canal radicular não respondem da mesma forma, e assim a habilidade de adesão à dentina radicular pode ser alterada nas diferentes profundidades de um mesmo canal radicular (Ferrari, M. et al. <sup>35</sup> 2000).

Considerando outros fatores, o terço apical concentra uma maior quantidade de *smear layer*, remanescentes de cimento endodôntico e guta-percha após o preparo mecânico para o pino e condicionamento ácido. Somado a isso, sistemas adesivos aplicados no conduto radicular apresentam menor capacidade de evaporação dos solventes, que podem ficar aprisionados no interior da camada híbrida, comprometendo propriedades mecânicas da interface de união (Dietschi et al. <sup>4</sup> 2007; Dietschi et al. <sup>6</sup> 2008; Ferrari, Marco et al. <sup>57</sup> 2001; Foxton et al. <sup>89</sup> 2003). Este aspecto foi confirmado pela análise do padrão de fratura, uma vez que foram observadas um maior número de falhas adesivas em dentina e algumas falhas mistas em todos os grupos experimentais, corroborando com outros autores, que também encontraram falha adesiva como a mais frequente (Marchesi et al. <sup>45</sup> 2014; Hashimoto et al. <sup>90</sup> 2004; Gu et al. <sup>91</sup> 2009). Essa menor capacidade de evaporação dos solventes também pôde ser confirmada por meio da análise de NI. De acordo com os resultados obtidos, não houve diferença nos valores de NI na maioria dos adesivos testados quando comparadas as técnicas de aplicação sônica e manual.

Deste modo, ambas as técnicas resultaram em um padrão semelhante na evaporação dos solventes do adesivo no interior da camada híbrida.

Quando comparados os valores de NI, nenhuma diferença foi notada entre as técnicas de aplicação dos sistemas adesivos e os terços na maioria dos adesivos. A exceção disto foi observada quando utilizado o adesivo AU, no qual a aplicação sônica resultou em maior NI do que a manual. Com base nesses resultados, não foi observada nenhuma relação aparente entre os valores de NI e os valores de RU observados. Embora a NI de nitrato de prata ocorre na interface de união em camadas híbridas rica em solventes com polimerização inadequada e água do adesivo (Tay et al. <sup>81</sup> 2003), tem sido demonstrado que não há uma relação direta entre esses parâmetros (Hashimoto et al. <sup>90</sup> 2004; Ding et al. <sup>92</sup> 2009). Deste modo, fica evidente que outros fatores além da NI estão relacionados à RU, principalmente no que diz respeito ao substrato radicular conforme citado anteriormente. Além disso, segundo Ding et al. (2009), é possível que as dimensões nanométricas da porosidade presente na interface de união sejam demasiadamente reduzidas para iniciarem a fratura da interface de união.

O presente estudo avaliou a eficiência do dispositivo sônico utilizado na RU e NI das interfaces de união criadas por sistemas adesivos universais em condutos radiculares utilizando condicionamento prévio com ácido fosfórico. Desta forma, não é possível extrapolar os resultados aqui encontrados para situações em que os mesmos sistemas adesivos são aplicados no modo autocondicionante, ou mesmo quando utilizados outros tipos de sistemas adesivos, como sistemas autocondicionantes propriamente ditos. Além disso, uma vez que mesmo dispositivo foi ajustado para operar em apenas uma frequência (170 Hz), é possível que a utilização de outras frequências possa proporcionar resultados diferentes daqueles encontrados nesse estudo. Deve-se salientar também que os resultados referem-se a uma avaliação em curto prazo (24 h), os quais não permitem prever a eficiência da utilização desta técnica em longo prazo. Estudos adicionais são necessários para que tais aspectos sejam melhor compreendidos.

