

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA JÚLIO MESQUITA FILHO  
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE ARARAQUARA

JOÃO VICENTE BARONI BARBIZAM

COMPARAÇÃO “ IN VITRO” DA ADESÃO DE  
DIFERENTES CIMENTOS ENDODÔNTICOS À  
DENTINA RADICULAR E AOS COMPONENTES  
SÓLIDOS DA OBTURAÇÃO.

Araraquara

- 2006 -

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA JÚLIO MESQUITA FILHO  
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE ARARAQUARA

JOÃO VICENTE BARONI BARBIZAM

COMPARAÇÃO “ IN VITRO” DA ADESÃO DE DIFERENTES CIMENTOS  
ENDODÔNTICOS À DENTINA RADICULAR E AOS COMPONENTES  
SÓLIDOS DA OBTURAÇÃO.

*Tese apresentada ao Programa de Pós  
Graduação em Endodontia, da  
Faculdade de Odontologia de  
Araraquara da Universidade Estadual  
Paulista para obtenção do grau de  
Doutor em Endodontia.*

Orientador:

Prof. Dr. Mário Tanomaru Filho

Araraquara

- 2006 -

Barbizam, João Vicente Baroni

Comparação “in vitro” da adesão de diferentes cimentos endodônticos à dentina radicular e aos componentes sólidos da obturação / João Vicente Baroni Barbizam. – Araraquara : [s.n.], 2007.

106 f. ; 30 cm.

Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Odontologia.

Orientador: Prof. Dr. Mário Tanomaru Filho

1. Endodontia 2. Cimentos dentários 3. canal radicular  
I. Título.

JOÃO VICENTE BARONI BARBIZAM

COMPARAÇÃO “ IN VITRO” DA ADESÃO DE DIFERENTES CIMENTOS  
ENDODÔNTICOS À DENTINA RADICULAR E AOS COMPONENTES  
SÓLIDOS DA OBTURAÇÃO.

Comissão Julgadora:

Orientador: Prof. Dr. Mário Tanomaru Filho

2º Examinador: Prof. Dr. Marco Antônio Húngaro Duarte

3º Examinador: Prof. Dr. Manoel Damião de Souza Neto

4º Examinador: Prof. Dr. Luis Geraldo Vaz

5º Examinador: Prof. Dr. Idomeo Bonetti Filho

Araraquara, 26 de julho de 2006.

- 
- 
- 
- 
- 
- 
- 
- 
- 
- 



Este trabalho foi desenvolvido no laboratório de Pesquisa em Endodontia da Faculdade de Odontologia de Araraquara da Universidade Estadual Paulista e no Laboratório de Biomaterias da *School of Dentistry - The University of North Carolina at Chapel Hill –USA*, por meio do Programa de Estágio no Exterior (PDEE) financiado pela CAPES através do projeto BEX 0546-05-4.

## ***Dedicatória***

*À Maria Paula, que partilha comigo dos sonhos e da realidade, das alegrias e angústias, das vitórias e derrotas, enfim... da VIDA.*

*“ Se queres chegar a ser feliz, só irás consegui-lo deixando de pensar em ti. Enquanto não abrires espaço em tua vida para alguém que seja , para ti, tão importante como tu mesmo, viverás solitário, perdido, buscando...”*

Richard Bach

## ***Agradecimento Especial***

*A Deus, pela saúde e paz de espírito que me permitem prosseguir.*

*“O senhor é meu pastor e nada me faltará”.*  
*Salmo 23*

*Aos meus pais, **Cenira e João Augusto**, por me guiarem pelo caminho correto.*

*Às minhas irmãs **Lê e Beti** e meus cunhados **Anselmo e Leandro**, pelo carinho.*

*Aos meus sobrinhos **Arthur, Helena e Henrique**...tão pequenos e ocupando tanto espaço em nossos corações.*

## ***Agradecimento Especial***

*Ao meu orientador:*

*Prof. Dr. Mário Tanomaru Filho, pela amizade, tolerância e orientação segura. Pelo apoio incondicional e pelas inúmeras oportunidades de crescimento profissional que me proporcionou. Meu sincero agradecimento.*

## ***Agradecimento Especial***

*Ao Prof. Dr. **Fabício Batista Teixeira**, por ter me proporcionado a oportunidade de intercâmbio na University of North Carolina, pela orientação e por ter me acolhido em terra estrangeira de modo tão gentil. Uma experiência que jamais será esquecida.*

*Ao Prof. Dr. **Martin Trope** da University of North Carolina, que contagia seus alunos com sua impressionante capacidade de realização. Mesmo que por um breve período, é um grande orgulho ter feito parte desse grupo de privilegiados.*

## **Agradecimentos**

*Aos Professores do Curso de Doutorado em Endodontia da Faculdade de Odontologia de Araraquara, **Mário Roberto Leonardo, Idomeo Bonetti Filho, Roberto Esberard, Renato Leonardo, Fábio Berbert, Izabel Yoko Ito, Milton Kuga, Marco Antonio Hungaro Duarte e Lea Bezerra da Silva**, pelos conhecimentos transmitidos.*

*Aos funcionários da secretaria de Pós Graduação da FOAr-UNESP, em especial à **Mara**, que não mediu esforços para resolver todas as situações.*

*Aos Professores da Universidade de Passo Fundo que me deram apoio e a oportunidade de ingressar no meio acadêmico, Profs. **Antônio Augusto Pretto, Maria Salete Linden, Prof. Rui Getúlio Soares e Carlos Roberto Lago**. Serei sempre grato.*

*À minha mestre, Prof. **Miriam Lago Magro**. Melhor do que os ensinamentos de Endodontia, são as lições de vida e realmente o exemplo é o melhor caminho para ensinar.*

*Aos amigos **Gustavo Benetton e Dr. Ary Berardo** que gentilmente me ajudaram no período em que morei em Araraquara.*

*Aos amigos **Rodrigo Gonçalves Ribeiro, Bruno Carlini Jr e Paulo Nadin**, presenças constantes e vibrantes em todos os momentos.*

*Aos colegas, **Professores da Faculdade de Odontologia da Universidade de Passo Fundo**, especialmente da disciplina de Endodontia e Clínica Integrada, que por muitas vezes me substituíram nos momentos em que me afastei.*

*Aos colegas **Marcus Só, Eliane Oliveira, Paulo Tadeu da Silva e Juliane Guerreiro Tanomaru, Eric, Fernanda, Ronaldo, Roberta, Renata, Denise, Sônia, Jose Carlos, Henrique, Cristiane e Alexandre Bier**, pela cooperação.*

*Aos amigos **Daniel Oliveira, Georgia Macedo, Anuhrada Prakki, Mirela Shinohara, Erick, Tari Ann Toro, Craig Dorion, Priscila, Mehir, Rouchier** e todos que tive a oportunidade de conviver durante minha estada nos Estados Unidos.*

*Aos meus sogros **Paulo e Cida** pelo apoio e momentos alegres de convívio.*

*À **CAPES**, pela oportunidade de intercâmbio no exterior.*

*Aos **meus alunos** de Graduação e Especialização da Universidade de Passo Fundo que entenderam minhas ausências e estimularam a realização desse curso.*

## Sumário

1 INTRODUÇÃO.....	10
2 REVISÃO DA LITERATURA.....	16
3 PROPOSIÇÃO.....	45
4 MATERIAL E MÉTODO.....	46
5 RESULTADO.....	65
6 DISCUSSÃO.....	79
7 CONCLUSÃO.....	95
8 REFERÊNCIAS.....	96
9 RESUMO.....	105
10 ABSTRACT.....	106

## **1 Introdução**

A literatura odontológica, ao longo dos anos, tem enfatizado a interdependência entre as fases operatórias da terapia endodôntica (LOPES e SIQUEIRA Jr<sup>39</sup>, 2004; LEONARDO<sup>38</sup>, 2005). Desta forma, todas as etapas merecem atenção para que se possa chegar ao final do tratamento endodôntico com boas perspectivas de sucesso.

Dentre as fases que compõe o tratamento endodôntico, a fase de obturação corresponde à finalização da intervenção intracanal, sendo dependente da execução correta das etapas anteriores.

A busca por um material obturador ideal continua intensa na Endodontia. Muitos materiais e técnicas já foram testados com o objetivo de preencher da forma mais completa possível o espaço endodôntico convenientemente modelado durante o preparo biomecânico.

Os materiais obturadores de canais radiculares são classificados em sólidos e semi-sólidos. Os primeiros foram representados por muitos anos pelos cones de prata, sendo gradualmente substituídos pelos cones de guta-percha, até hoje amplamente empregados.

Os materiais semi-sólidos são representados pelos cimentos endodônticos, que podem ser de composições variadas e têm por finalidade o preenchimento dos espaços entre os cones de guta-percha e as paredes radiculares, bem como, entre os cones de guta-percha utilizados, favorecendo a propriedade seladora da obturação endodôntica.

Os cimentos endodônticos podem ser classificados, de acordo com sua composição, em cimentos à base de óxido de zinco e eugenol, à base de resina epóxica, à base de ionômero de vidro, à base de hidróxido de cálcio, à base de silicone e mais recentemente, os cimentos à base de metacrilato.

Esta associação entre materiais sólidos e semi-sólidos para obturação dos canais radiculares visa a formação de uma massa homogênea de material obturador que impeça a infiltração marginal, seja ela apical ou coronária.

Além da necessidade de impedir a infiltração de fluidos, outras propriedades são destacadas (PRINZ<sup>49</sup>, 1912; GROSSMAN<sup>24</sup>, 1958; BRANSTETTER e FRAUNHOFER<sup>9</sup>, 1982; SOUSA-NETO<sup>57</sup>, 1999) como sendo desejáveis a um material obturador, dentre as quais pode-se citar:

1. ter qualidades anti-sépticas permanentes;
2. não devem ser agentes putrefativos;
3. devem ser de fácil introdução no canal;

4. devem ser biocompatíveis;
5. não devem descolorir as estruturas dentais;
6. não devem ser porosos e deve manter-se estáveis dimensionalmente;
7. devem ser de fácil remoção do interior do canal, quando necessário;
8. devem obturar hermeticamente os canalículos dentinários e o forame apical contra a invasão microbiana;
9. devem ter radiopacidade;
10. devem apresentar boa adesividade às paredes do canal radicular e
11. devem ter consistência satisfatória.

Certamente, os materiais atualmente empregados são capazes de preencher algumas dessas características, mas não todas, havendo, eventualmente, a sobreposição de algumas propriedades sobre as outras.

A especificação número 57 da ADA<sup>4</sup> e número 6876 da ISO estabelecem algumas normas para que os materiais obturadores sejam testados, onde fica estabelecido critérios para avaliação do tempo de endurecimento, escoamento, estabilidade dimensional, solubilidade e desintegração e radiopacidade desses materiais.

Entretanto, propriedades importantes como adesividade e capacidade de selamento não são descritas pela norma e, portanto,

não apresentam modelo experimental definido pela especificação. Desta forma, metodologias que simulem as variadas condições clínicas são propostos para avaliação do comportamento físico-químico dos materiais em testes de adesividade e infiltração marginal (PÉCORA et al.<sup>46</sup>, 2001; BARBIZAM<sup>6</sup>, 2001; LEE et al.<sup>37</sup>, 2002; TAY et al.<sup>62</sup>, 2005a; TAY et al.<sup>67</sup>, 2006; SOUSA-NETO et al.<sup>60</sup>, 2005).

Buscando suprir a deficiência dos materiais obturadores, incapazes de impedir a infiltração marginal de fluídos, vêm sendo divulgada uma nova filosofia de obturação dos canais radiculares. Os conceitos de adesão, até então relacionados com a dentística restauradora, começaram a ser introduzidos na Endodontia com o surgimento do sistema de obturação Resilon<sup>®</sup> – Epiphany<sup>®</sup> (Pentron, Wallingford, CT, EUA). Este sistema visa maior adesão entre o cimento endodôntico resinoso, por meio de sua capacidade em aderir às paredes dos canais radiculares e ao material sólido de obturação utilizado.

O Resilon<sup>®</sup> é um polímero de poliéster sintético termoplástico apresentado comercialmente no mesmo formato e diâmetros dos cones de guta-percha, sendo, inclusive, bastante similar no modo de uso e manipulação. Alguns artigos recentes (TEIXEIRA e TROPE<sup>70</sup>, 2004; TEIXEIRA et al.<sup>69</sup>, 2004a; SHIPPER et al.<sup>54</sup>, 2004) têm divulgado a capacidade dos cones de Resilon<sup>®</sup> em apresentar

uma reação química com o cimento Epiphany<sup>®</sup> formando um “monobloco” de material obturador. Por se tratar de um cimento de comportamento dual, é indicada a polimerização do cimento em nível cervical ao final do tratamento, o que preveniria a infiltração coronária. Outro ponto que diferencia essa técnica das obturações convencionais é a necessidade da aplicação de Primer (Epiphany-Primer<sup>®</sup>, Pentron, Wallingford, CT, EUA) nas paredes dos canais radiculares previamente à obturação.

Após o seu lançamento, esse material tem sido bastante investigado, com resultados que confirmam as propriedades a ele atribuídas pelos seus idealizadores, de reduzir a infiltração bacteriana coronária, reforçar a estrutura radicular e evitar a formação de fendas entre o material obturador e as paredes dentinárias e ser retratável quando necessário (TEIXEIRA e TROPE<sup>70</sup>, 2004; TEIXEIRA et al.<sup>71</sup>, 2004b; SHIPPER et al.<sup>69</sup>, 2004, OLIVEIRA et al.<sup>43</sup>, 2006) , assim como estudos contestando as supostas vantagens desse material (TAY et al.<sup>63,64,66</sup>, 2005 b,c,e; HIRASHI et al.<sup>27</sup>, 2005; Gesi et al.<sup>20</sup>, 2005).

Desse modo, por se tratar de um material recente e que necessita de uma série de pesquisas básicas para um melhor conhecimento das suas propriedades, torna-se clara a importância de avaliar seus reais benefícios ou limitações quanto a sua

adesividade à dentina e aos materiais sólidos de obturação, por meio de testes comparativos utilizando metodologias apropriadas.

## **2 Revisão de Literatura**

Uma vez que os cimentos endodônticos fazem o meio de ligação entre as paredes dos canais radiculares e os componente sólido da obturação e entre esses últimos entre si, adesão assume um papel de importância, tornando-se uma propriedade desejável e requerida. Embora não haja uma especificação para este tipo de teste, diversas metodologias já foram utilizadas para testar a adesão, bem como a influência sobre ela, de diferentes soluções irrigadoras, da composição química dos próprios cimentos e outras peculiaridades do tratamento endodôntico que podem interferir sobre essa propriedade.

Assim, em 1976, Kemper e Kilian<sup>33</sup> introduziram um método para a avaliação da capacidade adesiva de materiais odontológicos à estrutura dental, valendo-se da utilização de uma Máquina Universal de Ensaios.

No mesmo ano, Grossman<sup>25</sup> estudou a adesividade de alguns cimentos obturadores de canais radiculares, entre outras propriedades. Os materiais testados foram: AH26, Diaket, Kerr sealer, Mynol, N2, N2 no-lead, ProcoSol (nonstaining), RC2B, Roth 801, Roth 811, Tubliseal e cimento de óxido de zinco e eugenol. Os resultados demonstraram que os cimentos resinosos (AH 26 e Diaket) apresentaram maiores valores de adesão à parede do

canal, quando comparado aos cimentos à base de óxido de zinco e eugenol.

Mc Comb e Smith<sup>40</sup> (1976) avaliaram in vitro algumas propriedades físicas de nove cimentos obturadores de canais radiculares (Kerr antiseptic pulp canal sealer, Tubliseal, ProcoSol nonstaining, ProcoSol Silver, PCA, Roth 801, Roth 511, Diaket e AH26), e as compararam com as propriedades de dois cimentos endodônticos especialmente preparados, com fórmulas à base de poliacrilato (5TD e 5TDR). As propriedades estudadas foram: escoamento, tempo de endurecimento, radiopacidade, adesão à dentina radicular, resistência à compressão e solubilidade. Os cimentos obturadores à base de óxido de zinco e eugenol apresentaram baixa resistência à compressão e alta solubilidade, não apresentando adesão à dentina, fato que ocorreu também com o cimento à base de resina polivinílica (Diaket). O cimento à base de resina epoxi (AH26) apresentou propriedades superiores em relação à resistência, escoamento, radiopacidade e adesão, embora tenha mostrado uma alta solubilidade. Os cimentos à base de poliacrilato apresentaram uma adesão à dentina duas vezes maior do que aquela apresentada pelo cimento AH26. Os autores ressaltam que quanto maior a quantidade de resíduos orgânicos e inorgânicos no interior do canal radicular, mais difícil torna-se a adesão do cimento às paredes dentinárias.

Orstavik et al.<sup>44</sup> (1983) avaliaram a adesividade dos cimentos endodônticos AH 26, Procosol, Forfenan, Diaket, Kloroperka N-, Endomethasone, N2 normal e Fosfato de zinco, à dentina bovina e à guta-percha utilizando para isso uma máquina universal de ensaios. Entre todos os cimentos estudados, os autores observaram uma maior força de adesão do cimento à base de resina epóxica AH 26, tanto à dentina, quanto à guta-percha.

White et al.<sup>76</sup> (1984) ao testarem a influência da *smear layer* na penetração de certos materiais obturadores plásticos (pHEMA e silicone) nos canaliculos dentinários, observaram que a remoção da *smear layer* por meio de irrigação com EDTA e hipoclorito de sódio, permitiu que os materiais testados penetrassem nos canaliculos dentinários. Os autores concluíram que a ausência da *smear layer* aumentaria o contato do material obturador com a dentina, o que poderia melhorar a capacidade de adesão e selamento da obturação.

Hyde<sup>29</sup> (1986) estudou diversas propriedades de diferentes cimentos endodônticos, dentre as quais, a adesão. Foram testados os cimentos Sealapex, CRCS, Tubliseal e Roth 801. Os resultados obtidos mostraram que apenas o cimento CRCS, que apresenta hidróxido de cálcio na sua formulação apresentou adesão satisfatória.

White et al.<sup>77</sup> (1987), avaliaram a influência da *smear layer* na penetração de dois materiais obturadores plásticos (pHEMA e silicone) e dois cimentos endodônticos (Roth 801 e AH26), nos canalículos dentinários. Os resultados demonstraram que todos os materiais estudados apresentaram, igualmente, capacidade de penetrar nos canalículos dentinários expostos, após a remoção da *smear layer* através da irrigação final com EDTA e NaOCl. Nos canais obturados na presença de *smear layer*, a penetração dos materiais nos canalículos dentinários foi pouco freqüente.

