

Gisele Aihara Haragushiku

Avaliação do efeito de diferentes tratamentos da superfície dentinária sobre a resistência de união à dentina de cimentos endodônticos

Orientador: *Prof. Dr. Ricardo Gariba Silva*

Co-Orientador: *Prof. Dr. Manoel D. Sousa Neto*

Ribeirão Preto

2007

Gisele Aihara Haragushiku

Avaliação do efeito de diferentes tratamentos da superfície dentinária sobre a resistência de união à dentina de cimentos endodônticos

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Odontologia da Universidade de Ribeirão Preto como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Odontologia, sub-área Endodontia.

Orientador: *Prof. Dr. Ricardo Gariba Silva*

Co-Orientador: *Prof. Dr. Manoel D. Sousa Neto*

Ribeirão Preto

2007

Ficha catalográfica preparada pelo Centro de Processamento Técnico da Biblioteca
Central da UNAERP

- Universidade de Ribeirão Preto -

Haragushiku, Gisele Aihara.

H212a **Avaliação do efeito de diferentes tratamentos da superfície
dentinária sobre a resistência de união à dentina de cimentos
endodônticos / Gisele Aihara Haragushiku. - - Ribeirão
Preto, 2007.**
113 f. + anexos

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Gariba Silva, Co-orientador: Prof. Dr.
Manoel D. Sousa Neto.

Dissertação (mestrado) – Departamento de Pós-Graduação em
Odontologia da Universidade de Ribeirão Preto, área de
concentração: Endodontia. Ribeirão Preto, 2007.

1. Odontologia. 2. Endodontia. 3. Canal Radicular. 4. Tratamento.
I. Título.

CDD: 617.6342



Este trabalho foi realizado no Laboratório de Pesquisas em Odontologia da Universidade de Ribeirão Preto.



Dedicatória

Aos meus queridos pais,

Neusa Aquemi Aihara Haragushiku e Jorge Tetsuo Haragushiku,

*pelo amor incondicional, compreensão das minhas atitudes, incentivo aos estudos,
carinho, suporte, inspiração profissional e ideais de vida.*

As minhas conquistas são suas!

Amo vocês!

Aos meus queridos irmãos,

Hugo Aihara Haragushiku e Roger Aihara Haragushiku,

por estarem sempre ao meu lado, pela ajuda, amizade e paciência.

Vocês estão nos meus pensamentos, no meu coração!

Amo vocês!



Agradecimentos

A DEUS, por iluminar o meu caminho e guiar os passos da minha vida.

Ao meu orientador Prof. Dr. Ricardo Gariba Silva, pela compreensão, orientação e confiança no meu trabalho, minha admiração pelo seu esforço em meio a muitos compromissos sempre cumpridos com paciência e perseverança. Muito obrigada!

Ao meu co-orientador e coordenador do Programa de Pós-Graduação em Odontologia da UNAERP Prof. Dr. Manoel D. de Sousa Neto, pelos ensinamentos durante este curso, pela confiança em mim depositada para realização deste projeto, meu reconhecimento e admiração ao professor e grande pesquisador. Muito obrigada!

Ao Curso de Pós-graduação em Odontologia da Universidade de Ribeirão Preto – UNAERP, por possibilitar a realização deste trabalho.

Aos professores do curso de Pós-Graduação em Odontologia da Universidade de Ribeirão Preto (UNAERP), Prof. Dr. Antonio Miranda da Cruz Filho, Prof^a. Aline Evangelista de Souza, Prof. Celso Bernardo de Souza Filho, Prof. Edson Alfredo, Prof^a. Dr^a. Lisete Diniz Ribas Casagrande, Prof. Dr. Lucélio Colto, Prof. Dr. Luiz Pascoal Vansan, Prof. Dr. Manoel D. de Sousa Neto, Prof^a. Melissa Andréa Marchesan, Prof^a. Dr^a Neide Aparecida de Souza Lehfeld, Prof. Dr. Paulo César Saquy, Prof. Renato Roperto, Prof. Dr. Ricardo Gariba Silva, Prof^a. Dr^a. Rosemary Cristina Linhares R. Pietro, Prof^a. Dr^a. Yara Terezinha Corrêa Silva Sousa, por fazerem parte imprescindível e serem responsáveis pelos conhecimentos adquiridos no decorrer do mestrado, pela dedicação e profissionalismo.

Ao Prof. Edson Alfredo, pela paciência e imensa colaboração na realização deste trabalho, um grande aprendizado.

À Prof^a. Dr^a. Yara T. C. Silva Sousa, pela grande ajuda nos momentos que precisei, as suas sugestões e correções foram essenciais e de grande valia.

Aos Profs. Celso Bernardo de Souza Filho e Silvio Rocha Correa da Silva, pela contribuição e ajuda na elaboração da análise estatística.

À Prof^a. Aline Evangelista de Souza Gabriel, pela colaboração e apoio nos momentos que precisei.

Aos colegas de turma de mestrado, Alessandro Rogério Giovani, Alexandra Conca Alves Mozini, André Marcussi Lara, Charles Stefani Moreira de Alencar, Fábio Henrique Pasqualin, Fernando Carneiro Ribeiro, João Gonçalves Júnior, José Estevam Vieira Ozório, Larissa Lustosa Lima Dias, Marcos Arantes Marino, Priscila de Oliveira da Silva Pobbe, Sylvia Maria Bin Nomelini e Volmir João Fornari, pela amizade e convívio durante o curso. Desejo sucesso a todos!

À Michele Regina Nadalin, minha conterrânea, colega de graduação, anfitriã, e mais que tudo grande amiga! Você tornou meu caminho possível, agradável, repleto de momentos alegres e inesquecíveis. Agradeço por fazer parte da minha vida. Muita luz e sucesso no seu caminho!

Ao amigo Matheus Coêlho Bandéca, pela amizade construída, pelo apoio em todas as horas em que precisei, você nunca mediu esforços. Muito Obrigada!

À amiga Alexandra Conca Alves Mozini, pelo companheirismo, sinceridade, ajuda, conselhos que levo para a vida e amizade que levo para sempre! Muita paz e muitas alegrias!

À amiga Priscila de Oliveira da Silva Pobbe, pela ajuda, companhia nos momentos alegres e difíceis, e principalmente à grande amizade. Seja muito feliz!

À Suellen Zaitter, querida amiga, pelos momentos de luta, estudo, conselhos e alegrias que compartilhamos e marcaram nossa amizade para sempre. Sucesso, seu caminho é brilhante.

Às secretárias da pós-graduação Cecília Maria Zanferdine e Joana Néia Vieira por sempre estarem prontas para ajudar no que for preciso.

Aos funcionários da Clínica de Odontologia da Universidade de Ribeirão Preto - UNAERP, da esterilização, dos laboratórios e secretarias pelo respeito e ajuda durante este período.

Aos amigos do Laboratório de Pesquisas da UNAERP, pela ajuda, amizade e companheirismo durante estes anos de convívio.

Aos Professores da disciplina de Tratamentos Endodônticos do Centro Universitário Positivo/UNICENP: Dr. Flares Baratto Filho e Denise Pioto Leonardi, pelo convívio agradável, aprendizado e compreensão durante o meu estágio em educação continuada, pela confiança, conselhos e, principalmente, pela amizade.

Aos Professores Odilon Guariza e Tertuliano Ricardo Lopes, e à Coordenadora e Prof^a. Maria da Graça Kfoury Lopes, do curso de Odontologia do Centro Universitário Positivo/UNICENP, pela amizade, confiança no meu trabalho e apoio nas minhas decisões.

Aos amigos do Instituto de Pesquisa, Estudo, Residência e Cultura em Odontologia / IPERCO: Ana Paula Domingos Teixeira, Armando Yukio Saga, Gabriella Parizoto, Prof^a. Lucienne Miranda Ulbrich, Prof. Dr. Luís Francisco Gomes Reis, Maria Letícia de Moura Gonçalves Schwab Puppo, Prof. Odilon Guariza, Tatiana Stephanus, Prof. Tertuliano Ricardo Lopes, Viviane Denck Gonçalves, pela convivência nesses anos de muita luta, trabalho e realizações, pela paciência, conselhos, incentivo, suporte e amizade. Cada um de vocês contribuiu para esta conquista! Muito Obrigada!

Aos queridos Rodolfo Denck Buquera, Regina Maria Denck, Patrícia Denck Buquera, Adenyr Denck e Adalberto Denck (in memorian), pelo apoio constante, incentivo, amor e amizade durante esta fase da minha vida e pelo carinho dessa família que ficará no meu coração. Muito Obrigada!

Aos queridos avós, Goro Aihara (in memorian), Antônio Haragushiku e Tereza Yoshiko Haragushiku, que incondicionalmente torceram por mim, pelo amor e carinho. Admiro muito vocês!

Aos Tios e Primos, que de longe ou perto contribuíram de alguma maneira para mais esta realização. Vocês são o meu orgulho e por isso divido esta vitória com todos! Amo vocês!

À minha prima querida, Renata Haragushiku Otomura, que sempre foi e será a melhor amiga e irmã em todos os momentos. Nenhuma distância nos separa! Amo você!

À Elaine Paggiaro Corte, queridíssima amiga, pelos momentos que marcam nossa amizade, por sempre estar me apoiando, suportando, acompanhando e incentivando. Te admiro e adoro muito!

Aos amigos, desculpem minha ausência, obrigada pela compreensão, incentivo, carinho, amizade e por tornarem minha vida mais feliz.



Sumário

RESUMO

SUMMARY

INTRODUÇÃO	2
REVISTA DA LITERATURA	8
PROPOSIÇÃO	56
MATERIAL E MÉTODOS	58
RESULTADOS	72
DISCUSSÃO	87
CONCLUSÕES	98
REFERÊNCIAS	100

ANEXO



Resumo

O objetivo do presente estudo foi avaliar, pelo método do *push-out*, a adesividade dos cimentos Apexit Plus, AH Plus e Epiphany (obtido com o misturador fornecido pelo fabricante e espatulado pelo operador) à dentina radicular submetida a diferentes tratamentos. Cilindros de raízes (n=128) obtidos a partir da secção transversal, na junção amelocementária e a 7 mm da mesma no sentido apical, de caninos superiores humanos tiveram seus canais radiculares preparados com broca diamantada troncônica e foram distribuídos aleatoriamente em 4 grupos de acordo com o tratamento da dentina: I. água destilada (controle), II. EDTAC 17%, III. hipoclorito de sódio 1% e IV. *laser* Er: YAG (400 mJ, 16 Hz). Cada grupo foi subdividido em 4 grupos para receber os cimentos obturadores a serem testados: Apexit Plus, AH Plus, Epiphany (misturado e espatulado). O teste de *push-out*, com auxílio da ponta de 1,4 mm de diâmetro, foi realizado na Máquina Universal de Ensaio Instron 4444 com velocidade de 1 mm/min e os resultados foram obtidos em MPa. A análise de variância demonstrou diferença estatisticamente significativa ao nível de 1% ($p < 0,01$) entre os cimentos endodônticos testados: AH Plus ($4,7683 \pm 0,85$), Epiphany Espatulado ($3,0596 \pm 1,34$), Epiphany Misturado ($2,6824 \pm 1,35$) e Apexit Plus ($1,2228 \pm 0,33$). Observou-se também diferença estatisticamente significativa ao nível de 1% ($p < 0,01$) entre os tratamentos da dentina, sendo que o cimento AH Plus apresentou melhor adesividade quando a superfície foi tratada com Er: YAG e EDTAC 17%, e o Epiphany Misturado apresentou os piores resultados quando a superfície foi tratada com o EDTAC 17%. Conclui-se que os cimentos à base de resina apresentaram comportamentos diferentes em função dos tratamentos da parede dentinária.



Summary

The aim of the present study was to assess the shear bond strength of endodontic sealers Apexit Plus, AH Plus and Epiphany (mixed following fabricant recommendations and manipulated by operator) to radicular dentin submitted to different superficial treatments, using the push-out method. Radicular cylinders of human superior canines (n=128), obtained from transversal section in cemento-enamel junction and 7 mm above, had their root canals prepared by a diamond tapered bur and were randomly assigned to 4 groups according to the dentin treatment: I. distilled water (control); II. 17% EDTAC; III. 1% sodium hypochlorite and IV. Er:YAG laser (400 mJ, 16 Hz). Each group was subdivided into 4 groups according to the luting agent: Apexit Plus; AH Plus; Epiphany (Mixed and Manipulated). Push-out test was performed in a Universal Testing Machine (Instron 4444) with a 1.4 mm-diameter tip and a constant speed of 1 mm/min. The results were obtained in MPa. Analysis of variance demonstrated significant statistical difference ($p < 0.01$) among the tested endodontic sealers: AH Plus (4.7683 ± 0.85), Manipulated Epiphany (3.0596 ± 1.34), Mixed Epiphany (2.6824 ± 1.35) and Apexit Plus (1.2228 ± 0.33). It was also verified significant statistical difference ($p < 0.01$) among the dentin treatments. AH Plus cement displayed higher adhesion values when surface was treated with Er:YAG laser and 17% EDTAC. Mixed Epiphany cement showed the lowest means when surface received 17% EDTAC. It may be concluded that the resin-based cements presented different performances according to the dentin walls treatment.



Introdução

Ao estudar o perfil ideal que um material obturador dos canais radiculares deve possuir, torna-se possível estabelecer os parâmetros de pesquisa para o desenvolvimento de novos produtos, bem como a avaliação daqueles já existentes no mercado.

Para os estudos das propriedades físico-químicas dos cimentos, foi efetivada pela *American National Standard Institute/American Dental Association (ANSI/ADA)*, em 1983, sob o título de Especificação 57, uma série de normas e testes para a avaliação dos materiais obturadores endodônticos com a finalidade de promover a padronização das pesquisas e a uniformidade dos resultados.

A Especificação 57 da *ANSI/ADA* determina, para avaliação das propriedades físicas dos materiais obturadores endodônticos, os seguintes testes: escoamento, espessura do filme, tempo de endurecimento, radiopacidade, solubilidade e desintegração e estabilidade dimensional. Vale salientar que esta norma não prevê nenhum modelo para os testes de adesividade.

Adesividade do cimento obturador significa a sua capacidade de aderir às paredes dentinárias do canal radicular e propiciar um meio cimentante que promova a união dos cones de guta-percha entre si e destes com a dentina (SOUSA-NETO et al., 2005).

Na literatura consultada, observaram-se dois modelos utilizados para avaliar a adesividade do cimento obturador do canal radicular: um proposto por GROSSMAN (1976), que utiliza uma máquina simples, constituída de uma haste em

forma de T dotada de duas roldanas e um fio; e outro método que utiliza a Máquina Universal de Ensaio (ØRSTAVIK, 1983).

Segundo WHITE et al. (1984) e KENNEDY et al. (1986) a camada de *smear* consiste em um fator negativo na obturação do canal radicular, por ser composta de matéria orgânica e inorgânica que se interpõe entre o material obturador e a parede do canal radicular, interferindo, deste modo, na adesividade do material obturador à parede do canal radicular.

Várias soluções químicas e associações têm sido preconizadas a fim de possibilitar, além da limpeza e desinfecção do canal radicular, a remoção da camada de *smear*. Entre as soluções propostas podemos citar o ácido etilenodiaminotetracético sal dissódico - EDTA (ØSTBY, 1957), o RC-Prep (STEWART et al., 1969), o hipoclorito de sódio associado ao EDTA (SAQUY et al., 1994).

Atualmente, além das substâncias químicas, outros meios que alteram as superfícies estão sendo pesquisados com aplicabilidade no tratamento das paredes dentinárias para remoção da camada de *smear*, como é o caso da radiação *laser*, um tipo de luz com características especiais, cujo nome, acrônimo da expressão de língua inglesa *Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*, significa ampliação da luz por emissão estimulada de radiação.

Na Odontologia diversos tipos de *laser* têm sido utilizados com diferentes finalidades, sendo que as pesquisas com o *laser* Er: YAG têm demonstrado

aplicabilidade na Endodontia (TAKEDA et al., 1998; TAKEDA et al., 1999; SOUSA-NETO et al., 2005).

O *laser* Er: YAG propicia limpeza dos canais radiculares, removendo a camada de *smear* das paredes dentinárias e expondo os canalículos. Estes efeitos foram observados por TAKEDA et al. (1998); TAKEDA et al. (1999); PÉCORA et al. (2000); SOUSA-NETO et al. (2002a); BRUGNERA JR et al. (2003); PICOLI et al. (2003); SOUSA-NETO et al. (2005); BIEDMA et al. (2005).

Em relação à composição, os cimentos obturadores podem ser classificados em: cimentos que contêm hidróxido de cálcio, cimentos resinosos, cimentos à base de óxido de zinco eugenol que contêm ou não medicamentos e cimentos à base de ionômero de vidro.

A adição do hidróxido de cálcio à fórmula dos cimentos obturadores teve por objetivo melhorar as propriedades biológicas desses materiais. A partir dessa premissa surgiu o Apexit (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein), que é um cimento que contém salicilato e que, na presença de água, reage quelando íons cálcio, que leva ao seu endurecimento. Posteriormente, surgiu o Apexit Plus, que é mais hidrofílico e pode ser usado em camadas mais espessas (FAQ Scientific Documentation Apexit® Plus, 2005).

O primeiro cimento à base de resina epóxi foi preconizado por SCHRÖEDER (1954), que propôs um cimento obturador à base de resina epóxi de bisfenol A. A partir de então, as pesquisas contribuíram para a melhoria da qualidade desse tipo

de cimento que resultou em várias propostas, entre elas o AH Plus (De Trey-Dentsply, Konstanz, Alemanha).

O AH Plus é um cimento com propriedades físico-químicas satisfatórias, apresenta baixa solubilidade e desintegração (SCHÄFER; ZANDBIGLARI, 2003) e boa adesividade (ELDENIZ et al., 2005); ação antimicrobiana (KAYAOGLU et al., 2005) e boas propriedades biológicas (WILLERSHAUSEN et al., 2000).

Avanços na tecnologia adesiva alimentam o desejo de reduzir a infiltração marginal apical e coronária por meio da união do material obturador às paredes dos canais radiculares (TAY et al., 2005). Um cimento resinoso de metacrilato foi desenvolvido, juntamente com um *primer* auto-condicionante, para cumprir este objetivo.

O cimento Epiphany (Pentron Clinical Technologies, Wallingford, CT, EUA) é um compósito à base de resina de metacrilato de polimerização dual, que possui em sua composição partículas de carga como hidróxido de cálcio, sulfato de bário, vidro de bário e sílica (VERSIANI et al., 2006). A sua apresentação para o uso se dá sob a forma de pasta/pasta, armazenadas em bisnagas individuais, com ponta que mistura os componentes no momento do uso. Apesar da proposta do fabricante, observou-se que o dispositivo de mistura não promove a perfeita homogeneização das suas pastas componentes.

Este cimento é utilizado com um material sólido denominado Resilon (Resilon Research LLC, Madison, CT, EUA), composto por polímeros de poliéster

sintéticos termoplastificáveis, similar à guta-percha. A associação do cimento Epiphany com o Resilon forma um monobloco que se adere às paredes da dentina (SHIPPER et al., 2004; BARBIZAM, 2006; EZZIE et al., 2006; VERSIANI et al., 2006). SHIPPER et al. (2004) sugeriram que este monobloco seria desejável para a completa obturação do canal por permitir menor infiltração marginal cervical em caso de perda ou fratura do selamento coronário provisório. Estudos *in vitro* (SHIPPER et al., 2004) e *in vivo* (SHIPPER et al., 2005) têm demonstrado boa resistência do monobloco à penetração bacteriana.

Considerando-se a proposta de utilização de um cimento de metacrilato juntamente com um *primer* auto-condicionador, torna-se importante estudar o seu comportamento em relação à superfície radicular submetida a diferentes tratamentos.



Revista da Literatura

A revista de literatura contempla estudos relacionados às propriedades físico-químicas dos materiais obturadores, aos vários tipos de tratamento das paredes dos canais radiculares, suas repercussões em relação à adaptação dos materiais obturadores, bem como as suas influências sobre a adesividade à dentina desses materiais, em estudos que envolvem metodologia com análises qualitativas e quantitativas.

Parte deles foi objeto de análise, conforme se constata a seguir.

CURSON; KIRK (1968) avaliaram a influência da adesão dos cimentos endodônticos na retenção de núcleos cimentados em incisivos superiores. Os cimentos utilizados foram à base de óxido de zinco/eugenol (comum, de presa rápida e fortificado), cimento de Grossman, Rickert, Diaket, Tubliseal e AH 26. Os dentes ficaram armazenados em água destilada e os núcleos foram tracionados com tensiômetro em intervalos de 24 horas, 48 horas, 7 dias, 16 dias e 30 dias. Os resultados mostraram que a resistência dos cimentos à base óxido de zinco/eugenol (fortificado), Diaket e AH 26 diminuiu com o tempo e que, entre os que mantiveram a força de tração, o melhor desempenho foi do cimento à base de óxido de zinco/eugenol comum. Os autores ressaltaram a importância da adesão

obturadores de canais radiculares, dentre elas a adesividade. Os materiais testados foram: AH 26, Diaket, Kerr Sealer, Mynol, N2, N2 no-lead, Procosol, RC2B, Roth 801, Roth 811, Tubliseal e cimento de óxido de zinco/eugenol. Os resultados demonstraram que quanto menor o tamanho das partículas, mais fácil é a manipulação do cimento, tornando a mistura mais suave e com melhor escoamento. Todos os cimentos apresentaram evidências de contração quando expostos à temperatura ambiente por 5 a 7 dias. A adesividade foi avaliada por meio de balança onde a tração foi exercida com incrementos de pesos de 100 gramas e a força transmitida por sistema de correntes. Os cimentos AH 26 e Diaket, que são resinosos, apresentaram maior adesão que os cimentos à base de óxido de zinco/eugenol que constituiu o grupo de pior desempenho.

McCOMB; SMITH (1976) avaliaram *in vitro* algumas propriedades físicas de alguns cimentos obturadores de canais radiculares (KERR antiseptic pulp canal sealer, Tubliseal, Procosol nonstaining, Procosol Silver, PCA, Roth 801, Roth 511, Diaket e AH 26) e as compararam com as propriedades de dois cimentos endodônticos especialmente preparados, com fórmulas à base de policarboxilato (5TD e 5TDR). As propriedades estudadas foram: escoamento, tempo de endurecimento, radiopacidade, adesão à dentina radicular, resistência à compressão e solubilidade. Os cimentos à base de óxido de zinco/eugenol não apresentaram adesão à dentina, o mesmo ocorrendo com os cimentos à base de resina polivinílica; os à base de resina epóxi apresentaram adesão superior, e os

cimentos à base de policarboxilato aderiram duas vezes mais à dentina que o AH 26. Os autores salientaram que quanto maior a quantidade de resíduos orgânicos e inorgânicos no interior do canal radicular, menor a adesão dos cimentos às paredes dentinárias.

A partir de 1983, a *American National Standard Institute/American Dental Association* estabeleceu normas e testes para avaliação de materiais obturadores endodônticos na Especificação 57, porém o teste de adesividade não foi incluído pela inexistência de consenso quanto ao melhor método de análise dessa propriedade.

ØRSTAVIK et al. (1983) pesquisaram a adesividade à dentina e à guta-percha e a infiltração, com teste de penetração de corante, dos cimentos endodônticos AH 26, Procosol, Forfénan, Diaket, Kloroperka N-Ø, Endométhasone, N2 Normal e De Trey Zinc. O substrato de dentina foi obtido de superfícies coronárias de molares preparadas com lixa 600 e a base de guta-percha foi confeccionada em moldes cilíndricos com 4 mm de diâmetro interno. A Máquina Universal de Ensaio exerceu tração à velocidade de 1 mm/min e a força de ruptura foi registrada em Newton (N) para cálculo de transformação dos resultados em MN/m². O AH 26 apresentou os maiores valores de adesão tanto à dentina quanto à guta-percha, enquanto o N2 Normal e Procosol apresentaram os menores valores de infiltração, o que levou os autores a concluir que não existia correlação entre força de adesão e valores de infiltração.

WHITE et al. (1984) avaliaram a influência da camada de *smear* na penetração de certos materiais obturadores plásticos (pHEMA e silicone) nos túbulos dentinários. Os resultados demonstraram que a presença da camada de *smear* impediu a penetração dos materiais nos túbulos dentinários; ao contrário, a remoção da camada de *smear* por meio da irrigação com EDTA e hipoclorito de sódio, permitiu que os materiais penetrassem consideravelmente nos túbulos. Os autores concluíram que a remoção da camada de *smear* aumenta o contato do material obturador com a dentina e melhora a capacidade de adesão e o selamento da obturação através da embricação mecânica proporcionada.