## 6. CONCLUSÃO

Dentro das limitações do presente estudo, é possível concluir que:

A utilização de um dispositivo de vibração sônico, durante a aplicação de sistemas adesivos universais na cimentação de PFV ao conduto radicular não foi capaz de melhorar a adesão quando comparada à aplicação manual vigorosa na maioria das condições avaliadas.

O padrão de NI no interior da camada híbrida não foi influenciado pela técnica de aplicação dos sistemas adesivos universais na maioria dos produtos avaliados, e para um produto a utilização do dispositivo sônico resultou em pior padrão de nanoinfiltração.

De forma geral, a utilização do dispositivo sônico não anulou a influência dos terços radiculares na RU e NI dos sistemas adesivos avaliados.

## REFERÊNCIAS

1. Schwartz RS, Robbins JW. Post placement and restoration of endodontically treated teeth: a literature review. *Journal of endodontics*. 2004 May;30(5):289-301.
2. Tay FR, Pashley DH. Monoblocks in root canals: a hypothetical or a tangible goal. *J Endod*. 2007 Apr;33(4):391-8.
3. Zicari F, Couthino E, De Munck J, Poitevin A, Scotti R, Naert I, Van Meerbeek B. Bonding effectiveness and sealing ability of fiber-post bonding. *Dent Mater*. 2008 Jul;24(7):967-77.
4. Dietschi D, Duc O, Krejci I, Sadan A. Biomechanical considerations for the restoration of endodontically treated teeth: a systematic review of the literature--Part 1. Composition and micro- and macrostructure alterations. *Quintessence Int*. 2007 Oct;38(9):733-43.
5. Naumann M, Sterzenbac G, Alexandra F, Dietrich T. Randomized controlled clinical pilot trial of titanium vs. glass fiber prefabricated posts: preliminary results after up to 3 years. *The International journal of prosthodontics*. 2007 Sep-Oct;20(5):499-503.
6. Dietschi D, Duc O, Krejci I, Sadan A. Biomechanical considerations for the restoration of endodontically treated teeth: a systematic review of the literature, Part II (Evaluation of fatigue behavior, interfaces, and in vivo studies). *Quintessence Int*. 2008 Feb;39(2):117-29.
7. Baba NZ, Golden G, Goodacre CJ. Nonmetallic prefabricated dowels: a review of compositions, properties, laboratory, and clinical test results. *Journal of prosthodontics : official journal of the American College of Prosthodontists*. 2009 Aug;18(6):527-36.
8. Silva GR, Santos-Filho PC, Simamoto-Junior PC, Martins LR, Mota AS, Soares CJ. Effect of post type and restorative techniques on the strain and fracture resistance of flared incisor roots. *Brazilian dental journal*. 2011 22(3):230-7.
9. Martelli R. Fourth-generation intraradicular posts for the aesthetic restoration of anterior teeth. *Practical periodontics and aesthetic dentistry : PPAD*. 2000 Aug;12(6):579-84; quiz 86-8.
10. Morfis AS. Vertical root fractures. *Oral surgery, oral medicine, and oral pathology*. 1990 May;69(5):631-5.
11. Testori T, Badino M, Castagnola M. Vertical root fractures in endodontically treated teeth: a clinical survey of 36 cases. *Journal of endodontics*. 1993 Feb;19(2):87-91.
12. Ferrari M, Vichi A, Garcia-Godoy F. Clinical evaluation of fiber-reinforced epoxy resin posts and cast post and cores. *American journal of dentistry*. 2000 May;13(Spec No):15b-18b.
13. Bonfante G, Kaizer OB, Pegoraro LF, do Valle AL. Fracture strength of teeth with flared root canals restored with glass fibre posts. *International dental journal*. 2007 Jun;57(3):153-60.
14. Marchi GM, Mitsui FH, Cavalcanti AN. Effect of remaining dentine structure and thermal-mechanical aging on the fracture resistance of bovine roots with different post and core systems. *International endodontic journal*. 2008 Nov;41(11):969-76.
15. Martelli H, Pellizzer EP, Rosa BT, Lopes MB, Gonini A, Jr. Fracture resistance of structurally compromised root filled bovine teeth restored with accessory glass fibre posts. *International endodontic journal*. 2008 Aug;41(8):685-92.
16. Clavijo VG, Reis JM, Kabbach W, Silva AL, Oliveira Junior OB, Andrade MF. Fracture strength of flared bovine roots restored with different intraradicular posts. *Journal of applied oral science : revista FOB*. 2009 Nov-Dec;17(6):574-8.
17. Gomez-Polo M, Llido B, Rivero A, Del Rio J, Celemin A. A 10-year retrospective study of the survival rate of teeth restored with metal prefabricated posts versus cast metal posts and cores. *Journal of dentistry*. 2010 Nov;38(11):916-20.