Wennberg e Orstavik<sup>75</sup> (1990) estudaram a adesividade de uma fina camada de oito cimentos endodônticos, posicionados entre a dentina bovina e a guta-percha. Os materiais estudados foram: AH26 , CRCS , Diaket, clorofórmio-resina, kloroperka N, ProcoSol , Sealapex e Tubliseal. O cimento que apresentou os níveis mais altos de adesão foi o AH26, sendo que os níveis mais baixos foram encontrados com o Sealapex. Os cimentos CRCS, Kloroperka N, ProcoSol, clorofórmio-resina e Sealapex apresentaram falha de coesão, na inspeção das superfícies fraturadas. O tratamento prévio da dentina com EDTA causou um significativo aumento na adesão do ProcoSol, clorofórmio-resina, Sealapex e Tubliseal .

Birman et al.<sup>8</sup> (1990) estudaram a adesão e o escoamento do cimento Sealapex, comparativamente ao cimento N-Rickert. Os

resultados demonstraram que o cimento Sealapex apresentou um menor grau de escoamento em relação ao cimento N-Rickert, e que a adesão do cimento Sealapex, após um período de 168 horas não é possível ser medido, uma vez que esse cimento não apresenta uma força de adesão suficientemente capaz de ser submetido ao teste de tração.

Iglesias<sup>30</sup> (1990) enfatizou a necessidade de se usar a solução de EDTA na irrigação final dos canais radiculares, com o objetivo de remover a "smear layer". Esse autor salientou, ainda, que a eficiência da irrigação dos canais radiculares depende não só do volume de solução irrigante utilizada, como da profundidade de penetração da agulha irrigadora no interior dos canais radiculares.

Gettleman et al.<sup>21</sup> (1991) investigaram a adesividade às paredes dentinárias dos cimentos obturadores AH26, Sultan e Sealapex, na presença ou ausência da "smear layer". Para isso, os dentes a serem estudados foram seccionados longitudinalmente, e numa das metades obtidas, a "smear layer" proveniente do corte longitudinal foi deixada intacta, sem qualquer irrigação. A outra metade era imersa em um frasco contendo solução de EDTA a 17% e em seguida imersa em solução de hipoclorito de sódio a 5,25%. Ambos os frascos eram agitados manualmente por 3 minutos. A eficácia deste método em remover a "smear layer" foi confirmada pela análise em microscópio eletrônico de varredura.

Posteriormente, dispositivos especialmente desenvolvidos para este estudo foram preenchidos com os cimentos a serem testados e posicionados sobre as superfícies dentinárias. Submeteram-se os corpos de prova à tração, com o auxílio de uma máquina universal de ensaios (Instron). Os resultados evidenciaram que o cimento AH26 apresentou os maiores índices de adesividade, de maneira estatisticamente diferente dos demais, sendo o Sealapex o cimento que apresentou os piores resultados. Quanto à presença ou ausência da "smear layer", no grupo do cimento AH26, a ausência da "smear layer" aumentou significativamente os índices de adesão.

Fidel<sup>17</sup> (1993), utilizando um dispositivo semelhante ao desenvolvido por Grossman<sup>25</sup> em 1976, estudou as propriedades físicas, entre elas a adesão, de alguns cimentos obturadores de canais radiculares contendo hidróxido de cálcio em sua composição (Sealer 26, CRCS, Sealapex, Apexit), e um cimento experimental (PR-Sealer). Os resultados demonstraram que os cimentos Sealapex e Apexit exibiram os menores valores de adesão.

Dando seqüência ao seu estudo, Fidel et al.<sup>18</sup> (1994) estudaram novamente os diferentes cimentos que contêm hidróxido de cálcio nas suas formulações: Sealer 26, Sealapex, Apexit e CRCS, quanto à sua capacidade adesiva na presença ou na ausência de *smear*

*layer*. Mais uma vez os, cimentos Sealapex e Apexit apresentaram os menores valores de adesão, entretanto, os autores observaram que a aplicação de EDTA sobre a dentina aumentou a adesão de todos os cimentos à superfície, com exceção do cimento Sealapex.

Sousa-Neto<sup>58</sup> (1994) estudou o efeito da adição de óleos vegetais de amêndoas doces, soja, milho e rícino, ao eugenol sobre a capacidade de adesão à dentina do cimento endodôntico do tipo Grossman, além de outras propriedades físicas. O autor observou que toda vez que algum tipo de óleo vegetal era adicionado ao eugenol, a força de adesão do cimento de Grossman à dentina sofria uma redução. Por outro lado, uma maior incorporação de pó durante a espatulação do cimento leva a um aumento da adesão do cimento de Grossman à dentina.

Garberoglio e Becce<sup>19</sup> (1994) avaliaram, por meio de microscopia eletrônica de varredura, os efeitos de diferentes soluções irrigantes sobre a remoção da "smear layer" dos canais radiculares. Os autores testaram o hipoclorito de sódio a 1 e 5%, o EDTA a 0,2%, 3 e 17% e um combinado entre ácido fosfórico a 24% e ácido cítrico a 10%. Concluíram que os hipocloritos, nas duas concentrações testadas, não foram eficazes na remoção da "smear layer". O EDTA a 0,2% foi mais eficiente que o hipoclorito de sódio a 1 e 5%, embora não tenha sido totalmente efetivo. As

demais soluções testadas removeram completamente a "smear layer", sem apresentar diferenças estatísticas significantes entre si.

Sen et al.<sup>52</sup> (1995), em uma extensa revisão de literatura sobre o estudo da "smear layer", concluíram que esta camada residual forma-se nas paredes dos canais radiculares instrumentados. Essa "smear layer", quando analisada por meio de microscopia eletrônica de varredura, mostrou-se como uma camada amorfa e irregular. Os autores afirmaram, ainda, que a presença da "smear layer", no momento da obturação, pode interferir na adesividade e penetração dos cimentos obturadores no interior dos canalículos dentinários. Relataram, também, que o uso do hipoclorito de sódio seguido pela irrigação com EDTA tem sido recomendado como a maneira mais eficiente de remoção da "smear layer" do interior dos canais radiculares.

Weiger et al.<sup>74</sup> (1995) avaliaram a capacidade de adesão de um cimento à base de ionômero de vidro, após o tratamento das paredes dentinárias com diversas soluções: EDTA 20% seguido de irrigação com NaOCl 1%, ácido fosfórico à 37%, ácido cítrico à 6%, ácido nítrico à 2,5%, ácido poliacrílico à 10% e 20%, e NaCl 0,9% como controle. Os resultados demonstraram que o pré-tratamento com EDTA e NaOCl promoveu uma adesão significativamente maior do cimento à dentina, enquanto que, o pré-tratamento da dentina com a solução salina (grupo controle) resultou na menor

capacidade adesiva do cimento. Os autores concluíram que a eliminação da *smear layer* parece ser um fator essencial para se obter uma melhor adesão do cimento à dentina radicular.

Silva et al.<sup>56</sup> (1997) estudaram a adesão de alguns cimentos obturadores de canais radiculares na presença ou na ausência de *smear layer* através da irrigação da superfície dentinária com solução de EDTAC. Os resultados obtidos evidenciaram que o preparo dentinário com solução de EDTAC aumentou a força de adesão apenas do cimento Endomethasone Ivory, que apresentou os menores valores de adesão tanto na presença como na ausência de *smear layer*. O cimento Fillcanal apresentou os maiores valores de adesão seguido pelos cimentos N-Rickert , Endomethasone e Endomethasone Ivory independentemente da condição de preparo da dentina.

Sousa Neto<sup>59</sup> (1997) avaliou a influência de diferentes tipos de breus (X, WW e WG) e resinas hidrogenadas (Staybelite<sup>®</sup> e Staybelite éster 10 ) sobre diversas propriedades dos cimentos tipo Grossman, entre elas a adesão, por meio de testes de tração em máquina universal de ensaios. O autor relatou que a adesão dos breus à dentina é superior a das resinas hidrogenadas em função das cargas elétricas presentes nos breus.

Lalh et al.<sup>36</sup> (1999) avaliaram a adesão à dentina bovina, alcançada pelos cimentos endodônticos à base de ionômero de vidro Ketac-Endo , KT-308 (cimento experimental) e ZUT (combinação do KT-308 e um agente antimicrobiano), por meio de um teste de cisalhamento. Noventa incisivos bovinos foram selecionados e tiveram suas coroas desgastadas até à exposição da dentina. Estes dentes foram divididos em três grupos, para receberem diferentes condicionamentos da superfície dentinária exposta: tratamento com água destilada, tratamento com NaOCl 2,6% e tratamento com solução de EDTA 17%, seguida de irrigação com NaOCl 2,6%. Os resultados do teste de cisalhamento demonstraram que os cimentos experimentais KT-308 e ZUT aderiram melhor à dentina que o cimento Ketac-Endo, e que a adesão de todos os três cimentos endodônticos testados foi maior na presença da *smear layer*.

Sousa-Neto<sup>57</sup> (1999) estudou “in vitro”, o efeito da aplicação do laser de Er:Yag sobre a dentina humana na adesão de diferentes cimentos obturadores de canais radiculares. Foram testados os cimentos do tipo Grossman, Endomethasone, N-Rickert e Sealer 26, que eram posicionados em contato com a superfície de dentina coronária previamente exposta e preparada com solução fisiológica ou irradiada com laser de Er:YAG. Anéis metálicos contendo os diferentes cimentos eram mantidos em contato com a dentina até o tempo total de endurecimento ser obtido. Em seguida, com o auxílio

de uma máquina universal de ensaios, os anéis eram tracionados e a força necessária para o rompimento do conjunto cimento/dentina era mensurada e expressa em Mpa. Os resultados mostraram que o cimento Sealer 26 teve uma maior força de adesão tanto na dentina irrigada com solução fisiológica como na irradiada, embora tenha aumentado de forma significativa nesta última. A irradiação com laser de Er:YAG não alterou a força de adesão dos demais cimentos testados.

Kataoka et al.<sup>32</sup> (2000) estudaram a capacidade adesiva de um novo cimento resinoso obturador de canais radiculares à dentina, por meio de um teste de tração. O exame microscópico eletrônico de varredura revelou a formação de uma camada híbrida de aproximadamente 2µm de espessura, resultado da penetração da resina experimental no interior dos canalículos dentinários. Os autores obtiveram uma excelente adesão quando realizou-se o pré-tratamento da dentina com EDTA 15%, seguido pela aplicação de um primer composto por uma solução aquosa de HEMA 50% contendo 5% de glutaraldeído.

Picoli<sup>48</sup> (2001) avaliou a adesão de alguns cimentos endodônticos contendo hidróxido de cálcio (Sealer 26, Apexit, Sealapex e CRCS), por meios de testes de tração em máquina universal de ensaios, após o preparo das superfícies dentinárias com solução de EDTAC

ou irradiação com laser Er:YAG, além do grupo controle que não recebeu nenhum tratamento. Os cimentos testados apresentaram diferentes forças de adesão e puderam ser ordenados de forma decrescente de adesão em: Sealer 26, CRCS, Apexit e Sealapex . A irradiação com laser Er:YAG e a aplicação de EDTAc não interferiram nas forças de adesão dos cimentos CRCS e Sealapex, entretanto, aumentaram a adesão dos cimentos Apexit e Sealer 26.

Pécora et al.<sup>46</sup> (2001) avaliaram os efeitos do laser Er:YAG e do EDTAC sobre a adesividade de seis cimentos endodônticos às estruturas dentinárias. Para isso, utilizaram-se 99 molares humanos, divididos em 3 grupos que foram tratados como segue: 1) irradiados com laser Er:YAG (2,25W, 4Hz, 200mJ, 62J), 2) irrigados com EDTAC por 5 minutos, 3) grupo controle que não recebeu tratamento. Os resultados evidenciaram o aumento da adesividade dos cimentos após a aplicação do laser de Er:YAG, que foi diferente estatisticamente do EDTAC e do grupo controle. Em relação aos cimentos, em ordem decrescente de adesividade, foram listados da seguinte forma: AH plus , Top seal, Sealer 26, AH 26, Sealer plus e por último o FillCanal.

Tagger et al.<sup>61</sup> (2002) ao ressaltarem a importância da adesão dos cimentos endodônticos à dentina, propuseram um método de avaliação que usava as superfícies dentinárias de dentes molares,

sobre as quais eram posicionados tubos de polietileno preenchidos com os cimentos a serem testados. Após atingir o tempo total de endurecimento, os conjuntos eram posicionados em uma máquina universal de ensaios e submetidos a uma força de cisalhamento de 0,5 mm/min, com o objetivo de medir a força necessária para deslocar os cimentos da superfície dentinária. Os autores testaram nove tipos de cimentos endodônticos de diferentes composições e afirmaram ser esse método experimental, um modelo simples e de fácil reprodução para a mensuração “in vitro” da adesão dos cimentos obturadores.

Lee et al.<sup>37</sup> (2002) compararam, in vitro, quatro tipos de cimentos endodônticos (Kerr, Sealapex, AH-26, Ketac-Endo), em relação a capacidade de aderir a dentina e a guta-percha. Superfícies de dentina coronária e discos de guta-percha foram criadas, usando um disco diamantado, obtendo-se superfícies lisas, sobre as quais, cilindros de alumínio foram estabilizados com cera. A seguir, os cilindros foram preenchidos com um dos cimentos a serem testados. Os espécimes foram armazenados em 100% de umidade por 24 horas e após esse período, os cilindros foram tracionados para avaliação da força adesiva. Os grupos controles foram cilindros não obturados e estabilizados com cera. Os resultados indicaram que as forças adesivas do cimento à dentina foram, de menor para maior: Kerr < Sealapex < Ketac-Endo < AH-26, sendo

os últimos dois significativamente diferentes dos dois primeiros. A adesão à guta-percha, da mais baixa para mais alta, foi: Ketac-Endo < Sealapex < Kerr < AH-26.

Gogos et al.<sup>22</sup> (2003) estudaram a adesão do cimento AH 26 à dentina radicular, após o preparo com EDTA 15 % ou ácido fosfórico 37%. O cimento AH 26 foi aplicado isoladamente ou em associação com 3 agentes adesivos (Single Bond, Bond 1, ou ClearFill SE Bond). Os dentes foram submetidos aos testes de cisalhamento em máquina universal de ensaio. Os autores concluíram que os agentes adesivos aumentas significativamente a adesão do cimento AH 26 à dentina.

Kardon et al.<sup>31</sup> (2003) estudaram a capacidade seladora do cimento EndoRez em comparação ao cimento AH Plus, usando um método de transporte de fluídos para avaliação. Três grupos de dentes foram obturados, sendo um deles com o cimento Endo Rez pela técnica do cone único de guta-percha, outro com cimento AH plus, também pela técnica do cone único e o último com cimento AH Plus pela condensação vertical da guta-percha aquecida. Os resultados mostraram um maior nível de infiltração apical quando o cimento Endo Rez foi usado. Os demais grupos foram semelhantes entre si.

Saleh et al.<sup>51</sup> (2003) avaliaram por meio de microscopia eletrônica de varredura e espectroscopia de energia dispersiva, a adesão de alguns cimentos endodônticos à dentina após o preparo com

diferentes soluções. As superfícies dentinárias foram preparadas com ácido fosfórico a 37% por 30 segundos, ácido cítrico a 25% por 30 segundos, EDTA a 17% por 5 minutos ou apenas lavadas com 10 mL com água destilada (controle). A seguir, os cimentos endodônticos a serem testados (Grossman, Apexit, Ketac-Endo, AH Plus, Roeko Seal Automix, e Roeko Seal Automix com um primer experimental) foram posicionados em anéis metálicos e em íntimo contato com as diferentes superfícies dentinárias até atingirem o tempo de endurecimento. Foram realizados os testes de tração para mensuração da força adesiva e, a seguir, as superfícies rompidas foram avaliadas em microscopia eletrônica de varredura, onde pôde-se constatar que alguns dos cimentos penetraram nos canalículos dentinários quando a dentina havia sido previamente preparada pelos ácidos. Os autores relataram que a penetração dos cimentos nos canalículos dentinários após a remoção da *smear layer* não foi associada com os maiores valores de adesão.

Teixeira et al.<sup>69</sup> (2004a) descreveram uma técnica adesiva de obturação dos canais radiculares, onde sugeriram a substituição dos cones de guta-percha por um material sintético e termoplástico comercializado com o nome de Resilon. Os autores descreveram o material, sua apresentação e forma de utilização, ressaltando como vantagens a possibilidade de formação de um monobloco entre o Resilon, o cimento obturador dual preconizado para ser utilizado

com esse sistema (Epiphany) e as paredes dos canais radiculares, o que aumentaria a adesão entre as partes e diminuiria a infiltração marginal.

Teixeira et al.<sup>71</sup> (2004b) avaliaram comparativamente “in vitro” a resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente com o sistema adesivo de obturação (Resilon/Epiphany) em com guta-percha associada ao cimento AH 26, pela técnicas de condensação lateral e vertical de obturação, usando como controle dentes instrumentados mas não obturados. Os autores concluíram que os dentes obturados com o sistema Resilon/Epiphany apresentaram-se mais resistentes à fratura quando comparados às técnicas convencionais utilizando-se de cones de guta-percha e sugeriram que frente à esses resultados, a substituição dos cones de guta-percha por cones de Resilon deveria ser considerada.

Erdemir et al.<sup>15</sup> (2004a) estudaram os efeitos de diferentes soluções irrigadoras e medicamentos usados na endodontia sobre a adesão à dentina radicular, por meio de teste de microtração. Para isso, 14 dentes humanos uniradiculados tiveram suas coroas removidas, foram instrumentados e a seguir divididos em 7 grupos para que as paredes dentinárias recebessem diferentes formas de preparo. Os dentes receberam aplicação de hipoclorito de sódio 5%, água oxigenada 3%, a combinação entre água oxigenada e hipoclorito de sódio, gluconato de clorexidina 0,2% por 60 segundos, hidróxido de

cálcio por 24 horas, formocresol por 24 horas além de um grupo controle irrigado com água destilada. Os canais foram obturados com o sistema adesivo C&B Metabond e foram confeccionados palitos do conjunto resina/dentina de 1mm de espessura. Os palitos foram submetidos ao teste de microtração em uma máquina universal de ensaios e os resultados, expressos em Mpa, evidenciaram que o preparo dentinário com, hipoclorito de sódio 5%, água oxigenada 3% ou a combinação de ambos, diminuiu significativamente a adesão da resina às paredes dentinárias. Por outro lado, os dentes irrigados com gluconato clorexidina 0,2% mostraram os valores mais altos de adesão e os autores recomendaram o uso desta solução previamente à cimentação de pinos adesivos.