KENNEDY et al. (1986) avaliaram os efeitos da remoção da camada de *smear* na infiltração apical. Dez dentes de canal único foram divididos em 2 grupos após a instrumentação: I. sem remoção da camada de *smear*; II. remoção da camada de *smear* com EDTA como irrigante final. Os espécimes foram analisados em microscopia eletrônica de varredura (MEV) que mostrou fina camada de *smear* cobrindo a superfície dentinária para o grupo I, e ausência dessa camada no grupo II com túbulos dentinários desobliterados. Posteriormente, para avaliação da infiltração apical, 68 dentes tiveram seus canais instrumentados, divididos em 2 grupos com e sem a remoção da camada de *smear*, seguindo o mesmo protocolo de irrigação. No grupo I os canais foram obturados com guta-percha e cimento Roth's 801, no grupo II foram obturados com Hydron, um cimento injetável. Todos foram imersos em azul de metileno e a infiltração do corante permitiu

concluir que no grupo com guta-percha houve menor infiltração quando da remoção da camada de *smear*, e o grupo com Hydron apresentou menor infiltração, tanto com a manutenção ou remoção da camada de *smear*. Esta não influenciou na capacidade de selamento do Hydron.

WENNERBERG; ØRSTAVIK (1990) estudaram a adesividade à dentina e à guta-percha dos cimentos AH 26, CRCS, Diaket, Clorofórmio-Resina, Kloroperka, ProcoSol, Sealapex e Tubliseal. Cilindros de dentina de dentes de bovinos e guta-percha com 3,7 mm de diâmetro foram unidos pelos cimentos e armazenados por 24 horas. Máquina Universal de Ensaio foi utilizada para aplicar a força de ruptura à velocidade de 1 mm/min. O melhor resultado de adesão foi apresentado pelo AH 26, enquanto o Sealapex apresentou os piores resultados. Os cimentos CRCS, Kloroperka, Procosol, Clorofórmio-Resina e Sealapex apresentaram falhas de coesão ao serem submetidos à análise das superfícies fraturadas. O tratamento prévio da dentina com EDTA causou aumento significativo na adesão do Procosol, Clorofórmio-Resina, Sealapex e Tubliseal.

GETTLEMAN et al. (1991) verificaram o desempenho dos cimentos endodônticos AH 26, Sultan e Sealapex em relação à adesividade à dentina, com e sem a camada de *smear*, por meio de teste de tração em Máquina Universal de Ensaio. Os resultados demonstraram diferenças estatisticamente significantes entre os cimentos sendo que o de maior força de adesão foi o AH 26 e o pior resultado foi observado com o Sealapex. Apenas o AH 26 teve adesão aumentada

na ausência da camada de *smear*. A análise de superfície revelou fratura adesiva nos grupos com camada de *smear* e coesiva em 25% do grupo AH 26 sem camada de *smear*.

OKSAN et al. (1993) pesquisaram a influência da camada de *smear* na penetração de quatro cimentos endodônticos (Diaket, N2 Universal, SPAD e Forfénan) nos túbulos dentinários. A presença da camada de *smear* impediu a penetração dos cimentos nos túbulos dentinários, enquanto sua remoção com EDTA e hipoclorito de sódio permitiu a penetração em maior profundidade do Diaket, N2 e SPAD. O Forfénan apresentou o menor nível de penetração.

FIDEL et al. (1994) avaliaram a adesividade de alguns cimentos à base de hidróxido de cálcio (Sealer 26, Sealapex, Apexit e CRCS) à dentina com e sem condicionamento pelo EDTA. O estudo consistiu na colocação de cilindros de alumínio sobre dentina oclusal de molares que foram posteriormente preenchidos com os cimentos. Após o tempo de endurecimento, foi utilizado dispositivo de tração com força aumentada por incremento de massa. O Sealapex e Apexit apresentaram os menores valores de adesividade. A aplicação do EDTA sobre a dentina aumentou a adesão dos cimentos à superfície com exceção do Sealapex.

SOUSA-NETO (1994) estudou o efeito da adição de óleos vegetais ao eugenol sobre algumas propriedades físicas do cimento tipo Grossman, dentre as quais a capacidade de adesão do cimento à dentina. O autor observou que a adição de óleos vegetais ao eugenol reduziu a capacidade de adesão e que,

quanto maior a relação pó-líquido, maior era a adesividade à dentina.

VASSILIADIS et al. (1994), em estudo *in vivo*, avaliaram a profundidade de penetração do cimento Grossman nos túbulos dentinários. Para tanto, utilizaram cinco dentes extraídos após o preparo biomecânico e obturação, e onze dentes extraídos após 1 ano e de 3 a 7 anos após a realização do tratamento endodôntico. Os canais foram irrigados com solução de hipoclorito de sódio a 1% e obturados pela técnica da condensação lateral. A análise ultra-estrutural revelou que as paredes dos dentes extraídos logo após a obturação estavam completamente cobertas por fina camada de *smear*, embora apresentassem penetração significativa de cimento nos túbulos. Os dentes extraídos em diferentes tempos apresentaram penetração de cimento nos túbulos do terço cervical até 900 µm de profundidade. Os autores concluíram que a camada de *smear* não impediu que o cimento penetrasse nos túbulos dentinários, e que a diferença entre as profundidades de penetração do cimento não pode ser atribuída ao tempo de permanência do dente na arcada após o tratamento endodôntico.

WEIGER et al. (1995) verificaram a capacidade de adesão do cimento à base de ionômero de vidro (Ketac-Cem), após o tratamento das paredes dentinárias com diversas soluções: EDTA 20% seguido de irrigação com NaOCl 1%, ácido fosfórico 37%, ácido cítrico 6%, ácido nítrico 2,5%, ácido poliacrílico 10% e 20%, e NaOCl 0,9% como controle. O método utilizado avaliou a força de adesão, nos sentidos longitudinal e tangencial, em cilindros de dentina obtidos das

SILVA et al. (1997) submeteram os cimentos Fillcanal, N-Rickert, Endométhasone e Endométhasone Ivory ao teste de adesão, com e sem a camada de *smear*. A superfície dentinária foi obtida com o desgaste da oclusal de 40 molares sobre a qual cilindros de alumínio foram fixados, preenchidos pelos cimentos a serem testados e tracionados por máquina que aplicava a força proporcional a incrementos graduais de massa. A força necessária para que ocorresse a separação do conjunto foi expressa em quilogramas e a tensão de tração em MPa. A ordem decrescente de adesão foi Fillcanal, N-Rickert, Endométhasone e Endométhasone Ivory, sendo que não houve diferença estatisticamente significativa de adesividade entre os grupos, com e sem condicionamento ácido. A exceção foi o Endométhasone que teve sua adesividade aumentada.

KOUVAS et al. (1998) examinaram, por meio de MEV, o efeito da remoção da camada de *smear* sobre a profundidade de penetração dos cimentos endodônticos Sealapex, Roth 811 e CRCS nos túbulos dentinários. Para isso, utilizaram 40 dentes humanos unirradiculares, cujas coroas foram seccionadas na junção amelocementária, e que foram instrumentados e irrigados com hipoclorito de sódio a 1%. Os espécimes foram divididos em dois grupos. O primeiro recebeu irrigação final de 3 ml de EDTA a 15% (Largal Ultra, Septodont, Saint-Maur, França) e o segundo, 3 ml de NaOCl a 1%. Cada grupo foi dividido em três subgrupos, cujos canais foram obturados com os cimentos citados. Após serem

mantidas durante 15 dias em estufa a 37 °C e 100% de umidade, as raízes foram seccionadas longitudinalmente e levadas à MEV para análise da interface cimento obturador/dentina. No grupo tratado com EDTA, foi observada maior penetração do Sealapex, com média de 73 µm, e no outro grupo, nenhum cimento penetrou. Os autores concluíram que a presença da camada de *smear* obstruiu a passagem dos cimentos.

MANNOCCHI et al. (1998) observaram por meio de MEV a interface guta-percha/resina/dentina em canais obturados com AH 26 e agente de união de dentina (All Bond 2). Os resultados mostraram a presença de resina no interior dos túbulos dentinários e presença de camada híbrida, assim como uma boa interação na interface resina/guta-percha, além dos autores considerarem a possibilidade de união micro-mecânica entre ambos os materiais.

APICELLA et al. (1999) analisaram a influência da obturação dos canais radiculares na resistência à fratura de raízes de incisivos, caninos e pré-molares obturados pela condensação lateral e cone único com os cimentos Roth's 801 e Ketac-Endo. Os dentes foram inseridos verticalmente em base de acrílico com 9 mm da porção coronária exposta. A Máquina Universal de Ensaio foi utilizada para exercer força (N) em direção ao longo eixo da raiz à velocidade de 1 mm/min, até que ocorresse a fratura. Os autores concluíram que o Ketac-Endo e o Roth's 801 não aumentaram a resistência à fratura das raízes, não havendo diferença estatisticamente significativa entre eles.

TAKEDA et al. (1998) observaram as mudanças morfológicas nas paredes radiculares após a instrumentação e irrigação e avaliaram a eficácia do *laser* Er: YAG (1 W *output*, 100 mJ, 10 Hz) na remoção de *debris* e da camada de *smear*. Trinta e seis incisivos superiores foram instrumentados, irrigados e seccionados longitudinalmente para posterior análise em MEV. Foram divididos em três grupos: I. controle; II. aplicação de *laser* Er: YAG perpendicular à parede dentinária durante 3 segundos nos terços apical e médio; III. aplicação de *laser* Er: YAG durante 5 segundos. Os espécimes do grupo controle apresentaram *debris* e grande quantidade de camada de *smear* obliterando os túbulos dentinários, ao contrário, os grupos que receberam a aplicação do *laser* mostraram paredes radiculares livres de *debris* e camada de *smear* e túbulos dentinários abertos, sugerindo que houve uma limpeza eficaz nos grupos II e III.

LALH et al. (1999), por meio de teste de tensão ao cisalhamento, avaliaram a adesividade à dentina dos seguintes cimentos obturadores de canais radiculares à base de ionômero de vidro: Ketac-Endo, KT-308 (cimento experimental) e ZUT (combinação do KT-308 e um agente antimicrobiano). Noventa incisivos bovinos foram selecionados e tiveram suas coroas desgastadas até a 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%, seguido da irrigação com NaOCl 2,6%. Os resultados do teste de tensão ao

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 superior na presença da camada de *smear*.

TAKEDA et al. (1999) avaliaram, por meio de MEV, o efeito do uso do ácido fosfórico 6%, EDTA 17% e ácido cítrico 6%, e dois tipos de *laser* Er: YAG e CO₂ sobre a remoção da camada de *smear* produzida pela instrumentação dos terços médio e apical de 60 pré-molares inferiores. Os canais foram instrumentados e ao final, irrigados com as soluções citadas, seguida de irrigação com NaOCl 5,25% e água destilada. A aplicação do *laser* deu-se no interior de cada canal por 23 segundos (CO₂; 1 W, 10,6 µm) e 15 segundos (Er: YAG; 1 W, 100 mJ, 10 Hz), sob refrigeração constante. Os espécimes foram seccionados longitudinalmente e, na análise por MEV (x1000), foram selecionadas 12 áreas por grupo, as quais foram avaliadas. Os resultados mostraram que o *laser* Er: YAG foi mais eficiente na remoção da camada de *smear* do terço apical. Os demais agentes testados removeram mais camada de *smear* no terço médio. O *laser* CO₂ promoveu no terço apical, áreas de recristalização e *melting*, este corresponde ao derretimento da dentina. A ação dos ácidos cítrico e fosfórico produziu resultados semelhantes, e os dentes a eles submetidos apresentaram maior abertura dos túbulos dentinários que o EDTA.

KATAOKA et al. (2000) examinaram, por meio de teste de tração, a adesão

de um novo cimento experimental à base de resina de metil-metacrilato e copolímero vinil fluorídrico/hexapropileno, misturados no momento do uso com pó de zircônia, tributilborano e catalisador na proporção de 100:30:3, combinado a diferentes composições de *primer*. No teste de adesão, foram utilizadas as superfícies vestibulares das coroas de dentes bovinos após condicionamento com EDTA a 15%, ácido cítrico e ácido fosfórico, para avaliar o cimento resinoso com *primer* adicionado a diferentes combinações de metais (CuCl_2 , NaF) e glutaraldeído. Os resultados mostraram que a força necessária para destacar o cimento da dentina foi maior para o grupo tratado com EDTA e *primer* adicionado ao glutaraldeído (2,6 MPa). Neste mesmo estudo, os autores avaliaram a capacidade seladora dos cimentos mediante análise por MEV e a infiltração de corante de azul de metileno em 96 dentes unirradiculares humanos, que tiveram suas coroas seccionadas, e raízes instrumentadas, obturadas e separadas em 3 grupos de acordo com os cimentos a serem comparados: I. cimento à base de resina de metacrilato, II. Pulp Canal Sealer, III. Sealapex. Trinta espécimes de cada grupo foram submetidos ao teste de infiltração com corante azul de metileno por 1, 4 e 12 semanas por meio de estereomicroscópio e os 6 restantes à análise ultra-estrutural por MEV. Esta análise revelou que o cimento resinoso experimental promoveu selamento tanto à dentina quanto à guta-percha e nos grupos II e III, haviam pequenos espaços entre a dentina, o cimento e a guta-percha. No teste de infiltração, o cimento experimental mostrou menor penetração apical e coronal do

corante em todos os tempos estudados. Os autores concluíram que o novo cimento avaliado indicou ter muitas propriedades desejáveis para ser utilizado como material obturador.

PÉCORA et al. (2000) analisaram, *in vitro*, o efeito do *laser* Er: YAG nos parâmetros frequência 15 Hz, energia 140 mJ, energia total 42 J e 300 pulsos, na permeabilidade das paredes dentinárias do canal radicular após a instrumentação endodôntica e irrigação com água destilada e deionizada ou hipoclorito de sódio. A avaliação da permeabilidade dentinária foi realizada por meio de um método histoquímico. Secções transversais dos dentes foram obtidas nos terços cervical, médio e apical. Os resultados evidenciaram que a instrumentação do canal com água destilada e deionizada e aplicação do *laser* Er: YAG promoveram o maior aumento na permeabilidade dentinária. O uso do *laser* após a irrigação com hipoclorito de sódio e hipoclorito de sódio isoladamente, mostrou uma capacidade intermediária de aumentar a permeabilidade dentinária, enquanto que, o uso da água destilada isoladamente resultou numa menor permeabilidade.

WILLERSHAUSEN et al. (2000) investigaram a compatibilidade biológica dos cimentos Sealapex, Endion, Super-EBA, Ketac-Endo e AH Plus, e também da gutapercha, em três diferentes linhas de células humanas: fibroblastos nasais, fibroblastos gengivais e células epiteliais tumorais transformadas. Os parâmetros estudados foram: crescimento, morfologia, viabilidade, conteúdo protéico de células e liberação de prostaglandinas. Os cimentos Endion, Sealapex e Super-EBA

apresentaram relativamente menor citotoxicidade (liberação de prostaglandinas), seguidos do AH Plus e por último do Ketac-Endo.

CHUNG et al. (2001) analisaram a adesão de cimentos à base de ionômero de vidro à dentina radicular condicionada por diferentes medicações intracanáis. Cento e vinte incisivos bovinos foram irrigados com hipoclorito de sódio por 30 segundos e secos. Os espécimes foram divididos em 4 grupos (n=30) de acordo com as medicações intracanáis: I. pasta de hidróxido de cálcio, II. solução de clorexidina a 0,12%, III. formocresol e IV. água destilada. Os espécimes foram mantidos nessas medicações por 7 dias. Após esse período, os grupos foram divididos em 3 subgrupos (n=10) de acordo com o cimento empregado: Ketac-Endo, KT-308 (cimento experimental) e ZUT (KT-308 + prata). Após 48 h, os espécimes foram submetidos ao teste de tensão ao cisalhamento na Máquina Universal de Ensaio (1 mm/min). Os resultados demonstraram que o Ketac-Endo demonstrou menores valores de resistência ao cisalhamento quando comparado aos demais cimentos ($p < 0,05$). Com relação às diferentes medicações intracanáis, os autores verificaram que o ZUT não apresentou diferença estatisticamente significativa entre as soluções; o KT-308 apresentou os menores valores de adesão para a clorexidina e água; e o Ketac-Endo proporcionou menores valores para o hidróxido de cálcio, formocresol e água. Os autores concluíram que as diferentes medicações intracanáis influenciaram na adesão dos cimentos de ionômero de vidro à dentina radicular.

PÉCORA et al. (2001) estudaram o efeito do EDTAC e do *laser* Er: YAG sobre a adesão de cimentos endodônticos à base de resina epóxi (AH Plus, Topseal, AH 26, Sealer 26 e Sealer Plus) na dentina humana de 99 molares que foram divididos em 3 grupos: I. dentina sem tratamento; II. dentina tratada com EDTAC por 5 minutos, e III. dentina com aplicação do *laser* Er: YAG por 1 minuto (4 Hz, 200 mJ). Os diferentes tratamentos da dentina demonstraram resultados com diferença estatisticamente significativa, com maiores valores para a dentina com aplicação do *laser*. A aplicação de EDTAC obteve valores intermediários. O método utilizado neste estudo permitiu concluir que a aplicação de *laser* Er: YAG e EDTAC à dentina aumentou a adesão dos cimentos endodônticos, sendo que o AH Plus apresentou o melhor resultado.

TIMPAWAT et al. (2001) realizaram um estudo para determinar a força de adesão de diferentes cimentos à base de ionômero de vidro (Ketac-Endo, Espe, Seefeld, Germany) nas paredes do canal radicular, depois de pré-tratamento com diferentes condicionadores ácidos de superfície, usados em Dentística Restauradora, comparados com EDTA, que é o irrigante endodôntico padrão para remover a camada de *smear* da parede do canal. Os resultados desse estudo sugeriram que os ácidos cítrico ou fosfórico deveriam ser considerados uma alternativa ao EDTA para a rotina da remoção da camada de *smear*.

CARVALHO et al. (2002) avaliaram a infiltração marginal apical após a aplicação dos *lasers* Er: YAG e Nd: YAG em canais radiculares obturados com o

cimento Topseal. Foram utilizados 42 dentes humanos unirradiculares com coroas seccionadas. Os dentes foram divididos em três grupos, o grupo I recebeu tratamento com EDTA por três minutos, o grupo II recebeu aplicação do *laser* Nd: YAG com 15 Hz e 1,5 W de potência por 20 segundos e o grupo III foi tratado com aplicação do *laser* Er: YAG com 10 Hz e 120 mJ de potência por 20 segundos. Após a obturação os dentes foram impermeabilizados com cianoacrilato com exceção da região apical e colocados em azul de metileno por 48 horas. Para avaliação da infiltração marginal os dentes foram seccionados no sentido transversal e observados em microscópio de mensuração. Os resultados mostraram que o grupo com menor índice de infiltração marginal foi o irradiado com o *laser* de Nd: YAG seguido do grupo em que se utilizou EDTA e o irradiado com *laser* Er: YAG.

ÇOBANKARA et al. (2002) avaliaram a influência dos cimentos Ketac-Endo, AH 26 e da camada de *smear* na capacidade de alterar a resistência à fratura de raízes. Para isso, 72 raízes de caninos superiores foram incluídas em resina acrílica com 15° de inclinação em relação à base para que, durante a aplicação da força com Máquina Universal de Ensaios, ocorresse simulação da posição de oclusão dos dentes anteriores na cavidade bucal. Não houve diferença estatisticamente significativa entre o AH 26 e Ketac-Endo, assim como a camada de *smear* não influenciou na resistência à fratura. As raízes obturadas apresentaram mais resistência em comparação às não obturadas.

DE DEUS et al. (2002) avaliaram a capacidade de penetração de diferentes

cimentos endodônticos (Endofill, Sealapex, AH Plus e Pulp Canal Sealer) nos túbulos dentinários de dentes instrumentados e obturados. Foram utilizados 72 incisivos centrais superiores, que foram divididos em 4 grupos, tendo sido estes subdivididos em função do uso ou não do EDTA a 17% previamente à obturação. Após a obturação, as raízes foram seccionadas no sentido méso-distal e foi escolhida a secção de melhor qualidade visual, que foi então analisada por MEV, sendo o foco de observação a interface dentina/material obturador. Mensurou-se os prolongamentos dos cimentos para o interior dos túbulos dentinários. O Sealapex apresentou os piores resultados, e os melhores resultados ocorreram quando da irrigação final com EDTA. O cimento Pulp Canal Sealer apresentou a maior capacidade de penetração no interior dos túbulos dentinários. Os autores concluíram que a camada de *smear* influenciou negativamente na capacidade de penetração dos cimentos testados para o interior dos túbulos dentinários.

LEE et al. (2002) em estudo *in vitro*, compararam quatro tipos de cimentos endodônticos (Kerr, à base de óxido de zinco/eugenol; Sealapex, à base de hidróxido de cálcio; AH26, à base de resina epóxi; Ketac-Endo, à base de ionômero de vidro) quanto à adesão à dentina e à

de adesão à dentina: Kerr<Sealapex<Ketac-Endo<AH26, enquanto que a adesão à guta-percha ocorreu da seguinte forma: Ketac-Endo<Sealapex<Kerr<AH26.

SALEH et al. (2002) estudaram 6 tipos de cimentos endodônticos em relação à força de adesão à dentina e os tipos de falhas ocorridas nos seus deslocamentos de discos de dentina ou guta-percha. A dentina foi previamente condicionada com ácido fosfórico a 37%, ácido cítrico a 25%, EDTA a 17% ou água destilada para o grupo controle. A resistência à tração foi medida em MPa por meio de Máquina Universal de Ensaio e as falhas adesivas e/ou coesivas foram observadas em estereomicroscópio, com ampliação de 25x. O pré-tratamento com EDTA não foi efetivo ou produziu fraca adesão comparado ao grupo controle. O uso do cimento AH Plus permitiu a obtenção dos melhores resultados (1,19 MPa). Não houve diferença estatisticamente significativa entre os demais grupos, e o cimento Apexit apresentou os menores valores (0,07 MPa). O ácido cítrico e o ácido fosfórico aumentaram a adesão do cimento Grossman, e o *primer* utilizado com o cimento RoekoSeal melhorou sua adesão à dentina, sem tratamento prévio. Houve falha adesiva à dentina quando se usaram os cimentos Grossman e RoekoSeal, e à guta-percha quando se usaram o Ketac-Endo e o RoekoSeal com *primer*. As falhas coesivas ocorreram para os cimentos AH Plus e Apexit. Os autores concluíram que a remoção da camada de *smear* pode atrapalhar a adesão dos cimentos à dentina e diferentes tipos de cimento requerem diferentes pré-tratamentos da dentina para melhorar suas adesões a

esse tecido.

SOUSA-NETO et al. (2002a) estudaram o efeito do *laser* Er: YAG na superfície dentinária sobre a adesividade aos cimentos endodônticos Grossman, N-Rickert, Endométhazone e Sealer 26. Quarenta molares humanos tiveram as coroas cortadas para exposição de dentina, anéis de alumínio (10 mm x 6 mm) foram preenchidos com os cimentos testados sobre essas superfícies, para a realização do teste na Máquina Universal de Ensaio (Instron 4444). Os dentes foram divididos em dois grupos: I. sem aplicação de *laser* e II. com *laser* Er: YAG (Kavo Key *Laser* 2; 11 mm de distância focal, perpendicular à superfície, frequência de 4 Hz, 200 mJ de energia, 62 J de energia total e 313 pulsos, tempo de aplicação de 1 minuto e 2,25 W de potência). O cimento Sealer 26 mostrou a melhor adesão com e sem aplicação do *laser*; enquanto que o Grossman e N-Rickert apresentaram valores intermediários e o Endométhazone apresentou o pior resultado. A aplicação do *laser* não alterou a adesividade dos cimentos à base de OZE, entretanto, aumentou a do Sealer 26.