18. Barjau-Escribano A, Sancho-Bru JL, Forner-Navarro L, Rodriguez-Cervantes PJ, Perez-Gonzalez A, Sanchez-Marin FT. Influence of prefabricated post material on restored teeth: fracture strength and stress distribution. *Operative dentistry*. 2006 Jan-Feb;31(1):47-54.
19. Giachetti L, Grandini S, Calamai P, Fantini G, Scaminaci Russo D. Translucent fiber post cementation using light- and dual-curing adhesive techniques and a self-adhesive material: push-out test. *J Dent*. 2009 Aug;37(8):638-42.
20. Schwartz RS. Adhesive dentistry and endodontics. Part 2: bonding in the root canal system-the promise and the problems: a review. *J Endod*. 2006 Dec;32(12):1125-34.
21. Goracci C, Ferrari M. Current perspectives on post systems: a literature review. *Aust Dent J*. 2011 Jun;56 Suppl 1(77-83).
22. Hayashi M, Okamura K, Wu H, Takahashi Y, Koytchev EV, Imazato S, Ebisu S. The root canal bonding of chemical-cured total-etch resin cements. *J Endod*. 2008 May;34(5):583-6.
23. Asmussen E, Peutzfeldt A. Direction of shrinkage of light-curing resin composites. *Acta Odontol Scand*. 1999 Dec;57(6):310-5.
24. Qualtrough AJ, Mannocci F. Tooth-colored post systems: a review. *Oper Dent*. 2003 Jan-Feb;28(1):86-91.
25. Goracci C, Corciolani G, Vichi A, Ferrari M. Light-transmitting ability of marketed fiber posts. *J Dent Res*. 2008 Dec;87(12):1122-6.
26. Akkayan B, Gulmez T. Resistance to fracture of endodontically treated teeth restored with different post systems. *The Journal of prosthetic dentistry*. 2002 Apr;87(4):431-7.
27. Naumann M, Blankenstein F, Kiessling S, Dietrich T. Risk factors for failure of glass fiber-reinforced composite post restorations: a prospective observational clinical study. *European journal of oral sciences*. 2005 Dec;113(6):519-24.
28. Signore A, Benedicenti S, Kaitsas V, Barone M, Angiero F, Ravera G. Long-term survival of endodontically treated, maxillary anterior teeth restored with either tapered or parallel-sided glass-fiber posts and full-ceramic crown coverage. *J Dent*. 2009 Feb;37(2):115-21.
29. Bitter K, Noetzel J, Stamm O, Vaudt J, Meyer-Lueckel H, Neumann K, Kielbassa AM. Randomized clinical trial comparing the effects of post placement on failure rate of postendodontic restorations: preliminary results of a mean period of 32 months. *J Endod*. 2009 Nov;35(11):1477-82.
30. Ho YC, Lai YL, Chou IC, Yang SF, Lee SY. Effects of light attenuation by fibre posts on polymerization of a dual-cured resin cement and microleakage of post-restored teeth. *Journal of dentistry*. 2011 Apr;39(4):309-15.
31. Gbadebo OS, Ajayi DM, Oyekunle OO, Shaba PO. Randomized clinical study comparing metallic and glass fiber post in restoration of endodontically treated teeth. *Indian journal of dental research : official publication of Indian Society for Dental Research*. 2014 Jan-Feb;25(1):58-63.
32. Boschian Pest L, Cavalli G, Bertani P, Gagliani M. Adhesive post-endodontic restorations with fiber posts: push-out tests and SEM observations. *Dent Mater*. 2002 Dec;18(8):596-602.
33. De Munck J, Van Landuyt K, Peumans M, Poitevin A, Lambrechts P, Braem M, Van Meerbeek B. A critical review of the durability of adhesion to tooth tissue: methods and results. *J Dent Res*. 2005 Feb;84(2):118-32.
34. Goracci C, Grandini S, Bossu M, Bertelli E, Ferrari M. Laboratory assessment of the retentive potential of adhesive posts: a review. *J Dent*. 2007 Nov;35(11):827-35.
35. Ferrari M, Mannocci F, Vichi A, Cagidiaco MC, Mjor IA. Bonding to root canal: structural characteristics of the substrate. *Am J Dent*. 2000 Oct;13(5):255-60.