Moll, Fritzenschaft e Haller<sup>41</sup> (2004) avaliaram “in vitro” os efeitos do método de teste e a influência do operador, sobre a força de adesão de diferentes agentes adesivos à dentina. Os autores correlacionaram os resultados obtidos pelo teste de cisalhamento, microtração e o teste de deslocamento do material (push-out), e puderam afirmar que os testes de cisalhamento e microtração forneceram resultados semelhantes para os mesmos materiais, o que não se repetiu para o teste de push-out. Os autores ainda relataram que os resultados do teste de push-out podem sofrer a

influência do operador e que nenhuma correlação pode ser feita entre adaptação marginal e força de adesão.

Shipper et al.<sup>54</sup> (2004) examinaram a resistência à penetração bacteriana em um novo material resinoso (Resilon). Foram utilizados *Streptococcus mutans* e *Enterococcus faecalis* através da guta-percha e resilon usando duas técnicas de obturação, durante um período de trinta dias. Foram utilizados um total de 156 dentes humanos unirradulares cujas coroas foram removidas e as raízes instrumentadas até a lima K nº 40 ou 50 no comprimento de 16 mm, divididas aleatoriamente em oito grupos de 15 raízes cada e três grupos controle de 12 raízes cada. As raízes foram obturadas utilizando a técnica de condensação vertical e lateral com guta-percha e cimento AH-26 (Grupos I e II), guta-percha e cimento Epiphany (Grupos III e IV) ou Resilon e cimento Epiphany (grupos V e VI). O modelo de infiltração utilizou *S. mutans* nos grupos de um a seis e *E. faecalis* nos grupos sete e oito. Controles positivos foram obturados com Resilon e guta-percha sem cimento, enquanto os controles negativos foram selados com cera para testar o selamento entre as câmaras. Todas as raízes do grupo controle positivo infiltraram dentro de 24 horas, não havendo infiltração em nenhuma do controle negativo. O Resilon mostrou infiltração mínima, que foi significativamente menor que a da guta-percha. Todos os grupos do Resilon e cimento Epiphany mostraram

infiltraram significativamente menor que os grupos onde o AH-26 foi utilizado como cimento.

Sevimay e Kalayci<sup>53</sup> (2005) investigaram o selamento apical e a adaptação à dentina dos cimentos resinosos Endo Rez e AH Plus, por meio da infiltração do corante azul de metileno e avaliação em microscópio eletrônico de varredura. O cimento Endo Rez apresentou maiores níveis de infiltração marginal que o cimento AH Plus. Na análise microscópica, ambos os cimentos mostraram boa adaptação aos terços cervical e médio. Entretanto, no terço apical, o cimento AH Plus mostrou uma melhor adaptação às paredes de dentina.

Shipper et al.<sup>55</sup> (2005) avaliaram e compararam a eficácia in vivo da guta-percha e cimento AH-26 e do Resilon com o cimento e primer Epiphany na prevenção da periodontite apical subsequente a inoculação coronária com microrganismos orais. Foram utilizadas 56 raízes de pré-molares de sete cães adultos Beagle, que foram instrumentadas, obturadas e seladas temporariamente. Estas raízes foram aleatoriamente divididas em quatro grupos experimentais e um grupo controle negativo da seguinte forma: Grupo I - condensação lateral da guta-percha com o cimento AH-26; Grupo II - condensação vertical da guta-percha com o cimento AH-26; Grupo III - condensação lateral do Sistema "Monobloco Resilon (SMR); Grupo IV - condensação vertical do SMR; Controle negativo - guta-

percha e AH-26 ou SMR utilizando a técnica de condensação lateral ou vertical como nos grupos I a IV. No grupo controle positivo foram utilizadas 57 raízes adicionais de pré-molares instrumentadas, infectadas e não obturadas. Os pré-molares dos grupos I a IV foram selados com ionômero de vidro sendo, após sete dias, novamente abertos, inoculados com placa dental removida dos dentes dos cães e selados provisoriamente. Essa inoculação de microrganismo foi repetida mais duas vezes com intervalos mensais. Os dentes do grupo controle não foram abertos após selamento. Após 14 semanas de inoculação, os cães foram mortos e os blocos das maxilas e mandíbulas preparados para avaliação histológica sob um microscópio óptico. Inflamação leve foi observada em 82% das raízes obturadas com guta-percha e AH-26, que foi estatisticamente maior que raízes obturadas com o SMR (19%) e raízes do controle negativo (22%). O SMR foi o que apresentou a menor periodontite apical, atribuída à sua resistência superior à microinfiltração coronária.

Eldeniz et al.<sup>14</sup> (2005) investigaram, “in vitro”, a adesão de três cimentos resinosos de obturação de canais radiculares (Diaket, AH Plus e Endo-Rez), pelo teste de cisalhamento, na presença ou na ausência de “smear layer”. Noventa terceiros molares tiveram as superfícies de dentina coronária expostas e foram preparadas com EDTA 17% seguida de hipoclorito de sódio a 5,25% a fim de

remover a “smear layer” ou foram lixadas com lixas água a fim de criar “smear layer”. Tubos de polietileno contendo os cimentos experimentais foram posicionados sobre a dentina e o teste de cisalhamento foi realizado. Os resultados mostraram que o cimento AH Plus apresentou os maiores valores de adesão, tanto na presença como na ausência de “smear layer”, porém a ausência de “smear layer” melhora ainda mais a adesão do AH Plus à dentina.

Sousa-Neto et al.<sup>60</sup> (2005) avaliaram a adesão do cimento Sealer 26 às paredes dentinárias de canais radiculares irrigados com EDTAC 17% por 5 minutos ou irradiados com os lasers Er:YAG e Nd:YAG com diferentes parâmetros de aplicação, por meio do teste de deslocamento (push-out) em máquina universal de ensaio. Os resultados evidenciaram que os dentes irradiados com laser Er:YAG ou Nd:YAG apresentaram uma força adesiva superior aos dentes irrigados com EDTAC 17%.

O selamento apical do Resilon/Epiphany foi comparado com o da guta-percha/AH Plus num estudo in vitro, realizado por Tay et al.<sup>62</sup> (2005a). Foram utilizados 24 dentes humanos unirradulares extraídos, instrumentados com as limas rotatórias de níquel-titânio do sistema Profile. Após a instrumentação, os canais foram aleatoriamente divididos em dois grupos de 10 dentes cada, sendo o 1º grupo, obturado pela técnica da compactação vertical aquecida do Resilon com o cimento Epiphany e o 2º grupo, obturado com a

mesma técnica, porém com cone de guta-percha e o cimento AH Plus. Dois espécimes de Resilon e dois de guta-percha foram escolhidos para exame ao microscópio eletrônico de varredura, sendo seccionados longitudinalmente para expor a interface dentina radicular/obturação. Nos 10 dentes remanescentes de cada grupo a infiltração apical foi avaliada, utilizando a técnica de penetração da prata, com auxílio de um microscópio eletrônico de transmissão. Pode-se observar, no microscópio eletrônico de varredura, excelente adaptação do Resilon ao Epiphany. Havia entretanto, a presença de regiões livres de espaços vazios e de espaços vazios ao longo da interface dentina/cimento no mesmo dente, e da formação de tags de resina nas regiões livres de espaços vazios e tags espaçados ou ausentes na regiões com os espaços vazios. Igualmente, regiões com espaços vazios e livres de espaços foram encontradas nos espécime do grupo da guta-percha (controle), sendo a separação da guta-percha com o AH Plus frequentemente observada. Ao microscópio eletrônico de transmissão, foi observado infiltração em nove dos 10 canais obturados com o Resilon e em todos os 10 canais obturados com guta-percha. As infiltrações em ambos os grupos estavam confinadas aos 4 mm apicais, onde a presença de depósitos de prata, no grupo Resilon/Epiphany, estava presente na interface camada híbrida/cimento, e no grupo controle, entre o cimento e a guta-percha. Os autores concluíram que não

pode ser obtido um selamento apical hermético completo com ambos os materiais.

Tay et al.<sup>63</sup> (2005b) discutiram um modelo teórico a respeito dos fatores geométricos que afetam a adesão dos diferentes materiais às paredes dentinárias. Os autores relataram que a contração de polimerização associado ao fator “C” da cavidade, é extremamente desfavorável para a suposta adesão dos materiais às paredes dos canais radiculares.

Tay et al.<sup>64</sup> (2005c) avaliaram a susceptibilidade do resilon em sofrer hidrólise alcalina ou enzimática. Discos de resilon e guta-percha foram criados e imersos em etóxido de sódio por 20 e 60 minutos. Discos de resilon e guta-percha usados como controle foram imersos em etanol. Os discos foram examinados sob a luz da microscopia eletrônica de varredura e energia dispersiva de raio X. Nos discos de resilon, os autores relataram a ocorrência de hidrólise no componente resinoso da superfície após 20 minutos de contato com a solução de etóxido de sódio. Uma erosão mais severa foi observada após 60 minutos de contato. Em ambos os tempos de avaliação a guta-percha não foi afetada. Os autores sugeriram que, sendo o resilon susceptível à hidrólise alcalina, poderia também ocorrer a hidrólise enzimática, ressaltando a necessidade de maiores investigações.

Tay et al.<sup>65</sup> (2005d) investigaram a eficiência da obturação de canais radiculares usando cones de guta-percha recobertos por resina associados ao cimento Endo-Rez na sua versão dual, por meio de testes de infiltração com nitrato de prata e microscopia eletrônica de varredura. Os autores observaram que embora nenhum adesivo tenha sido utilizado, uma fina camada híbrida se formou na dentina radicular quando o EDTA foi usado como solução de irrigação final. Apesar disso, fendas nas interfaces entre o cimento e a dentina puderam ser observadas, bem como, a infiltração do agente traçador, que puderam ser observadas também entre o cimento e os cones de guta-percha cobertos de resina. As fendas foram atribuídas predominantemente à contração de polimerização do cimento Endo Rez.

Tay et al.<sup>66</sup> (2005e) examinaram a susceptibilidade do resilon sofrer hidrólise enzimática por meio de avaliação gravimétrica. Discos de resilon, guta-percha e policaprolactona foram incubados em solução de fosfato tamponada, lipase PS ou esterase de colesterol em 37 graus por 96 horas. As amostras eram retiradas em diferentes intervalos de tempo para análise gravimétrica e microscopia eletrônica de varredura. Todos os materiais exibiram pequeno ganho de massa quando em contato com a solução de fosfato tamponado, o que foi atribuído a uma leve absorção de água. Entretanto, o resilon e o policaprolactona exibiram uma extensiva

perda de peso após a incubação em lipase PS ou esterase de colesterol. Após a dissolução superficial, partículas de preenchedimento, à base de vidro, foram expostas, criando uma rugosidade de superfície no resilon. Os autores ressaltaram a necessidade de maiores investigações quanto à possível biodegradação do resilon frente à enzimas bacterianas ou salivares. Gesi et al.<sup>20</sup> (2005), estudaram a força de adesão à dentina radicular de dois sistemas de obturação de canais radiculares: Resilon/Epiphany e guta-percha associado ao cimento AH Plus. Para isso, os autores realizaram a obturação dos dentes com os sistemas descritos e posteriormente cortaram transversalmente as raízes, obtendo discos de dentina obturados. Esses discos foram posicionados em máquina universal de ensaios e submetidos ao teste de deslocamento do material (push out). Os autores evidenciaram que inúmeras amostras obturadas com o sistema Resilon/Epiphany romperam-se no momento do corte dos discos, não sendo possível testá-los. Quando esses valores nulos foram incluídos na análise estatística, o grupo obturado com o sistema guta-percha/AHPlus mostrou maiores valores de adesão. As amostras, após o deslocamento do material, foram analisadas em microscopia eletrônica de varredura, onde pôde-se observar que a maioria dos rompimentos do sistema Resilon/Epiphany ocorreu entre o cimento e a parede de dentina, embora alguns tenham

acontecido na interface Resilon/Epiphany, de modo surpreendente, segundo os autores. Por outro lado, o cimento AH Plus rompeu-se no contato com a guta-percha, permanecendo aderido às paredes do canal radicular. Os autores ainda questionaram o conceito de adesão proporcionado pelo sistema Resilon/Epiphany, em função da similaridade de forças obtidas com ambos os métodos de obturação.

Hirashi et al.<sup>27</sup> (2005) avaliaram o cimento Next, à base de metacrilato, quanto à adesão ao Resilon, em comparação a um compósito usado como controle. Os autores realizaram um teste de cisalhamento valendo-se da confecção de discos de Resilon com diferentes rugosidades de superfície. Tubos de polietileno foram posicionados sobre os discos de Resilon ou sobre o compósito e o cimento Next foi usado para o preenchimento dos tubos. Em seguida o teste foi executado em máquina universal de ensaios. O grupo controle evidenciou valores de adesão maiores do que os grupos de Resilon. O aumento da rugosidade da superfície não contribuiu para uma aumento da força adesiva nos grupos do Resilon.

Tay et al.<sup>67</sup> (2006) avaliaram a adesão do cimento Real Seal ao material sólido de obturação de canais radiculares (Resilon). Discos de resilon com diferentes rugosidades de superfície foram confeccionados após a termoplastificação desse material, a fim de

submeter o cimento Real Seal ao teste de cisalhamento em máquina universal de ensaio, em comparação com uma resina composta, usada como controle. Os resultados mostraram que o grupo controle proporcionou valores de adesão maiores que o Real Seal nas diferentes rugosidades de Resilon.

Nielsen et al.<sup>42</sup> (2006) investigaram o tempo de endurecimento dos cimentos endodônticos: Resilon sealer (Real Seal), Sultan U/P, Kerr Regular Set, Kerr Extending Working Time, Tubliseal Regular Set, Tubliseal Extending Working Time, Ketac Endo, AH Plus, Roth 801, Roth 811, Pulpdent RCS, em ambiente aeróbico e anaeróbico. Após testarem os cimentos em diferentes tempos experimentais os autores relataram que os cimentos Ketac Endo e Tubli Seal foram os mais rápidos a alcançar o tempo de endurecimento em ambiente aeróbico. Ketac Endo e Real Seal foram os mais rápidos a atingir o tempo total de endurecimento em ambiente anaeróbico. Os cimentos Roth 801 e Roth 811 foram os mais lentos a atingir o tempo de endurecimento em ambas condições. O cimento Real Seal endureceu em 30 minutos em ambiente anaeróbico, mas levou uma semana para atingir o tempo total de endurecimento na presença de ar.

Trope<sup>72</sup> (2006), como um dos idealizadores do sistema Resilon/ Epiphany, em carta endereçada ao editor chefe do *Journal of Endodontics*, uma das revistas de maior impacto no meio

endodôntico, questiona os trabalhos publicados por Tay et al.<sup>63,64</sup> (2005 b,c), argumentando que a metodologia empregada nos estudos não suportam as conclusões obtidas de que o Resilon sofreria uma biodegradação em contato com alguns produtos bacterianos ou mesmo por enzimas salivares, uma vez que os estudos seriam apenas uma observação e não teriam dados suficientes para suportar esse achado. Em resposta, Tay<sup>68</sup> (2006) reafirma a ocorrência da biodegradação do Resilon e relata estar em andamento uma série de pesquisas que suportariam suas afirmações anteriores.

Oliveira et al.<sup>43</sup> (2006) avaliando o sistema Resilon/Epiphany em comparação com a obturação com guta-percha e cimento AH 26, quanto à capacidade de sofrerem retratamento, utilizando diferentes sistemas rotatório (K3 e Liberator), verificaram que o sistema Resilon/Epiphany é passível de retratamento quando necessário, sendo o sistema K3 mais eficiente que o sistema Liberator para a desobturação dos canais radiculares.

Versiani et al.<sup>73</sup> (2006) investigaram algumas propriedades físico-químicas dos cimentos AH Plus e Epiphany. Os autores seguiram a especificação 57 da ANSI/ADA e testaram os cimentos quanto ao tempo de trabalho, escoamento, espessura de filme, solubilidade e desintegração e alterações dimensionais após endurecimento. Os resultados mostraram que os cimentos foram

semelhantes quanto ao escoamento e espessura de filme, ficando dentro das normas da ANSI/ADA. Quanto às alterações dimensionais, ambos os cimentos sofreram expansão acima do recomendado, embora o cimento Epiphany tenha expandido mais do que o AH Plus, de forma estatisticamente significativa. O cimento Epiphany também mostrou-se mais solúvel que o AH plus, com valores de solubilidade maiores do que o recomendado pela ANSI/ADA.

Diante dessa revisão literária, fica claro a grande quantidade de métodos, materiais e resultados obtidos ao longo dos anos, sempre na busca de encontrar uma material com altos níveis de adesão.

Os artigos mais recentes mostram uma nova tendência na endodontia, que é a incorporação de técnicas adesivas no tratamento de canais radiculares, cujos conceitos e materiais, ao mesmo tempo que recebem uma intensa promoção, são alvos de fortes contestações, restando, portanto, uma série de investigações a serem realizadas para um maior esclarecimento sobre suas reais contribuições para a terapia endodôntica.

### **3 Proposição**

Este estudo tem como objetivo avaliar “in vitro” a adesividade dos cimentos endodônticos Epiphany<sup>®</sup>, Endo Rez<sup>®</sup>, AH 26<sup>®</sup> e Endo Fill<sup>®</sup> por meio de dois tipos de testes:

1-) teste de adesividade às paredes dentinárias dos canais radiculares, pelo método de deslocamento dos cimentos (push-out test), após irrigação com as seguintes soluções:

a) Hipoclorito de sódio 2,5%+EDTA17% (NaOCl 2,5%+EDTA 17%);

b) Clorexidina gel 2% + EDTA 17% (CHX 2% + EDTA 17%);

c) Soro Fisiológico;

2-) teste de adesividade, pelo método de tração, aos materiais sólidos de obturação:

a) cones de guta-percha;

b) cones de Resilon

## **4 Material e Método**

### ***4.1 Teste de adesividade dos cimentos endodônticos às paredes dentinárias radiculares: “Push-Out test”.***

Foram selecionados sessenta dentes humanos unirradiculados, estocados em solução de timol 1%, em refrigerador, oriundos do Banco de Dentes da Faculdade de Odontologia da Universidade de Passo Fundo. Os dentes foram escolhidos em função de sua anatomia radicular externa, evitando raízes com achatamentos em qualquer sentido e apresentando comprimento radicular semelhante, a fim de facilitar a determinação do comprimento de trabalho e do preparo biomecânico. Foram selecionados dentes com anatomia interna predominantemente circular, entre eles incisivos superiores e pré-molares inferiores unirradiculados.