SOUSA-NETO et al. (2002b) avaliaram, *in vitro*, o efeito da aplicação das soluções quelantes EDTA, EGTA, e CDTA sobre a dentina humana na adesividade e infiltração apical dos seguintes cimentos obturadores dos canais radiculares: Sealer 26, Sealapex, N-Rickert, e Endofill. Além disso, observaram a possível existência de correlação matemática entre os testes de adesividade e infiltração marginal apical. Foram utilizados 80 molares superiores e inferiores para o teste de adesividade,

que tiveram suas coroas desgastadas na face oclusal até a obtenção de uma superfície de dentina plana, onde o cimento era depositado com auxílio de um cilindro de alumínio (10 mm x 6 mm). O teste de adesividade foi realizado por meio da Máquina Universal de Ensaio (Instron 4444). O teste de infiltração marginal apical utilizou 160 caninos superiores que, após a instrumentação e obturação dos canais radiculares, foram submetidos ao processo de diafanização para a visualização do nível de infiltração marginal apical. A penetração do nanquim na região apical foi medida por meio de microscópio de mensuração. Os dentes foram divididos em 4 grupos: I. água destilada; II. EDTA; III. EGTA; IV. CDTA. Os resultados evidenciaram diferença estatisticamente significativa ($p < 0,01$) entre os cimentos e soluções testadas e não evidenciaram correlação matemática entre os testes de adesividade e infiltração marginal. O cimento Sealer 26 e a solução de EDTA apresentaram os melhores resultados para os testes de adesividade e infiltração marginal apical.

TAGGER et al. (2002) tiveram como objetivo desenvolver um método efetivo e facilmente reprodutível para avaliar a adesividade dos cimentos endodônticos. Para tanto, realizaram um corte de 2 mm na coroa de terceiros molares extraídos de modo a expor a dentina para que esta servisse de superfície de teste. Os dentes foram fixados em anéis de acrílico e sobre a superfície de dentina posicionaram tubos de polietileno de 5 mm que foram preenchidos com os cimentos a serem testados. Um anel ligado a estes tubos permitia que estes

fossem tracionados pela Máquina Universal de Ensaios (Instron 4444) após o endurecimento do cimento à velocidade constante de 0.5 mm/min. Os autores concluíram que este método é adequado para avaliar a adesividade *in vitro* dos cimentos endodônticos.

BRUGNERA JR et al. (2003) avaliaram a remoção da camada de *smear* nos terços apical e médio usando cinco diferentes técnicas de cinemática de aplicação de *laser*. Trinta caninos humanos foram instrumentados usando hipoclorito de sódio a 2,5% com uma irrigação final com água destilada, e divididos aleatoriamente em seis grupos diferentes. O *laser* Er: YAG foi aplicado em cinco grupos com a fibra óptica 50/28 com 250 mJ *input*, 112 mJ *output*, 10 Hz a 1 mm do ápice com técnicas de cinemática distintas. O grupo VI não recebeu aplicação de *laser*. Duas figuras de cada canal radicular (terço médio e apical) foram obtidas, para análise da quantidade de camada de *smear* por meio de MEV. Os resultados demonstraram diferenças estatisticamente significantes ($p < 0,05$) entre os tratamentos e diferenças estatisticamente significantes ($p < 0,01$) entre os terços radiculares. Os autores concluíram que, todas as técnicas de cinemática produziram os mesmos resultados na remoção da camada de *smear* e o terço médio apresentou menos camada de *smear* que o terço apical depois da aplicação do *laser* Er: YAG.

GOGOS et al. (2003) compararam a força de adesão do cimento resinoso AH 26 à dentina humana submetida a dois tipos de condicionamento e com a

aplicação dos agentes de união Single-Bond, Bond-1 e Clearfill SE Bond. Os substratos utilizados foram superfícies de fragmentos de dentina de dentes unirradiculares divididos em 7 grupos de 12 espécimes. O tratamento da dentina para remoção da camada de *smear* constituiu na aplicação de EDTA 15% (2 minutos) e de ácido fosfórico a 35% enquanto o grupo com a camada de *smear* foi tratado apenas com NaOCl 2%. O cimento AH 26 foi colocado sobre a dentina após a aplicação dos agentes de união. A força de tração paralela à interface dentina/cimento foi exercida com Máquina Universal de Ensaio à velocidade de 0,5 mm/min e registrada em MPa. A utilização dos agentes de união melhorou significativamente a adesão do AH 26 à dentina intra-radicular e os melhores resultados obtidos pertenceram ao grupo do Clearfill SE Bond.

IMAI; KOMABAYASHI (2003) avaliaram a adesividade à dentina, a capacidade seladora e as propriedades físicas (ISO) de um cimento endodôntico resinoso injetável (Endoresin-2) desenvolvido pelos próprios autores. Neste novo cimento, o pó constituía-se de polimetilmetacrilato e sulfato de bário e o líquido de um monômero de metilmetacrilato e tributilboranato, que após espatulado, apresentava consistência passível de injeção no canal radicular. Para os testes a face vestibular de dentes bovinos foi polida com lixa #400 e a camada de *smear* foi removida com EDTA 17%. Um cilindro de poliéster de 8 mm de diâmetro foi fixado na superfície dental com resina. O cimento Endoresin-2 foi inserido no cilindro e após 24 h foi submetido a testes de adesão na Máquina Universal de

Ensaio com velocidade de 2 mm/min. A adesividade do cimento à dentina foi verificada por meio de MEV da superfície após o teste de tração e a capacidade de selamento apical por meio do teste de infiltração com nanquim. O valor médio obtido para força de tração foi de 7,3 MPa e a análise das superfícies sob MEV revelou fraturas coesivas na resina. Os autores concluíram que o Endoresin-2 apresentou maior capacidade de selamento quando comparado ao Sealer/guta-percha (utilizado como controle), capacidade de formação de *tags* no interior dos túbulos dentinários e propriedades físicas de acordo com as preconizadas pela ISO.

NAJAR et al. (2003) estudaram a adesividade do cimento obturador à base de ionômero de vidro, Ketac-Endo com e sem a presença da camada de *smear*, em relação a outros dois cimentos obturadores: Grossman e Sealer 26. Foram utilizados 60 molares humanos que tiveram suas coroas desgastadas na face oclusal até a obtenção de uma superfície de dentina plana. Os dentes foram divididos em três grupos, de acordo com os cimentos testados. Cada grupo foi subdividido em dois grupos de dez dentes, onde um grupo não sofreu remoção da camada de *smear* e o outro teve a camada de *smear* removida pela aplicação do EDTAC por cinco minutos. Para o teste de adesividade, foi utilizada a Máquina Universal de Ensaio (Instron 4444). Os resultados evidenciaram que a adesividade dos cimentos Ketac-Endo e Grossman foram estatisticamente semelhantes entre si e apresentaram valores inferiores ao cimento Sealer 26, independentemente da remoção da camada de *smear*. O cimento Sealer 26 apresentou adesividade

superior aos cimentos testados e a remoção da camada de *smear* aumentou ainda mais sua adesividade.

PICOLI et al. (2003) estudaram, *in vitro*, o efeito da aplicação do *laser* Er: YAG e da solução de EDTAC na superfície dentinária, sobre a adesividade de diferentes tipos de cimentos endodônticos contendo hidróxido de cálcio. Foram utilizados 60 molares superiores humanos e suas superfícies oclusais foram desgastadas, deixando exposta uma superfície plana de dentina. Os espécimes foram divididos em 3 grupos: I. a superfície dentinária não recebeu nenhum tratamento; II. foi aplicada a solução de EDTAC por 5 minutos; III. a dentina recebeu aplicação do *laser* Er: YAG (2,25 W, DF 1 mm, 4 Hz, 1 minuto, 200 mJ, energia total 62 J). Após o tratamento da dentina exposta, os dentes foram divididos em quatro sub-grupos, constituídos de 5 dentes cada um, para receberem os seguintes cimentos a serem avaliados: Sealer 26, Apexit, Sealapex e CRCS. A adesão foi mensurada com o auxílio da Máquina Universal de Ensaio. Os resultados evidenciaram haver diferença estatisticamente significativa ($p < 0,01$) para os cimentos avaliados e os tratamentos aplicados à superfície dentinária. Os cimentos puderam ser agrupados, quanto à sua adesividade à dentina, em ordem decrescente, na seguinte forma: Sealer 26, CRCS, Apexit e Sealapex. A aplicação do *laser* Er: YAG e da solução de EDTAC foram eficientes em aumentar a adesão do cimento Sealer 26 e Apexit. A aplicação do *laser* só foi significativamente superior à solução de EDTAC em propiciar aumento na adesividade do cimento

Sealer 26 à dentina.

SALEH et al. (2003) avaliaram, por meio de MEV e espectroscopia dispersiva de energia, as interfaces entre cimentos endodônticos/dentina e cimento/guta-percha rompidas após o teste de resistência de união. As superfícies de dentina, condicionadas com ácido fosfórico a 37% por 30 segundos, ácido cítrico a 25% por 30 segundos, EDTA a 17% por 5 minutos e água destilada (controle) foram unidas ao disco de gutta-percha com os seguintes cimentos testados: cimento de Grossman, Apexit, Ketac-Endo, AH Plus, RoekoSeal Automix e RoekoSeal Automix com um *primer* experimental. A espectroscopia dispersiva de energia traçou sucessivamente componentes dos cimentos nas superfícies rompidas. Alguns dos cimentos penetraram nos túbulos dentinários quando a superfície foi tratada com ácidos. Porém, esses *tags* de cimento permaneceram obliterando os túbulos após o rompimento da união apenas para alguns cimentos (Grossman, RoekoSeal Automix com *primer* experimental, AH Plus/EDTA). Esses autores verificaram que não houve relação entre o aumento da resistência de união com a dentina e a penetração dos cimentos endodônticos para o interior dos túbulos dentinários.

SCHÄFER; ZANDIBIGLARI (2003) compararam a solubilidade de 8 cimentos endodônticos, em água e saliva artificial em diferentes pH. Os cimentos AH 26, AH Plus, RSA Roeko Seal, Apexit, Sealapex, Aptal-Harz, Ketac-Endo e Diaket foram imersos em água destilada ou saliva artificial em diferentes tempos (30 segundos; 1, 2, 5, 10, 20 minutos; 1, 2, 10, 24, 48, 72 horas; 14 e 28 dias) e pH (7,0; 5,7;

4,5). Em mais de 14 dias, o Sealapex teve a maior redução de peso (mais de 10%). O cimento AH Plus obteve a menor redução de peso, ou seja, menor solubilidade (0,11 a 0,19% após 28 dias).

TAGGER et al. (2003) estudaram a adesão à guta-percha dos cimentos CRCS, Apexit, PCS, Ketac-Endo, Bioseal, AH 26, Sealer 26, Roth's e Sealapex. Foram utilizados discos de guta-percha com 10 mm de diâmetro e 2 mm de espessura, preparados por meio do aquecimento dos cones e fixados em anéis de PVC. A superfície de contato foi padronizada em 7,65 mm² e os cimentos foram depositados nos anéis para realização do teste de tração em Máquina Universal de Ensaio (0,5 mm/min). Os cimentos Roth's e Sealapex não apresentaram adesividade, portanto foram excluídos da análise estatística. A média de valores obtidos variou de 0,56 MPa (Ketac-Endo) a 6,44 MPa (Sealer 26). Os cimentos Sealer 26 e AH 26 apresentaram os maiores valores de adesão à guta-percha, com diferença estatisticamente significativa dos demais grupos. Os cimentos à base de resina epóxi apresentaram os maiores valores de adesão em relação aos demais cimentos estudados.

VISWANATH et al. (2003) compararam o efeito de soluções quelantes sobre a remoção da camada de *smear*, por meio de MEV. Vinte e quatro dentes foram divididos em 4 grupos de 6, instrumentados e irrigados com as seguintes soluções: I. 10 ml de soro fisiológico; II. 10 ml de EDTA a 17%; III. 10 ml de EDTA a 17% seguido de 10 ml de NaOCl a 5%; IV. 10 ml de EGTA seguido de 10 ml de NaOCl a

5%. Os dentes tiveram as coroas removidas e as raízes seccionadas longitudinalmente. A análise ultra-estrutural revelou que as soluções de EDTA e EGTA removeram completamente a camada de *smear*, embora o EDTA tenha causado erosão e conjugação, ou seja, união de alguns túbulos. Os autores sugerem a utilização do EGTA como um quelante alternativo para o tratamento endodôntico.

BITTER et al. (2004) utilizaram raízes de caninos e de incisivos centrais superiores em sua pesquisa. Elas foram submetidas ao preparo biomecânico, e obturadas. Depois, foram removidos 9 mm das obturações dos canais, que foram alargados, irrigados com NaOCl a 0,9%, condicionados com ácido fosfórico a 35% (exceto para o grupo do Panavia ED) e *primer*/adesivo, para receberem a cimentação de pinos de fibra de vidros com cinco diferentes cimentos resinosos: Clearfil Core/New Bond (Kuraray); Multilink (Vivadent); Panavia 21/ED *Primer* (Kuraray); PermaFlo DC (Ultradent); Variolink II/Excite DSC (Vivadent). As raízes foram seccionadas em 1, 4 e 7 mm abaixo da junção amelocementária, obtendo-se assim discos de dentina, os quais foram avaliados por MEV quanto à espessura da camada híbrida e o número de prolongamentos de resina/*primer* no interior dos túbulos, em quatro diferentes áreas. Os autores concluíram que houve maior penetração de resina/adesivo no interior dos túbulos quando os dentes foram previamente tratados com o ácido fosfórico.

GOGOS et al. (2004) compararam a força adesiva dos cimentos

endodônticos Fibrefill, Endion, Topseal e CRCS por meio do teste de tração. Quarenta e oito raízes humanas unirradiculares tiveram suas coroas e ápices radiculares removidos e foram seccionadas longitudinalmente. A dentina radicular destes foi aplainada com lixa #600 e a camada de *smear* formada foi removida com EDTA 15% e NaOCl 2,5%. Os cimentos testados foram colocados em cilindros de 3 mm sobre a dentina. O teste de tração foi realizado com Máquina Universal de Ensaio à velocidade de 0,5 mm/min até a ruptura do conjunto na interface dentina/cimento, registrando a força em kNewton. As superfícies dentinárias foram analisadas sob MEV para verificar o tipo de fratura (adesiva/coesiva). A análise estatística demonstrou-se que o cimento Fibrefill apresentou os maiores valores de adesão quando comparados aos demais cimentos, e os cimentos Endion e CRCS apresentaram os piores resultados de adesividade. A inspeção das superfícies fraturadas mostrou falhas adesivas à dentina para o Fibrefill e coesivas para o Endion. Os cimentos CRCS e Topseal revelaram os dois tipos de falhas (adesivas e coesivas).

KOKKAS et al. (2004) examinaram, por meio de MEV, a penetração dos cimentos endodônticos AH Plus, Apexit e Roth 811, no interior dos túbulos dentinários por MEV, levando-se em consideração a influência da presença da camada de *smear*. Sessenta e quatro dentes recém-extraídos foram utilizados no experimento, que foram divididos em 2 grupos: I. sem remoção da camada de *smear* e II. remoção da camada de *smear* com a aplicação de 3 ml de EDTA a

17% por 3 minutos. Os espécimes foram seccionados longitudinalmente e levados ao microscópio, e se constatou o impedimento da penetração dos cimentos nos túbulos cobertos pela camada de *smear*, tendo sido encontradas diferentes extensões de penetração onde ela foi removida. Os cimentos AH Plus e Apexit apresentaram as maiores profundidades de penetração (59 μm e 65 μm), e o Roth 811 apresentou profundidade máxima de penetração de 21 μm . Os autores sugerem que a camada de *smear* desempenha fundamental importância clínica negativa ao dificultar, ou mesmo impedir, a penetração dos cimentos para o interior dos túbulos dentinários.

SERAFINO et al. (2004) avaliaram, por meio de MEV, a superfície da parede dentinária após tratamento endodôntico com irrigação de NaOCl a 5,25% ou NaOCl + EDTA, obturação com condensação lateral ou condensação vertical com guta-percha aquecida, desobturação e preparo para recepção de contenção intraradicular. Utilizaram 40 dentes unirradiculares, que foram divididos em 4 grupos: I. irrigado com NaOCl e obturado pela condensação lateral; II. irrigado alternadamente com EDTA a 10% e NaOCl e os canais foram obturados pela técnica da condensação lateral; III. irrigado com NaOCl e os canais foram obturados pela condensação vertical; IV. recebeu irrigação com NaOCl alternado com EDTA e obturação pela técnica da condensação vertical. Após a obturação com cimento Endométhasone C associado ao eugenol, os espécimes foram desobturados e tratados com ácido fosfórico a 35% por 15 segundos. A análise

ultra-estrutural revelou grande quantidade de *debris* e remanescentes de cimento/guta-percha, fina camada de *smear*, e nenhuma visibilidade da abertura dos túbulos no terço apical do espaço protético. Nos terços médio e cervical, as áreas apresentaram-se menos cobertas, porém com presença de *smear plug*. Os autores concluíram que essa situação das paredes de um espaço protético não indica a cimentação adesiva e resinosa de pinos de fibra vidro.

SHIPPER et al. (2004) avaliaram, *in vitro*, a infiltração bacteriana de *Streptococcus mutans* e *Enterococcus faecalis* durante 30 dias em canais radiculares obturados com gutapercha ou Resilon, com duas técnicas de obturação (condensação lateral ou vertical). Cento e cinquenta e seis raízes foram padronizadas em 16 mm de comprimento e instrumentadas até a lima 50. Seguiu-se a divisão destas em grupos: I, condensação lateral com gutapercha e cimento AH 26; II, condensação vertical com gutapercha e cimento AH 26; III, condensação lateral com gutapercha e cimento Epiphany; IV, condensação vertical com gutapercha e cimento Epiphany; V, condensação lateral com Resilon e Epiphany; VI, condensação vertical com Resilon e Epiphany. O teste microbiano foi realizado por meio da verificação da passagem dos microrganismos de uma cultura microbiana presente na região cervical do canal radicular até a região apical deste que apresentava um meio de cultura sem microrganismos. Após análise estatística, o teste não paramétrico de *Kruskal-Wallis* demonstrou diferença estatisticamente significativa entre os grupos testados e o teste *U* de *Mann-*

Whitney demonstrou que os grupos obturados com Resilon apresentaram menores valores de infiltração com diferença estatisticamente significativa quando comparados à guta-percha.

A verificação da resistência à fratura de raízes obturadas com Resilon, empregando diferentes técnicas, foi realizada por TEIXEIRA et al. (2004) em 80 dentes unirradiculares. As coroas foram removidas e as raízes padronizadas em 14 mm de comprimento. Seguiram com o preparo biomecânico e remoção da camada de *smear*. Os 5 grupos de 16 amostras cada ficaram distribuídos em: I. raízes sem obturação; II. obturadas pela condensação lateral com AH 26; III. obturadas pelo System-B e Obtura com AH 26; IV. condensação lateral com Resilon e System-B e Obtura com Resilon. Após a aplicação e análise estatística dos valores da força obtida em Máquina Universal de Ensaio do momento em que ocorria a fratura, os resultados levaram à conclusão que o grupo do Resilon apresentava aumento na resistência das raízes.

BIEDMA et al. (2005) compararam, por meio de MEV, a morfologia da parede radicular instrumentada manualmente ou mecanicamente com e sem a aplicação do *laser* Er: YAG. Doze dentes de canal único foram instrumentados e irrigados com hipoclorito de sódio a 5,25% e EDTA a 17% alternadamente. Foram então divididos em 4 grupos: I. instrumentação manual; II. instrumentação manual (limas tipo K, técnica *step-back*) e aplicação do *laser* Er: YAG (10 Hz, 100 mJ); III. instrumentação rotatória (ProFile, técnica *crown-down*); IV.

instrumentação rotatória e aplicação do *laser*. Os espécimes foram seccionados longitudinalmente e analisados em MEV em escores de 0 a 3 quanto à quantidade de *debris*, tamanho das partículas e quantidade de túbulos dentinários abertos. O grupo da instrumentação rotatória com aplicação do *laser* apresentou menor quantidade de *debris* e menor tamanho das partículas, seguindo em ordem crescente para os grupos III, II e I. Os grupos que receberam aplicação do *laser* apresentaram maior quantidade de túbulos abertos do que os grupos sem aplicação do *laser*. Os autores concluíram que o *laser* Er: YAG deveria ser utilizado após a instrumentação para remover a camada de *smear* e melhorar a limpeza dos canais radiculares.

ELDENIZ et al. (2005) observaram o desempenho dos cimentos Diaket, AH Plus e Endo-REZ quanto à capacidade de adesão à dentina em 90 molares humanos. Os 2/3 coronários foram removidos e a dentina exposta, com e sem a camada de *smear*, foi utilizada como substrato. A força aplicada para que ocorresse a fratura foi aplicada paralela à superfície de dentina com Máquina Universal de Ensaio à velocidade de 0,5 mm/min. Os modelos de fratura foram submetidos à análise em microscópio com 22X de aumento. O cimento AH Plus se destacou entre os três e apresentou maior força de adesão nos dois grupos. O tipo de fratura foi predominantemente coesiva no grupo do AH Plus, enquanto a fratura adesiva predominou no grupo do Endo-REZ e Diaket.

GESI et al. (2005) investigaram, por meio de teste de *push-out*, a

resistência de interface e os tipos de fratura em canais obturados com sistema Epiphany/Resilon e Guta-percha/AH Plus. A técnica de termoplastificação foi realizada com System-B e Obtura II. Os segmentos de raiz foram obtidos pelo seccionamento 2 mm abaixo da junção amelocementária o que resultou na obtenção de 33 discos de 3 a 4 mm de espessura no grupo do Resilon e 30 no grupo do AH Plus. O teste de tensão ao cisalhamento foi realizado em Máquina Universal de Ensaio à velocidade de 0,5 mm/min e a força expressa em MPa. A análise da fratura sob MEV no grupo do Epiphany/Resilon mostrou *tags* de resina nos túbulos dentinários enquanto, no grupo do AH Plus/Guta-percha, a dentina intra-radicular permaneceu coberta pelo cimento com bolhas remanescentes. Os autores concluíram que a força de interface do cimento Epiphany/Resilon à dentina não foi superior a do cimento à base de resina epóxi AH Plus.

HIRAISHI et al. (2005) verificaram a adesividade do cimento endodôntico à base de resina de metacrilato (Next) ao Resilon por meio de dispositivo que aplicava a força no sentido transversal ao corpo-de-prova em Máquina Universal de Ensaio. Foram confeccionados discos de Resilon com rugosidades 320, 180 e de superfície lisa para avaliar a adesão ao cimento endodôntico e ao compósito de resina como controle. Análise do tipo de falha foi realizada com MEV. Os resultados mostraram diferenças estatisticamente significantes ($p < 0,01$) para deslocamento dos discos no grupo do compósito e que o aumento da rugosidade do Resilon não melhorou a força de adesão ao cimento Next. As falhas no grupo do compósito

foram predominantemente coesivas enquanto que no grupo do Resilon ocorreu maior número de falhas adesivas com pequeno número de falhas mistas.

KAYAOGLU et al. (2005) estudaram, *in vitro*, a atividade antimicrobiana dos cimentos endodônticos MCS, AH Plus, Grossman, Sealapex e Apexit, contra a bactéria *Enterococcus Faecalis*. Os cimentos recém espatulados foram colocados diretamente em contato com a bactéria, ou separados por uma membrana. Os resultados mostraram que os cimentos MCS, AH Plus e Grossman foram eficazes contra a bactéria estudada, enquanto os cimentos à base de hidróxido de cálcio Sealapex e Apexit não foram eficientes no período experimental proposto.

NAKASHIMA; TERATA (2005) analisaram a influência da remoção da camada de *smear* sobre a adesividade dos cimentos endodônticos Canals, Canals N, Apatite Root Sealer e AH 26 em dentes bovinos. A dentina foi preparada com lixa #600 para formação da camada de *smear* e tubos de polietileno foram colocados sobre a superfície para serem preenchidos pelos cimentos endodônticos em 4 grupos de 10 amostras. A comparação foi realizada entre o grupo com camada de *smear* e dois grupos onde houve tratamento da dentina com EDTA a 3% e 15%. Os resultados dos testes de tração mostraram maior adesão nos grupos com EDTA do que nos não tratados. O grupo do AH 26 obteve os maiores valores de força de tração com valores similares nos dois grupos com EDTA. Os autores concluíram que o EDTA a 3% seria mais adequado para uso clínico em comparação ao EDTA a 15%.