36. Rosenstiel SF, Land MF, Crispin BJ. Dental luting agents: A review of the current literature. *J Prosthet Dent.* 1998 Sep;80(3):280-301.
37. Reis A, Pellizzaro A, Dal-Bianco K, Gones OM, Patzlaff R, Loguercio AD. Impact of adhesive application to wet and dry dentin on long-term resin-dentin bond strengths. *Oper Dent.* 2007 Jul-Aug;32(4):380-7.
38. Monticelli F, Ferrari M, Toledano M. Cement system and surface treatment selection for fiber post luting. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal.* 2008 Mar;13(3):E214-21.
39. Van Meerbeek B, De Munck J, Yoshida Y, Inoue S, Vargas M, Vijay P, Van Landuyt K, Lambrechts P, Vanherle G. Buonocore memorial lecture. Adhesion to enamel and dentin: current status and future challenges. *Operative dentistry.* 2003 May-Jun;28(3):215-35.
40. Pashley DH, Tay FR. Aggressiveness of contemporary self-etching adhesives. Part II: etching effects on unground enamel. *Dental materials : official publication of the Academy of Dental Materials.* 2001 Sep;17(5):430-44.
41. Yoshida Y, Nagakane K, Fukuda R, Nakayama Y, Okazaki M, Shintani H, Inoue S, Tagawa Y, Suzuki K, De Munck J, Van Meerbeek B. Comparative study on adhesive performance of functional monomers. *Journal of dental research.* 2004 Jun;83(6):454-8.
42. Hanabusa M, Mine A, Kuboki T, Momoi Y, Van Ende A, Van Meerbeek B, De Munck J. Bonding effectiveness of a new 'multi-mode' adhesive to enamel and dentine. *J Dent.* 2012 6//;40(6):475-84.
43. Perdigao J, Sezinando A, Monteiro PC. Laboratory bonding ability of a multi-purpose dentin adhesive. *Am J Dent.* 2012 Jun;25(3):153-8.
44. Munoz MA, Luque I, Hass V, Reis A, Loguercio AD, Bombarda NH. Immediate bonding properties of universal adhesives to dentine. *J Dent.* 2013 May;41(5):404-11.
45. Marchesi G, Frassetto A, Mazzoni A, Apolonio F, Diolosa M, Cadenaro M, Di Lenarda R, Pashley DH, Tay F, Breschi L. Adhesive performance of a multi-mode adhesive system: 1-year in vitro study. *J Dent.* 2014 May;42(5):603-12.
46. Hanabusa M, Mine A, Kuboki T, Momoi Y, Van Ende A, Van Meerbeek B, De Munck J. Bonding effectiveness of a new 'multi-mode' adhesive to enamel and dentine. *Journal of dentistry.* 2012 Jun;40(6):475-84.
47. Malferrari S, Monaco C, Scotti R. Clinical evaluation of teeth restored with quartz fiber-reinforced epoxy resin posts. *Int J Prosthodont.* 2003 Jan-Feb;16(1):39-44.
48. Cagidiaco MC, Radovic I, Simonetti M, Tay F, Ferrari M. Clinical performance of fiber post restorations in endodontically treated teeth: 2-year results. *Int J Prosthodont.* 2007 May-Jun;20(3):293-8.
49. Monticelli F, Grandini S, Goracci C, Ferrari M. Clinical behavior of translucent-fiber posts: a 2-year prospective study. *Int J Prosthodont.* 2003 Nov-Dec;16(6):593-6.
50. Naumann M, Reich S, Nothdurft FP, Beuer F, Schirrmeister JF, Dietrich T. Survival of glass fiber post restorations over 5 years. *Am J Dent.* 2008 Aug;21(4):267-72.
51. Rathke A, Haj-Omer D, Muche R, Haller B. Effectiveness of bonding fiber posts to root canals and composite core build-ups. *Eur J Oral Sci.* 2009 Oct;117(5):604-10.
52. Breschi L, Mazzoni A, De Stefano Dorigo E, Ferrari M. Adhesion to Intraradicular Dentin: A Review. *Journal of Adhesion Science and Technology.* 2009 2015/07/06;23(7-8):1053-83.
53. Tay FR, Loushine RJ, Lambrechts P, Weller RN, Pashley DH. Geometric factors affecting dentin bonding in root canals: a theoretical modeling approach. *J Endod.* 2005 Aug;31(8):584-9.