Os dentes foram lavados em água corrente por 24 horas, previamente a utilização. Em seguida, as coroas dentais foram removidas junto a união amelo-cementária ou na porção cervical radicular, de modo a obter remanescente radicular com comprimento padronizado de 14 mm. Para isso, foi usado um disco diamantado (911H, Brasseler, Alemanha) acoplado a peça de mão em baixa rotação.

Após o corte, os canais radiculares foram irrigados com soro fisiológico e o tecido pulpar, quando presente, removido com uma lima tipo Hedstroem número 25 (Destsply-Maillefer, Ballaigues, Suíça). Após padronização de todas as raízes com comprimento de 14 mm, o comprimento real de trabalho (CRT) foi estabelecido em 13 mm e confirmado pelo método visual, introduzindo-se uma lima tipo K 10 (Destsply-Maillefer, Ballaigues, Suíça) no interior do canal radicular até que sua ponta fosse observada no forame apical.

As raízes foram então divididas em três grupos de vinte cada, estabelecendo-se os grupos experimentais. Os canais radiculares foram irrigados durante o preparo biomecânico com diferentes soluções irrigadoras como segue: Grupo I) solução de hipoclorito de sódio 2,5% (NaOCl 4-6%, diluído e titulado no laboratório de Endodontia da Universidade da Carolina do Norte, USA) no volume de 2 mL a cada troca de instrumento, seguido de irrigação final com EDTA 17% (Pulpdent Corporation, Watertown, MA, USA) por 3 minutos.

Grupo II) gel de clorexidina 2% (Endogel, Itapetininga, SP, Brasil) injetado na entrada dos canais radiculares no volume de 0,5 mL previamente a cada instrumento e seguido pela irrigação com solução fisiológica de cloreto de sódio 0,9% (Abbot, Chicago, IL, USA) no volume de 2 mL após cada instrumento. Em seguida, foi executada a irrigação final com solução de EDTA 17% (Pulpdent

Corporation, Watertown, MA, USA) conforme descrito para o Grupo I.

Grupo III) irrigação com solução de cloreto de sódio 0,9% (Abbot, Chicago, IL, USA) 2 mL a cada troca de instrumento , sendo este, o grupo controle.

Todos os grupos foram instrumentados pela técnica coroa-ápice, com instrumentos rotatórios de níquel-titânio Orifice Shapers (25.08, 25.10) (Dentsply-Maillefer, Balleigues, Suíça) seguidos por instrumentos do tipo Profile.04 (25,30,35, 40) (Dentsply-Maillefer, Balleigues, Suíça) até que a lima número 40 atingisse o CRT.

A seguir, ainda sob irrigação com as soluções irrigadoras descritas para cada grupo, foi realizada a padronização do diâmetro interno do canal radicular em 1,5 milímetros, usando para isso uma broca para preparo para pino intracanal (FibreKor Post System, Pentron, USA). A broca era acionada em baixa rotação e introduzida no canal radicular até que uma extensão de 12 mm de comprimento penetrasse no seu interior.

Feito isso, os dentes foram secos com pontas de papel absorventes e cada um dos grupos foi subdividido em quatro subgrupos de cinco dentes cada para que fossem obturados com os diferentes cimentos endodônticos:

Subgrupo A: os canais radiculares foram preenchidos com cimento AH 26 (Dentsply-Detrey, Konstanz, Alemanha), à base de

resina epóxica, introduzido nos canais radiculares com o auxílio de uma broca tipo lentulo (Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Suíça) número 40 acionada em baixa rotação, até que houvesse o extravasamento do material pelo forame apical.

Subgrupo B: preenchidos de modo idêntico ao subgrupo A, utilizando-se o cimento Endo Fill (Dentsply- Maillefer, Petropolis, RJ, Brasil), à base de óxido de zinco e eugenol.

Subgrupo C: os canais receberam a aplicação de Epiphany Primer (Pentron, Wallingford, CT, USA) com o auxílio de uma ponta de papel absorvente embebida nessa solução. Deixou-se secar por 20 segundos e, a seguir, o cimento resinoso Epiphany (Pentron, Wallingford, CT, USA) foi introduzido no canal radicular com uma broca lentulo, de modo idêntico aos grupos anteriores. O excesso de material foi removido da entrada do canal e uma polimerização foi realizada, por 40 segundos, junto a entrada do canal radicular.

Subgrupo D: foi preenchido com o cimento Endo Rez (Ultradent, South Jordan, Utah, USA), à base de resina metacrilato, de modo idêntico ao subgrupo A.

Os grupos experimentais estão representados na Tabela 1.

Tabela 1 - Distribuição dos grupos experimentais

GRUPO	SOLUÇÃO IRRIGADORA	CIMENTO OBTURADOR	Nº DE RAÍZES
I	NaOCl 2,5% + EDTA 17%	AH 26	5
		Endo Fill	5
		Endo Rez	5
		Epiphany	5
		Total do grupo: 20	
II	CHX 2 % + EDTA 17%	AH 26	5
		Endo Fill	5
		Endo Rez	5
		Epiphany	5
		Total do grupo: 20	
III	Soro Fisiológico	AH 26	5
		Endo Fill	5
		Endo Rez	5
		Epiphany	5
		Total do grupo: 20	
<b>TOTAL</b>			60

Os cimentos testados foram espatulados de acordo com as orientações dos fabricantes e apresentam as seguintes composições:

#### **AH 26**

Pó:

- Prata em pó – 10%
- Óxido de bismuto – 60%
- Dióxido de titânio – 5%
- Hexametilenoamina – 25%

Resina:

- Bisfenol A

**ENDO FILL**

Pó:

- Óxido de zinco (42 partes)
- Resina hidrogenada (27 partes)
- Subcarbonato de bismuto (15 partes)
- Sulfato de bário (15 partes)
- Borato de sódio anidro (1 parte)

Líquido:

- Eugenol

**ENDO REZ**

- Resina uretano dimetacrilato como matriz
- Óxido de zinco
- Sulfato de bário
- Resinas
- pigmentos

**EPIPHANY****PRIMER EPIPHANY**

- Solução de monômero ácido (HEMA) em água
- AMPS e solução de monômeros hidrofílicos
- Iniciador de polimerização

**CIMENTO EPIPHANY**

- Resinas UDMA, PEGDMA, EBPADMA, BISGMA e metacrilatos

- Vidros barioborosilicato tratado com silano
- Sulfato de bário
- Sílica
- Hidróxido de cálcio
- Oxidocloreto de bismuto com aminas
- Peróxidos
- Iniciador de fotopolimerização
- Estabilizadores e pigmentos

Finalizado o preenchimento dos canais radiculares, os dentes de cada um dos grupos e subgrupos foram devidamente identificados e levados a estufa por um período de 48 horas a 37 graus C e 100% de umidade.

Decorrido esse período para que os cimentos atingissem seu tempo de endurecimento, as raízes foram posicionadas sobre uma plataforma de acrílico e fixadas com cera pegajosa aquecida. Em seguida, foram firmemente adaptadas na máquina de corte (Isomet, Buheler Lake Bluff, EUA) com disco diamantado, acionado a uma velocidade de 350 RPM sob refrigeração. As raízes foram cortadas transversalmente em discos de 2 mm de espessura, excluindo-se a porção apical, o que totalizava 5 a 6 discos por raiz. Destes, foram selecionados 15 discos radiculares, para cada um dos subgrupos testados, tomando como critério de exclusão aqueles que apresentassem inclinações em alguma das faces ou diferença significativa de volume dentinário radicular circundando o material

obturador. Portanto, foram testados 15 discos de cada um dos materiais obturadores, sendo esse o número de repetições utilizado para análise estatística.

Cada disco de dentina/material obturador foi posicionado na máquina de ensaios mecânicos (Instron, 4411, Alemanha, Figura 1) centralizado em suporte de resina acoplado a uma mesa metálica (Figura 2). Entre o suporte de resina e a mesa metálica havia um espaço para que o material deslocado durante o teste pudesse ser alojado, sem sofrer qualquer resistência mecânica além de sua própria adesão. Os conjuntos eram então submetidos a uma força de compressão de 1mm/min, até o deslocamento de cimento obturador das paredes do canal radicular (Figura 3). A força necessária para o deslocamento era registrada pela máquina de ensaios e expressa em Mpa.

Os dados obtidos foram submetidos a análise estatística com o auxílio do programa Bioestat 2.0 (CNpQ, Brasília, Brasil).



FIGURA 1 - Máquina Universal de Ensaio (Instron 4411) acoplada a computador para obtenção dos resultados do teste de *push-out*.

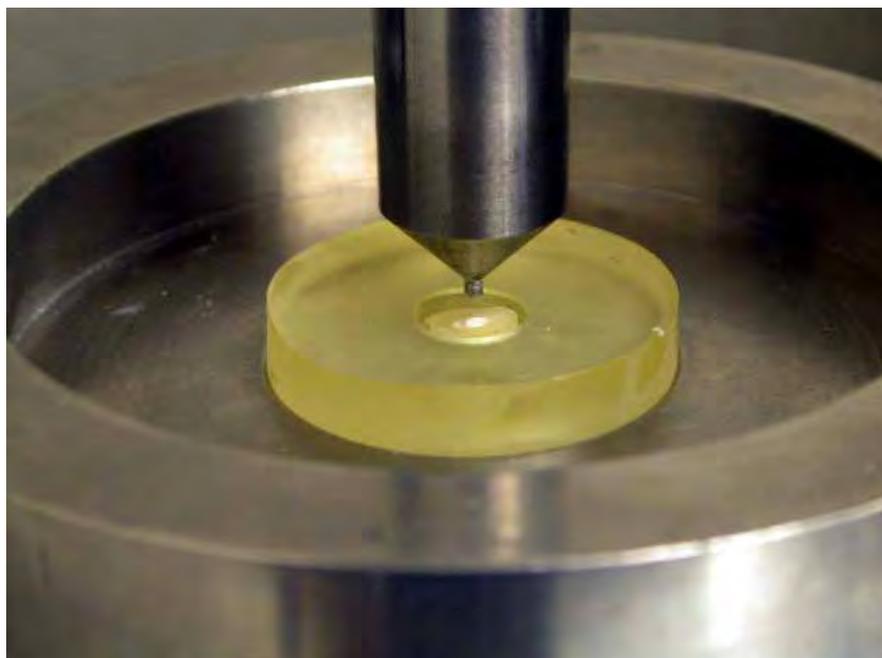


FIGURA 2 - Dispositivo de posicionamento do corpo de prova durante o teste de *push-out*.



Figura 3 - Cimento obturador (Epihany) deslocado do disco de dentina após teste de *push-out*.

#### **4.2 Teste de adesividade dos cimentos aos materiais sólidos da obturação: método de tração.**

O objetivo desse experimento foi testar a adesividade dos diferentes cimentos endodônticos à superfície dos materiais sólidos de obturação, guta-percha e Resilon, por meio do teste de tração em máquina universal de ensaio.

##### ***Confecção dos discos de guta-percha e Resilon:***

Aproximadamente duzentos bastões de guta-percha convencional (Obtura, Fenton, MO, USA, Figura 4) foram plastificados um a um, com auxílio do sistema obturador Obtura II (Figura 5) a uma temperatura de 140 graus Celsius seguindo modelo proposto por Gesi et al.<sup>20</sup>, 2005 e injetados em tubos de PVC pré-fabricados (Corning, NY, USA) com 30 mm de comprimento por 8,0 mm de diâmetro interno. Depois de injetada, a guta-percha era condensada no interior do tubo, com instrumento rombo, para torná-la homogênea, ajustando-se à forma do tubo de PVC. Um total de seis tubos de PVC foram preenchidos com guta-percha.

Repetiu-se esse procedimento, porém utilizando bastões de Resilon (Pentron, Wallingford, CT, USA, Figura 4). Tomou-se o cuidado de utilizar o sistema Obtura II exclusivo para Resilon, para evitar que houvesse a mistura dos materiais, porém, usando a mesma temperatura de acordo com Gesi et al.<sup>20</sup>, (2005).

Após moldados, os bastões de guta-percha e Resilon foram posicionados individualmente na máquina de corte (Figura 6), para que fossem obtidos discos de 2 mm de espessura, por 7,5mm de diâmetro, correspondente ao diâmetro interno dos tubos de PVC. Foram obtidos 40 discos de guta-percha e 40 discos de Resilon.

Os discos de guta-percha e resilon foram fixados sobre bases de acrílico autopolimerizável com 17 mm de diâmetro por 10 mm de altura (Figura 7). Os discos foram posicionados na parte central de uma das faces da base de acrílico e fixados com éster de cianoacrilato (Super Bonder, Loctite, Brasil). Em seguida, um anel metálico dotado de alça externa, previamente confeccionado, medindo 10 mm de altura por 6 mm de diâmetro interno, era posicionado sobre cada um dos discos de guta-percha ou resilon, conforme o grupo a ser testado. Nas margens de união entre o anel metálico e o disco de material sólido de obturação, foi posicionada fina camada de cera utilidade (Figura 8), com a finalidade de evitar o vazamento dos cimentos endodônticos colocados, ainda na sua fase plástica, no interior dos anéis metálicos.

Desse modo, os cimentos endodônticos AH 26, Endo Fill, Epiphany e Endo Rez foram espatulados seguindo as orientações dos fabricantes e introduzidos no interior dos anéis metálicos, sobre um vibrador elétrico, a fim de prevenir a formação de bolhas. Foram obtidos, portanto, quatro grupos de 20 anéis metálicos preenchidos

com cada um dos cimentos testados (Figura 9), sendo que 10 anéis estavam posicionados sobre discos de guta-percha e 10 sobre discos de Resilon.

O cimento Epiphany foi polimerizado por 40 segundos, logo após o preenchimento dos anéis metálicos (Figura 10).

Todos os conjuntos foram identificados de acordo com o cimento endodôntico e material sólido de obturação testado e levados a uma estufa a temperatura de 37 graus Celsius, com umidade de 100%, onde permaneceram por 48 horas.

Decorrido este período, os corpos de prova foram individualmente posicionados na máquina de ensaios mecânicos (Instron 4411) e fixados pela base acrílica com auxílio de parafusos laterais. Uma ponta metálica em forma de gancho, previamente confeccionada para esse fim, foi adaptada na máquina Instron permitindo que a alça do anel metálico fosse tracionada (Figura 11). Em seguida, a máquina de ensaios era acionada, submetendo os anéis metálicos a uma tração de 1mm/min, permitindo assim, a mensuração da força necessária para o deslocamento dos anéis metálicos preenchidos com os diferentes cimentos endodônticos, dos diferentes materiais sólidos de obturação.

A força medida para o rompimento do conjunto era expressa em N e a seguir transformada em MPa por meio da seguinte equação:

$$\sigma = F/A$$

Onde " $\sigma$ " é a tensão de tração em Mega Pascaus (MPa), "F" é a intensidade da tração em Newtons (N), e "A" é a área da superfície em metros quadrados ( $m^2$ ).

Como os cilindros possuíam diâmetro interno de 6 mm (0,006m), a área foi obtida pela equação:

$$A = \pi \cdot R^2$$

Onde "A" é igual a área de secção transversal da luz do anel metálico que contém o cimento em metros quadrados ( $m^2$ ), "R" é o raio da secção transversal da luz do anel em metros (m), igual a 0,003m e " $\pi$ " é igual a 3,1416. Assim, determinou-se a área de contato do cimento com a superfície do material sólido de obturação, cujo valor é constante e igual a  $2,827 \times 10^{-5} m^2$ .

Uma vez determinada a área, utilizando-se a equação " $\sigma = F / A$ ", foram obtidos os valores de tensão em Mega Pascaus (MPa), necessários para o rompimento dos cimentos obturadores dos materiais sólidos de obturação.

Os valores obtidos em MPa foram submetidos a uma análise estatística com auxílio do programa Bioestat 2.0 (CNPq, Brasília, Brasil).



FIGURA 4 - Cones de gutta-percha e Resilon plastificados com o sistema Obtura II, para o teste de tração.



FIGURA 5 - Sistema Obtura II usado para a plastificação da guta-percha.



FIGURA 6 - Moldes de guta-percha e Resilon e os discos obtidos após o corte na máquina Isomet.



Figura 7- Discos de guta-percha (E) e Resilon (D) montados sobre as bases de acrílico.



FIGURA 8 - Anéis metálicos montados sobre a guta-percha e Resilon, rodeados por uma camada de cera para evitar extravasamento dos cimentos.



Figura 9 - Cimento endodôntico preenchendo o anel metálico. Conjunto pronto para o teste de tração.



Figura 10 - Fotopolimerização do cimento Epiphany após o preenchimento do anel metálico.



Figura 11- Conjunto sendo tracionado até o rompimento do cimento testado e material sólido de obturação.

## **5 Resultado**

### TESTE “*PUSH-OUT*”

O modelo matemático para análise estatística do teste “*push-out*” é composto por uma variável (adesão às paredes dentinárias) e dois fatores de variação independentes, representados pelas soluções irrigadoras (NaOCl 2,5% +EDTA 17%; CHX 2% + EDTA 17%; Soro Fisiológico) e os cimentos obturadores (AH 26, Endo Fill, Endo Rez e Epiphany).

Deste modo, foram realizados testes estatísticos preliminares que indicaram a normalidade, bem como, a homogeneidade da distribuição amostral. Ficou indicada então, a aplicação de testes estatísticos paramétricos, a fim de que se pudesse evidenciar possíveis diferenças entre os grupos testados. Por contar com dois fatores de variação independentes, os valores originais expressos na Tabela 2, foram submetidos ao teste de Análise de Variância com dois critérios (Two-Way ANOVA).

Para o teste estatístico paramétrico de análise de variância, foram consideradas apenas as diferenças ao nível de 1%, cujo teste evidenciou uma diferença estatisticamente significativa ( $p < 0,01$ ) entre as soluções irrigadoras, os cimentos obturadores e ainda entre as interações soluções irrigadoras X cimentos obturadores. Desse modo, a fim de evidenciar exatamente quais os grupos que apresentavam diferença estatística entre si e, para que se pudesse

ordenar os grupos com maior força de adesão às paredes dentinárias, foi aplicado o teste complementar de Newman-Keuls.