PEREZ; ROUQUEYROL-POURCEL (2005) avaliaram, por meio de MEV, a dentina radicular após remoção de *debris* e da camada de *smear* por meio de irrigação com diferentes concentrações de EDTA. Para isso, utilizaram 27 dentes anteriores unirradiculares, que tiveram suas coroas seccionadas e foram separados em 6 grupos: I. controle, 15 ml de NaOCl a 3,5% e final com 3 ml de solução salina; II. 15 ml de NaOCl a 3,5%, 3 ml EDTAT por 1 minuto e final com 3 ml de solução salina; III. 15 ml de NaOCl a 3,5%, 3 ml de EDTAT por 1 minuto e final secagem com cones de papel; IV. 15 ml NaOCl a 3,5%, 3 ml de Salvizol-EDTA 8% por 1 minuto e final com solução salina; V. 15 ml de NaOCl a 3,5%, 3 ml de Salvizol-EDTA 8% por 1 minuto e final secagem com cones de papel; VI. 15 ml de NaOCl a 3,5%, 3 ml de Salvizol-EDTA 8% por 3 minutos e final secagem com cones de papel. A maior remoção da camada de *smear* foi nos grupos 3 e 5. Os resultados variaram de acordo com o terço radicular observado. Nos terços cervical e médio, observou-se maior quantidade de *debris* comparados ao terço apical e maior remoção de camada de *smear* no grupo VI, seguido do grupo II.

SHIPPER et al. (2005) avaliaram, *in vivo*, a eficácia da obturação de gutapercha e cimento AH 26, comparada ao monobloco obtido a partir do Resilon e cimento Epiphany na prevenção de periodontites apicais, subseqüentemente à inoculação coronária com microrganismos orais. Foram utilizadas 56 raízes vitais de pré-molares, assépticas, de cães adultos. Os canais foram instrumentados, divididos aleatoriamente em quatro grupos experimentais (Modelo de Infiltração

Coronária) e um grupo controle negativo, obturados da seguinte maneira: I. condensação lateral da gutapercha e cimento AH 26; II. condensação vertical da gutapercha e cimento AH 26; III. condensação lateral do cimento Epiphany/Resilon; IV. condensação vertical do cimento Epiphany/Resilon; grupo controle negativo. gutapercha e cimento AH 26 ou cimento Epiphany/Resilon utilizando as técnicas da condensação lateral e vertical como nos grupos I a IV, sem a presença de microrganismos. No grupo controle positivo, 57 raízes de pré-molares adicionais foram instrumentadas, infectadas e não-obturadas. Os pré-molares nos grupos I a IV foram avaliados novamente, inoculados com placa dental dos próprios cães e armazenados. Essa nova inoculação de microrganismos foi repetida em mais duas ocasiões em intervalos mensais. Os dentes no grupo controle negativo não foram avaliados novamente. Na 14^a semana após a inoculação coronária, os cães foram sacrificados e as mandíbulas preparadas para a avaliação histológica. Inflamação moderada foi observada em 82% das raízes obturadas com gutapercha e cimento AH 26, número maior estatisticamente significativo que o das raízes obturadas com o cimento Epiphany/Resilon (19%) e grupo controle negativo (22%) ($p < 0,05$). Os autores verificaram que espécimes que continham o monobloco obtido a partir do Resilon e cimento Epiphany apresentaram os menores índices de periodontite apical.

SOUSA-NETO et al. (2005) avaliaram o efeito da aplicação dos *lasers* Er: YAG e Nd: YAG, em diferentes parâmetros, nas superfícies dentinárias internas da

região cervical de dentes humanos, sobre a adesividade do Sealer 26 pelo método do *push-out*. Quarenta e cinco caninos superiores foram seccionados transversalmente na junção amelocementária e a 8 mm da mesma em sentido apical, criando cilindro de raiz que foi incluído em resina acrílica autopolimerizável. Com auxílio de uma broca troncônica foram preparados os canais radiculares dos corpos-de-prova. Os mesmos foram divididos aleatoriamente em 9 grupos: I. a dentina foi tratada com 2 mL de EDTAC por 5 minutos; grupos II a V. a dentina foi tratada com o *laser* Er: YAG com os seguintes parâmetros: 8 Hz e 200 mJ; 8 Hz e 400 mJ; 16 Hz e 200 mJ; 16 Hz e 400 mJ respectivamente; grupos VI a IX. a dentina foi tratada com o *laser* Nd: YAG com os seguintes parâmetros: 10 Hz e 1 W; 10 Hz e 2 W; 15 Hz e 1 W; 15 Hz e 2 W respectivamente. Os condutos foram preenchidos com cimento à base de resina epóxi e submetidos ao teste de *push-out* na Máquina Universal de Ensaios. A análise estatística dos resultados evidenciou diferença estatisticamente significativa ao nível de 1% entre os tratamentos com os *lasers* Er: YAG e Nd: YAG com maiores frequências e o EDTAC. Conclui-se que o aumento da frequência, independente do aumento da potência, dos *lasers* Er: YAG e Nd: YAG provocou aumento da adesividade do cimento obturador à base de resina epóxi em relação ao grupo tratado com EDTAC.

TAY et al. (2005) compararam, por meio de MEV, a qualidade do selamento apical alcançada com os sistemas obturadores Resilon/Epiphany e Guta-percha/AH

Plus. Vinte e quatro dentes unirradiculares humanos tiveram os canais instrumentados pelo sistema Profile até o diâmetro 0,35 mm, taper 0.06, sob irrigação com NaOCl 2,6% e irrigação final com EDTA 17%. Os dentes foram divididos em 2 grupos de 10 espécimes: I. os canais foram obturados com Resilon/Epiphany e II. os canais receberam obturação com guta-percha/AH Plus. Quatro espécimes de cada grupo foram aleatoriamente escolhidos para serem examinados no MEV, sendo que o restante dos espécimes foi submetido à avaliação da infiltração apical por microscopia eletrônica de transmissão (MET). A MEV revelou excelente adaptação do Resilon ao Epiphany, apesar da presença de espaços vazios e espaços preenchidos ao longo do mesmo dente. Também restou evidente a penetração de resina nos espaços vazios, mas em outras regiões, a resina mostrou-se esparsa ou ausente. Houve separação freqüente da guta-percha e do cimento AH Plus.

TEIXEIRA et al. (2005) verificaram, por meio de MEV, a influência do tempo de irrigação (1, 3 e 5 minutos) com 3 ml de EDTA a 15% e 3 ml de NaOCl a 1% na remoção da camada de *smear* do interior dos canais radiculares. A limpeza das paredes dos canais foi individualmente avaliada por dois examinadores. A irrigação durante 1, 3 e 5 minutos foi igualmente eficiente na remoção da camada de *smear* dos terços cervical e médio, porém não foi tão eficiente no terço apical.

BARBIZAM (2006) estudou, por meio do teste de *push-out* e de tração, a adesão de diferentes cimentos obturadores de canais radiculares à dentina e aos

componentes sólidos da obturação, ou seja, à guta-percha e ao Resilon. Para isso, utilizou 60 dentes humanos unirradiculares, cujas coroas foram removidas e foram divididos em três grupos (n=20). Os dentes, depois de instrumentados, foram

foram capazes de remover os materiais em menos de 5 minutos, embora a remoção do Resilon tenha sido mais rápida quando se utilizou a mesma técnica, e o clorofórmio em combinação com o sistema Profile foi mais rápido que o System B. Na análise ultra-estrutural foi observada maior quantidade de material remanescente nos terços apicais, no entanto, menor quantidade foi encontrada nos grupos do Resilon.

HIRAISHI et al. (2006) investigaram se a presença da camada de resina livre de oxigênio recobrindo a guta-percha seria necessária para melhorar a adesão ao cimento à base de metacrilato, no caso, o Endo-REZ. Os autores compararam dois grupos experimentais constituídos de 24 discos de guta-percha (15 mm de diâmetro; 0,5 mm de espessura): I. foi utilizada como fornecida pelo fabricante; II. foram recobertas por duas camadas de adesivo de dentina. Um terceiro grupo controle foi constituído de 24 discos de compósito que foram utilizados para avaliar o endurecimento do Endo-REZ sem fotopolimerização. Cilindros de compósito foram aderidos aos discos de guta-percha com o cimento Endo-REZ e a força para ruptura foi aplicada transversalmente ao conjunto com fios ortodônticos tracionados por Máquina Universal de Ensaio à velocidade de 1 mm/min. Os resultados revelaram que o Endo-REZ apresentou, com diferença estatisticamente significativa, força de adesão 4,9 vezes maior no grupo da guta-percha coberta por adesivo de dentina em comparação ao grupo com guta-percha que continha apenas resina original ($p < 0,05$). Os autores concluíram que o aprimoramento da

ativação da camada de resina aplicada à guta-percha pelo fabricante pode melhorar a adesão aos cimentos à base de metacrilato.

NUNES (2006) estudou a adesividade do cimento Epiphany à dentina radicular previamente tratada com hipoclorito de sódio a 1% e com EDTA a 17%, em comparação ao cimento AH Plus, pelo método do *push-out*. Raízes de 60 caninos superiores humanos foram seccionadas transversalmente na junção amelocementária e a 8 mm da mesma, criando cilindros de raiz que, após inclusão em resina acrílica autopolimerizável, tiveram seus canais radiculares preparados com auxílio de uma ponta troncônica. Os corpos-de-prova foram divididos aleatoriamente em 3 grupos de acordo com a solução utilizada: I. água destilada (controle), II. hipoclorito de sódio a 1%; III. EDTA a 17%. Após o tratamento da dentina, cada grupo foi dividido em dois subgrupos de acordo com o cimento obturador a ser testado: Epiphany e AH Plus. Os corpos-de-prova foram submetidos ao teste do *push-out* na Máquina Universal de Ensaio, com velocidade constante de 1mm/minuto. A análise estatística dos resultados evidenciou diferença estatisticamente significativa ao nível de 5%. O autor concluiu que o cimento AH Plus apresentou valores de adesividade superiores aos obtidos pelo cimento Epiphany, independentemente do tratamento utilizado, e que a aplicação do EDTA 17% propiciou aumento da adesividade dos dois cimentos obturadores estudados.

SCHWARTZ (2006) realizou revisão de literatura sobre as promessas e

problemas da utilização dos materiais adesivos da Dentística Restauradora na Endodontia. Abordou tópicos como: adesão das resinas à dentina; limitações da adesão à dentina; cimentos de ionômero de vidro; diferenças entre dentina radicular e coronária; problemas com soluções irrigantes e medicamentos; eugenol; barreiras para uma efetiva adesão; retratamento; remoção de camada de *smear*; cimentos obturadores resinosos e de ionômero de vidro (AH Plus, Endo-REZ, Resilon/Epiphany, Ketac-Endo); tentativas para superar os problemas com resinas adesivas. O autor afirmou que são duvidosas as relevâncias e implicações clínicas quanto ao uso do Epiphany, e que para formar um monobloco, como proposto pelo fabricante, é necessária maior força de adesão entre o cimento e a dentina. Segundo o autor, isso não surpreende, pois resíduos de resina não polimerizada deveriam estar presentes tanto no Resilon quanto no Epiphany para ocorrer a co-polimerização, que seria a polimerização final e total para formação do monobloco de resina, porém, não há resíduos de resina não polimerizada no Resilon.

SKIDMORE et al. (2006) compararam, por meio do teste de *push-out*, a resistência ao cisalhamento de espécimes preenchidos com Resilon/Epiphany e Guta-percha/Pulp Canal Sealer EWT. Para isso, utilizaram 12 dentes anteriores humanos que foram instrumentados e irrigados com NaOCl a 5,25% e EDTA a 17%. Eles foram separados em 2 grupos de acordo com a obturação realizada: I. Guta-percha + Pulp Canal Sealer EWT; II. Resilon + *Primer* + Root Canal Sealant.

Posteriormente as raízes foram seccionadas perpendicularmente ao longo eixo do dente em 15 discos de 1 mm de espessura e submetidas à Máquina Universal de Ensaio (Instron) para o teste. Os dados obtidos mostraram que o grupo do Resilon/Epiphany obteve maiores valores (1,51 MPa) comparado ao grupo gutapercha/Pulp Canal Sealer (0,66 MPa). Porém, não houve diferença estatisticamente significativa. Os espécimes de cada grupo foram analisados por MEV que revelou falhas predominantemente adesivas em ambos os grupos de dentes. Foram analisados, também, 4 espécimes intactos, ou seja, que não foram levados ao teste de *push-out*, e se constataram espaços na interface dentina/cimento.

TAY et al. (2006) verificaram se o Resilon com diferentes rugosidades poderia interferir na adesão do cimento obturador Real Seal. Tubos de poliuretano, com diâmetro interno de 3,25 mm foram unidos com Real Seal a discos de Resilon de superfícies lisas e rugosidades grau 320 e 180 constituindo três grupos de 10 amostras. Discos de resina composta foram utilizados como controle. Após o tempo total de endurecimento do cimento obturador, Máquina Universal de Ensaio foi utilizada para aplicar força transversal de tração na base dos cilindros à velocidade de 1 mm/min até a ruptura na interface de união. Os valores foram expressos em MPa. Os resultados revelaram diferença estatisticamente significativa entre os grupos e a resina composta foi superior aos grupos do Resilon ($p < 0,001$). O aumento da rugosidade para grau 180 do Resilon resultou em maior valor de adesão quando comparado ao de superfície lisa. A análise sob MEV revelou fratura

coesiva no grupo da resina composta e adesiva nos grupos do Resilon. O aumento da rugosidade do Resilon melhorou a adesão ao cimento obturador Real Seal.

A força de adesão do novo sistema de obturação Epiphany/Resilon foi comparada a diferentes combinações de guta-percha e AH Plus em estudo realizado por UNGOR et al. (2006). Canais radiculares de 65 dentes unirradiculares foram instrumentados com sistema ProTaper e obturados pela condensação lateral como a seguir: I. AH Plus + guta-percha; II. AH Plus + Resilon; III. sistema Epiphany/Resilon; IV. Epiphany + guta-percha; V. apenas guta-percha (controle). O preparo para o teste de *push-out* consistiu na obtenção de segmentos de raízes com 1,13 mm de espessura por meio de seccionamento perpendicular ao longo eixo logo abaixo da junção amelocementária. O material obturador foi submetido à compressão com ponta de 1 mm de diâmetro acoplado à Máquina Universal de Ensaio à velocidade de 1 mm/min até que ocorresse o deslocamento da obturação. A tensão foi expressa em MPa. Análise estatística revelou que houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos ($p < 0,001$) e que, na comparação múltipla pareada, o grupo Epiphany+guta-percha apresentou adesão superior aos outros grupos. O grupo V (guta-percha) teve pior desempenho. A inspeção da superfície sob lupa estereoscópica com aumento de 20X revelou fratura principalmente adesiva à dentina em todos os grupos. O sistema Epiphany/Resilon não foi superior em adesão à combinação do cimento AH Plus com a guta-percha.

VERSIANI et al. (2006) avaliaram as propriedades físico-químicas dos cimentos Epiphany e AH Plus, segundo especificação da *ANSI/ADA 57*. O tempo de endurecimento, solubilidade e desintegração, escoamento, espessura do filme e alterações dimensionais dos cimentos foram testados utilizando 5 espécimes para cada propriedade avaliada. Os resultados mostraram não haver diferença estatisticamente significativa entre os dois grupos nos testes de escoamento (AH Plus: 38,57 mm; Epiphany: 35,74 mm) e espessura do filme (AH Plus: 10,6 μm ; Epiphany: 20,1 μm), já para solubilidade (AH Plus: 0,21%; Epiphany: 3,41%) e alterações dimensionais (AH Plus: expansão de 1,3%; Epiphany: expansão de 8,1%) houve diferença estatisticamente significativa ao nível de 5%, e ambos os cimentos apresentaram tempos de endurecimento aceitáveis, embora, os valores de alteração dimensional tenham sido maiores do que é recomendável. A solubilidade do cimento Epiphany também foi maior do que é recomendável. Realizaram ainda, por meio do espectrofotômetro de absorção atômica, a avaliação da quantidade de cátions Fe (0,56 mg L^{-1}), Ni (0,06 mg L^{-1}), Ca (41,46 mg L^{-1}), Mg (0,80 mg L^{-1}), Zn (0,05 mg L^{-1}), Na (4,11 mg L^{-1}) e K (0,50 mg L^{-1}) na água resultante do teste de solubilidade do cimento Epiphany.

O módulo de elasticidade e a resistência coesiva da guta-percha e do Resilon foram investigados por WILLIAMS et al. (2006) em teste de tração para avaliação de polímeros por meio de Máquina Universal de Ensaio. Os dois materiais foram submetidos à avaliação em condição a seco e após imersão em

água por 30 dias. O Resilon apresentou valores maiores de força coesiva do que a guta-percha sob condição a seco com diferença estatisticamente significativa, mas não houve diferença após 30 dias de imersão em água. Quanto aos resultados da avaliação do módulo de elasticidade, houve diferença estatisticamente significativa apenas no grupo submetido à imersão em água, onde o Resilon apresentou os maiores valores. Os autores concluíram que os valores de força coesiva e módulo de elasticidade do Resilon e guta-percha não são suficientes para proporcionar o reforço de raízes quando obturadas com estes materiais, já que são inferiores aos da dentina.

SLY et al. (2007) avaliaram, por meio do teste de *push-out*, a adesão de dois sistemas de obturação: Epiphany/Resilon e AH 26/Guta-percha. Para isso, utilizaram 30 caninos humanos que tiveram suas coroas removidas e as raízes instrumentadas com o sistema Profile Series 29, com irrigação alternada de hipoclorito de sódio a 5,25% e RC Prep. Ao final, foi realizada a irrigação com EDTA a 17% por 1 minuto. Os espécimes foram divididos em 2 grupos de acordo com os materiais obturadores testados e, após a obturação, foram embebidos em resina acrílica e seccionados horizontalmente em discos de 2 mm a partir da junção amelocementária até o terço apical, totalizando 78 espécimes para cada grupo, e submetidas ao teste em Máquina Universal de Ensaio (MTS Sintech ReNew 1123) à velocidade de 0,5 mm por minuto. A média obtida para o grupo Epiphany/Resilon foi 0,51 MPa e 1,70 MPa para o grupo AH 26/Guta-percha. Não houve diferença estatisticamente significativa entre os espécimes de cada terço.



Proposição

O objetivo do presente estudo foi verificar a resistência de união à dentina, sob tensões de cisalhamento por extrusão (*push-out*), dos cimentos endodônticos Apexit Plus, AH Plus e Epiphany (obtido com o misturador fornecido pelo fabricante e espatulado pelo operador) em paredes dentinárias submetidas aos tratamentos com EDTAC 17%, solução de NaOCl a 1%, *laser* Er: YAG e água destilada.



Material e Métodos

1. Seleção e preparo dos dentes

O projeto de pesquisa foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisas da Universidade de Ribeirão Preto, que o aprovou sem restrições (Anexo I).

Nesse estudo, foram utilizados 128 caninos humanos hígidos que foram conservados em solução de timol a 0,1% a 9°C. Antes do uso, os dentes foram lavados em água corrente por 24 horas com objetivo de eliminar resíduos da solução de timol e, em seguida, radiografados no sentido proximal com o objetivo de detectar possíveis variações anatômicas (Figura 1A).

Para serem utilizados nesse estudo, os dentes deveriam ter canal único, sem calcificações e achatamentos acentuados, formação completa das raízes com comprimento mínimo de 15 mm (Figura 1B).



Figura 1. Seleção dos dentes. A) Radiografia com tomada proximal; B) Vista vestibular do canino.

2. Preparo dos corpos-de-prova

Inicialmente, as raízes foram seccionadas na direção transversal, perpendicular ao longo eixo do dente, em dois pontos: na junção amelocementária (Figura 2A) e, paralelamente ao primeiro corte, a 8 mm na direção apical, com disco diamantado dupla face (KG Sorensen, Barueri, SP, Brasil) (Figura 2B). Ranhuras transversais com profundidade máxima de 1 mm foram confeccionadas (Figura 2C) na superfície externa das raízes para servirem de retenção quando da inclusão em resina acrílica.

Figura 2. Preparo dos dentes. A) Coroa removida na junção cimento-esmalte e marcação para segundo corte; B) Corte do cilindro de raiz (8 mm de altura); C) Ranhuras transversais confeccionadas nas faces vestibular e palatina.

Para obtenção dos corpos-de-prova, foi desenvolvido no Laboratório de

espécimes tiveram seus canais alargados inicialmente com broca diamantada troncônica (859-104-018, Brasseler-Komet, Savannah, GA, EUA), em baixa velocidade, acoplada a uma peça reta (Dabi Atlante, Ribeirão Preto, SP, Brasil). Um anel de alumínio foi posicionado no dispositivo metálico, com a broca troncônica como guia (Figura 3B). Cada espécime foi colocado em posição mediante a introdução da broca no canal (Figura 3C), após o que foi feita a inclusão com resina acrílica auto-polimerizável (JET incolor, Clássico Ltda, São Paulo, Brasil) (Figura 3D).

Os conjuntos cilindro de raiz-anel de alumínio tiveram suas superfícies superiores e inferiores aplainadas, obtendo-se comprimento final de 7 mm.

Os corpos-de-prova foram posicionados sobre a base de um delineador para que o diâmetro do canal radicular fosse aumentado e regularizado com o uso seqüencial de 2 brocas diamantadas troncônicas (broca 850-104-023, Brasseler-Komet, Savannah, GA, EUA; broca 720, KG Sorensen, Barueri, SP, Brasil) acopladas a uma peça reta, sendo que o diâmetro final do preparo foi de 2,7 mm na sua maior medida e 2,0 mm na menor (Figuras 4A e 4B). A profundidade de penetração das brocas foi determinada pelo término de suas partes ativas niveladas com a superfície superior do corpo-de-prova (Figura 4C), a fim de obter canais com forma troncônica e diâmetros padronizados. Durante esse procedimento, o canal radicular foi irrigado continuamente com 20 ml de água destilada.

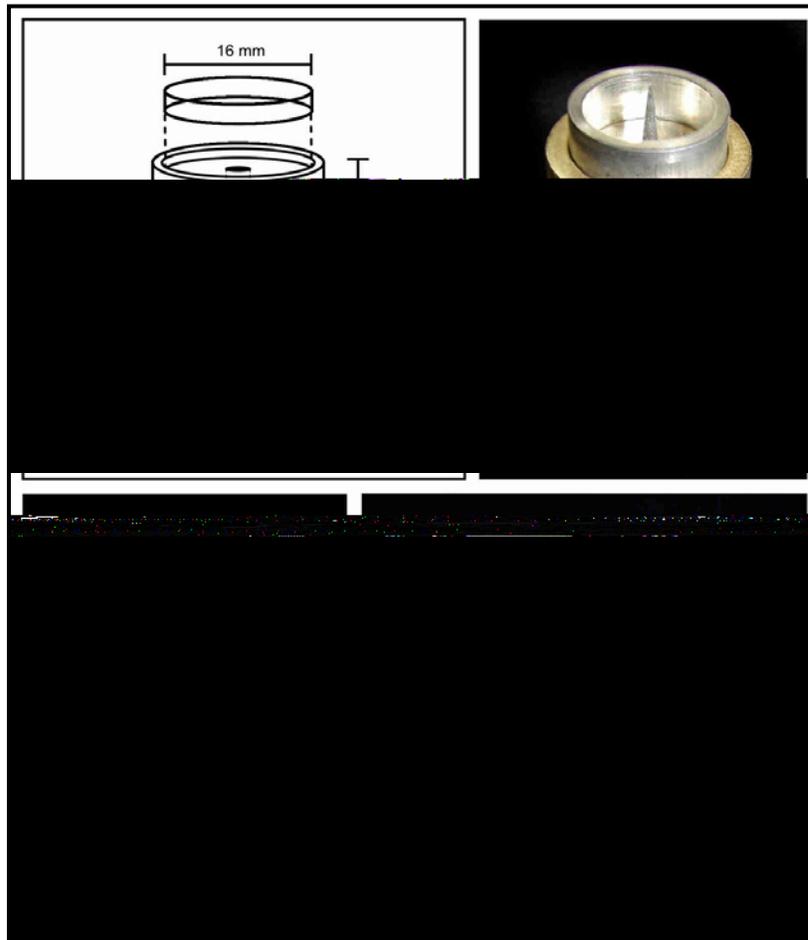


Figura 3. Confeção do corpo-de-prova. A) Esquema do dispositivo metálico cilíndrico; B) Posicionamento da broca e anel de alumínio no dispositivo; C) Posicionamento do cilindro de raiz na broca; D) Inclusão de um espécime.