54. Faria e Silva AL, Casselli DS, Ambrosano GM, Martins LR. Effect of the adhesive application mode and fiber post translucency on the push-out bond strength to dentin. *J Endod.* 2007 Sep;33(9):1078-81.
55. Kurtz JS, Perdigao J, Geraldini S, Hodges JS, Bowles WR. Bond strengths of tooth-colored posts, effect of sealer, dentin adhesive, and root region. *Am J Dent.* 2003 Sep;16 Spec No(31A-36A).
56. Wang VJ, Chen YM, Yip KH, Smales RJ, Meng QF, Chen L. Effect of two fiber post types and two luting cement systems on regional post retention using the push-out test. *Dent Mater.* 2008 Mar;24(3):372-7.
57. Ferrari M, Vichi A, Grandini S. Efficacy of different adhesive techniques on bonding to root canal walls: an SEM investigation. *Dent Mater.* 2001 9//;17(5):422-29.
58. Bitter K, Meyer-Lueckel H, Priehn K, Kanjuparambil JP, Neumann K, Kielbassa AM. Effects of luting agent and thermocycling on bond strengths to root canal dentine. *Int Endod J.* 2006 Oct;39(10):809-18.
59. Kremer K, Fasen L, Klaiber B, Hofmann N. Influence of endodontic post type (glass fiber, quartz fiber or gold) and luting material on push-out bond strength to dentin in vitro. *Dent Mater.* 2008 May;24(5):660-6.
60. Gaston BA, West LA, Liewehr FR, Fernandes C, Pashley DH. Evaluation of regional bond strength of resin cement to endodontic surfaces. *J Endod.* 2001 May;27(5):321-4.
61. Suzuki T, Finger WJ. Dentin adhesives: site of dentin vs. bonding of composite resins. *Dent Mater.* 1988 Dec;4(6):379-83.
62. Muniz L, Mathias P. The influence of sodium hypochlorite and root canal sealers on post retention in different dentin regions. *Oper Dent.* 2005 Jul-Aug;30(4):533-9.
63. Frydman G, Levatovsky S, Pilo R. [Fiber reinforced composite posts: literature review]. *Refu'at ha-peh vaha-shinayim* (1993). 2013 Jul;30(3):6-14, 60.
64. Grandini S, Goracci C, Tay FR, Grandini R, Ferrari M. Clinical evaluation of the use of fiber posts and direct resin restorations for endodontically treated teeth. *Int J Prosthodont.* 2005 Sep-Oct;18(5):399-404.
65. Hedlund SO, Johansson NG, Sjogren G. A retrospective study of pre-fabricated carbon fibre root canal posts. *J Oral Rehabil.* 2003 Oct;30(10):1036-40.
66. Breschi L, Mazzoni A, Nato F, Carrilho M, Visintini E, Tjaderhane L, Ruggeri A, Jr., Tay FR, Dorigo Ede S, Pashley DH. Chlorhexidine stabilizes the adhesive interface: a 2-year in vitro study. *Dent Mater.* 2010 Apr;26(4):320-5.
67. Mena-Serrano A, Garcia EJ, Loguercio AD, Reis A. Effect of sonic application mode on the resin-dentin bond strength and nanoleakage of simplified self-etch adhesive. *Clin Oral Investig.* 2014 Apr;18(3):729-36.
68. do Amaral RC, Stanislawczuk R, Zander-Grande C, Michel MD, Reis A, Loguercio AD. Active application improves the bonding performance of self-etch adhesives to dentin. *J Dent.* 2009 Jan;37(1):82-90.
69. Jacobsen T, Soderholm KJ. Effect of primer solvent, primer agitation, and dentin dryness on shear bond strength to dentin. *Am J Dent.* 1998 Oct;11(5):225-8.
70. Chan KM, Tay FR, King NM, Imazato S, Pashley DH. Bonding of mild self-etching primers/adhesives to dentin with thick smear layers. *Am J Dent.* 2003 Oct;16(5):340-6.
71. Velasquez LM, Sergeant RS, Burgess JO, Mercante DE. Effect of placement agitation and placement time on the shear bond strength of 3 self-etching adhesives. *Oper Dent.* 2006 Jul-Aug;31(4):426-30.