Ao interpretar os testes estatísticos realizados, foi possível classificar as soluções irrigadoras em ordem decrescente de adesão, quando analisadas de forma isolada, independentemente do cimento obturador, do seguinte modo: a associação entre CHX 2% + EDTA 17% teve o maior valor médio de adesão às paredes dentinárias(  $p < 0,01$ ) quando comparado à solução de Soro Fisiológico, que proporcionou a menor força adesiva. A associação entre NaOCl 2,5% +EDTA 17%, apresentou valores intermediários, mostrando, portanto, um comportamento semelhante a associação CHX 2% + EDTA 17% e também ao soro fisiológico, considerando diferenças estatísticas ao nível de 1%. (Tabela 3, Gráfico 1)

Tabela 2- Valores originais em Mpa para deslocamento dos cimentos das paredes dentinárias (*push-out*) em função das soluções irrigadoras e cimentos obturadores

Soluções Irrigadoras	Cimentos Obturadores				Média Soluções ± (DP)
	Epiphany	EndoRez	AH26	Endo Fill	
NaOCl 2,5% + EDTA	13,3	6,7	6,3	5,7	10,1 ± (3,62)
	8,2	10,7	6,9	7,3	
	19,0	9,1	10,1	6,4	
	10,2	7,4	13,5	7,9	
	11,3	7,1	6,3	6,9	
	17,5	7,5	12,3	11,0	
	17,3	8,9	12,3	7,9	
	13,4	9,1	13,0	4,7	
	12,1	12,1	7,4	8,9	
	19,3	11,3	7,5	7,8	
	17,5	7,7	6,6	11,1	
	8,5	12,8	12,6	7,9	
	17,9	9,0	6,4	12,4	
	12,5	8,7	9,6	5,0	
9,3	14,9	6,4	7,9		
<b>Média ± (DP)</b>	<b>13,8 ± (3,9)</b>	<b>9,5 ± (2,4)</b>	<b>9,1 ± (2,9)</b>	<b>7,9 ± (2,2)</b>	
CHX 2% + EDTA	19,0	8,9	8,7	7,8	11,5 ± (3,69)
	10,9	10,7	6,0	7,8	
	18,8	18,8	8,9	9,5	
	13,3	16,5	15,5	6,9	
	10,4	14,9	11,1	7,3	
	14,5	17,2	6,9	8,1	
	11,4	14,7	9,5	7,0	
	17,7	12,8	9,5	11,2	
	14,8	14,8	6,9	7,1	
	17,1	12,5	11,3	7,3	
	14,2	8,5	7,7	11,0	
	9,7	10,9	10,6	7,5	
	16,2	12,5	11,6	8,2	
	15,2	10,7	19,0	7,3	
11,5	12,8	14,7	8,1		
<b>Média ± (DP)</b>	<b>14,3 ± (3,1)</b>	<b>13,1 ± (3,0)</b>	<b>10,5 ± (3,6)</b>	<b>8,1 ± (1,4)</b>	
Soro Fisiológico	7,6	8,0	11,3	2,3	8,8 ± (4,0)
	13,2	9,0	9,5	8,2	
	16,2	9,8	7,6	6,9	
	19,8	5,9	6,9	2,6	
	10,0	6,3	7,5	4,4	
	13,6	8,6	7,6	5,9	
	12,2	9,6	7,4	3,0	
	14,8	10,0	9,0	3,1	
	13,2	7,1	8,3	4,5	
	16,2	17,0	5,1	10,0	
	13,2	11,1	7,9	3,6	
	10,0	7,5	11,0	2,4	
	17,2	9,6	6,4	2,3	
	8,1	9,3	8,7	3,8	
13,2	9,4	11,7	2,6		
<b>Média ± (DP)</b>	<b>13,2 ± (3,4)</b>	<b>9,2 ± (2,6)</b>	<b>8,4 ± (1,9)</b>	<b>4,4 ± (2,4)</b>	
<b>Média Cimento ± (DP)</b>	<b>13,7 ± (3,4)</b>	<b>10,6 ± (3,1)</b>	<b>9,35 ± (2,9)</b>	<b>6,81 ± (2,6)</b>	

Tabela 3- Resultado do teste de Newman-Keuls % para as soluções irrigadoras

Soluções irrigadoras	Valor médio do teste de push-out em Mpa $\pm$ (DP)
CHX 2% + EDTA 17%	11,5 $\pm$ (3,6) ▲
NaOCl 2,5 % + EDTA 17%	10,1 $\pm$ (3,6) ▲♣
Soro Fisiológico	8,8 $\pm$ (4,0) ♣

Símbolos diferentes junto às médias representam diferença estatística ( $p < 0,01$ ).

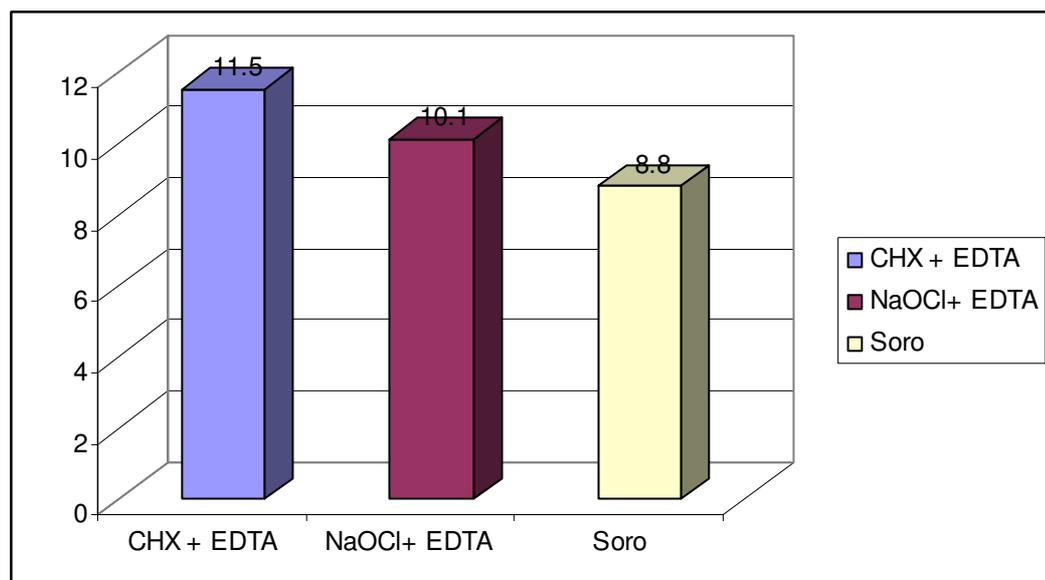


GRÁFICO 1- Valores representativos da tensão dos cimentos obturadores em função das diferentes soluções irrigadoras.

Do mesmo modo, os cimentos endodônticos testados podem ser classificados em uma ordem decrescente de adesão às paredes dentinárias do canal radicular, quando analisados isoladamente,

independente das soluções irrigadoras utilizadas, sendo que o cimento Epiphany mostrou uma maior adesão ( $p < 0,01$ ) em relação aos demais cimentos, seguido pelos cimentos Endo Rez e AH 26, que foram semelhantes entre si ( $p > 0,01$ ), mas diferentes ( $p < 0,01$ ) do cimento Endo Fill que mostrou ter a menor adesão às paredes dentinárias, entre todos os cimentos testados. (Tabela 4, Gráfico 2)

Tabela 4 - Resultado do teste de Newman-Keuls para os cimentos obturadores

Cimento Obturador	Valor médio do teste de push-out em Mpa $\pm$ (DP)
Epiphany	13,7 $\pm$ (3,4) ●
Endo Rez	10,6 $\pm$ (3,1) ▲
AH 26	9,3 $\pm$ (2,9) ▲
Endo Fill	6,8 $\pm$ (2,6) ♣

Símbolos diferentes junto às médias representam diferença estatística ( $p < 0,01$ ).

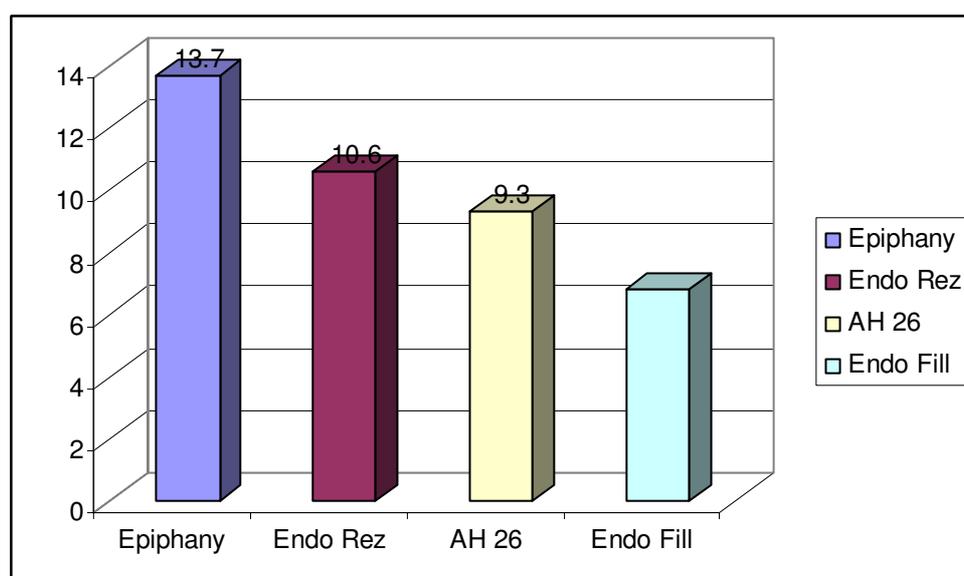


Gráfico 2 - Valores representativos da tensão de cada um dos cimentos obturadores às paredes dentinárias.

Quando consideradas as interações entre soluções irrigadoras e os cimentos endodônticos, pode-se notar uma maior adesão às paredes dentinárias sempre que o cimento Epiphany foi utilizado, independentemente da solução irrigadora e, também, quando o cimento Endo Rez foi usado após irrigação com CHX 2% + EDTA 17%, sendo esses grupos semelhantes entre si ( $p > 0,01$ ). Esses grupos, quando comparados aos demais, apresentaram melhores resultados, do modo estatisticamente significativo ( $p < 0,01$ ). O grupo obturado com cimento AH 26 após irrigação com CHX 2% + EDTA 17% apresentou valores de adesão intermediários, semelhantes ao grupo do cimento Endo Rez após irrigação com CHX 2% + EDTA 17% ( $p > 0,01$ ), mas superiores ( $p < 0,01$ ) aos demais grupos testados. O grupo irrigado com soro fisiológico e obturado com o cimento Endo Fill apresentou a menor adesão às paredes dentinárias entre todos os grupos experimentais, com diferença estatisticamente significativa ( $p < 0,01$ ). Os resultados desse teste e a ordenação decrescente de adesão obtida podem ser visualizados na Tabela 5 e Gráfico 3.

Tabela 5- Resultado do Teste de Newman-Keuls para as interações entre soluções irrigadoras e cimentos obturadores, em ordem decrescente de adesão

Grupo Experimental	Valor médio do teste de push-out em Mpa $\pm$ (DP)
CHX 2 % + EDTA 17% +Epiphany	14,3 $\pm$ (3,1) ●
NaOCl 2,5 %+ EDTA 17% +Epiphany	13,8 $\pm$ (3,9) ●
Soro Fisiológico + Epiphany	13,2 $\pm$ (3,4) ●
CHX 2 % + EDTA 17% + Endo Rez	13,1 $\pm$ (3,0) ●◆
CHX 2 % + EDTA 17% + AH 26	10,5 $\pm$ (3,6) ◆▲
NaOCl 2,5 % + EDTA 17% + Endo Rez	9,5 $\pm$ (2,4) ▲
Soro Fisiológico + Endo Rez	9,2 $\pm$ (2,6) ▲
NaOCl 2,5 % + EDTA 17% +AH 26	9,1 $\pm$ (2,9) ▲
Soro Fisiológico + AH 26	8,4 $\pm$ (1,9) ▲
CHX 2 % + EDTA 17% + Endo Fill	8,1 $\pm$ (1,4) ▲
NaOCl 2,5 % + EDTA 17% + Endo Fill	7,9 $\pm$ (2,2) ▲
Soro Fisiológico + Endo Fill	4,4 $\pm$ (2,4) ♣

Símbolos diferentes junto às médias representam diferença estatística ( $p < 0,01$ ).

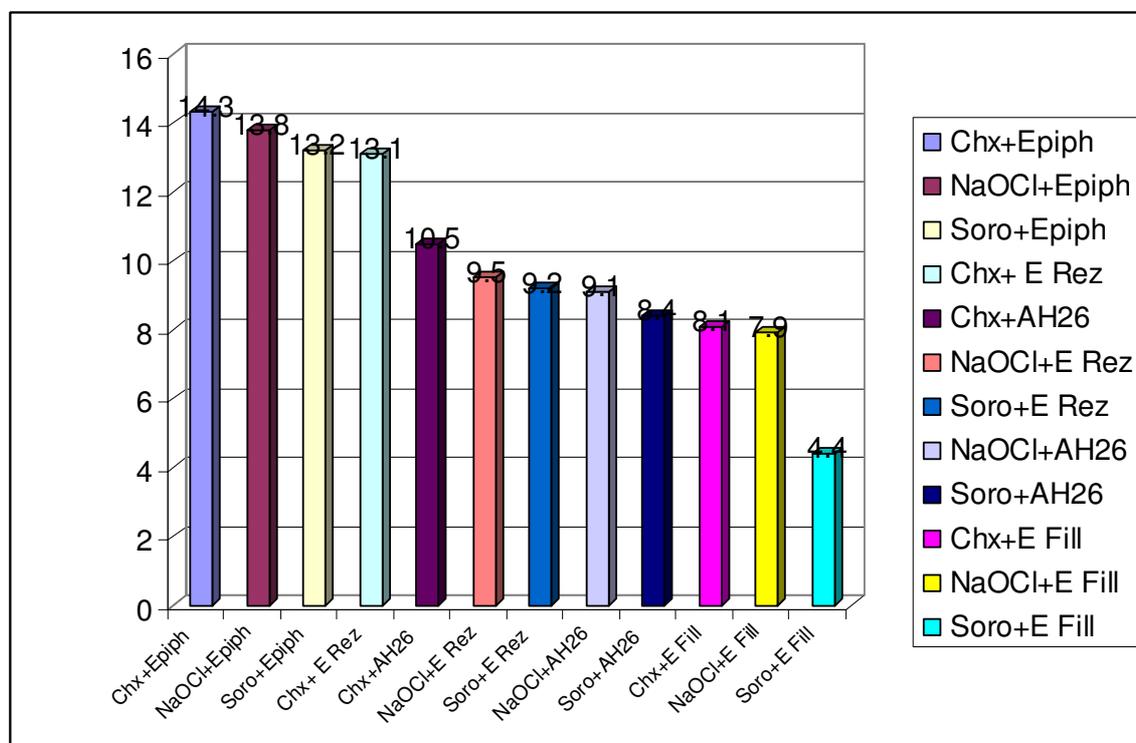


Gráfico 3- Valores representativos da adesão às paredes dentinárias, de acordo com as interações soluções irrigadoras X cimentos obturadores.

### **Resultados do adesividade dos cimentos aos materiais sólidos de obturação: teste de Tração**

Os valores originais da tensão de separação dos cimentos obturadores dos materiais sólidos de obturação podem ser vistos na Tabela 6. Esses dados representam os dois fatores de variação independentes, compostos pelos cimentos endodônticos e os componentes sólidos da obturação (Guta-percha e Resilon), que compõem o mesmo modelo matemático do teste de push-out para a análise estatística. Aplicou-se então o teste de análise de variância com dois fatores de variação independentes, que mostrou haver diferenças estatisticamente ao nível de 1% entre os cimentos endodônticos, entre os componentes sólidos da obturação e também entre as interações. Buscando evidenciar essas diferenças realizou-se o teste complementar de Newman-Keuls, cujos resultados podem ser vistos nas Tabelas 7 a 9 e Gráficos 4 a 6.

Tabela 6- Valores originais em MPa da força de tração necessária ao rompimento dos conjuntos cimentos X materiais sólidos da obturação

<b>Cimentos Obturadores</b>					
	<b>Epiphany</b>	<b>EndoRez</b>	<b>AH26</b>	<b>Endo Fill</b>	
<b>Componente Sólido</b>					<b>Média componente sólido ± (DP)</b>
<b>Guta-percha</b>	0.886	0.422	2.472	0.921	<b>1.102 ± (0.996)</b>
	0.741	0.615	3.821	0.674	
	0.223	0.863	3.298	0.881	
	0.254	0.383	1.885	0.729	
	0.682	0.518	2.436	1.012	
	0.328	0.423	2.283	0.672	
	0.276	0.716	3.117	0.598	
	0.381	0.322	1.176	0.813	
	0.347	0.811	2.856	0.850	
	0.246	0.317	3.121	0.732	
<b>Média ± (DP)</b>	<b>0.436 ± (0.240)</b>	<b>0.539 ± (0.201)</b>	<b>2.646 ± (0.763)</b>	<b>0.788 ± (0.129)</b>	
<b>Resilon</b>	0.489	0.331	1.338	0.041	<b>0.528 ± (0.447)</b>
	0.684	0.274	0.927	0.038	
	0.421	0.464	0.761	0.054	
	0.578	0.228	1.228	0.029	
	0.639	0.315	1.012	0.040	
	0.616	0.286	1.478	0.044	
	0.841	0.259	1.371	0.058	
	0.438	0.199	1.043	0.049	
	0.556	0.328	0.998	0.052	
	0.692	0.355	1.547	0.033	
<b>Média ± (DP)</b>	<b>0.595 ± (0.128)</b>	<b>0.303 ± (0.074)</b>	<b>1.170 ± (0.259)</b>	<b>0.043 ± (0.009)</b>	
<b>Média Cimentos ± (DP)</b>	<b>0.515 ± (0.204)</b>	<b>0.421 ± (0.190)</b>	<b>1.908 ± (0.938)</b>	<b>0.416 ± (0.392)</b>	

Tabela 7- Resultado do Análise de Variância para os materiais sólidos de obturação

Grupo Experimental	Média em Mpa ± (DP)
Guta-percha	1,102 ± (0,996) ●
Resilon	0,528 ± (0,447) ◆

Símbolos diferentes junto às médias representam diferença estatística ( $p < 0,01$ ).