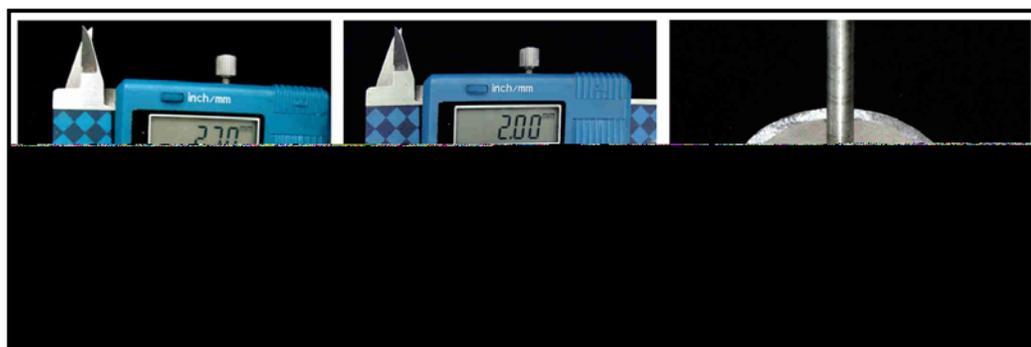


Figura 4. Preparo do conduto radicular; A) Diâmetro maior da broca diamantada troncônica final; B) Diâmetro da broca a 7 mm do diâmetro maior; C) Profundidade final de penetração da broca determinada pelo término da parte ativa nivelada com a superfície do corpo-de-prova.

3. Tratamento das paredes dentinárias

Os 128 corpos-de-prova foram distribuídos aleatoriamente em 4 grupos (n=32) e receberam os seguintes tratamentos: I. irrigação com água destilada (controle); II. inundação com solução de EDTAC a 17%; III. inundação com NaOCl a 1% e IV. aplicação do *laser* Er: YAG.

No grupo I, cada espécime foi irrigado com 20 ml de água destilada e secado com cones de papel absorvente esterilizados (Dentsply-Herpo, Petrópolis-RJ, Brasil).

No grupo II, a dentina radicular do espécime foi inundada com 5 ml de solução de EDTAC a 17% (ácido etileno diamino tetracético + Cetavlon), sendo a solução trocada a cada 5 minutos até que se completassem 30 minutos. Após este período, fez-se irrigação final com 20 ml de água destilada e secagem com cones de papel absorvente esterilizados.

No grupo III, a dentina radicular do espécime foi inundada com 5 ml de solução de NaOCl a 1% (hipoclorito de sódio), sendo a solução trocada a cada 5 minutos até que se completassem 30 minutos. Após este período, fez-se a irrigação com 20 ml de água destilada e secagem com cones de papel absorvente esterilizados.

A dentina radicular, no grupo IV, recebeu a aplicação do *laser* Er: YAG (Opus 20, Opus Dent, Israel) (Figura 5A) com 400 mJ de energia e 16 Hz de frequência, por meio de ponta de safira de 17 mm de comprimento e 1,3 mm de

diâmetro acoplada à peça de mão angulada (Figura 5B), que permitiu a realização de cinemática helicoidal e movimento ápico-cervical de subida e descida que totalizaram 4 ciclos (1 ciclo = 1 subida + 1 descida) à velocidade constante aproximada de 1 mm/segundo durante 1 minuto. Após este período, foi feita irrigação com 20 ml de água destilada e secagem com cones de papel absorvente esterilizados.

As soluções de EDTAC a 17% e NaOCl a 1% foram aviadas em farmácia de manipulação (Fórmula & Ação, São Paulo, SP, Brasil) (Figuras 5C e 5D).

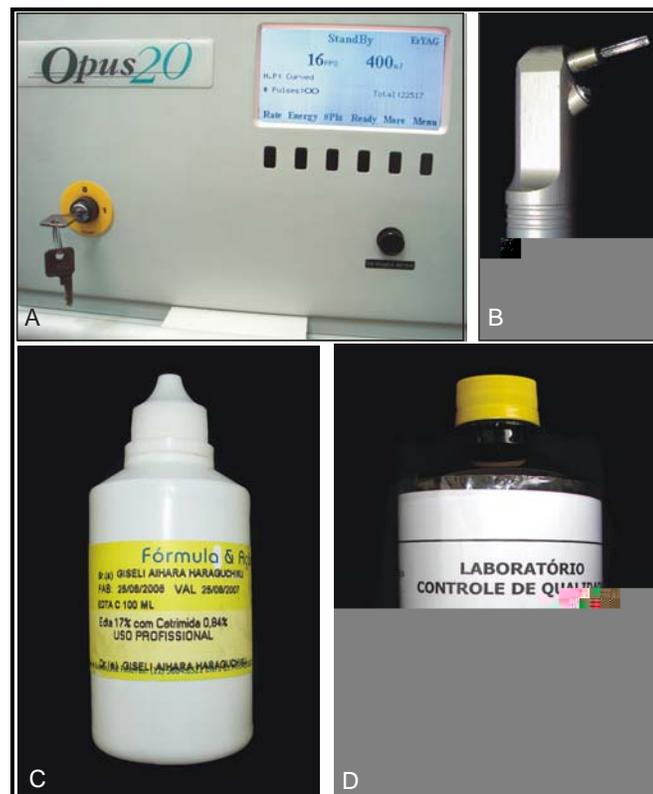


Figura 5. Soluções e *Laser* utilizados para o tratamento da dentina. A) Aparelho de *Laser* Er: YAG; B) Ponta do *laser* de safira, utilizada no experimento; C) EDTAC a 17%; D) Hipoclorito de sódio a 1%.

4. Preenchimento dos corpos-de-prova com os cimentos endodônticos

Os 32 corpos-de-prova de cada grupo foram divididos em 4 sub-grupos (n=8) de acordo com os cimentos obturadores utilizados: Apexit Plus (Ivoclar/Vivadent, Fürstentum Liechtenstein), AH Plus (De Trey-Dentsply, Konstanz, Alemanha), Epiphany Misturado (Pentron, Wallingford, EUA) e Epiphany Espatulado (Pentron, Wallingford, EUA), conforme ilustrado no esquema da Figura 6.

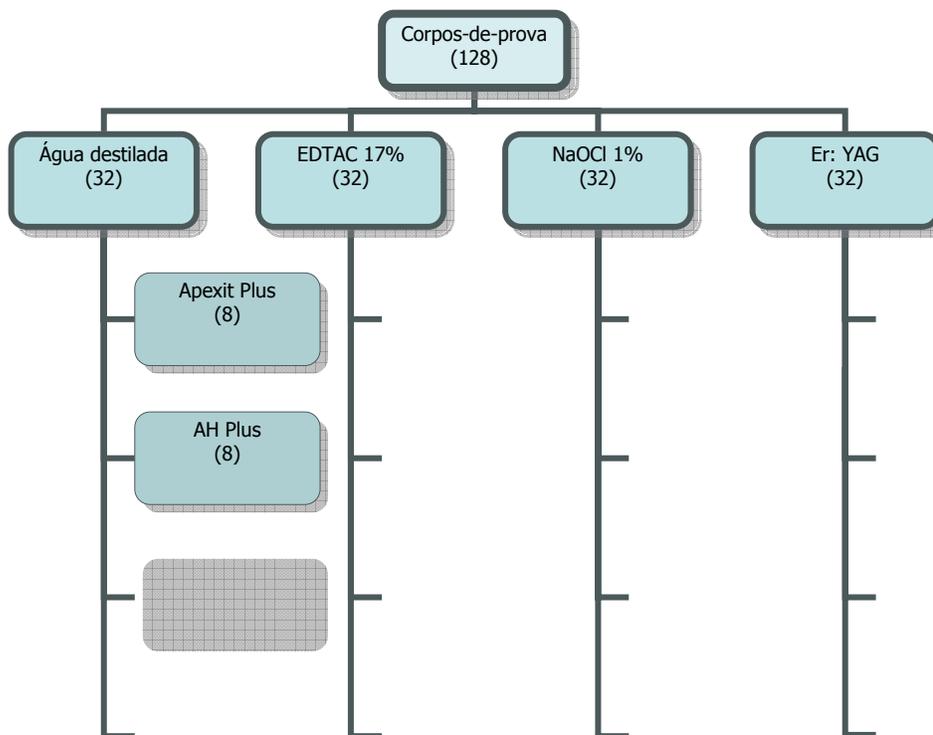


Figura 6. Esquema da distribuição dos grupos amostrais.

O cimento AH Plus é apresentado na forma pasta/pasta (Figura 7A) e foi utilizado na proporção 1:1. Os cimentos Apexit Plus (Figura 7B) e Epiphany (Figura

7C) são armazenados em bisnagas individuais, com ponta que mistura os componentes do cimento no momento do uso. Denominou-se Epiphany Espatulado o cimento Epiphany cujas pastas base e catalisadora foram espatuladas em placa de vidro, por 15 segundos, para homogeneização sem a utilização da ponta misturadora fornecida pelo fabricante e Epiphany Misturado o cimento obtido a partir da mistura das pastas com o dispositivo fornecido pelo fabricante. As composições de cada cimento, conforme os fabricantes, encontram-se no Anexo II.

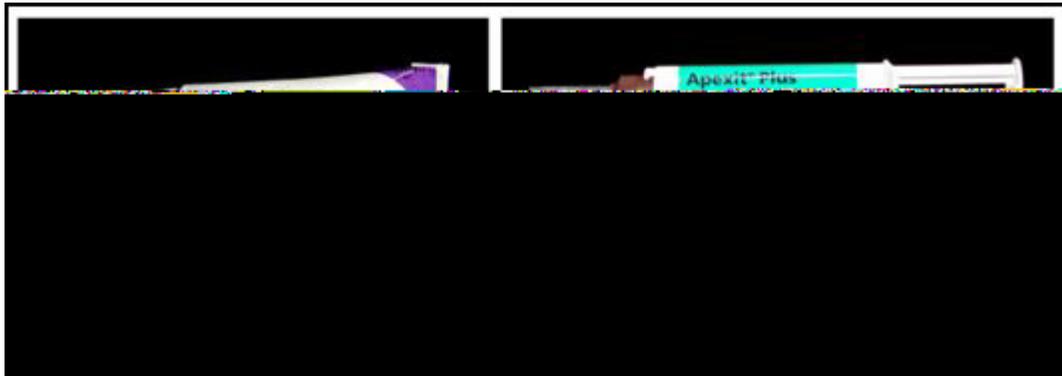


Figura 7. Cimentos endodônticos utilizados. A) AH Plus: duas bisnagas; B) Apexit Plus: bisnaga e ponta misturadora; C) Epiphany: bisnaga e ponta misturadora.

Os corpos-de-prova posicionados sobre placa de vidro foram preenchidos com os cimentos a serem testados com auxílio de broca lentulo (Maillefer, Balaigues, Suíça) acoplada ao motor de baixa rotação para tentar evitar a formação de bolhas. As superfícies externas dos corpos-de-prova foram limpas a fim de retirar os excessos de cimento obturador. Para o grupo do Epiphany Misturado e Epiphany Espatulado, o *primer* foi aplicado previamente à inserção do

cimento, com auxílio de ponta aplicadora fornecida pelo fabricante e, em seguida, foi removido o excesso com *microbrush* (KG Sorensen, Barueri, SP, Brasil) e pontas de papel absorventes. Após a inserção do cimento, o conjunto foi fotopolimerizado por 40 segundos para selamento coronário imediato de acordo com as recomendações do fabricante.

Após o preenchimento com os cimentos obturadores, os corpos-de-prova foram armazenados em estufa a 37 °C e umidade relativa 95%, pelo período correspondente a três vezes o tempo de endurecimento de cada cimento, previamente determinado de acordo com a Especificação número 57 da *ANSI/ADA* (Apexit Plus: 90´; AH Plus: 520´ e Epiphany: 50´).

5. Teste de *push-out*

Decorrido o tempo estabelecido, os corpos-de-prova foram submetidos ao teste de *push-out* na Máquina Universal de Ensaio Instron 4444 (Instron Corporation, Canton, MA, EUA) (Figura 8A) dotada de célula de carga acoplada ao sistema oscilante e sistema de garra. Um dispositivo fixo de aço inoxidável foi utilizado para fixação dos corpos-de-prova, de modo que a face com menor diâmetro do canal radicular ficasse voltada para cima e alinhada à haste empregada para pressionar o cimento (Figura 8B e 8D). A ponta da haste possui diâmetro 1,4 mm e 6 mm de comprimento (Figura 8C).

Esta metodologia assegura o alinhamento preciso e reprodutível do espécime, de modo que a haste a ser utilizada no teste de *push-out* não entre em contato com a camada de dentina quando o material obturador é pressionado

(Figura 8D) e deslocado do canal radicular (Figura 8E).

A máquina foi calibrada para aplicação da carga à velocidade constante de 1 mm/minuto e os resultados da força cisalhante máxima, expressa em kNewton, necessária para o deslocamento do cimento foram anotados e posteriormente convertidos em MPa mediante a aplicação da fórmula matemática:

$$\sigma = \frac{F \times 10^3}{\pi \times (r + R) \times \sqrt{h^2 + (R - r)^2}}, \text{ onde}$$

σ = Tensão de cisalhamento em Mega Pascal (MPa); F = Força de cisalhamento em kNewton (kN); π = Número pi (3,1416...); r = Raio da base menor do tronco de cone em milímetros (mm); R = Raio da base maior do tronco de cone em milímetros (mm) e h = Altura do tronco de cone em milímetros (mm).

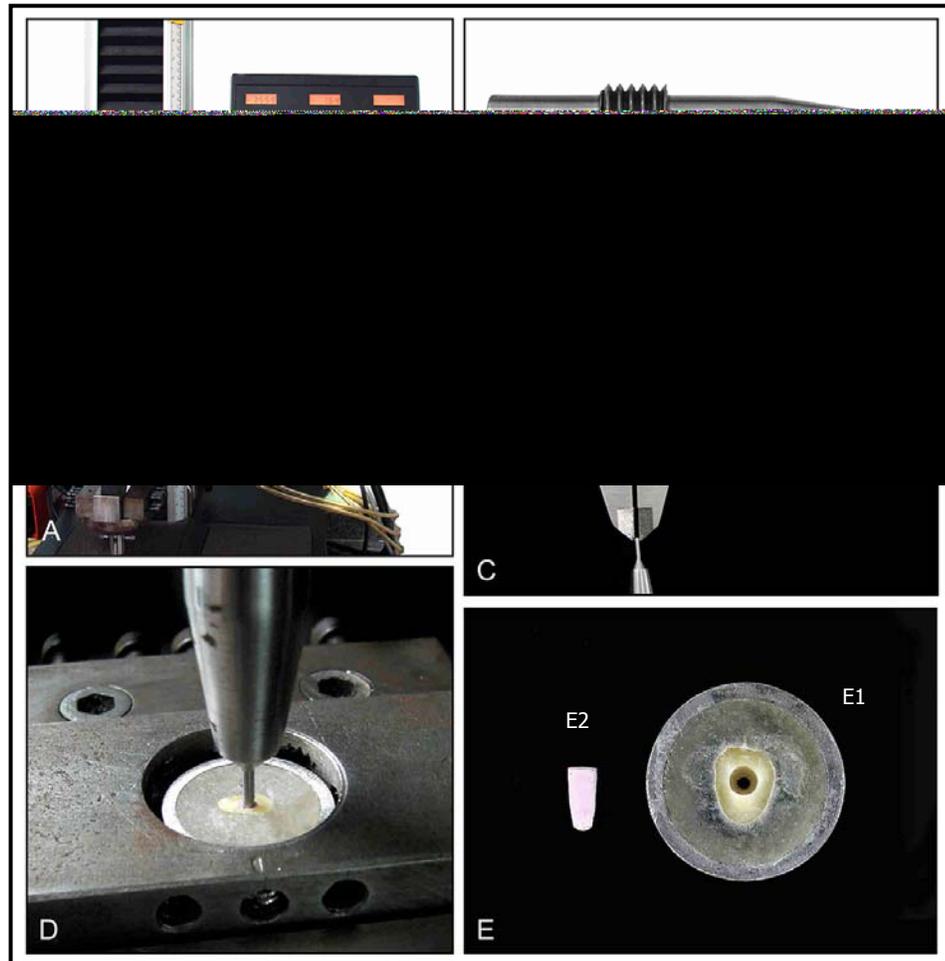


Figura 8. Teste de *push-out*. A) Máquina Universal de Ensaios Instron 4444; B) Haste a ser acoplada ao sistema de garras oscilante; C) Aferição do diâmetro de 1,4 mm de diâmetro; D) Haste posicionada durante realização do ensaio; E) Corpo-de-prova (E1) após o deslocamento do cimento (E2).

6. Análise Estatística

Os resultados originais foram submetidos à análise de normalidade e homogeneidade da distribuição amostral por meio do *software* GMC 8.1 (desenvolvido pelo Prof. Geraldo Maia Campos da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto – FORP/USP). Depois, utilizou-se o programa *InStat* (GraphPad Software, San Diego, E.U.A.) para a realização dos testes estatísticos.

7. Microscopia eletrônica de varredura

Após os testes de *push-out*, os corpos-de-prova foram preparados para análise em microscopia eletrônica de varredura, com o objetivo de avaliar a superfície dentinária após o deslocamento do cimento.

Os espécimes foram seccionados longitudinalmente com disco de lixa diamantado dupla face sem que se atingisse os canais (Figura 9A), e clivados com o auxílio de instrumento metálico, para expor as superfícies internas das raízes de onde os cimentos foram deslocados (Figura 9B).

Os espécimes foram fixados com fita adesiva dupla face (3M, São Paulo, SP, Brasil) em *stub* metálico circular, de 10 mm de diâmetro e 5 mm de altura (Figura 9C), e levados ao aparelho metalizador (Bal-Tec AG, Balzers, Liechtenstein) para serem recobertos por fina camada da liga ouro-paládio (Figura 9D). A análise foi realizada em microscópio eletrônico de varredura modelo JSM 5410 (JEOL Ltd, Tóquio, Japão) com 15kV (Figura 9E). Os espécimes foram analisados em visão panorâmica (15X) para localização das áreas representativas e, posteriormente, em aumentos de 500X e 1000X.

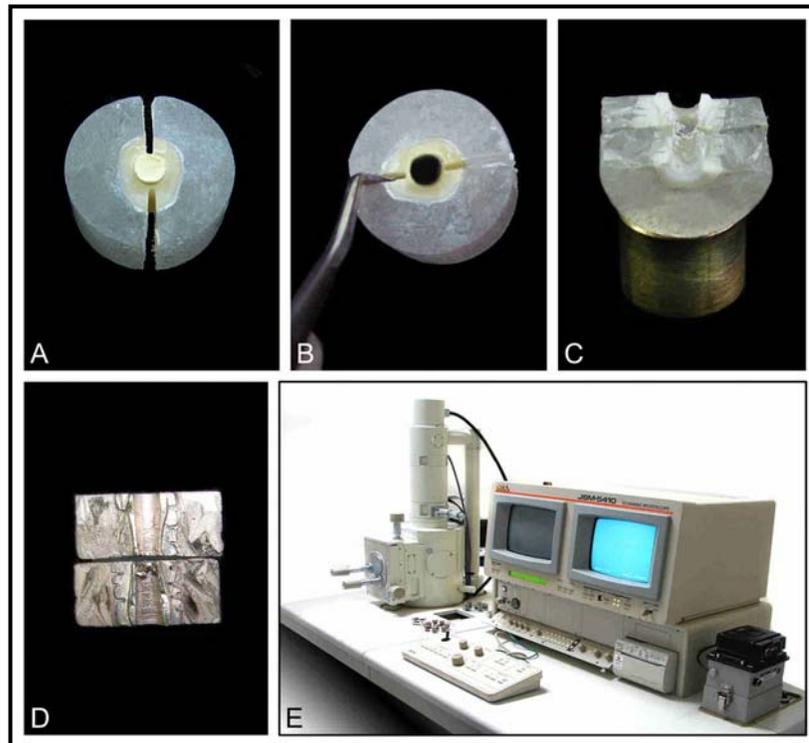


Figura 9. Preparo para microscopia eletrônica de varredura (MEV). A) Secção do espécime no sentido vestibulo-palatino, sem atingir o canal; B) Clivagem com auxílio de instrumento metálico; C) Montagem em *stub* metálico; D) Metalização com ouro; E) Microscópio Eletrônico de Varredura.



Resultados

Os dados utilizados para este estudo foram os valores correspondentes à força necessária para o deslocamento do cimento obturador do corpo-de-prova. Cada um dos 16 grupos utilizou 8 espécimes, e foram obtidos 128 valores no total. Os valores obtidos em Mega-Pascal (MPa) estão demonstrados na Tabela I.

TABELA I. Valores, em Mega-Pascal (MPa), da força máxima de resistência ao deslocamento do cimento do corpo-de-prova, após o tratamento da dentina.

	Água	EDTAC 17%	NaOCl 1%	Er: YAG	
Apexit Plus	0,7990	1,1321	1,0176	1,3102	
	0,7750	1,2583	1,1976	2,0746	
	0,9473	0,9887	1,1764	1,2429	
	1,0166	1,3141	1,2833	1,2737	
	0,8462	1,6703	1,4133	1,2130	
	1,1620	0,1280	1,3074	1,3632	
	1,1793	1,4999	1,5355	1,2429	
	1,0445	1,4883	1,5365	1,6915	
$\bar{X} \pm DP$	0,9712 $\pm 0,15$	1,1850 $\pm 0,47$	1,3085 $\pm 0,18$	1,4265 $\pm 0,30$	1,2228 $\pm 0,33$
AH Plus	4,0549	5,3218	3,9047	5,1976	
	5,4788	5,2573	3,8720	6,4434	
	4,4044	4,6749	4,3062	7,1048	
	4,6393	5,1457	4,8068	5,7897	
	3,7526	4,8328	3,6958	5,8436	
	4,1916	3,1943	4,2571	5,7974	
	4,4689	4,2985	4,2003	5,4277	
	4,5902	4,2128	4,2282	5,1919	
$\bar{X} \pm DP$	4,4476 $\pm 0,51$	4,6173 $\pm 0,70$	4,1589 $\pm 0,34$	5,8495 $\pm 0,65$	4,7683 $\pm 0,85$
Epiphany Misturado	1,7906	1,0532	2,0669	1,0157	
	1,3305	1,4768	1,2342	1,0426	
	5,3526	2,6898	2,2970	1,7155	
	3,8874	1,3516	3,2135	1,2015	
	2,3500	3,1240	2,8554	1,7897	
	2,5107	3,4224	4,8617	2,8746	
	5,4248	2,5983	5,2699	2,2778	
	3,2352	5,2025	3,1141	2,2065	
$\bar{X} \pm DP$	3,2352 $\pm 1,54$	2,6148 $\pm 1,35$	3,1141 $\pm 1,36$	1,7655 $\pm 0,66$	2,6824 $\pm 1,35$
Epiphany Espatulado	5,1919	1,6973	4,2956	3,9134	
	1,6809	1,2217	1,8811	4,3861	
	3,4773	1,4518	3,5389	3,0672	
	2,1507	1,3179	2,1661	5,7194	
	3,4773	2,3346	3,6929	5,8359	
	1,1427	3,4840	2,2980	3,7632	
	4,1223	2,4934	3,3252	5,0581	
	1,8243	1,2650	3,0283	3,6053	
$\bar{X} \pm DP$	2,8834 $\pm 1,39$	1,9082 $\pm 0,80$	3,0283 $\pm 0,84$	4,4186 $\pm 1,02$	3,0596 $\pm 1,34$
$\bar{X} \pm DP$	2,8843 $\pm 1,63$	2,5813 $\pm 1,56$	2,9024 $\pm 1,30$	3,3650 $\pm 1,99$	

Os dados originais em MPa foram submetidos a testes preliminares para avaliar se a distribuição amostral era normal. Os cálculos dos parâmetros amostrais sugerem que a distribuição é normal, já que o número de dados abaixo da média assemelha-se àqueles acima da média (Tabela II).

TABELA II. Cálculo dos parâmetros amostrais. Valores originais.

Parâmetros amostrais	Valores originais
Soma dos erros amostrais	0,0000
Soma dos quadrados dos erros	88,1016
Termo de correção	0,0000
Variância total	88,1016
Média geral da amostra	0,0000
Variância da amostra	0,6937
Desvio padrão da amostra	0,8329
Erro padrão da média	0,0736
Mediana, por dados agrupados	-0,0139
Número de dados da amostra	128,0000
Dados abaixo da média	35,0000
Dados iguais à média	60,0000
Dados acima da média	33,0000

Calculou-se então a distribuição das frequências por intervalos de classe acumulados, nos quais os intervalos de classe baseiam-se na média e no desvio padrão amostral, como mostra a Tabela III.