72. Dal-Bianco K, Pellizzaro A, Patzlaft R, de Oliveira Bauer JR, Loguercio AD, Reis A. Effects of moisture degree and rubbing action on the immediate resin-dentin bond strength. *Dent Mater.* 2006 Dec;22(12):1150-6.
73. do Amaral RC, Stanislawczuk R, Zander-Grande C, Gagler D, Reis A, Loguercio AD. Bond strength and quality of the hybrid layer of one-step self-etch adhesives applied with agitation on dentin. *Oper Dent.* 2010 Mar-Apr;35(2):211-9.
74. Loguercio AD, Stanislawczuk R, Mena-Serrano A, Reis A. Effect of 3-year water storage on the performance of one-step self-etch adhesives applied actively on dentine. *J Dent.* 2011 Aug;39(8):578-87.
75. Hashimoto M, Ohno H, Kaga M, Sano H, Tay FR, Oguchi H, Araki Y, Kubota M. Over-etching effects on micro-tensile bond strength and failure patterns for two dentin bonding systems. *J Dent.* 2002 Feb-Mar;30(2-3):99-105.
76. Miyazaki M, Sato H, Onose H, Moore BK, Platt JA. Analysis of the enamel/adhesive resin interface with laser Raman microscopy. *Oper Dent.* 2003 Mar-Apr;28(2):136-42.
77. Cuadros-Sanchez J, Szesz A, Hass V, Patzlaff RT, Reis A, Loguercio AD. Effects of sonic application of adhesive systems on bonding fiber posts to root canals. *J Endod.* 2014 Aug;40(8):1201-5.
78. Schilder H. Filling root canals in three dimensions. *Dent Clin North Am.* 1967 Nov;723-44.
79. Tay FR, Pashley DH, Yoshiyama M. Two modes of nanoleakage expression in single-step adhesives. *J Dent Res.* 2002 Jul;81(7):472-6.
80. Pashley DH, Tay FR, Carvalho RM, Rueggeberg FA, Agee KA, Carrilho M, Donnelly A, Garcia-Godoy F. From dry bonding to water-wet bonding to ethanol-wet bonding. A review of the interactions between dentin matrix and solvated resins using a macromodel of the hybrid layer. *Am J Dent.* 2007 Feb;20(1):7-20.
81. Tay FR, Pashley DH, Peters MC. Adhesive permeability affects composite coupling to dentin treated with a self-etch adhesive. *Oper Dent.* 2003 Sep-Oct;28(5):610-21.
82. Asmussen E, Peutzfeldt A. Surface energy characteristics of adhesive monomers. *Dent Mater.* 1998 Jan;14(1):21-8.
83. Ferracane JL. Current trends in dental composites. *Crit Rev Oral Biol Med.* 1995 6(4):302-18.
84. Akgungor G, Akkayan B. Influence of dentin bonding agents and polymerization modes on the bond strength between translucent fiber posts and three dentin regions within a post space. *J Prosthet Dent.* 2006 May;95(5):368-78.
85. Kalkan M, Usumez A, Ozturk AN, Belli S, Eskitascioglu G. Bond strength between root dentin and three glass-fiber post systems. *J Prosthet Dent.* 2006 Jul;96(1):41-6.
86. Menezes MS, Queiroz EC, Campos RE, Martins LR, Soares CJ. Influence of endodontic sealer cement on fibreglass post bond strength to root dentine. *Int Endod J.* 2008 Jun;41(6):476-84.
87. Ohlmann B, Fickenschner F, Dreyhaupt J, Rammelsberg P, Gabbert O, Schmitter M. The effect of two luting agents, pretreatment of the post, and pretreatment of the canal dentin on the retention of fiber-reinforced composite posts. *J Dent.* 2008 Jan;36(1):87-92.
88. Khamverdi Z, Damavandi LY, Kasraei S. Effect of cyclic loading on bond strength of fiber posts to root canal dentin. *J Dent (Tehran).* 2014 Jan;11(1):85-92.
89. Foxton RM, Nakajima M, Tagami J, Miura H. Bonding of photo and dual-cure adhesives to root canal dentin. *Oper Dent.* 2003 Sep-Oct;28(5):543-51.
90. Hashimoto M, De Munck J, Ito S, Sano H, Kaga M, Oguchi H, Van Meerbeek B, Pashley DH.