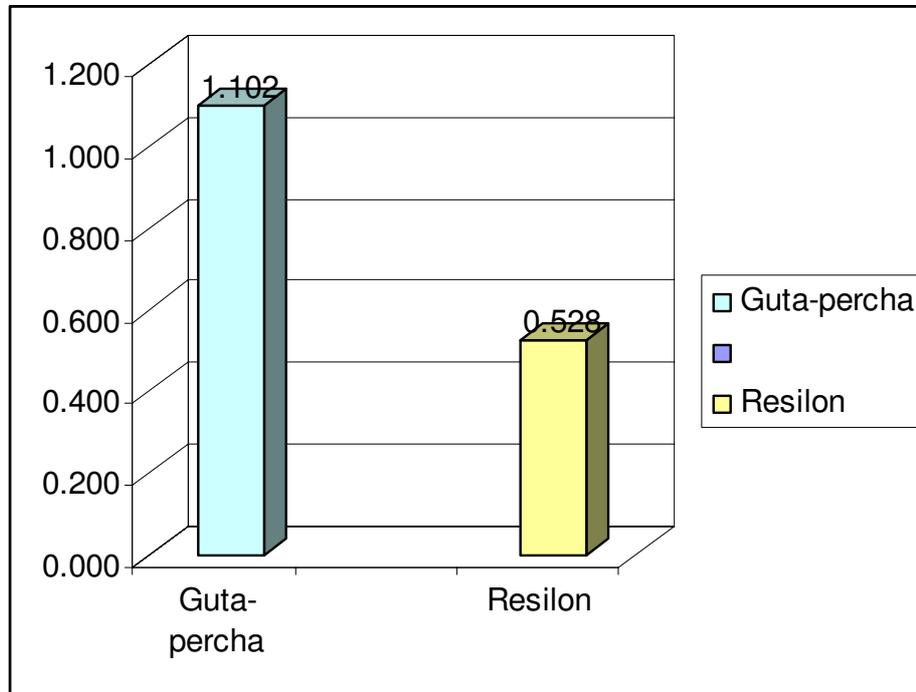


GRÁFICO 4- Valores representativos da adesão dos diferentes cimentos obturadores em função do material sólido da obturação.

Tabela 8- Resultado do Teste de Newman-Keuls para os cimentos obturadores, em ordem decrescente de adesão

Grupo Experimental	Média em Mpa ± (DP)
AH 26	1,908 ± (0,938) ●
Epiphany	0,515 ± (0,204) ◆
Endo Rez	0,421 ± (0,190) ◆
Endo Fill	0,416 ± (0,392) ◆

Símbolos diferentes junto às médias representam diferença estatística ( $p < 0,01$ ).

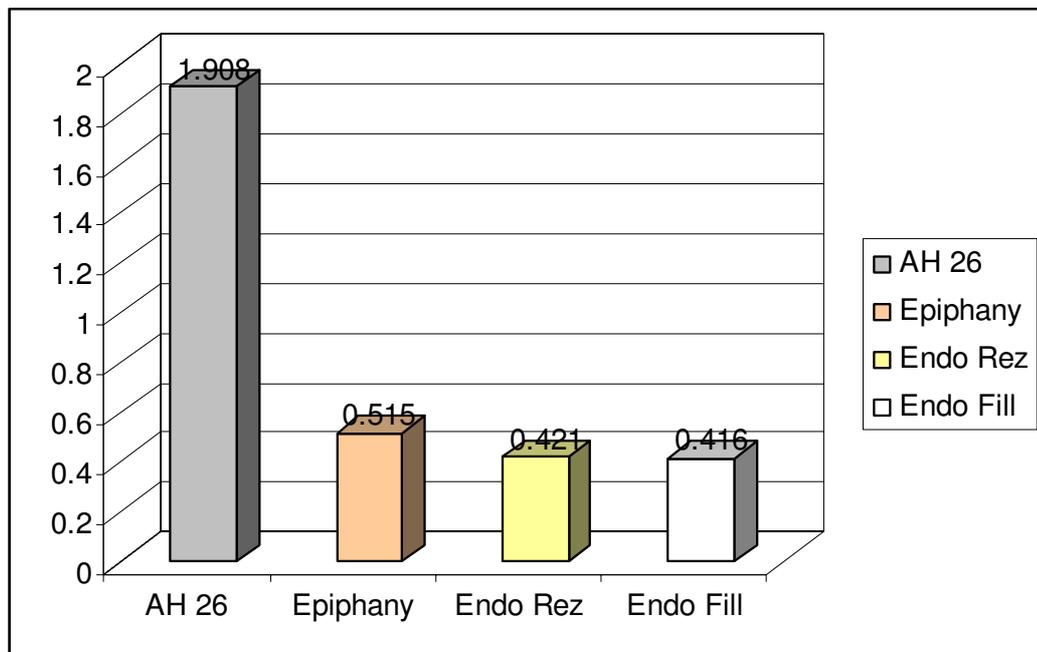


GRÁFICO 5- Valores (Mpa) representativos da tensão de deslocamento dos cimentos obturadores da guta-percha e resilon.

Tabela 9- Resultado do Teste de Newman-Keuls para as interações entre materiais sólidos de obturação e cimentos obturadores, em ordem decrescente de adesão

Grupo Experimental	Média em Mpa ± (DP)
AH 26 + Guta-percha	2,646 ± (0,763) ●
AH 26 + Resilon	1,170 ± (0,259) ◆
Endo Fill + Guta-percha	0,788 ± (0,129) ◆▲
Epiphany + Resilon	0,595 ± (0,128) ▲♣
Endo Rez + Guta-percha	0,539 ± (0,201) ▲♣
Epiphany + Guta-percha	0,436 ± (0,240) ▲♣
Endo Rez + Resilon	0,303 ± (0,074) ♣
Endo Fill + Resilon	0,043 ± (0,009) ♥

Símbolos diferentes junto às médias representam diferença estatística ( $p < 0,01$ ).

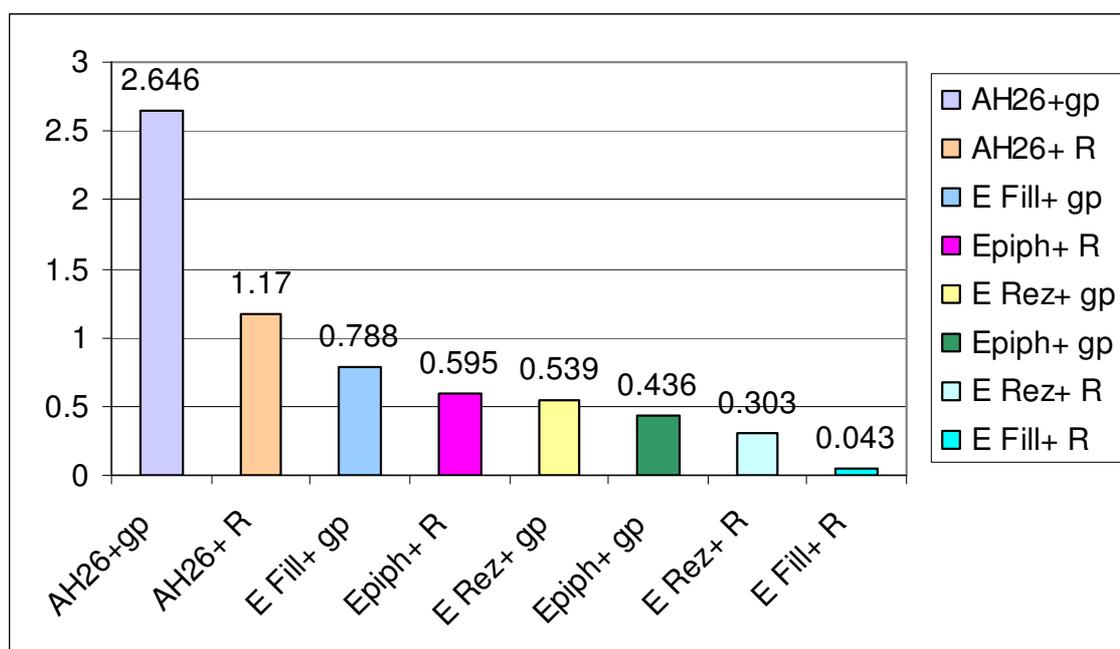


GRÁFICO 6- Valores (MPa) referentes às interações entre cimentos obturadores e os componentes sólidos da obturação.

A interpretação dos testes estatísticos mostra que, quando analisados de uma forma isolada, a guta-percha favoreceu a adesão dos cimentos obturadores de modo estatisticamente significativo ( $p < 0,01$ ), quando comparado ao Resilon.

Já os cimentos obturadores, quando analisados de forma isolada, independentemente do material sólido de obturação utilizado, mostraram uma maior adesão ocorrida no cimento AH 26, de modo estatisticamente significativo ( $p < 0,01$ ), em relação aos demais cimentos testados, Epiphany, Endo Rez e Endo Fill, que foram semelhantes entre si ( $p > 0,01$ ).

Quanto às interações, pode-se evidenciar maior valor de adesão na utilização do cimento AH 26 + guta-percha, de modo estatisticamente significativo ( $p < 0,01$ ) em relação aos demais grupos. Em seguida, em uma ordem decrescente de adesão, aparece o grupo do cimento AH 26 + Resilon, que foi estatisticamente semelhante ( $p > 0,01$ ) ao grupo do cimento Endo Fill + Guta-percha. Este último por sua vez, foi semelhante ( $p > 0,01$ ) aos grupos do cimento Epiphany + Resilon; Endo Rez + guta-percha e Epiphany + guta-percha. Esses três grupos apresentaram também um comportamento semelhante ( $p > 0,01$ ) ao grupo do cimento Endo Rez + Resilon. Já o grupo do cimento Endo Fill + Resilon, mostrou-se estatisticamente diferente ( $p < 0,01$ ) em

relação aos demais grupos e apresentou os menores valores de adesão entre todos os grupos testados.

## **6 Discussão**

Adesão pode ser definida como uma força que mantém unida duas substâncias colocadas em íntimo contato, fato esse, que ocorre devido a atração das moléculas dessas substâncias (ANUSAVICE<sup>5</sup>, 1996).

Um termo mais adequado para definir a união que ocorre na interface entre material obturador e dentina, pode ser colagem mecânica (TAGGER et al.<sup>61</sup>, 2002), que representa a união de duas substâncias, sem que a força que as mantenha unidas seja exclusivamente devido à atração de suas moléculas.

Entretanto, a maioria dos estudos sobre a resistência do deslocamento de materiais obturadores de canais radiculares da dentina tem utilizado o termo adesão (TAGGER et al.<sup>61</sup>, 2002). Esta denominação passou a ser aceita mais em função da freqüência de uso em trabalhos científicos, do que pelo conceito, uma vez que muitas resistências de deslocamento chamadas de adesão não passam de entrelaçamento ou encaixe mecânico de uma substância a outra, ou, na Endodontia, de uma substância a uma superfície.

Todos os pesquisadores que se propõem a estudar a adesão de um cimento obturador de canais radiculares (ORSTAVIK et al.<sup>44</sup>, 1983, SOUSA-NETO<sup>57</sup>, 1999; PICOLI<sup>48</sup>, 2001; TAGGER et al.<sup>61</sup>, 2002; SALEH et al.<sup>51</sup>, 2003; ERDEMIR et al.<sup>15,16</sup>, 2004a, b; GOGOS

et al.<sup>22</sup>, 2003; TAY et al.<sup>63</sup>, 2005b; SOUSA-NETO et al.<sup>60</sup>, 2005; ELDENIZ et al.<sup>14</sup>, 2005; TAY et al.<sup>67</sup>, 2006) são unânimes ao afirmar a importância dessa propriedade para que o material obturador cumpra com a sua finalidade. Nesse sentido, duas razões principais foram relatadas por Orstavik et al.<sup>44</sup>, (1983), a primeira, do ponto de vista estático, de que esse material eliminaria os espaços existentes no interior do canal radicular evitando a percolação de fluídos entre o material e as paredes. A segunda, do ponto de vista dinâmico, de que sendo o material suficientemente adesivo, resistiria ao deslocamento em manipulações subseqüentes, como por exemplo, durante os tratamentos restauradores definitivos (ORSTAVIK et al.<sup>44</sup>, 1983).

Cabe ressaltar que não há trabalhos científicos que confirmem a suposição de que maiores níveis de adesão sejam diretamente proporcionais a menores índices de infiltração marginal. Ao contrário, existem confirmações de que esses eventos não podem ser correlacionados (ORSTAVIK et al.<sup>44</sup>, 1983; TAGGER et al.<sup>61</sup>, 2002; MOLL, FRIENTZCHAFT e HALLER<sup>41</sup>, 2004) ou mesmo, de que uma maior penetração dos cimentos obturadores no interior dos canalículos dentinários não aumenta a força de adesão (SALEH et al.<sup>51</sup>, 2003).

Mesmo sendo tema de diversas pesquisas, a adesão não recebeu normas específicas de avaliação, diferentemente de outras

propriedades dos cimentos obturadores, que são reguladas pela norma número 57 da *American Dental Association*<sup>4</sup> (ADA), inicialmente descrita em 1984. Entre as propriedades reguladas por essa norma, estão os teste de escoamento, espessura do filme de cimento, tempo de endurecimento, radiopacidade, solubilidade e desintegração e estabilidade dimensional. Como não há uma especificação a ser seguida para o teste de adesão, alguns métodos tiveram maior destaque e passaram a ser utilizados ao longo dos anos com pequenas modificações.

O uso da máquina universal de ensaios para testes de adesão de materiais odontológicos à estrutura dental foi proposto inicialmente por Kemper e Killian<sup>33</sup> (1976) e a seguir por Grossman<sup>25</sup> (1976), sendo repetido por diversos pesquisadores que se valem dos testes de tração (BIRMAN et al.<sup>8</sup>, 1990; GETTLEMANN et al.<sup>21</sup>, 1991; FIDEL<sup>18</sup>, 1994; SOUSA-NETO<sup>57</sup>, 1999; KATAOKA et al.<sup>32</sup>, 2000; PICOLI<sup>48</sup>, 2001; PÉCORÁ et al.<sup>46</sup>, 2001), cisalhamento (ORSTAVIK<sup>44</sup>, 1983; WENBERG e ORSTAVIK<sup>75</sup>, 1990; LALH et al.<sup>36</sup>, 1999; TAGGER et al.<sup>61</sup>, 2002; LEE et al.<sup>37</sup>, 2002; GOGOS et al.<sup>22</sup>, 2003; TAY et al.<sup>67</sup>, 2006) e testes de deslocamento (*push-out*) (PEST et al.<sup>47</sup>, 2002; GESI et al.<sup>20</sup>, 2005; SOUSA-NETO et al.<sup>60</sup>, 2005) para determinar a força de adesão dos diferentes materiais.

Nesse estudo, optamos pela realização dos testes de deslocamento (*push-out*) para a verificação da adesão dos diferentes cimentos endodônticos à dentina, uma vez que esse teste permite o contato dos cimentos com a dentina radicular, seu verdadeiro local de uso e não sobre a dentina coronária como propõem inúmeros artigos (BIRMAN et al.<sup>8</sup>, 1990; GETTLEMANN et al.<sup>21</sup>, 1991; FIDEL<sup>19</sup>, 1994; SOUSA-NETO<sup>57</sup>, 1999; KATAOKA et al.<sup>32</sup>, 2000; PICOLI<sup>48</sup>, 2001; PÉCORA et al.<sup>46</sup>, 2001). Esse fator é importante porque mesmo a dentina radicular de um mesmo dente pode variar de região para região (TAGGER et al.<sup>61</sup>, 2002) e certamente, a disposição dos canalículos dentinários da dentina coronária difere da dentina radicular. Pelo mesmo motivo e também na tentativa de simular ao máximo a condição clínica, optamos por testar os diferentes cimentos diretamente sobre as paredes dos canais radiculares de dentes humanos, diferentemente de Orstavik et al.<sup>44</sup>, (1983) e Wennberg e Orstavik<sup>75</sup> (1990) que usaram a dentina bovina como modelo experimental. Embora alguns artigos não tenham mostrado essa preocupação (GESI et al.<sup>20</sup>, 2005), algumas medidas preventivas foram tomadas durante a seleção dos dentes para o teste de *push-out*, procurando obter um conjunto de dentes com anatomia interna similar, ou seja, dentes monoradiculares com canais radiculares de conformação circular, especialmente pré-molares inferiores e incisivos superiores, uma

vez que achatamentos dentais poderiam acarretar numa limpeza inadequada (BARBIZAM et al.<sup>7</sup>, 2002), preparo irregular (HULLSMAN<sup>28</sup>, 1997) e conseqüentemente, falhas na obturação que poderiam levar a resultados equivocados.

Além disso, o diâmetro interno dos canais radiculares foi padronizado em 1,5mm, buscando uma área uniforme para os cálculos matemáticos, diferentemente de Gesi et al.<sup>20</sup>, (2005). Outro ponto relevante a ser considerado é o fato da ponta metálica que deslocava o cimento possuir 1,0 mm de diâmetro, permitindo um contato quase completo com o corpo do cimento, mas evitando contatos prematuros com as paredes dentinárias, o que certamente influenciaria nos valores obtidos.

O teste de tração que utiliza anéis metálicos preenchidos com cimentos endodônticos em contato com a superfície dentinária (FIDEL, 1994<sup>18</sup>; SOUSA-NETO<sup>57</sup>, 1999, PICOLI<sup>48</sup>, 2001; PÉCORA et al.<sup>46</sup>, 2001) foi modificada nesse estudo, uma vez que os testes foram feitos sobre discos dos componentes sólidos de obturação, no caso guta-percha e Resilon. Foi utilizada uma modificação do trabalho de Tay et al.<sup>67</sup>, (2006), que plastificaram os referidos materiais em uma estufa, seguido da prensagem entre placas de vidro, tendo sobre uma delas um peso necessário à obtenção de uma lâmina de material.

Nessa pesquisa, visto que, tanto a guta-percha como o resilon têm sido utilizados clinicamente com técnicas termoplásticas de obturação (TEIXEIRA et al.<sup>69</sup>, 2004a), optamos por plastificá-los utilizando o sistema Obtura II a uma temperatura de 140 graus Celsius, seguindo o modelo de Gesi et al.<sup>20</sup>, (2005). Desse modo, os cones de guta-percha ou resilon eram plastificados e injetados diretamente nos tubos de polietileno circulares, a fim de facilitar a obtenção dos discos dos materiais e padronizar suas dimensões. Tomou-se o cuidado de que fossem usados diferentes aparelhos do sistema Obtura II, evitando a mistura entre guta-percha e Resilon, mas valendo-se da mesma temperatura de plastificação.

Uma vez que o sistema Resilon/Epiphany tem sido indicado para uso clínico e, segundo seus idealizadores, apresentando a vantagem de obtenção de adesão com formação de um bloco único de obturação (TEIXEIRA e TROPE<sup>70</sup>, 2004; TEIXEIRA et al.<sup>69</sup>, 2004a; SHIPPER et al.<sup>54</sup>, 2004; SHIPPER et al.<sup>55</sup>, 2005), foi proposta a execução desta pesquisas. Outro aspecto considerado foi a inexistência na literatura corrente, de comparações sobre a adesão desses materiais segundo a metodologia proposta.