TABELA III. Distribuição de freqüências. Valores originais.**A. Freqüência por intervalo de classe:**

Intervalo de classe	M-3s	M-2s	M-1s	Méd	M+1s	M+2s	M+3s
Freqüências absolutas:	0	8	27	60	22	6	5
Em valores percentuais:	0,0	6,3	21,1	46,9	17,2	4,7	3,9

B. Freqüências acumuladas:

Intervalos de classe	M-3s	M-2s	M-1s	Méd	M+1s	M+2s	M+3s
Freqüências absolutas:	0	8	35	95	117	123	128
Valores percentuais:	0,0	6,3	27,3	74,2	91,4	96,1	100,0

Com os dados das freqüências acumuladas, traçou-se uma curva experimental a qual foi sobreposta à curva normal matemática. A discrepância entre as duas curvas mostra seu grau de aderência (Figura 10).

Observa-se, na Figura 10, que a curva normal e a curva experimental estão bastante próximas entre si, indicando haver normalidade entre as amostras testadas.

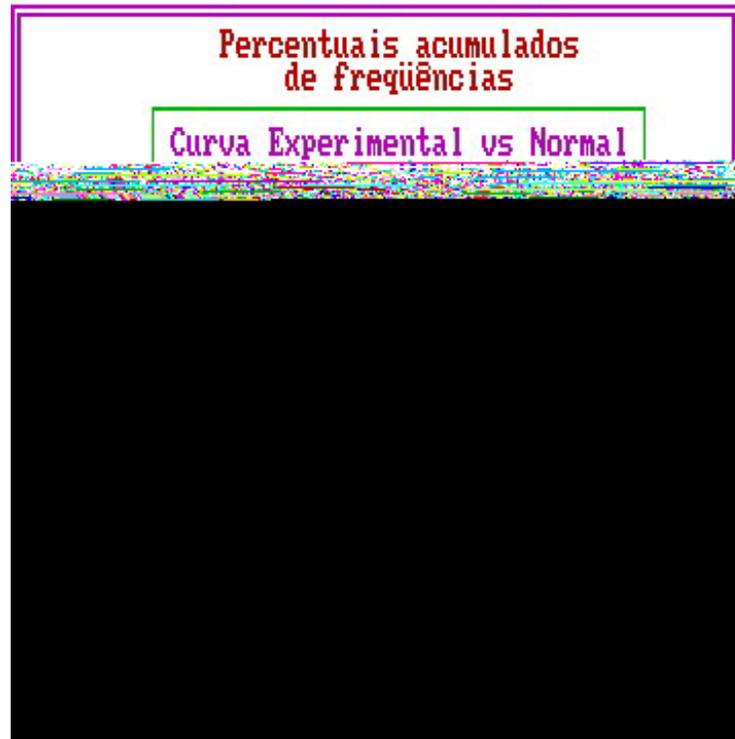


Figura 10. Gráfico das curvas experimental e normal dos percentuais acumulados de frequência.

Traçou-se o histograma de frequências da distribuição dos erros amostrais e a curva normal, os quais podem ser vistos na Figura 11, onde se nota a distribuição central dos dados ao redor da média, com números equivalentes abaixo e acima dela, indício de que a distribuição dos erros amostrais é normal.

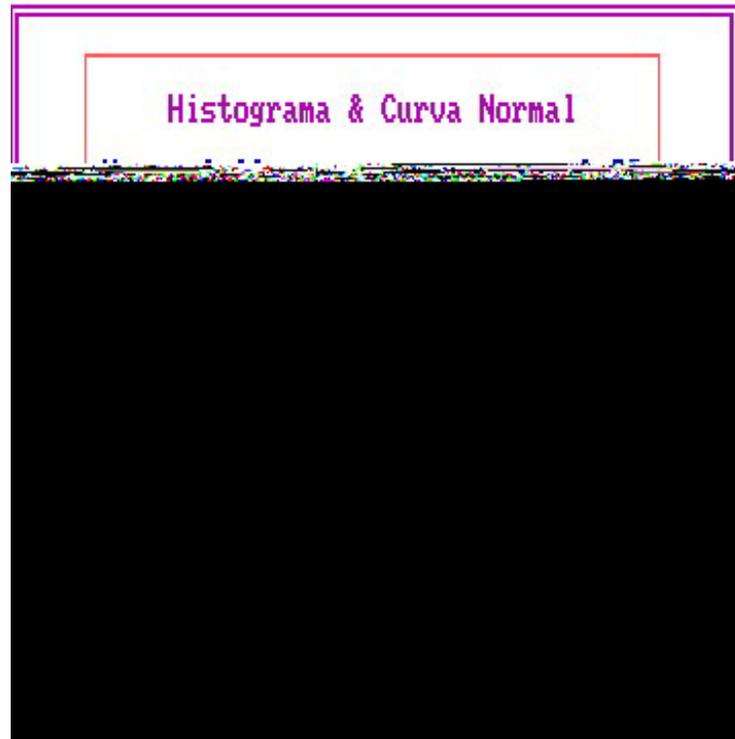


Figura 11. Histograma de frequência da distribuição dos erros amostrais e curva normal.

A seguir, realizou-se o teste de aderência da distribuição das frequências por intervalo de classe da distribuição normal em relação à mesma distribuição dos dados amostrais. Verificou-se que a probabilidade da distribuição experimental ser normal foi de 42,23% (Tabela IV).

Tabela IV. Teste de aderência à curva normal. Valores originais.

A. Frequência por intervalo de classe:							
Intervalo de classe	M-3s	M-2s	M-1s	Méd	M+1s	M+2s	M+3s
Curva normal	0,44	5,40	24,20	39,89	24,20	5,40	0,44
Curva experimental	0,00	6,25	21,09	46,88	17,19	4,69	3,91

B. Cálculo do Qui-quadrado:		
Graus de liberdade:	4	Interpretação
Valor do Qui-quadrado:	3,88	A distribuição testada
Probabilidade de Ho:	42,2300%	é normal

A análise do conjunto de resultados obtidos nesses testes preliminares levou à conclusão de que a distribuição amostral era normal, o que nos conduziu para a realização da análise estatística paramétrica, cujos resultados são vistos a seguir.

O teste paramétrico que melhor se adaptou ao modelo matemático proposto foi a análise de variância - ANOVA, pelo fato de se tratar de teste que permite a comparação de múltiplos dados independentes. Os resultados da análise de variância podem ser vistos na Tabela V.

TABELA V. Análise de Variância. Valores originais.

Fonte de variação	Soma dos quadrados	G.L.	Quadrados médios	(F)	Prob. Ho
Entre tratamentos	10,0353	3	3.3451	4.25	0.717 %
Entre cimentos	203.9043	3	67.9681	86.41	0.000 %
Interação TratxCim	40.5359	9	4.5040	5.73	0.002 %
Resíduo	88.1017	112	0.7866		
Varição total	342.5771	127			

A análise de variância demonstrou diferença estatisticamente significativa ao nível de 1% ($p < 0,01$) entre as linhas, ou seja, entre os cimentos endodônticos quanto à resistência à remoção por extrusão.

A fim de esclarecer quais cimentos endodônticos eram diferentes entre si, aplicou-se o teste complementar de *Tukey* (Tabela VI), o qual indicou que os cimentos endodônticos apresentaram diferença estatisticamente significativa entre si ($p < 0,001$), com exceção do Epiphany Espatulado e Epiphany Misturado que foram estatisticamente semelhantes entre si. O cimento AH Plus apresentou os maiores valores de tensão de cisalhamento necessária para o seu deslocamento.

Tabela VI. Teste de *Tukey* - Valores médios do teste de *push-out* para os cimentos endodônticos.

Comparação	Diferença média	q	Valor de p	Intervalo de Confiança – 95%	
				De	Para
Apexit Plus X AH Plus	-3,546	19.044	*** p<0,001	- 4,231	- 2,860
Apexit Plus X Epiphany Misturado	-1,460	7.840	*** p<0,001	- 2,146	- 0,7737
Apexit Plus X Epiphany Espatulado	-1,837	9.866	*** p<0,001	- 2,523	- 1,151
AH Plus X Epiphany Misturado	2,086	11.204	*** p<0,001	1,400	2,772
AH Plus X Epiphany Espatulado	1,709	9.178	*** p<0,001	1,023	2,395
Epiphany Misturado X Epiphany Espatulado	-0,377	2.026	ns p>0,05	- 1,063	0,3087

Se o valor de q é maior que 3,684, então o valor de p<0,05

Observou-se também diferença estatisticamente significativa ao nível de 1% ($p<0,01$) entre colunas por meio do teste de *Tukey*, ou seja, entre os tratamentos da dentina prévios à cimentação.

Quando foi usada a água como irrigação no preparo biomecânico, observou-se que o Apexit Plus não apresentou resultados estatisticamente semelhantes aos demais cimentos, com os menores valores de tensão de cisalhamento por extrusão. O AH Plus, Epiphany Misturado e Epiphany Espatulado foram estatisticamente semelhantes entre si ($p<0,01$).

Quando se usou o EDTAC 17% como solução para irrigação final do canal, o Apexit Plus não se apresentou estatisticamente semelhante aos demais cimentos, com os menores valores de tensão de cisalhamento por extrusão. Por outro lado, o AH Plus não foi estatisticamente semelhante ao Epiphany Misturado e Epiphany Espatulado ($p<0,05$), e apresentou os maiores valores de tensão de

cisalhamento por extrusão.

O uso do NaOCl 1% como irrigação do canal radicular resultou no comportamento diferente do Apexit Plus em relação aos demais cimentos, com os menores valores de tensão de cisalhamento por extrusão. O AH Plus apresentou os maiores valores de tensão de cisalhamento por extrusão, com diferença estatisticamente significativa do Epiphany Espatulado ($p < 0,05$). Não houve diferença estatisticamente significativa entre os valores obtidos pelo AH Plus e Epiphany Misturado ($p < 0,05$).

O tratamento das paredes dos canais radiculares com o *laser* Er: YAG permitiu observar que o Apexit Plus e o Epiphany Misturado comportaram-se de forma estatisticamente semelhante ($p < 0,01$), com os menores valores de tensão de cisalhamento por extrusão, e apresentaram diferença estatisticamente significativa do AH Plus que apresentou os maiores valores de tensão de cisalhamento por extrusão, e do Epiphany Espatulado, que apresentou valores intermediários de tensão de cisalhamento por extrusão, sendo que estes dois cimentos apresentaram comportamentos diferentes entre si ($p < 0,01$).

A Tabela VII evidencia os valores médios, desvio padrão, mediana, valores mínimos e máximos e intervalos de confiança obtidos a partir dos valores originais.

Verifica-se, em relação aos cimentos estudados, que o AH Plus apresentou os maiores valores médios para o teste de *push-out*, o Apexit Plus os menores, sendo que o Epiphany Misturado e o Epiphany Espatulado compuseram um grupo

com valores intermediários.

TABELA VII. Sumário dos dados estatísticos dos valores originais.

Tratamento das paredes	Cimentos testados	Valores médios	Desvio padrão	Mediana	Valores mínimos	Valores máximos	Intervalo de Confiança – 95%	
							De	Para
Água Destilada	Apexit Plus	0,9712	0,1565	0,982	0,775	1,179	0,8404	1,102
	AH Plus	4,448	0,5107	4,437	3,753	5,479	4,021	4,875
	Epiphany Misturado	3,235	1,546	2,873	1,331	5,425	1,943	4,528
EDTAC 17%	Epiphany Espatulado	2,883	1,399	2,814	1,143	5,192	1,713	4,053
	Apexit Plus	1,185	0,4792	1,286	0,1280	1,670	0,7843	1,586
	AH Plus	4,617	0,7096	4,754	3,194	5,322	4,024	5,211
	Epiphany Misturado	2,615	1,360	2,644	1,053	5,203	1,478	3,752
NaOCl 1%	Epiphany Espatulado	1,908	0,8012	1,575	1,222	3,484	1,238	2,578
	Apexit Plus	1,308	0,1811	1,295	1,018	1,537	1,157	1,460
	AH Plus	4,159	0,3421	4,214	3,696	4,807	3,873	4,445
	Epiphany Misturado	3,114	1,367	2,985	1,234	5,270	1,971	4,257
Er: YAG	Epiphany Espatulado	3,028	0,8443	3,177	1,881	4,296	2,322	3,734
	Apexit Plus	1,381	0,3148	1,274	1,018	2,075	1,139	1,623
	AH Plus	5,633	0,8897	5,790	3,905	7,105	4,950	6,317
	Epiphany Misturado	1,799	0,6299	1,790	1,016	2,875	1,315	2,283
	Epiphany Espatulado	4,405	0,9550	4,296	3,067	5,836	3,671	5,139

As fotomicrografias que se seguem relacionam-se aos cimentos estudados, com os diferentes tipos de tratamentos das paredes do canal radicular.

A Figura 12 refere-se ao cimento Apexit Plus, em que se pode constatar a presença de grande quantidade de camada de *smear* e fragmentos de cimento quando se utilizou a água nas paredes do canal radicular (A). O uso do EDTAC

permitiu verificar as aberturas dos túbulos dentinários bem como alguns fragmentos do cimento (B), quando se utilizou o NaOCl, verificou-se a presença da camada de *smear* associada a grande quantidade do cimento (C). O tratamento das paredes dos canais radiculares com o Er: YAG promoveu a formação de irregularidades, que se apresentaram com cimento (D).

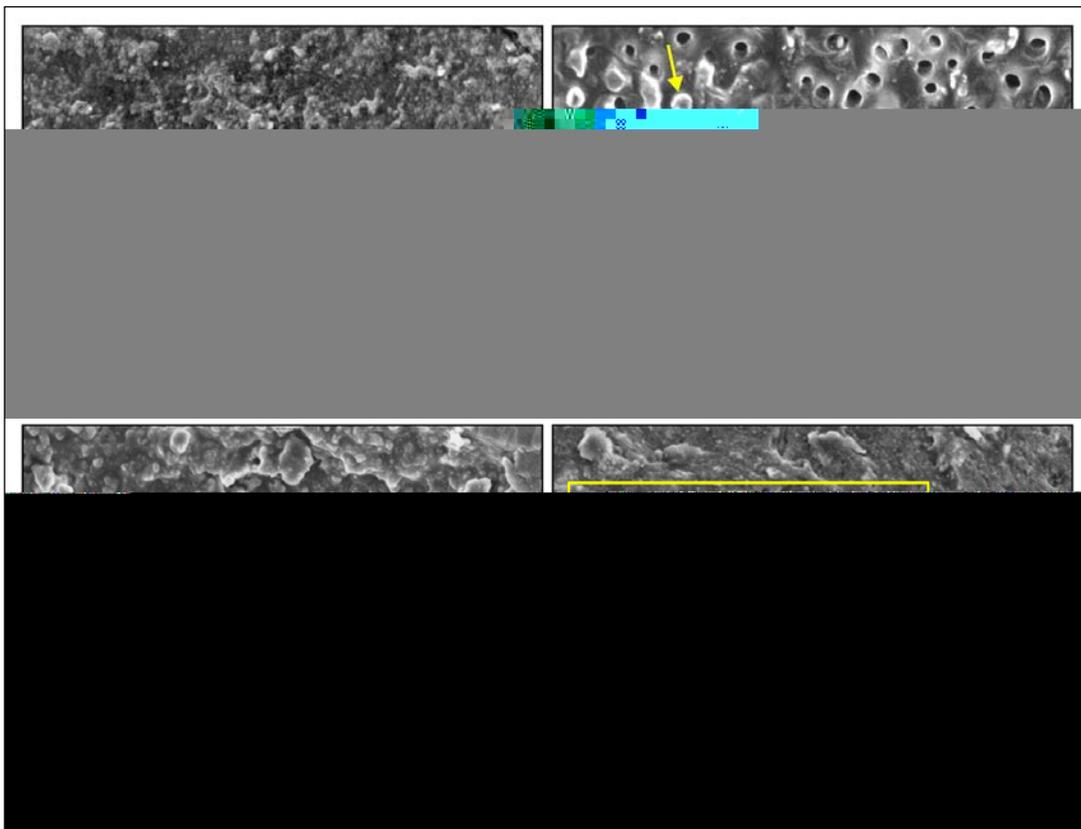


Figura 12. Fotomicrografias (MEV) de amostras obturadas com o cimento Apexit Plus após os diferentes tratamentos das paredes dos canais radiculares. A. Água Destilada: os asteriscos representam locais cobertos por cimento; B. EDTAC 17%: as setas indicam a presença de cimento obliterando túbulos dentinários; C. NaOCl 1%: os asteriscos representam locais cobertos por cimento; D. *laser* Er: YAG: a área delimitada evidencia irregularidade na superfície dentinária com cimento. Aumentos de 1000X.

A Figura 13 relaciona-se ao cimento AH Plus. O uso da água como solução irrigante resultou na presença de grande quantidade de *smear* associada a

fragmentos do cimento (A). Quando se utilizou o EDTAC na irrigação, verificou-se a presença de túbulos dentinários obliterados pelo cimento testado (B). O uso do NaOCl como solução irrigante fez com que estivesse presente a camada de *smear* associada ao cimento (C). Quando se observaram as amostras cujas paredes do canal radicular foram tratadas pelo Er: YAG, verificou-se a existência de irregularidades nas paredes dos canais radiculares, que se apresentam com cimento (D).

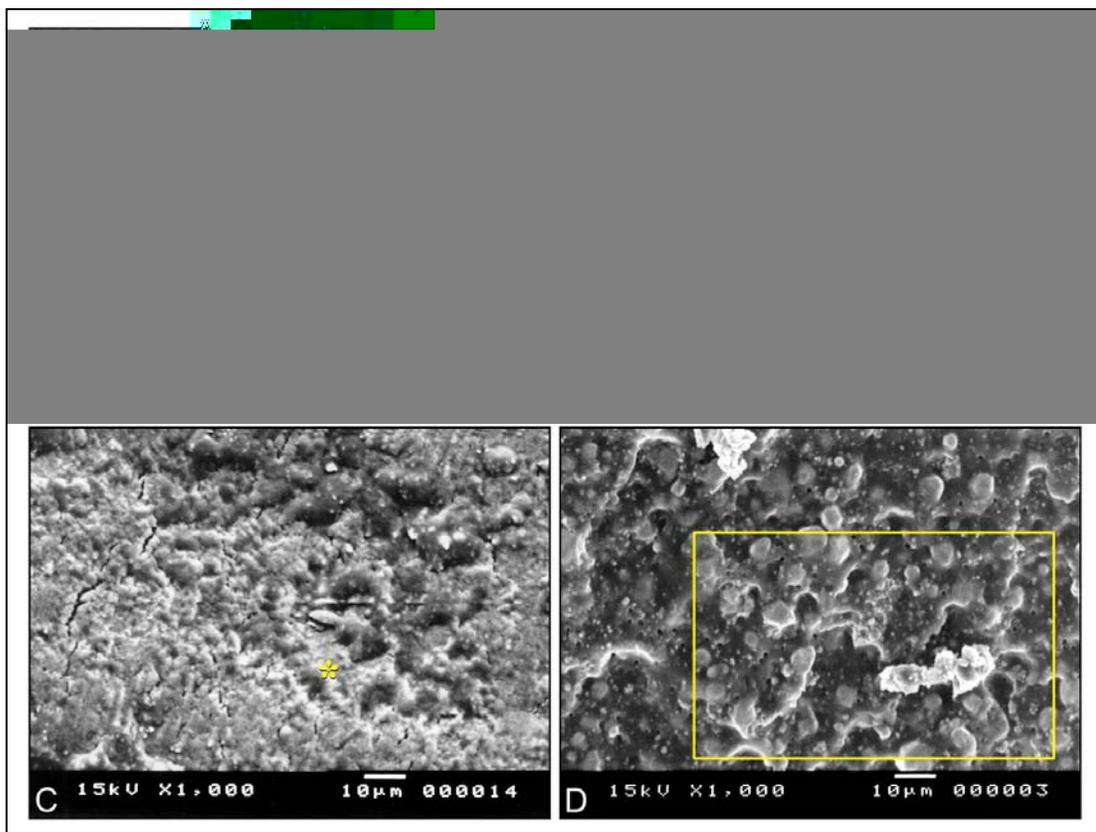


Figura 13. Fotomicrografias (MEV) de amostras obturadas com o cimento AH Plus após os diferentes tratamentos das paredes dos canais radiculares. A. Água Destilada: os asteriscos mostram locais cobertos por cimento; B. EDTAC 17%: as setas indicam a presença de cimento obliterando túbulos dentinários; C. NaOCl 1%: o asterisco mostra local coberto por cimento; D. *laser* Er: YAG: a área delimitada evidencia irregularidades na superfície dentinária com cimento. Aumentos de 1000X.

A Figura 14 refere-se ao cimento Epiphany Misturado. Nos espécimes em

que foi utilizada a água como solução irrigante, verificaram-se paredes com túbulos dentinários descobertos e grande massa de cimento (A). Na superfície tratada com EDTA, observaram-se os túbulos dentinários, sendo alguns descobertos e outros obliterados pelo cimento (B). A presença de *smear* associada ao cimento obturador foi constatada nos espécimes tratados com NaOCl (C). Nos espécimes tratados com Er: YAG, verificaram-se irregularidades nas paredes dos canais radiculares, e presença de grande quantidade de cimento (D).



Figura 14. Fotomicrografias (MEV) de amostras obturadas com o cimento Epiphany Misturado após os diferentes tratamentos das paredes dos canais radiculares. A. Água Destilada: o asterisco indica grande quantidade de cimento; B. EDTAC 17%: as setas indicam a presença de cimento obliterando túbulos dentinários; C. NaOCl 1%: o asterisco mostra local coberto por cimento; D. *laser* Er: YAG: a área delimitada evidencia irregularidades na superfície dentinária e presença de cimento. Aumentos de 1000X.

A Figura 15 relaciona-se ao Epiphany Espatulado, com características semelhantes às aquelas apresentadas pelo Epiphany Misturado, não obstante os tratamentos realizados (A, B, C e D).

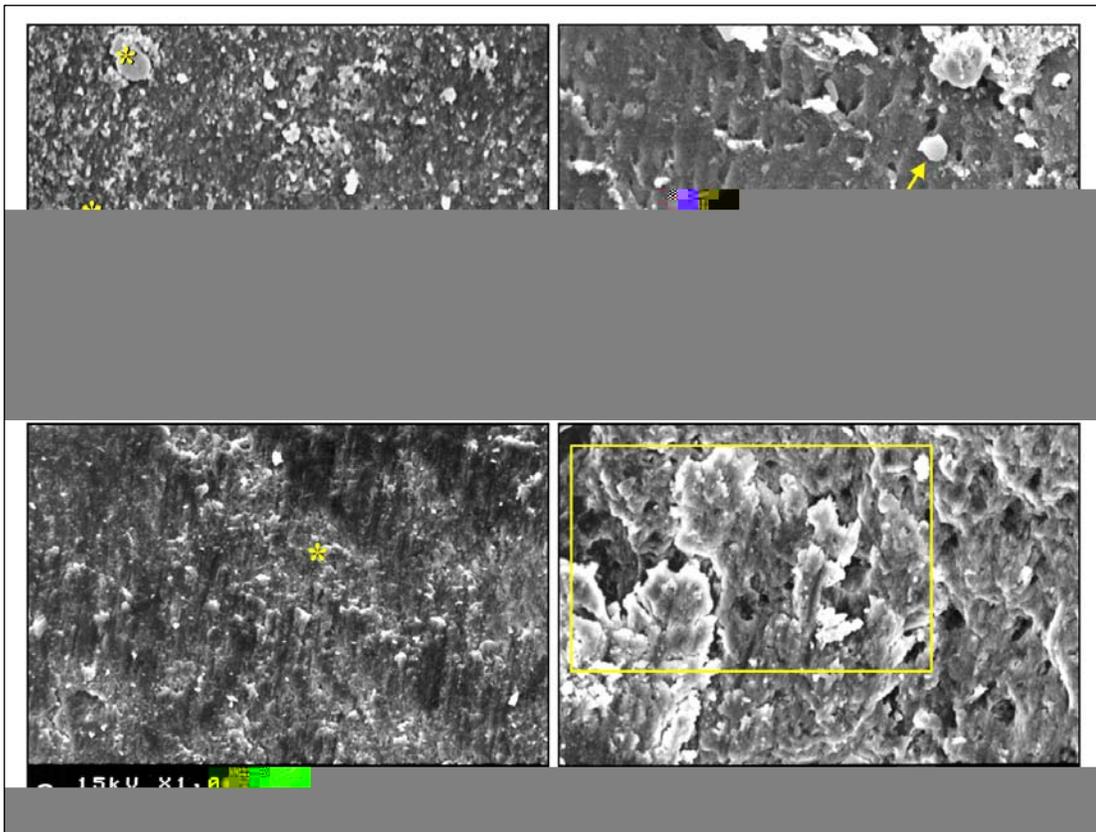


Figura 15. Fotomicrografias (MEV) de amostras obturadas com o cimento Epiphany Espatulado após os diferentes tratamentos das paredes dos canais radiculares. A. Água Destilada: os asteriscos mostram locais cobertos por cimento; B. EDTAC 17%: as setas indicam a presença de cimento obliterando túbulos dentinários; C. NaOCl 1%: o asterisco mostra local coberto por cimento; D. *laser* Er: YAG: a área delimitada evidencia irregularidades na superfície dentinária e presença de cimento. Aumentos de 1000X.