In vitro effect of nanoleakage expression on resin-dentin bond strengths analyzed by microtensile bond test, SEM/EDX and TEM. *Biomaterials*. 2004 Nov;25(25):5565-74.

91. Gu XH, Mao CY, Liang C, Wang HM, Kern M. Does endodontic post space irrigation affect smear layer removal and bonding effectiveness? *Eur J Oral Sci*. 2009 Oct;117(5):597-603.

92. Ding PG, Wolff D, Pioch T, Staehle HJ, Dannewitz B. Relationship between microtensile bond strength and nanoleakage at the composite-dentin interface. *Dent Mater*. 2009 Jan;25(1):135-41.

**ANEXO A** – Aprovação do projeto pela Comissão de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual de Ponta Grossa. COEP – UEPG.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE  
PONTA GROSSA - UEPG



## PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** Efeito da aplicação sônica de sistemas adesivos no grau de conversão e nanoinfiltração na camada híbrida e na adesão de pinos de fibra de vidro no canal radicular

**Pesquisador:** Cesar Augusto Galvão Arrais

**Área Temática:**

**Versão:** 1

**CAAE:** 45079615.3.0000.0105

**Instituição Proponente:** Universidade Estadual de Ponta Grossa

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 1.090.299

**Data da Relatoria:** 28/05/2015

#### Apresentação do Projeto:

A retenção dos pinos de fibra de vidro ao conduto radicular, devido às falhas na adesão, ainda é um grande desafio na realidade clínica. O objetivo deste estudo será avaliar o comportamento de três sistemas adesivos usados como autocondicionantes (Ambar/AllCem, Prime&Bond Elect/Enforce, Single Bond Universal/RelyX-ARC), aplicados manualmente ou através de um dispositivo sônico vibratório, ou com a aplicação prévia de ácido fosfórico. Serão analisados resistência de união por push-out (RU), nanoinfiltração (NI) e grau de conversão (GC) quando utilizados para cimentação de pinos.