A opção pelos dois testes, push-out e tração, está relacionada ao fato apresentarem uniformidade, serem facilmente reproduzíveis e expressarem valores em unidades aceitas internacionalmente que possibilitam análises comparativas.

Os procedimentos foram executados pelo mesmo pesquisador para evitar a interferência do operador nos resultados do teste de push-out (MOLL, FRITZENSCHAFT e HALLER<sup>41</sup>, 2004).

Outro aspecto a ser discutido é o fato da dentina radicular ter recebido diferentes formas de irrigação previamente aos testes de *push-out*. O uso do hipoclorito de sódio 2,5% é justificado por ser dotada de uma atividade antibacteriana (GOMES et al.<sup>23</sup>, 2001) e de solvência de tecido orgânico, sendo sem dúvida a solução irrigadora mais empregada em todo o mundo. Seu uso isolado durante o preparo biomecânico leva a formação da *smear layer*, que é reconhecidamente removida pela ação do EDTA (GARBEROGLIO e BECCE<sup>19</sup>, 1994; SEN et al.<sup>52</sup>, 1995, ECONOMIDES et al.<sup>13</sup>, 1999, YAMASHITA et al.<sup>80</sup>, 2003). No presente estudo, o uso do EDTA como agente de irrigação final, como proposto por Sen et al.<sup>52</sup>, (1995) foi um fator importante no aumento da adesão em todos os cimentos testados, em comparação aos canais radiculares irrigados apenas com soro fisiológico que apresentam maior quantidade de *smear layer* (YAMASHITA et al.<sup>80</sup>, 2003). Este achado confirma as afirmações de McComb e Smith<sup>40</sup> (1976), Wenneberg e Orstavik<sup>75</sup> (1990), Fidel<sup>18</sup>, (1994), Weiger et al.<sup>74</sup>, (1995), Lahl et al.<sup>36</sup>, (1999) mas contraria o trabalho de Saleh et al.<sup>51</sup>, (2003), onde a presença ou

ausência de *smear layer* não influenciou na adesão, bem como o trabalho de (GETTLEMAN et al.<sup>21</sup>, 1991), onde apenas os cimentos resinosos foram favorecidos pela ausência da *smear layer*.

Outra solução irrigadora utilizada nesse estudo foi o gel de clorexidina 2%, em função da sua recente difusão no meio endodôntico, especialmente pela capacidade antibacteriana (KOMOROWSKY et al.<sup>34</sup>, 2000; GOMES et al.<sup>23</sup>, 2003; DAMETTO et al.<sup>12</sup>, 2005), em função de sua capacidade de ser absorvida pelos tecidos dentais e mucosa sendo posteriormente liberada gradualmente, resultando em um efeito prolongado, conhecido como efeito de substantividade (KOMOROWSKY et al.<sup>34</sup>, 2000; ROSSI et al.<sup>50</sup>, 2005). Além disso, o presente estudo evidenciou que a irrigação dentinária com clorexidina, mesmo depois da irrigação final com EDTA, favorece o aumento da adesão dos diferentes cimentos endodônticos à dentina, corroborando com os resultados de Erdemir et al.<sup>15</sup>, (2004a). Uma hipótese explicativa para esse efeito pode ser dada através do conceito real de adesão, onde a clorexidina, por meio de sua absorção pela dentina, alteraria as cargas dentinárias favorecendo a adesão dos cimentos (ERDEMIR et al.<sup>15</sup>, 2004a) podendo ser complementado pela penetração dos materiais nos canalículos dentinários abertos pela solução de EDTA. Seriam os conceitos de adesão (ANUSAVICE<sup>4</sup>, 1996) e colagem mecânica (TAGGER et al.<sup>61</sup>, 2002) acontecendo

simultaneamente. Fica claro, entretanto, a necessidade de maiores investigações para esclarecer os reais efeitos da clorexidina sobre a adesão dos materiais à dentina.

Diante de uma tendência da Odontologia na utilização de materiais adesivos, a escolha dos cimentos endodônticos foi realizada buscando comparar os diferentes cimentos resinosos AH 26, Endo Rez e Epiphany, com o cimento Endo Fill, à base de óxido de zinco e eugenol.

O cimento Endo Fill, devido à sua composição é reconhecidamente inferior aos cimentos resinosos, em termos de adesão (SOUSA-NETO et al.<sup>57</sup>, 1999) e portanto serviu como um parâmetro de baixa adesão. Ao contrário, o cimento AH 26, amplamente utilizado no mercado americano, à base de resina epóxica, tem níveis de adesão considerados satisfatórios, similares a outros cimentos da mesma base e serviu como parâmetro de comparação para alta adesão.

O cimento Endo Rez, contendo metacrilato, tem sido bem aceito em estudos clínicos (ZMENER e PAMEIJEN<sup>82</sup>, 2004), e por isso, despertou interesse em sua investigação. Já foi demonstrado que esse cimento tem sido bem tolerado pelos tecidos (ZMENER<sup>81</sup>, 2004) e tem potencial de penetração em canalículos dentinários por suas características hidrofílicas (AHLBERG e TAY<sup>1</sup>, 1998), embora tenha apresentado pior selamento e adaptação às paredes

dentinárias (SEVIMAY e KALAYCI<sup>53</sup>, 2005), mantendo áreas de infiltração mesmo quando em contato com cones de guta-percha recobertos com resina (TAY et al.<sup>65</sup>, 2005d).

O cimento Epiphany® tem comportamento dual quanto ao endurecimento, permitindo sua polimerização imediatamente após o término da obturação, o que representaria um avanço significativo no controle da infiltração marginal coronária (TEIXEIRA et al.<sup>69</sup>, 2004a, SHIPER et al.<sup>55</sup>, 2005).

Segundo alguns autores (TEIXEIRA e TROPE<sup>70</sup>, 2004; TEIXEIRA et al.<sup>69</sup>, 2004a; SHIPPER et al.<sup>54</sup>, 2004; SHIPPER et al.<sup>55</sup>, 2005) o conjunto Resilon/Epiphany seria capaz de promover a formação do monobloco por meio da união às paredes dos canais pela penetração do Epiphany Primer no interior dos canalículos dentinários, formando *tags*, e em seguida, pela união do primer ao cimento Epiphany, através de uma relação química adesiva, servindo também como um reforço à estrutura dental em relação à ocorrência de fraturas (TEIXEIRA et al.<sup>71</sup>, 2004b). O cimento Epiphany por sua vez, seria também capaz de unir-se quimicamente aos cones de Resilon (TEIXEIRA e TROPE<sup>70</sup>, 2004; TEIXEIRA et al.<sup>69</sup>, 2004a; SHIPPER et al.<sup>54,55</sup>, 2004, 2005), o que foi contestado por Tay et al.<sup>68</sup>, (2006), que avaliaram em teste de cisalhamento a adesão do cimento Real Seal (que apresenta a mesma composição do cimento Epiphany) à discos de Resilon com

diferentes rugosidades de superfície e tendo como controle, um compósito. Os autores evidenciaram naquele estudo uma superioridade do grupo controle sobre o material estudado e ainda sugeriram que a adesão ocorrida entre o Resilon e o cimento Real Seal é muito mais mecânica do que química, uma vez que uma maior rugosidade na superfície do Resilon aumentou a adesão do cimento.

Tay et al.<sup>64,66</sup>, (2005c,e) questionam o uso do Resilon, uma vez que esse material mostrou-se sensível à hidrólise alcalina e enzimática, podendo sofrer igualmente, efeitos de enzimas bacterianas ou salivares, cujos autores recomendaram maiores investigações. O conceito do uso de material adesivo aplicado na Endodontia foi questionado por Tay et al.<sup>63</sup>, (2005b), que criaram um modelo hipotético para explicar a impossibilidade de obtenção de adesão no tratamento de canais radiculares dada a contração de polimerização do material e a configuração dos canais radiculares. Por outro lado, Trope et al.<sup>72</sup>, (2006) contestam a metodologia empregada por Tay et al.<sup>63,64</sup>, (2005b,c) afirmando que seus métodos não poderiam embasar tais conclusões.

No presente estudo, a utilização do cimento Epiphany mostrou ter uma adesão à dentina, no teste de push-out, superior aos demais cimento testados, independente da solução irrigadora

usada na dentina, embora o uso da clorexidina tenha aumentado ainda mais os valores da adesão.

Esse estudo contraria os achados de Gesi et al.<sup>20</sup>, (2005), onde muitos corpos de prova não resistiram sequer aos cortes transversais das raízes, havendo o desprendimento do material obturador antes mesmo do teste de push-out ser realizado. Mesmo assim, quando isso ocorreu, Gesi et al.<sup>20</sup>, (2005) atribuíram valores de zero a essas amostras e as incluíram na análise estatística, cujo resultado mostrou uma semelhança entre o Epiphany e o AH Plus, também à base de resina epóxica como o AH 26, empregado neste estudo.

O método de emprego do cimento obturador para o preenchimento dos canais radiculares foi diferente do usado por Gesi et al.<sup>20</sup>, (2005) que realizaram a condensação vertical da guta-percha ou resilon aquecidos pelo sistema Obtura II a 140 graus Celsius. Desse modo, a separação do material obturador pode ter ocorrido entre a interface cimento/material sólido de obturação e não entre cimento/parede dentinária, o que concorda com os resultados do presente trabalho, uma vez que a adesão do cimento Epiphany aos cones de Resilon foram inferiores à adesão do Epiphany à dentina, e também menores do que a adesão do cimento AH 26 à guta-percha.

Já os cimentos AH 26 e Endo Rez apresentaram adesão à dentina semelhantes entre si e superiores ao cimento Endo Fill, no teste de *push-out*, o que está de acordo com diversos artigos que mostram a superioridade dos cimentos resinosos sobre os à base de óxido de zinco e eugenol, em relação à adesão (GROSSMAN<sup>25</sup>, 1976; ORSTAVIK et al.<sup>44</sup>, 1983; GETTLEMAN et al.<sup>21</sup>, 1991, SOUSA-NETO<sup>57</sup>, 1999, LEE et al.<sup>37</sup>, 2002).

O uso da clorexidina como agente irrigador, aumentou também a adesão do cimento EndoRez à dentina no teste de *push-out*, a ponto de colocá-lo, do ponto de vista estatístico, no mesmo grupo do cimento Epiphany, quando avaliadas as interações entre cimentos obturadores e soluções irrigadoras.

Por outro lado, o cimento Endo Fill usado após irrigação com soro fisiológico foi o grupo que mostrou os menores níveis de adesão, o que está de acordo com Sousa- Neto<sup>57</sup> (1999) e Lee et al.<sup>37</sup>, (2002), uma vez que cimentos à base de óxido de zinco e eugenol sobre uma superfície com *smear layer* apresentam pouca adesão.

Os resultados do teste de tração, ao contrário do *push-out*, mostraram que o cimento Epiphany não apresentou os maiores níveis de adesão aos materiais sólidos de obturação, guta-percha e resilon, sendo inferior ao cimento AH 26 e apresentando valores semelhantes do ponto de vista estatístico ao cimento EndoRez e

Endo Fill, embora esse último tenha apresentado a menor média de adesão.

Esse resultado nos remete mais uma vez ao raciocínio de que adesão e infiltração marginal não são diretamente proporcionais (TAGGER et al.<sup>61</sup>, 2002). Estudo de Shipper et al.<sup>54</sup>, (2004), demonstrou que o cimento Epiphany apresentou redução de infiltração marginal, enquanto o cimento AH 26 permitiu a ocorrência da infiltração marginal (SHIPPER et al.<sup>54</sup>, 2004). No entanto outros estudos têm demonstrado boa capacidade seladora para o cimento AH 26 (WU et al.<sup>78</sup>, 1995).

Algumas hipóteses para explicar esses resultados podem ser lançadas, obviamente necessitando de maiores investigações. A primeira delas refere-se ao fato de que, após a inserção dos cimentos nos anéis metálicos para o teste de tração, as amostras foram mantidas em estufa com umidade relativa por 48 horas, sendo em seguida, tracionadas. Embora aparentemente o cimento estivesse em uma consistência ideal para ser testado, Nielsen et al.<sup>42</sup>, (2006) relataram que o cimento Epiphany só atingiria o seu tempo total de endurecimento após uma semana quando mantido em ambiente aeróbio, o que pode ter reduzido os valores de adesão ao componente sólido da obturação, bem como a ausência de união química entre Resilon e o cimento (TAY et al.<sup>67</sup>, 2006)

Outra forma hipotética de justificar os valores reduzidos de adesão do Epiphany ao resilon, pode ser a presença de um corante incorporado à formulação original do Resilon, responsável pela coloração rosa do material. Esse corante, atualmente retirado da formulação, foi responsável por alguns casos de escurecimento dental em diferentes regiões do mundo, pois a medida que entrava em contato com a dentina e conseqüentemente com a temperatura corpórea de 36 a 37 graus, era liberado, sendo possível a observação da alteração de cor. Devido à reclamações por motivos estéticos, esse corante foi removido da fórmula atual, mas ainda fazia parte da composição do material utilizado nesse estudo.

Entretanto os valores obtidos nesse estudo para a adesão do cimento AH 26 à guta-percha estão de acordo com o trabalho de Lee et al.<sup>37</sup>, (2002), que obteve valores similares, embora sua comparação tenha sido realizada com um cimento à base de ionômero de vidro e outro à base de hidróxido de cálcio.

Alguns questionamentos se fazem necessário, pois, embora os materiais tenham demonstrado diferentes valores de adesão à dentina e aos componentes sólidos de obturação, não estão estabelecidos valores mínimos requeridos para cada um deles. Será necessária padronização de testes e valores para determinação de meios exatos de comparação.

Assim, estudos adicionais sobre o comportamento físico-químico dos novos materiais obturadores e sua influência nas propriedades seladoras e comportamento biológico da obturação de canais radiculares devem ser realizados, para melhor definição dos conceitos de adesão aplicados à obturação endodôntica.

## **7 Conclusão**

Com base na metodologia aplicada e nos resultados obtidos pode-se concluir que:

1-) a irrigação com Clorexidina gel 2% alternado com soro fisiológico, seguido de irrigação final com solução de EDTA 17% favorece o aumento da adesão à dentina dos cimentos Epiphany, AH 26, Endo Rez e Endo Fill, em comparação às outras soluções irrigadoras testadas ( $p < 0,01$ );

2-) o cimento Epiphany apresenta maior força adesiva à dentina em comparação aos cimentos Endo Rez e AH 26 ( $p < 0,01$ ), que foram semelhantes entre si. O cimento Endo Fill apresentou a menor adesão entre todos os cimentos testados nos testes de *push-out* ( $p < 0,01$ );

3-) o cimento AH 26 apresentou maior adesão aos componentes sólidos de obturação, guta-percha e Resilon, em comparação aos cimentos Epiphany, Endo Rez e Endo Fill, nos testes de tração ( $p < 0,01$ ).

## **8 Referências\***

1. AHLBERG, K.M.F; TAY, W.M. A methacrilate-based cement used as a root canal sealer. **Int. Endod.J.**, Oxford, v.31, n.1, p.15-21, Jan. 1998.
2. AKTENER, B.O.; BILKAY, U. Smear layer removal with different concentrations of edta-ethylenediamine mixtures. **J. Endod.**, Baltimore, v.19, n.5, p.228-231, May 1993.
3. AL-GHAMDI, A.; WENNBORG, A. Testing of sealing ability of endodontic filling materials. **Endod. Dent. Traumatol.**, Chapel Hill, v.10, n.6, p.249-255, Dec.1994.
4. AMERICAN DENTAL ASSOCIATION **Specification n.57 for Endodontic filling materials**. Washington: ADA, 1983.
5. ANUSAVICE, K.J. **Phillips' science of dental materials**. 10<sup>th</sup> ed. Philadelphia: W.B. Saunders, 1996. p.25-30.
6. BARBIZAM, J.V.B. **Estudo *in vitro* da infiltração marginal apical em canais radiculares obturados**. 2001. 77f. Dissertação ( Mestrado em Endodontia) – Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2001.
7. BARBIZAM, J.V.B. et al. Effectiveness of manual and rotary instrumentation techniques for cleaning flattened root canals. **J. Endod.**, Baltimore, v.28, n.5, p.365-366, May 2002.
8. BIRMAN, E.G. et al. Estudo de propriedades físicas e biológicas de um cimento endodôntico à base de hidróxido de cálcio. **Rev. Fac. Odontol. São Paulo**, São Paulo, v.4, n.1, p.25-30, jan./mar. 1990.
9. BRANSTETTER, J.; FRAUNHOFER, J.A. The physical properties and sealing action of endodontic sealer cements: a review of the literature. **J. Endod.**, Baltimore, v.8, n.7, p.312-316, July 1982.
10. COOPER, L. et al. Shear strength of composite bonded to laser-pretreated dentine. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v.60. n.1. p.45-49. July 1989.

---

\* ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.  
**NBR – 6023**: informação e documentação – referências – elaboração. Rio de Janeiro, 2002.24 p.

11. CUSSIOLI, A.L. **Estudo *in vitro* da aplicação do laser de Er:YAG e da solução de EDTAC na superfície dentinária sobre a adesividade de diferentes cimentos endodônticos à base de resina epóxica.** 1999. 101f. Dissertação (Mestrado em Endodontia) – Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 1999.
12. DAMETTO, F.R. et al. In vitro assessment of the immediate and prolonged antimicrobial action of chlorhexidine gel as an endodontic irrigant against *Enterococcus faecalis*. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**, St. Louis, v.99,n.6, p.768-772, June 2005.
13. ECONOMIDES, N. et al. Comparative study of apical sealing ability of a new resin-based root canal sealer. **J. Endod.**, Baltimore, v.30, n.6, p.403-405, June 2004.
14. ELDENIZ, A.U.; ERDENIR, A.; BELLI, S. Shear bond strength of three resin based sealers to dentin with and without the smear layer. **J. Endod.**, Baltimore, v.31, n.4, p.293-296, Apr. 2005.
15. ERDEMIR, A. et al. Effect of medications for root canal treatment on bonding to root canal dentin. **J. Endod.**, Baltimore, v.30, n.2, p.113-116, Feb. 2004a.
16. ERDEMIR, A. et al. Effect of solvents on bonding to root canal dentin. **J. Endod.**, Baltimore, v.30, n.8, p.589-592, Aug. 2004b.
17. FIDEL, R.A.S. **Estudo das propriedades físico-químicas de alguns cimentos obturadores dos canais radiculares contendo hidróxido de cálcio.** 1993. 169p. Tese (Doutorado em Endodontia) - Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 1993.
18. FIDEL, R.A.S. et al. Adhesion of calcium hydroxide-containing root canal sealers. **Braz. Dent. J.**, Ribeirão Preto, v.5, n.1, p.53-57, Jan./Apr. 1994.
19. GARBEROGLIO, R.; BECCE, C. Smear layer removal by root canal irrigants. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**, St. Louis, v.78, n.3, p.359-367, Mar. 1994.