Discussão

Adesividade significa a capacidade do cimento obturador de aderir às paredes dentinárias do canal radicular e propiciar um meio cimentante que promova a união dos cones de guta-percha entre si e destes com a dentina (SOUSA-NETO et al., 2005). Esse conceito pode ser aplicado aos sistemas de obturação que utilizam diferentes materiais sólidos associados aos cimentos obturadores dos canais radiculares.

Esta propriedade vem sendo estudada a partir do desenvolvimento do modelo experimental proposto por GROSSMAN (1976), que foi aperfeiçoado em 1983 por ØRSTAVIK et al., que utilizou a Máquina Universal de Ensaio com objetivo de padronizar o teste, tornando-o reproduzível e com resultados fidedignos.

A partir da metodologia proposta por ØRSTAVIK et al. (1983), verifica-se uma variação do substrato onde o teste é realizado. Na literatura, observamos que os pesquisadores utilizaram: disco de dentina obtido a partir de coroas de terceiros molares (TAGGER et al., 2002; SALEH et al., 2003), dentina coronária cervical de molares (PÉCORA et al., 2001; TIMPAWAT et al., 2001; SOUSA-NETO et al., 2002a; NAJAR et al., 2003; PICOLI et al., 2003), dentina radicular da região cervical de canino (SOUSA-NETO, 1997), disco de guta-percha (LEE et al., 2002; SALEH et al., 2003; TAGGER et al., 2003).

SOUSA-NETO et al. (2005) desenvolveram metodologia que permite a avaliação da capacidade adesiva dos cimentos utilizando como corpo-de-prova a

dentina radicular interna, o que favorece a compreensão de como a adesão ocorre nas paredes dentinárias em condições mais próximas do uso clínico do material a ser testado.

SOUSA-NETO et al. (2005) enfatizaram, ainda, que o cimento é colocado em contato com a superfície dentinária no seu formato anatômico, ao contrário de uma superfície plana de dentina coronária que apresenta diferente constituição canalicular. Dessa maneira, quando o corpo-de-prova é preenchido com o cimento obturador, este toma a forma do conduto radicular, além de penetrar nos túbulos dentinários, provocando embricação semelhante à que ocorre no interior do canal radicular obturado, portanto a força obtida com este modelo é a de tensão ao cisalhamento e não a de tração pura.

Alguns fatores relacionados diretamente ao tratamento endodôntico podem interferir na adesividade do cimento obturador dos canais radiculares, tais como: o preparo e a limpeza dos canais radiculares, a técnica de obturação e os cimentos obturadores.

No que diz respeito à limpeza dos canais radiculares, há uma grande preocupação em relação à presença da camada de *smear* nas paredes dentinárias.

A camada de *smear* é uma estrutura amorfa aderida às paredes do canal radicular, produzida durante o preparo químico-mecânico, é constituída de restos dentinários, remanescente de componentes odontoblásticos, tecido pulpar e bactérias (McCOMB; SMITH, 1976). Esta camada consiste em um fator negativo na

obturação do canal radicular, por se encontrar fragilmente aderida à parede do canal, prejudicando a adesão dos materiais obturadores e favorecendo a infiltração marginal (WHITE et al., 1984, WHITE et al. 1987, KOUVAS et al. 1998, SOUSA-NETO et al., 2002a; SOUSA-NETO et al., 2005).

Por este motivo, passou a existir maior interesse em que esta camada de resíduos fosse removida previamente à obturação do canal radicular, com o objetivo de possibilitar a penetração dos cimentos obturadores no interior do túbulo dentinário, promovendo uma maior embricação mecânica e permitindo o íntimo contato do material obturador com a superfície dentinária (SEN et al., 1995; DE DEUS et al., 2002; SOUSA NETO et al. 2002a, SOUSA-NETO et al., 2005).

A remoção da camada de *smear* pode ser conseguida pelo uso de soluções ácidas como o EDTA (HÜLSMANN et al., 2003) e ainda com a radiação *laser* Er: YAG (TAKEDA et al. 1998, TAKEDA et al. 1999; PÉCORA et al., 2001; SOUSA-NETO et al., 2002a; TRAJTENBERG et al. 2004).

O tratamento da superfície dentinária com *laser* Er: YAG, além da remoção da camada de *smear*, promove também alteração morfológica no tecido, aumentando a área de dentina com irregularidades. Essas alterações na morfologia da dentina foram observadas em MEV (PÉCORA et al., 2001; SOUSA-NETO et al., 2002a; TRAJTENBERG et al., 2004). Outro efeito provocado pelo aquecimento superficial promovido pelo *laser*   a liquefação dos cristais de hidroxiapatita e alteração na quantidade de carbonato da dentina (ROHANIZADEH et al., 1999).

Dessa forma, avaliou-se a influência do tratamento da parede dentinária com EDTAC 17%, *laser* Er: YAG, solução de NaOCl a 1% e água destilada sobre a resistência de união à dentina, sob tensões de cisalhamento por extrusão (*push-out*), dos cimentos endodônticos Apexit Plus, AH Plus e Epiphany.

O cimento Epiphany apresenta forma de pasta/pasta acondicionadas separadamente em cartuchos de automistura. Quando o êmbolo é acionado as pastas passam por espirais e saem com o cimento pronto para uso. A partir da observação que o cimento dispensado pelo dispositivo de automistura não possui aspecto visual homogêneo, com traços das diferentes pastas na sua massa, propôs-se nesse estudo a espatulação das pastas do cimento e se denominou Epiphany Espatulado.

Os resultados mostraram diferença estaticamente significativa em relação aos diferentes tratamentos realizados na parede dos canais radiculares em relação aos diferentes cimentos estudados, sendo que o AH Plus possibilitou os maiores valores de adesividade em relação aos demais cimentos independente do tratamento realizado nas paredes dos canais radiculares.

O AH Plus, por ser um cimento à base de resina epóxi, penetra melhor nas microirregularidades devido ao seu escoamento e seu elevado tempo de polimerização. Essas propriedades favorecem maior embricação entre cimento e dentina que, aliada à coesão entre suas moléculas (SOUSA-NETO et al., 2002a),

promove maior resistência à remoção e/ou deslocamento da superfície da dentina, o que, no presente estudo, traduz-se em maior adesividade.

Além disso, o cimento de resina epóxi penetra nos túbulos dentinários expostos pela remoção da camada de *smear*, no presente estudo promovida pelo uso do EDTAC e do *laser* Er: YAG, preenchendo-os parcialmente e formando os *Tags* (Figura 13B), à semelhança do que ocorre com os adesivos dentinários (SOUSA-NETO et al., 2002a; DE DEUS et al., 2002). Nos espécimes tratados com *laser* Er: YAG, o cimento AH Plus penetrou também nas irregularidades formadas (Figura 13D).

O cimento Apexit Plus apresentou os menores valores de tensão de cisalhamento independentemente do tratamento realizado nas paredes dentinárias. Na literatura consultada observa-se que o Apexit apresenta baixa adesividade à dentina (FIDEL et al., 1994; SALEH et al., 2002; TAGGER et al., 2002; SALEH et al., 2003; PICOLI et al., 2003), que é justificado pela baixa coesão de suas moléculas (SALEH et al., 2002; SALEH et al., 2003), embora possa haver a penetração do cimento no interior dos túbulos dentinários na ausência da camada de *smear*. Apesar de o Apexit Plus ser uma nova proposta feita pelo fabricante, percebe-se que a tendência de baixa adesividade permanece no presente estudo.

O cimento Epiphany apresentou valores de tensões de cisalhamento por extrusão intermediários em relação aos demais cimentos, tanto o cimento usado de acordo com proposta do fabricante bem como o que foi denominado neste

estudo como Epiphany Espatulado, não havendo diferença estaticamente significativa entre eles, exceto quando se utilizou o *laser* nas paredes dos canais radiculares, sendo que o Epiphany Espatulado apresentou os melhores resultados.

A nova geração de cimentos obturadores à base de resina de metacrilato, juntamente com um *primer* auto-condicionante, trouxe expectativas em relação ao melhor desempenho na adesão e no selamento marginal coronário e apical. No entanto, os resultados obtidos com o cimento Epiphany não foram superiores, no presente estudo, àqueles obtidos com o cimento AH Plus, que também é à base de resina, mas não possui sistema adesivo.

Os resultados obtidos com o cimento Epiphany podem ser explicados pelas interferências físicas e químicas durante o seu processo de polimerização e a interação do *primer* com as paredes dos canais submetidas a diferentes tratamentos.

Segundo FRANCO et al. (2002), o oxigênio inibe a vinil polimerização nas resinas compostas. Os compósitos não completam a polimerização e aproximadamente 40 a 60% das ligações de carbono permanecem insaturadas (FINGER et al., 1996). Esse raciocínio foi descrito por RUEGGEBERG; MARGESON (1990), que afirmaram que o oxigênio pode produzir uma fina película de polímero com um baixo grau de polimerização. Isso provavelmente causou inibição de polimerização do cimento Epiphany na interface com a dentina e no interior dos túbulos dentinários.

Falhas na interface cimento-dentina podem ocorrer devido à polimerização do cimento resinoso à base de metacrilato imediatamente após a sua inserção no canal radicular (TAY et al., 2005). Segundo esses autores, a fotoativação coronária do cimento, conforme instrução do fabricante, pode limitar o escoamento do cimento resinoso. A nosso ver, o maior escoamento do cimento provavelmente possibilitaria maior contato deste com o *primer* e conseqüentemente maior embricação com a dentina. TAY et al. (2005) observaram, por meio de MEV, que o *primer* estava presente em toda extensão do canal radicular, inclusive na porção apical, o que reforça que a falha na interface cimento-dentina estava relacionada ao cimento e não à aplicação do *primer*.

Outro aspecto que pode interferir na reação de polimerização do cimento, conforme sugerido por RIBEIRO (2006), é a incapacidade de fotoativação do cimento em toda a extensão do corpo-de-prova, o que gera a incompleta polimerização, resultando na presença de monômeros residuais do cimento na porção mais profunda do corpo-de-prova.

Em relação ao *primer* pode haver interferências de reação química com traços remanescente das substâncias químicas no preparo biomecânico bem como o substrato resultante do tratamento das paredes dentinárias.

O comportamento do cimento Epiphany que mais se aproximou do cimento AH Plus foi quando da utilização do NaOCl 1% para irrigação do canal radicular. Nesta situação não ocorre a remoção completa da camada de *smear* (Figura 14C),

que tem em sua composição compostos orgânicos e inorgânicos (NIU et al., 2002; TORABINEJAD et al., 2003). A presença do hidróxido de sódio e do ácido hipocloroso permite à solução de hipoclorito de sódio ação de solvência de compostos orgânicos. Percebe-se, dessa forma, que a solução de hipoclorito de sódio atua seletivamente em matrizes orgânicas (GUERISOLI et al., 2002), fato este que impede a completa remoção da camada de *smear* presente nas paredes do canal radicular após o preparo biomecânico.

Além disso, o hipoclorito de sódio remove o colágeno desmineralizado, o que permite a formação da camada híbrida que impede a ocorrência de uma zona enfraquecida de dentina desmineralizada e não infiltrada por resina (ANUSAVICE, 2005).

Quando a superfície dentinária foi tratada com o EDTAC 17%, o cimento Epiphany apresentou os seus menores valores de tensão cisalhante. Segundo HÜLSMANN et al. (2003), o EDTA apresenta a capacidade de agir sobre a matriz mineral do dente e de atuar na remoção da camada de *smear* formada durante o preparo biomecânico, o que provavelmente permite a maior penetração dos cimentos no interior dos túbulos dentinários, e resulta em aumento da superfície de contato do material obturador com a dentina, o que não aconteceu no presente estudo, o que nos induz a pensar ter havido interferência do agente quelante com o sistema adesivo do Epiphany ou mesmo na sua reação de polimerização.

O uso da água na irrigação dos canais radiculares parece não ter interferido na adesão do cimento Epiphany à dentina, provavelmente se deve ao fato de se tratar de resina hidrofílica e adesivo *self-etching* que possui *primer* ácido que penetra na camada de *smear*, desmineraliza a dentina superficial e incorpora a camada de *smear* na camada híbrida (SCHWARTZ, 2006; BARBIZAM, 2006).

O melhor resultado do cimento Epiphany foi obtido quando foi espatulado e aplicado em superfícies tratadas com *laser* Er: YAG, embora com resultados inferiores aos apresentados pelo AH Plus. A aplicação do *laser* Er: YAG promoveu a formação de irregularidades na superfície dentinária (PÉCORA et al., 2001; SOUSA-NETO et al., 2002a; TRAJTENBERG et al. 2004) que foram preenchidas pelo cimento Epiphany Espatulado (Figura 15D) provavelmente devido ao seu maior escoamento em decorrência da homogeneização da mistura. Outro aspecto a ser considerado é a alteração química da superfície da dentina promovida pelo *laser* Er: YAG (ROHANIZADEH et al., 1999) o que pode ter melhorado a adesividade à dentina do cimento estudado.

Um aspecto que deve ser considerado na avaliação dos resultados obtidos é que a proposição do presente estudo foi avaliar a adesividade do cimento Epiphany. Por esse motivo, no modelo experimental empregado não foi utilizado o Resilon que, segundo TEIXEIRA et al. (2004), possibilita a formação de um sistema monobloco que pode interferir nos valores de adesão.

Embora os cimentos obturadores à base de resina com sistema adesivo representem melhor perspectiva de uso na Endodontia, novos estudos devem ser realizados para aprimoramento do material bem como técnicas de uso.



Conclusões

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

1. Os valores de tensão de cisalhamento foram maiores para o cimento AH Plus, seguido pelo cimento Epiphany Espatulado e Epiphany Misturado, com valores intermediários e, por último, pelo Apexit Plus, que apresentou os menores valores;

2. A remoção da camada de *smear* promovida pelo EDTAC e pelo *laser* Er: YAG propiciou a obtenção de melhores resultados para o cimento AH Plus;

3. O cimento Apexit Plus apresentou os menores valores de tensão de cisalhamento independentemente do tratamento das paredes do canal radicular;

4. O cimento Epiphany Misturado apresentou os melhores resultados quando se utilizou a água e o NaOCl 1% para irrigação do canal radicular;

5. O cimento Epiphany Espatulado apresentou os melhores resultados quando as paredes dos canais radiculares foram tratadas com o *laser* Er: YAG.



Referências

AMERICAN NATIONAL STANDARD INSTITUTE/AMERICAN DENTAL ASSOCIATION (ANSI/ADA). Specification nº 57 for endodontic filling materials. **J. Am. Dent. Assoc.**, v. 108, p. 108, 1984.

ANUSAVICE, K. J. **Phillips: Materiais Dentários**. 11 ed. São Paulo: Elsevier, 2005, 824 p.

APICELLA, M. J.; LOUSHINE, R. J.; WEST, L. A.; RUNYAN, D. A. A comparison of root fracture resistance using two root canal sealers. **Int. Endod. J.**, v. 32, n. 5, p. 376-380, 1999.

BARBIZAM, J. V. B. **Avaliação in vitro da adesão de diferentes cimentos endodônticos à dentina radicular e aos componentes sólidos da obturação**. Araraquara, 2006, 94p. Tese (Doutorado). Faculdade de Odontologia de Araraquara, Universidade Estadual Paulista Julio Mesquita Filho.

BIEDMA, B. M.; VARELA-PATINO, P.; PARK, S. A.; BARCIELA-CASTRO, N.; MAGANMUNOZ, F.; GONZALEZ-BAHILLO, J. D.; CANTATORE, G. Comparative study of root canals instrumented manually and mechanically, with and without Er: YAG laser. **Photomed. Laser Surg.**, v. 23, n. 5, p. 465-469, 2005.

BITTER, K.; PARIS, P. M.; SCHATNER, R.; KIELBASSA, A. M. A Confocal laser scanning microscope investigation of different dental adhesives bonded to root canal dentine. **Int. Endod. J.**, v. 37, n. 12, p. 840-848, 2004.

BRUGNERA JR, A.; ZANIN, F.; BARBIN, E.; SPANÓ, J. C.; SANTANA, R.; PÉCORA,

J. D. Effects of Er: YAG and Nd: YAG laser irradiation on radicular dentine permeability using different irrigating solutions. **Laser Surg. Med.**, v. 33, n. 4, p. 256-259, 2003.

CARVALHO, C. A.; VALERA M. C.; GOWN-SOARES, S.; DE-PAULA-EDUARDO, C. Effects of Nd: YAG and Er: YAG lasers on the sealing of root canal fillings. **J. Clin. Laser Med. Surg.**, v. 20, n. 4, p. 215-219, 2002.

CHUNG, A. H.; TITLEY, K.; TORNECK, C. D.; LAWRENCE, H. P.; FRIEDMAN, S. Adhesion of glass-ionomer cement sealers to bovine dentine conditioned with intracanal medications. **J. Endod.**, v. 27, n. 2, p. 85-88, 2001.

ÇOBANKARA, F. K.; ÜNGÖR, M.; BELLİ, S. The effect of two different root canal sealers and smear layer on resistance to root fracture. **J. Endod.**, v. 28, n. 8, p. 606-609, 2002.

CURSON, I.; KIRK, E. E. J. An assessment of root canal-sealing cements. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.**, v. 26, n. 2, p. 229-236, 1968.

DE DEUS, G. A.; GURGEL-FILHO, E. D.; FERREIRA, C. M.; COUTINHO-FILHO, T. Penetração intratubular de cimentos endodônticos. **Pesqui. Odontol. Bras.**, v. 16, n. 4, p. 332-336, 2002.

ELDENİZ, A. U.; ERDEMİR, A.; BELLİ, S. Shear bond strength of three resin based sealers to dentin with and without the smear layer. **J. Endod.**, v. 31, n. 4, p. 293-296, 2005.

EZZIE, E.; FLEURY, A.; SOLOMON, E.; SPEARS, R.; HE, J. Efficacy of retreatment techniques for a resin-based root canal obturation material. **J. Endod.**, v. 32, n. 4, p. 341-344, 2006.

FIDEL, R. A. S.; SOUSA-NETO, M. D.; SPANÓ, J. C. E.; BARBIN, E. L.; PÉCORÁ, J. D. Adhesion of calcium hydroxide-containing root canal sealers. **Braz. Dent. J.**, v. 5, n. 1, p. 53-57, 1994.

FINGER, W. J.; LEE, K. S.; PODSZUN, W. Monomers with low oxygen inhibition as enamel/dentin adhesives. **Dent. Mat.**, v. 12, n. 2, p. 256-261, 1996.

FRANCO, E. B.; LOPES, L. G.; D'ALPINO, P. H.; PEREIRA, J. C.; MONDELLI, R. F.; NAVARRO, M. F. Evaluation of compatibility between different types of adhesives and dual-cured resin cement. **J. Adhes. Dent.**, v. 4, n. 2, p. 271-275, 2002.

GESI, A.; RAFFAELLI, O.; GORACCI, C.; PASHLEY, D. H.; TAY, F. R.; FERRARI, M. Interfacial strength of resilon and gutta-percha to intraradicular dentin. **J. Endod.**, v. 31, n. 11, p. 809-813, 2005.

GETTLEMAN, B. H.; MESSER, H. H.; ELDEEB, M. E. Adhesion of sealer cements to dentin with and without smear layer. **J. Endod.**, v. 17, n. 1, p. 15-20, 1991.

GOGOS, C.; ECONOMIDES, N.; STRAVIANOS, C.; KOLOKOURIS, I.; KOKORIKOS, I. Adhesion of a new methacrylate resin-based sealer to human dentine. **J. Endod.**, v. 30, n. 4, p. 238-240, 2004.

GOGOS, C.; STAVRIANOS, C.; KOLOKOURIS, I.; PAPADOYANNIS, I.;

ECONOMIDES, N. Shear bond strength of AH 26 root canal sealer to dentin using three dentine bonding agent. **J. Dent.**, v. 31, n. 5, p. 321-326, 2003.

FAQ Scientific Documentation Apexit[®] Plus. Scientific Service Ivoclar Vivadent Research & Development. Schaan, Liechtenstein. August, 2005. Disponível em: **<http://www.ivoclarvivadent.com/content/products/detail.aspx?id=prd_t1_814051686&product=Apexit+Plus>** Acesso em: 5 jul. 2006.

GROSSMAN, L. I. Physical properties of root canal cements. **J. Endod.**, v. 2, n. 6, p. 166-175, 1976.

GUERISOLI, D. M. Z.; MARCHESAN, M. A.; WALMSLEY, P. J.; PÉCORA, J. D. Evaluation of smear layer removal by EDTAC and sodium hypochlorite with ultrasonic agitation. **Int. Endod. J.**, v. 35, n. 5, p. 418-421, 2002.

HIRAISHI, N.; LOUSHINE R. J.; VANO M.; CHIEFFI N.; WELLER N.; FERRARI M.; PASHLEY D. H.; TAY, F. R. Is An oxygen inhibited layer required for bonding of resin-coated gutta-percha to a methacrylate-based root canal sealer? **J. Endod.**, v. 32, n. 5, p. 429-433, 2006.

HIRAISHI, N.; PAPACCHINI, F.; LOUSHINE, R. J.; WELLER, R. N.; FERRARI, M.; PASHLEY, D. H. Shear bond strength of Resilon to a methacrylate-based root canal sealer. **Int. Endod. J.**, v. 38, n. 10, p. 753-763, 2005.

HÜLSMANN, M.; HECKENDORFF, M.; LENNON, A. Chelating agents in root canal treatment: mode of action and indications for their use. **Int. Endod. J.**, v. 36, n.

12, p. 810-830, 2003.

IMAI, Y.; KOMABAYASHI, T. Properties of a new injectable type of root canal filling resin with adhesiveness to dentin. **J. Endod.**, v. 39, n. 1, p. 20-23, 2003.

KATAOKA, H.; YOSHIOKA, T.; SUDA, H.; IMAI Y. Dentin bonding and sealing ability of a new root canal resin sealer. **J. Endod.**, v. 26, n. 4, p. 230-235, 2000.

KAYAOGU, G.; ERTEN, H.; ALACAM, T.; ORSTAVIK, D. Short-term antibacterial activity of root canal sealers towards *Enterococcus faecalis*. **Int. Endod. J.**, v. 38, n. 7, p. 483-488, 2005.

KENNEDY, W. A.; WALKER, W. A.; GOUGH, R. W. Smear layer removal effects on apical leakage. **J. Endod.**, v. 12, n. 1, p. 21-27, 1986.

KOKKAS, A. B.; BOUTSIUKIS, A. C.; VASSILIADIS, L. P.; STAVRIANOS, C. The influence of the smear layer on dentinal tubule penetration depth by three different root canal sealers: an in vitro study. **J. Endod.**, v. 30, n. 2, p. 100-103, 2004.

KOUVAS, V.; LIOLIOS, E.; VASSILIADIS, L.; PARISSIS-MESSIMERIS, S.; BOUTSIUKIS, A. Influence of smear layer on depth of penetration of three endodontic sealers: and SEM study. **Endod. Dent. Traumatol.**, v. 14, n. 4, p. 191-195, 1998.

LALH, M. S.; TITLEY, K.; TORNECK, C. D.; FRIEDMAN, S. The shear bond strength of glass ionomer cement sealers to bovine dentin conditioned with common

endodontic irrigants. **Int. Endod. J.**, v. 32, n. 6, p. 430-435, 1999.