#### Objetivo da Pesquisa:

Avaliar em qual tipo de condicionamento a aplicação sônica é mais efetiva, independente do produto utilizado, na adesão de pino de fibra de vidro em dentina radicular.

#### Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

**Endereço:** Av. Gen. Carlos Cavalcanti, nº 4748. UEPG, Campus Uvaranas, Bloco M, Sala 100.  
**Bairro:** Uvaranas **CEP:** 84.030-900  
**UF:** PR **Município:** PONTA GROSSA  
**Telefone:** (42)3220-3108 **E-mail:** coep@uepg.br

## UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA - UEPG



Continuação do Parecer: 1.080.299

Não haverá riscos, pois serão utilizados dentes obtidos a partir do banco de dentes, para os pesquisadores também não haverá riscos, pois serão utilizados todos os EPIs necessários.

**Benefícios:**

Os pinos de fibra de vidro são amplamente utilizados na odontologia para reconstruções dentais, mas ainda são um desafio aos clínicos, pois o índice de insucesso é alto, devido à falhas na retenção dos mesmos. O presente estudo pretende diminuir as falhas, melhorando a efetividade da técnica adesiva.

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

Serão selecionados 132 pré-molares inferiores permanentes, obtidos por meio do Banco de Dentes da UEPG. Os dentes serão tratados endodonticamente, e preparados para receber o pino intrarradicular. Os grupos serão divididos aleatoriamente de acordo com o adesivo/cimento (Ambar/AllCem, Prime&Bond Elect/Enforce, Single Bond Universal/RelyX-ARC), com e sem aplicação prévia de ácido fosfórico 37%, e com aplicação sônica ou manual passiva do adesivo, resultando em 12 grupos. Os pinos serão cimentados de acordo com o grupo correspondente, e fotopolimerizados. Após, serão seccionados transversalmente para obter fatias para serem submetidas aos testes. Em cada grupo, 07 dentes serão avaliados em resistência de união por push-out, 02 dentes serão avaliados em nanoinfiltração em MEV e 02 dentes serão submetidos a análise do GC por espectroscopia Micro Raman (BrukerOptik GmbH, Ettlingen, Baden-Württemberg, Germany).

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Em anexo

**Recomendações:**

Encaminhar o relatório final do projeto de pesquisa como notificação via plataformabrasil quando o projeto encerrar-se.

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Aprovado

**Situação do Parecer:**

Aprovado

Endereço: Av. Gen. Carlos Cavalcanti, nº 4748. UEPG, Campus Uvaranas, Bloco M, Sala 100.  
 Bairro: Uvaranas CEP: 84.030-900  
 UF: PR Município: PONTA GROSSA  
 Telefone: (42)3220-3108 E-mail: coep@uepg.br

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE  
PONTA GROSSA - UEPG



Continuação do Parecer: 1.090.299

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

**Considerações Finais a critério do CEP:**

PONTA GROSSA, 01 de Junho de 2015

---

**Assinado por:**  
**ULISSES COELHO**  
(Coordenador)

Endereço: Av. Gen. Carlos Cavalcanti, nº 4748. UEPG, Campus Uvaranas, Bloco M, Sala 100.  
Bairro: Uvaranas CEP: 84.030-900  
UF: PR Município: PONTA GROSSA  
Telefone: (42)3220-3108 E-mail: coep@uepg.br