20. GESI, A. et al. Interfacial strength of resilon and gutta-percha to intraradicular dentin. **J. Endod.**, Baltimore, v.31, n.11, p.809-813, Nov. 2005.
21. GETTLEMAN, B.H.; MESSER, H.H.; ELDEEB, M.E. Adhesion of sealer cements to dentin with and without smear layer. **J. Endod.**, Baltimore, v.17, n.1, p.15-20, Jan. 1991.
22. GOGOS, C. et al. Shear bond strength of AH 26 root canal sealer to dentine using three dentine bonding agents. **J. Dent.**, Hamilton, v.31, n.5, p.321-326, July 2003.
23. GOMES, B.P.F.A. et al. Effectiveness of 2% chlorhexidine gel and calcium hydroxide against *Enterococcus faecalis* in bovine root dentin in vitro. **Int. Endod. J.**, Oxford, v.36, n.4, p.267-275, Apr. 2003.
24. GROSSMAN, L.I. An improved root canal cement. **J. Am. Dent. Assoc.**, Chicago, v.56, n.3, p.381-385, Mar. 1958.
25. GROSSMAN, L.I. Physical properties of root canal cements. **J. Endod.**, Baltimore, v.2, n.6, p.166-175, June 1976.
26. HILL, P.K. Endodontics. **J. Prosthet. Dent.**, St. Louis, v.9, n.1, p.142-148, Jan. 1959.
27. HIRAISHI, N. et al. Shear bond strength of resilon to a methacrylate-based root canal sealer. **Int. Endod. J.**, Oxford, v.38, n.10, p.753-763, Oct. 2005.
28. HULLSMANN, M. et al. Root canal cleanliness after preparation with different endodontic handpieces and hand instruments: a SEM investigation. **J. Endod.**, Baltimore, v.23, n.6, p.301-306, June 1997.
29. HYDE, D.G. **Physical properties of root canal sealers containing calcium hydroxide**. 1986. 80p. Thesis (Master of Science) – University of Michigan.
30. IGLESIAS, M.V. Soluciones irrigadoras en endodoncia. **Endodoncia**, v.8, n.1, p.26-31, ene./mar. 1990.

- 31.KARDON, B.P., et al. An in vitro evaluation of the sealing ability of a new root-canal-obturation system. **J. Endod.**, Baltimore, v.29, n.10, p.658-661, Oct. 2003.
- 32.KATAOKA, H. et al. Dentin bonding and sealing ability of a new root canal resin sealer. **J. Endod.**, Baltimore, v.26, n.4, p.230-235, Apr. 2000.
- 33.KEMPER, R.; KILIAN, R. New test system for tensile bond strength. **J. Dent. Res.**, Washington, v.55, sp. iss. B, Abstract 308, p.138,1976.
- 34.KOMOROWSKI, R. et al. Antimicrobial substantivity of chlorhexidine-treated bovine root dentin. **J. Endod.**, Baltimore, v.26, n.6, p.315-317, June 2000.
- 35.KOUVAS, V. et al. Influence of smear layer on depth penetration of three endodontic sealers: an SEM study. **Endod. Dent. Traumatol.**, v.14, n.4, p.191-195, Aug.1998.
- 36.LALH, M.S. et al. The shear bond strength of glass ionomer cement sealers to bovine dentine conditioned with common endodontic irrigants. **Int. Endod. J.**, Oxford, v.32, n.6, p.430-435, June 1999.
- 37.LEE, K.W. et al. Adhesion of endodontic sealers to dentin and gutta-percha. **J. Endod.**, Baltimore, v.28, n.10, p.684-688, Oct. 2002.
- 38.LEONARDO, M.R.; LEAL, J.M. Materiais obturadores de canais radiculares In: LEONARDO, M.R. **Endodontia tratamento de canais radiculares: princípios técnicos e biológicos**. São Paulo: Artes Médicas, 2005. Cap.25, p.1063-1145.
- 39.LOPES, H.P.; SIQUEIRA JR., J.F. Obturação do sistema de canais radiculares In: LOPES, H.P.; SIQUEIRA JR., J.F. **Endodontia: biologia e técnica**. 2 ed. Rio de Janeiro, Guanabara-Koogan, 2004. Cap.21, p. 645-685.
- 40.McCOMB, D.; SMITH, D.C. Comparision of physical properties of polycarboxilate-based and convencional root canal sealers. **J. Endod.**, Baltimore, v.2, n.8, p.228-235, Aug.1976.

- 41.MOLL, K.; FRITZENSCHAFT, A.; HALLER, B. In vitro comparison of dentin bonding systems: effect of testing method and operator. **Quintessence Int.**, Carol Stream, v.35, n.10, p.845-852, Nov./Dec. 2004.
- 42.NIELSEN, B.A. et al. Setting times of Resilon and other sealers in aerobic and anaerobic environments. **J. Endod.**, Baltimore, v.32, n.2, p.130-132, Feb. 2006.
- 43.OLIVEIRA, D.P. et al. Comparison between gutta-percha and resilon removal using two different techniques in endodontic retreatment. **J. Endod.**, Baltimore, v.32, n.4, p.362-364, Apr. 2006.
- 44.ORSTAVIK, D.; ERIKSEN, H.M.; BEYER-OLSEN, E.M. Adhesive properties and leakage of root canal sealer in vitro. **Int. Endod. J.**, Oxford, v.16, n.2, p.59-63, Feb. 1983.
- 45.ORSTAVIK, D.; NORDAHL, I.; TIBBALLS, J.E. Dimensional change following setting of root canal sealer materials. **Dent. Mater.**, Washington, v.17, n.6, p.512-519, June. 2001.
- 46.PÉCORA, J.D. et al. Evaluation of Er:YAG laser and EDTAC on dentin adhesion of six endodontic sealers. **Braz. Dent. J.**, Ribeirão Preto, v.12, n.1, p.27-30, Jan./Apr. 2001.
- 47.PEST, L.B. et al. Adhesive post-endodontic restorations with fiber posts: push-out tests and SEM observations. **Dent. Mat.**, Washington, v.18, n.8, 596-602, Aug. 2002.
- 48.PICOLI, F. **Estudo *in vitro* do efeito da aplicação do laser de Er:YAG e da solução de EDTAC na superfície dentinária, sobre a adesividade de diferentes cimentos endodônticos contendo hidróxido de cálcio.** 2001. 117f. Dissertação (Mestrado em Endodontia). Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2001.
- 49.PRINZ, H. Filling root canals with an improved paraffin compound. **Dent. Cosmos**, Philadelphia, v.54, n.2, p.1081-1094, 1912.

- 50.ROSSI, A. et al. Effect of rotary or manual instrumentation, with or without a calcium hydroxide/1%chlorhexidine intracanal dressing, on the healing of experimentally induced chronic periapical lesions. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.**, St. Louis, v.99, n.5, p.628-636, May 2005.
- 51.SALEH, I.M. et al. Adhesion of endodontic sealers: scanning electron microscopy and energy dispersive spectroscopy. **J. Endod.**, Baltimore, v.29, n.9, p.595-601, Sept. 2003.
- 52.SEN, B.H.; WESSELINK, P.R.; TÜRKÜN, M. The smear layer: a phenomenon in root canal therapy. **Int. Endod. J.**, Oxford, v.28, n.3, p.141-148, Mar.1995.
- 53.SEVIMAY, S.; KALAYCI, A. Evaluation of apical sealing ability and adaptation to dentine of two resin-based sealers. **J. Oral Rehabil.**, Oxford, v.32, n.2, p.105-110, Feb. 2005.
- 54.SHIPPER, G. et al. An evaluation of microbial leakage in roots filled with a thermoplastic synthetic polymer-based root canal filling material (Resilon). **J. Endod.**, Baltimore, v.30, n.5, p.342-347, May 2004.
- 55.SHIPPER, G. et al. Periapical inflammation after coronal microbial inoculation of dog roots filled with gutta-percha or resilon. **J. Endod.**, Baltimore, v.31, n.2, p.91-96, Feb. 2005.
- 56.SILVA, R.G. et al. Estudo da adesividade de alguns cimentos obturadores dos canais radiculares. **Rev. Odontol. Bras. Central**, Goiânia, v.21, n.6, p.14-18, jun.1997.
- 57.SOUSA NETO, M.D. **Estudo in vitro do efeito da aplicação do laser Er:YAG sobre a dentina humana na adesividade de diferentes cimentos obturadores dos canais radiculares.** 1999. 87p. Tese (Livre-Docente) – Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 1999.

- 58.SOUSA-NETO, M.D. **Estudo da influência de alguns óleos vegetais adicionados ao eugenol sobre as propriedades físico-químicas do cimento obturador dos canais radiculares do tipo Grossman.** 1994. 109p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 1994.
- 59.SOUSA-NETO, M.D. **Estudo da influência de diferentes tipos de breus e resinas hidrogenadas sobre as propriedades físico-químicas do cimento obturador de canais radiculares do tipo Grossman.** 1997. 108p. Tese (Doutorado) - Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 1997.
- 60.SOUSA-NETO, M.D. et al. *Ex vivo* study of the adhesion of an epoxy-based sealer to human dentine submitted to irradiation with Er:YAG and Nd:YAG lasers. **Int. Endod. J.**, Oxford, v.38, n.12, p.866-870, Dec. 2005.
- 61.TAGGER, M. et al. Measurement of adhesion of endodontic sealers to dentin. **J. Endod.**, Baltimore, v.28, n.5, p.351-354, May 2002.
- 62.TAY, F.R. et al. Ultrastructural evaluation of the apical seal in roots filled with a polycaprolactone-based root canal filling material. **J. Endod.**, Baltimore, v.31, n.7, p.514-519, July 2005a.
- 63.TAY, F.R. et al. Geometric factors affecting dentin bonding in root canals: a theoretical modeling approach. **J. Endod.**, Baltimore, v.31, n.8, p.584-589, Aug. 2005b.
- 64.TAY, F.R. et al. Susceptibility of a polycaprolactone-based root canal filling material to degradation.I. Alkaline hydrolysis. **J. Endod.**, Baltimore, v.31, n.8, p.593-598, Aug. 2005c.
- 65.TAY, F.R. et al. Effectiveness of resin-coated gutta-percha cones and a dual-cured, hydrophilic methacrylate resin-based sealer in obturating root canals. **J. Endod.**, Baltimore, v.31, n.9, p.659-664, Sept. 2005d.
- 66.TAY, F.R. et al. Susceptibility of a polycaprolactone-based root canal filling material to degradation. II. Gravimetric evaluation of enzymatic hydrolysis. **J. Endod.**, Baltimore, v.31, n.10, p.737-741, Oct. 2005e.

67. TAY, F.R. et al. Bondability of Resilon to a methacrylate-based root canal sealer. **J. Endod.**, Baltimore, v.32, n.2, p.133-137, Feb. 2006.
68. TAY, F.R. in Trope, M. Resilon will biodegrade from lipases released by bacteria or by bacterial or salivary enzymes. **J. Endod.**, Baltimore, v.32, n.2, p.85-86, Feb., 2006.
69. TEIXEIRA, F.B. et al. Dentinal bonding reaches the root canal system. **J. Esthet. Restor. Dent.**, Hamilton, v.16, n.6, p.1-7, June 2004a.
70. TEIXEIRA, F.B.; TROPE, M. Gutta-percha: the end of an era? **Alpha Omega**, Chicago, v.97, n.4, p.11-17, 2004.
71. TEIXEIRA, F.B. et al. Fracture resistance of roots endodontically treated with a new filling material. **J. Am. Dent. Assoc.**, Chicago, v.135, n.5, p.646-652, May 2004b.
72. TROPE, M. Resilon will biodegrade from lipases released by bacteria or by bacterial or salivary enzymes. **J. Endod.**, Baltimore, v.32, n.2, p.85, Feb. 2006.
73. VERSIANI, M.A. et al. A comparative study of physical-chemical properties of AH-Plus and Epiphany root canal sealants. **Int. Endod. J.**, Oxford, v.39, n.6, p.464-471, June 2006.
74. WEIGER, R. et al. Adhesion of a glass ionomer cement to human radicular dentine. **Endod. Dent. Traumatol.**, Chapel Hill, v.11, n.5, p.214-219, Oct. 1995.
75. WENNBERG, A.; ORSTAVIK, D. Adhesion of root canal sealers to bovine dentine and gutta-percha. **Int. Endod. J.**, Oxford, v.23, n.10, p.13-19, Oct. 1990.
76. WHITE, R.R.; GOLDMAN, M.; LIN, P.S. The influence of the smeared layer upon dentinal tubule penetration by plastic filling materials. **J. Endod.**, Baltimore, v.10, n.12, p.558-562, Dec. 1984.
77. WHITE, R.R.; GOLDMAN, M.; LIN, P.S. The influence of the smeared layer upon dentinal tubule penetration by endodontic filling materials. Part II. **J. Endod.**, Baltimore, v.13, n.8, p.369-374, Aug. 1987.

- 78.WU, M.K.; WESSELINK, P.R.; BOERSMA, J. A 1-year follow-up study on leakage of four root canal sealers at different thicknesses. **Int. Endod. J.**, Oxford, v. 28, n.4, p.185-189, Apr. 1995.
- 79.WUERCH, R.M. et al. Effect of 2% chlorhexidine gel as an intracanal medication on the apical seal of the root-canal system. **J. Endod.**, Baltimore, v.30, n.11, p.788-791, Nov. 2004.
- 80.YAMASHITA, J.C. et al. Scanning electron microscopic study of the cleaning ability of chlorhexidine as root canal irrigant. **Int. Endod. J.**, Oxford, v.36, n.6, p.391-394, June 2003.
- 81.ZMENER, O. Tissue response to a new methacrylate-based root canal sealer: preliminary observations in the subcutaneous connective tissue of rats. **J. Endod.**, Baltimore, v.30, n.6, p.348-351, June 2004.
- 82.ZMENER, O.; PAMEIJER, C.H. Clinical and radiographic evaluation of a resin based root canal sealer. **Am. J. Dent.**, San Antonio, v.17, n.1, p.19-22, Feb. 2004.

BARBIZAM, J.V.B. **Comparação “in vitro” da adesão de diferentes cimentos endodônticos à dentina radicular e aos componentes sólidos da obturação.** 2006. 106 f. Tese (Doutorado em Endodontia) – Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2006.

## **9 Resumo**

O objetivo desse estudo é avaliar “in vitro”, por meio dos testes de *push-out* e tração, a adesão de diferentes cimentos endodônticos à dentina e aos componentes sólidos da obturação, guta-percha e resilon. Sessenta dentes humanos uniradiculares tiveram suas coroas removidas e foram divididos em três grupos de vinte dentes. Cada grupo foi instrumentado pela técnica rotatória até uma lima tipo Profile 40.04 e alargados com uma broca de preparo de pino com 1,5 mm de diâmetro, sob irrigação com hipoclorito de sódio 2,5% (NaOCl) seguido de irrigação final com EDTA 17%; gel de clorexidina 2%(CHX) alternado com soro fisiológico e seguido por EDTA 17% ou apenas com soro fisiológico, como controle. A seguir, foram obturados com os cimentos AH 26, Endo Fill, Endo Rez e Epiphany. Após 48 horas de incubação a 37 graus Celsius e 100% de umidade, os dentes foram cortados transversalmente em discos de 2 mm de espessura. As amostras foram submetidas à força de compressão pelo teste de *push-out*. Para o teste de tração, discos de guta-percha e resilon foram criados e os cimentos AH 26, Endo Fill, Endo Rez e Epiphany foram colocados em contato com o material sólido da obturação por meio de anéis metálicos contendo os cimentos em seu interior. Após incubação as amostras foram submetidas ao teste de tração. Ambos os testes foram realizados em máquina de ensaios (1mm/min) e os resultados expressos em Mpa. O teste Anova e Newman-Keuls evidenciaram que cimento Epiphany apresentou maior adesão à dentina no teste de *push-out*, seguido pelos cimentos Endo Rez e AH 26 que foram semelhantes entre si e , por último o cimento Endo Fill. O uso da CHX aumentou a adesão à dentina de todos os cimentos testados. No teste de tração aos componentes sólidos, o cimento AH 26 mostrou ter uma maior adesão que os demais cimentos, que foram semelhantes entre si.

**Palavras-Chave:** Endodontia; canal radicular; cimentos dentários.

BARBIZAM, J.V.B. **An “in vitro” comparison of bond strength of different root canal sealers to dentin and to the core filling materials.** 2006. 106 f. Tese (Doutorado em Endodontia) – Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2006.

### **10 Abstract**

The aim of this *in vitro* study was to evaluate the bond strength of different root canal sealers to dentin and to the filling core material, using push-out and tensile tests. Sixty extracted single-rooted human teeth were divided into three groups and evenly instrumented with the crown-down technique up to a file #55 followed by a root canal enlargement using a 1,5 mm diameter post drill. Teeth were prepared under irrigation with 2.5% NaOCl + EDTA 17 %, 2% CHX associated to a saline solution + EDTA 17% or just saline solution, as control. All teeth were completely filled with AH 26, Endo Rez, Endo Fill and Epiphany sealers. After 48 hours of storage in 100% humidity at 37°C, all samples were sectioned transversally into 2mm thickness disks and the push-out tests were performed. For the tensile tests, gutta-percha and resilon disks were created and metallic rings with the sealers were positioned over the core material disks, in the same time/temperature conditions. Both push-out and tensile tests were performed using the universal testing machine (1 mm/min) and the maximum load at failure expressed in MPa. Two-way ANOVA and Newman-Keuls tests showed that Epiphany sealant presented the highest bond strength to dentin followed by Endo REZ and AH 26 that were similar to each other and Endo Fill with the lowest values of bonding to dentin. 2% CHX irrigation increased the bonding strength of all sealers to dentin. Tensile tests to the filling core materials showed that AH 26 presented the highest values of bonding. No statistical differences were found between the other sealers.

**Keywords:** Endodontics; root canal; root canal sealers

**Autorizo a reprodução desse trabalho.  
(Direitos de publicação reservados ao autor).**

**Araraquara, julho de 2006.**

**JOÃO VICENTE BARONI BARBIZAM**