LEE, K.; WILLIAMS, M. C.; CAMPS, J. J.; PASHLEY, D. H. Adhesion of endodontic sealers to dentin and gutta-percha. **J. Endod.**, v. 28, n. 10, p. 684-688, 2002.

MANNOCCI, F.; INNOCENTI, M.; FERRARI, M. Stereomicroscopic and scanning electron microscopic study of roots obturated with vertically condensed gutta-percha, epoxy resin cement, and dentin bonding agent. **J. Endod.**, v. 24, n. 6, p. 397-400, 1998.

McCOMB, D.; SMITH, D. C. Comparison of physical properties of polycarboxilate-based and convencional root canal sealers. **J. Endod.**, v. 2, n. 8, p. 228-235, 1976.

NAJAR, A. L.; SAQUY, P. C.; VANSAN, L. P.; SOUSA-NETO, M. D. Adhesion of a glass-ionomer root canal sealer to human dentin. **Aust. Endod. J.**, v. 29, n. 1, p. 20-22, 2003.

NAKASHIMA, K.; TERATA, R. Effect of pH modified EDTA solution to the properties of dentin. **J. Endod.**, v. 31, n. 1, p. 47-49, 2005.

NIU, W.; YOSHIOKA, T.; KOBAYASHI, C.; SUDA, H. A scanning electron microscopic study of dentinal erosion by final irrigation with EDTA and NaOCl solutions. **Int. Endod. J.**, v. 35, n. 9, p. 934-939, 2002.

NUNES, V. H. **Análise comparativa da adesividade dos cimentos Epiphany e AH Plus à dentina radicular tratada com diferentes soluções.** Ribeirão

Preto, 2006, 76p. Dissertação (Mestrado), Curso de Odontologia da Universidade de Ribeirão Preto.

OKSAN, T.; AKTENER, B. O.; SEN, B. H.; TEZEL, H. The penetration of root canal sealers into dentinal tubules. A scanning electron microscopic study. **Int. Endod. J.**, v. 26, n. 1, p. 301-305, 1993.

ØRSTAVIK, D.; ERIKSEN, H. M.; BEYER-OLSEN, E. M. Adhesive properties and leakage of root canal sealers in vitro. **Int. Endod. J.**, v. 16, n. 2, p. 59-63, 1983.

ØSTBY, N. B. Chelation in root canal therapy. Ethylenediamine tetra-acetic acid for cleansing and widening of root canals. **Odont. Tidskrift.**, v. 65, n. 2, p. 3-11, 1957.

PATIERNO, J. M.; RUEGGERBERG, F. A.; ANDERSON, R. W.; WELLER, R. N.; PASHLEY, D. H. Push-out strength and SEM evaluation of resin composite bonded to internal cervical dentin. **Endod. Dent. Traumatol.**, v. 12, n. 5, p. 227-236, 1996.

PÉCORA, J. D.; BRUGNERA JR, A.; CUSSIOLI, A. L.; ZANIN, F.; SILVA, R. Evaluation of dentin root canal permeability after instrumentation and Er: YAG laser application. **Laser Surg. Med.**, v. 26, n. 3, p. 277-281, 2000.

PÉCORA, J. D.; CUSSIOLI, A. L.; ZANELLO, D. M.; GUERISOLI, D. M. Z.; MARCHESAN, M. A.; SOUSA-NETO, M. D.; BRUGNERA JR, A. Evaluation of Er: YAG and EDTAC on dentin adhesion of six endodontic sealers. **Braz. Dent. J.**, v. 12, n.

1, p. 27-30, 2001.

PEREZ, F.; ROUQUEYROL-POURCEL, N. Effect of a low-concentration EDTA solution on root canal walls: a scanning electron microscopic study. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.**, v. 99, n. 3, p. 383-387, 2005.

PÍCOLI, F.; BRUGNERA JR, A.; SAQUY, P. C.; GUERISOLI, D. M. Z.; PÉCOR, J. D. Effect of Er: YAG laser and EDTAC on the adhesiveness to dentine of different sealers containing calcium hydroxide. **Int. Endod. J.**, v. 36, n. 7, p. 472-475, 2003.

RIBEIRO, F. C. **Avaliação da influência de diferentes materiais obturadores do sistema de canais radiculares na suscetibilidade à fratura da raiz, por meio do teste de compressão.** Ribeirão Preto, 2006, 74p. Dissertação (Mestrado). Curso de Odontologia da Universidade de Ribeirão Preto.

ROHANIZADEH, R.; LE GERON, R. Z.; FAN, D.; SEAN, A.; DACULSI, G. Ultrastructural properties of laser-irradiated and heat-treated dentin. **J. Dent. Res.**, v. 78, n. 12, p. 1829-1835, 1999.

RUEGGERBERG, F. A.; MARGESON, D. H. The effect of oxygen inhibition on an unfilled/filled composite system. **J. Dent. Res.**, v. 69, n. 9, p. 1652-1658, 1990.

SALEH, I. M.; RUYTER, I. E.; HAAPASALO, M.; ØRSTAVIK, D. Adhesion of endodontic sealers: scanning electron microscopy and energy dispersive spectroscopy. **J. Endod.**, v. 29, n. 9, p. 595-601, 2003.

SALEH, I. M.; RUYTER, I. E.; HAAPASALO, M.; ØRSTAVIK, D. The effects of dentine pretreatment of root canal sealers. **Int. Endod. J.**, v. 35, n. 10, p. 859-866, 2002.

SAQUY, P. C.; MAIA-CAMPOS, G.; SOUSA-NETO, M. D.; GUIMARÃES, L. F.; PÉCORA, J. D. Evaluation of chelating action of EDTA in association with Dakin's solution. **Braz. Dent. J.**, v. 5, n. 1, p. 65-70, 1994.

SCHÄFER, E.; ZANDBIGLARI, T. Solubility of root-canal sealers in water and artificial saliva. **Int. Endod. J.**, v. 36, n. 10, p. 660-669, 2003.

SCHRÖEDER, A. The impermeability of root canal filling material and first demonstration of new root filling materials. **SSO Schweiz Monatsschr Zahnheilkd**, v. 64, n. 9, p. 921-931, 1954.

SCHWARTZ, R. S. Adhesive dentistry and endodontics. Part 2: bonding in the root canal system – the promise and the problems: a review. **J. Endod.**, v. 32, n. 12, p. 1125-1134, 2006.

SEN, B. H.; WESSELINK, P. R.; TURKUN, M. The smear layer: a phenomenon in root canal therapy. **Int. Endod. J.**, v. 28, n. 3, p. 141-148, 1995.

SERAFINO, C.; GALLINA, G.; CUMBO, E.; FERRARI, M. Surface debris of canal walls after post space preparation in endodontically treated teeth: a scanning electron microscopic study. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.**, v. 97, n. 3, p. 381-387, 2004.

SHIPPER, G.; ØRSTAVIK, D.; TEIXEIRA, F. B.; TROPE, M. An evaluation of microbial leakage in roots filled with a thermoplastic synthetic polymer-based root canal filling material (Resilon). **J. Endod.**, v. 30, n. 5, p. 342-347, 2004.

SHIPPER, G.; TEIXEIRA F. B.; ARNOLD, R. R.; TROPE M. Periapical inflammation after coronal microbial inoculation of dog roots filled with gutta-percha or Resilon. **J. Endod.**, v. 31, n. 2, p. 91-96, 2005.

SILVA, R. G.; BARBIN, E. L.; SPANÓ, C. E.; SAVIOLI, R. N.; PÉCOR, J. D. Estudo da adesividade de alguns cimentos obturadores dos canais radiculares. **ROBRAC**, v. 6, n. 21, p. 14-18, 1997.

SKIDMORE, L. J.; BERZINS, D. W.; BAHCALL, J. K. An in vitro comparison of the intraradicular dentin bond strength of Resilon and gutta-percha. **J. Endod.**, v. 32, n. 10, p. 963-966, 2006.

SLY, M. M.; MOORE, K.; PLATT, J. A.; BROWN, C. E. Push-out bond strength of a new endodontic obturation system (Resilon/Epiphany). **J. Endod.**, v. 32, n. 2, p. 160-162, 2007.

SOUSA-NETO, M. D.; COELHO, F. I.; MARCHESAN, M. A.; ALFREDO, E.; SILVA-SOUSA, Y. T. C. Ex vivo study of the adhesion of an epoxy-based sealer to human dentine submitted to irradiation with Er: YAG and Nd: YAG. **Int. Endod. J.**, v. 38, n. 12, p. 866-870, 2005.

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. Ribeirão Preto, 1994, 109p. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo.

SOUSA-NETO, M. D. **Estudo da influência de diferentes tipos de breus e resinas hidrogenadas sobre propriedades físico-químicas do cimento obturador de canais radiculares tipo Grossman.** Ribeirão Preto, 1997, 108p. Tese (Doutorado). Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo.

SOUSA-NETO, M. D.; MARCHESAN, M. A.; PÉCORÁ, J. D.; BRUGNERA JR, A.; SILVA-SOUSA, Y. T. C.; SAQUY, P. C. Effect of Er: YAG laser on adhesion of root canal sealers. **J. Endod.**, v. 28, n. 3, p. 185-187, 2002a.

SOUSA-NETO, M. D.; PASSARINHO-NETO, J. G.; CARVALHO-JÚNIOR, J. R.; CRUZ-FILHO, A. M.; PÉCORÁ, J. D.; SAQUY, P. C. Evaluation of the effect of EDTA, EGTA, CDTA on dentin adhesiveness and microleakage with different root canal sealers. **Braz. Dent. J.**, v. 13, n. 2, p. 123-128, 2002b.

STEWART, G. G.; KAPSIMALIS, P.; RAPPAPORT, H. EDTA and urea peroxide for root canal preparation. **J. Am. Dent. Assoc.**, v. 78, n. 2, p. 335-338, 1969.

TAGGER, M.; TAGGER, E.; TJAN, A. H. L.; BAKLAND, L. K. Measurement of adhesion of endodontic sealers to dentin. **J. Endod.**, v. 28, n. 5, p. 351-354, 2002.

TAGGER, M.; TAGGER, E.; TJAN, A. H. L.; BAKLAND, L. K. Shearing bond strength of endodontic sealers to gutta-percha. **J. Endod.**, v. 29, n. 3, p. 191-193, 2003.

TAKEDA, F. H.; HARASHIMA, T.; ETO, J. N.; KIMURA, Y.; MATSUMOTO, K. Effect of Er: YAG laser treatment on the root canal walls of human teeth: a SEM study. **Endod. Dent. Traumatol.**, v. 14, n. 6, p. 270-273, 1998.

TAKEDA, F. H.; HARASHIMA, T.; KIMURA, Y.; MATSUMOTO, K. A comparative study of the removal of smear layer by three endodontic irrigants and two types of laser. **Int. Endod. J.**, v. 32, n. 1, p. 32-39, 1999.

TAY, F. R.; HIRASHI, N.; PASHLEY, D. H.; LOUSHINE, R. J.; WELLER, N.; GILLESPIE, W. T.; DOYLE, M. D. Bondability of Resilon to a methacrylate-based root canal sealer. **J. Endod.**, v. 32, n. 2, p. 133-137, 2006.

TAY, F. R.; LOUSHINE, R. J.; WELLER, N.; KIMBROUGH, W. F.; PASHLEY, D. H.; MAK, Y.; LAY, C. S.; RAINA, R.; WILLIAMS, C. Ultrastructural evaluation of the apical seal in roots filled with a polycaprolactone-based root canal filling material. **J. Endod.**, v. 31, n. 7, p. 514-519, 2005.

TEIXEIRA, C. S.; FELIPPE, C. S.; FELIPPE, W. T. The effect of application time of EDTA and NaOCl on intracanal smear layer removal: a SEM analysis. **Int. Endod. J.**, v. 38, n. 5, p. 285-290, 2005.

TEIXEIRA, F. B.; TEIXEIRA, E. C. N.; THOMPSON, J. Y.; TROPE, M. Fracture resistance of roots endodontically treated with a new filling material. **J. Am. Dent.**

Assoc., v. 135, n. 5, p. 646-652, 2004.

TIMPAWAT, S.; HARNIRATTISAI, C.; SENAWONGS, P. Adhesion of a glass-ionomer root canal sealer to root canal wall. **J. Endod.**, v. 27, n. 3, p. 168-171, 2001.

TORABINEJAD, M.; CHO, Y.; KHADEMI, A. A.; BAKLAND, L. K.; SHABAHANG, S. The effect of various concentrations of sodium hypochlorite on the ability of MTAD to remove the smear layer. **J. Endod.**, v. 29, n. 3, p. 233-239, 2003.

TRAJTENBERG, C. P.; PEREIRA, P. N.; POWERS, J. M. Resin bond strength and micromorphology of human teeth prepared with an Erbium: YAG laser. **Am. J. Dent.**, v. 17, n. 5, p. 331-336, 2004.

UNGOR, M.; ONAY, E. O.; ORUCOGLU, H. Push-out bond strengths: the Epiphany-Resilon endodontic obturation system compared with different pairings of Epiphany, Resilon, AH Plus and gutta-percha. **Int. Endod. J.**, v. 39, n. 8, p. 643-647, 2006.

VASSILIADIS, L. P.; SKLAVOUNOS, S. A.; STAVRIANOS, C. K. Depth of penetration and appearance of Grossman sealer in the dentinal tubules: an in vivo study. **J. Endod.**, v. 20, n. 8, p. 373-376, 1994.

VERSIANI, M. A.; CARVALHO-JUNIOR, J. R.; PADILHA, M. I. A. F.; LACEY, S.; PASCON, E. A.; SOUSA-NETO, M. D. A comparative study of physicochemical properties of AH Plus and Epiphany root canal sealants. **Int. Endod. J.**, v. 39, n. 6, p. 464-471, 2006.

VISWANATH, D.; HEGDE, A. M.; MUNSHI, A. K. The removal of the smear layer using EGTA: a scanning electron microscopic study. **J. Clin. Pediatr. Dent.**, v. 28, n. 1, p. 96-104, 2003.

WEIGER, R.; HEUCHERT, T.; HAHN, R.; LÖST, C. Adhesion of a glass ionomer cement to human and radicular dentin. **Endod. Dent. Traumatol.**, v. 11, n. 5, p. 214-219, 1995.

WENNBERG, A.; ØRSTAVIK, D. Adhesion of root canal sealers to bovine dentin and gutta-percha. **Int. Endod. J.**, v. 23, n. 1, p. 13-19, 1990.

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.**, v. 13, n. 8, p. 369-374, 1987.

WHITE, R. R.; GOLDMAN, M.; LIN, P. S. The influence of the smeared layer upon dentinal tubule penetration by plastic filling materials. **J. Endod.**, v. 10, n. 12, p. 558-562, 1984.

WILLERSHAUSEN, B.; MARROQUIN, B. B.; SCHAFER, D.; SCHULZE, R. Cytotoxicity of root canal filling materials to three different human cell lines. **J. Endod.**, v. 26, n. 12, p. 703-707, 2000.

WILLIAMS, C.; LOUSHINE, R. J.; WELLER, R. N.; PASHLEY, D. H.; TAY, F. R. A comparison of cohesive strength and stiffness of Resilon and gutta-percha. **J. Endod.**, v. 32, n. 6, p. 553-555, 2006.



Anexos

ANEXO I



Ribeirão Preto, 10 de agosto de 2006.

Prezado Senhor,

Vimos por meio desta informar que Comitê de Ética em Pesquisa da UNAERP - Universidade de Ribeirão Preto analisou e aprovou sem restrições, o Projeto intitulado **“Efeitos de diferentes tratamentos da superfície dentinária na resistência da união à dentina de alguns cimentos endodônticos e avaliação estrutural da superfície cimento/dentina”**, tendo como pesquisador **Prof. Dr.º Diana Cordeiro Silva**, registrada sob o **Cepit 015/06**.

estudo para que possamos fazer o devido acompanhamento.

Atenciosamente,

Prof.ª Dr.ª Luciana Rezende Alves Oliveira
Coordenadora do Comitê em Pesquisa da UNAERP

ANEXO II

Epiphany®

Soft Resin Endodontic Obturation System

with

1

English

INSTRUCTIONS FOR USE

NOTE: Important Irrigation Instructions

Sodium hypochlorite and peroxide based lubricants are essential to cleaning and shaping of the root canal and their use should be continued. However, they may affect the bonding processes. This is related to properties of the innovative

Italiano

ISTRUZIONI PER L'USO

Italian

Español

MODO DE EMPLEO

Spanish



PO Box 724 • Wallingford, CT 06492 USA
tel: 203.265.7397

EC REP CEpartner4U, 3951DB; 13. NL.
tel: +31 (0)6 516 536 26

MATERIALS STERILIZATION

Place Epiphany® points or pellets into a 2% solution of chlorhexedine gluconate or other suitable disinfectant solution for 60 seconds to disinfect the surface. Dry before use.

TRIAL CONE SELECTION AND MEASUREMENT

Select the appropriate *Epiphany* cone for the canal(s) using the same criteria you would use with gutta percha cones. Take a radiograph to check the apical positioning of the cone(s).

CANAL CONDITIONING

1. Dispense 2 to 3 drops of *Epiphany* Primer into the mixing well. Fill the root canal space with the primer using a pipette, syringe, etc. Alternatively, you can place a paper point to length, apply the primer, letting the point wick the primer to the apex.

(To adjust the sealer's viscosity, please refer to the section **EPIPHANY THINNING RESIN**.)

2. Place the sealer along the entire length of the canal with a paper point, an *Epiphany* Point or lentulo spiral. When using a lentulo spiral, keep the instrument 3mm from the apex and run the handpiece at 300 RPM.
3. Fill the root canal space with *Epiphany* Points in your preferred technique.
4. Take a check radiograph prior to the completion of the obturation process.

syringe out the sealer on a mixing pad. Add a drop or two of thinning resin onto the sealer. Mix it into the sealer using a spatula. Test the viscosity. Add more resin, as required, until you have thinned the sealer to your desired viscosity.

Français

MODE D'EMPLOI:

NOTE



MATERIAL SAFETY DATA SHEET

M.S.D.S. 00187
Page 1 of 2
September 27, 2005

1. Chemical Product and Contact Information

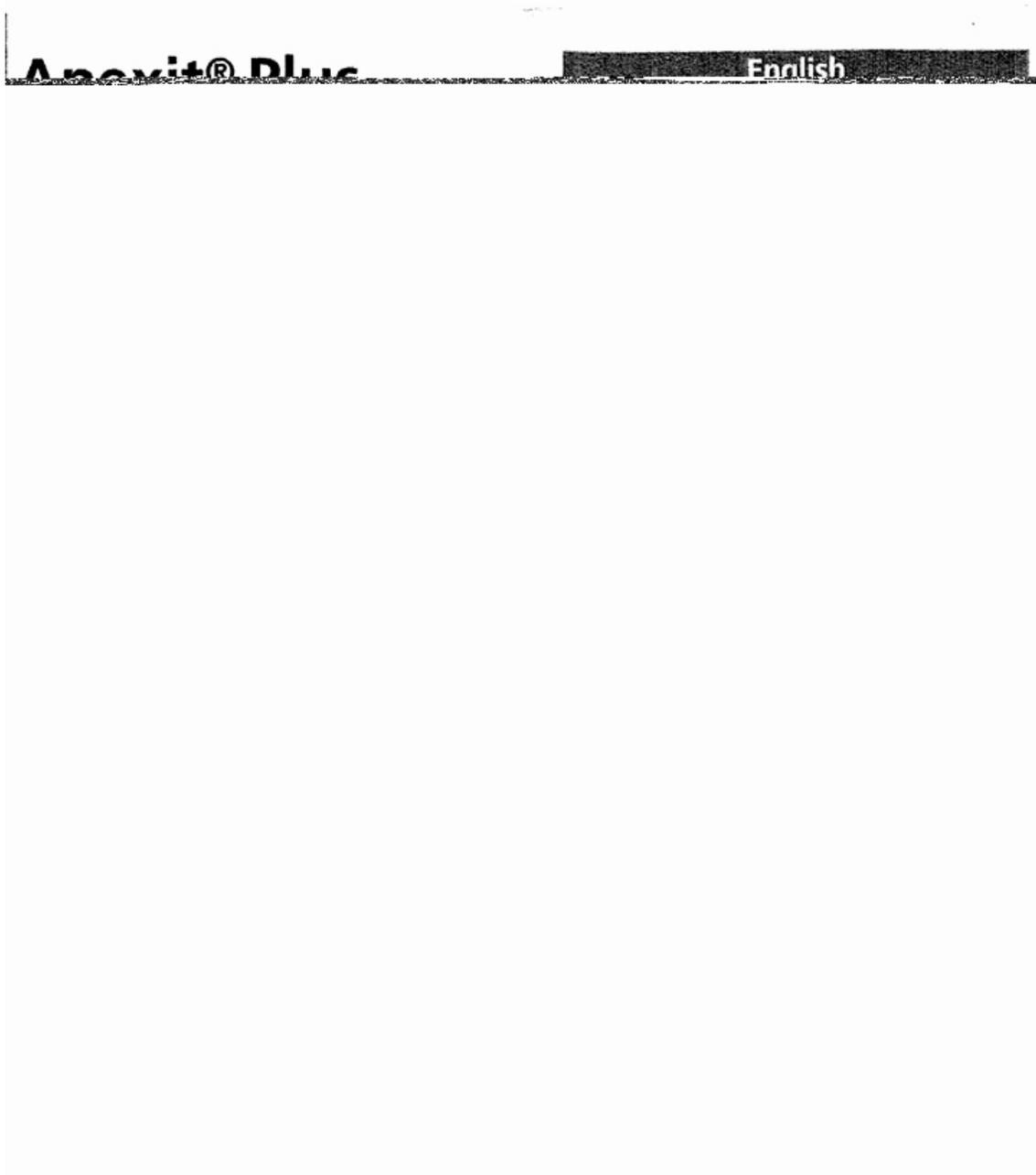
Product Name: Epiphany® Root Canal Sealant
Material Safety Sheet Number: 00187
Date of Issue: 09/12/03
Revision Date: 09/27/05
Company Identification: Pentron Clinical Technologies, LLC
P.O. Box 724
Wallingford, CT U.S.A. 06492
Phone: 800-551-0283
203-265-7397
Emergency Information Chemtec: 800-424-9300
Chemtec International: 202-483-7616

2. Composition/Information on Ingredients



MATERIAL SAFETY DATA SHEET

M.S.D.S. 00187
Page 2 of 2



Contraindication

- Retrograde obturation
- Do not use Apexit Plus in patients with a known allergy to any of the product's ingredients.

Side Effects

Avoid contact of Apexit Plus with the skin / mucous membranes and the eyes. Unset Apexit Plus may cause slight irritations.

Interactions

The setting time of Apexit Plus in the root canal is dependent

conventional manner using gutta-percha points or warm gutta-percha.

At room temperature and medium humidity, Apexit Plus remains soft for several hours after mixing and dispensing. This permits obturation of multiple canals with a single mix. The setting time of Apexit Plus is between two and five hours. In very dry canals, the setting time can be more than ten hours. The setting time measured according to ISO 6876 (2001) is approx. two hours and fifteen minutes. Further treatment steps may be performed with any suitable material. Further manipulation of the root canal system, such as the insertion of an endodontic post or an apicectomy

Instruções de utilização

DENTSPLY
DeTrey

AH Plus™

Material de selamento de canais radiculares

Português

O AH Plus™ é um selante de canais radiculares apresentado em pasta dupla A+B, baseado na química amino-epóxica. Este selante de mistura fácil adapta muito bem às paredes do preparo do canal radicular e sofre uma contração de presa mínima, além de que, possui propriedades excepcionais de selamento e de estabilidade dimensional a longo prazo.

O AH Plus preenche os requisitos da norma ISO 6876:1986 (E) respeitante a materiais utilizados para fins endodónticos.

COMPOSIÇÃO

AH Plus Pasta A

Resinas epóxicas
Tungstato de cálcio
Óxido de zircónio
Sílica
Pigmentos de óxido de ferro

AH Plus Pasta B

Aminas
Tungstato de cálcio
Óxido de zircónio
Sílica
Óleo de silicone

INDICAÇÃO

Obturação permanente de canais radiculares na dentição permanente em combinação com cones de guta.

CONTRA-INDICAÇÃO

Hipersensibilidade a resinas epóxicas, a aminas ou a

PRELIMINARES

Não utilizar o AH Plus em pessoas com alergia a resinas epóxicas ou aminas.

Evitar o contacto das pastas isoladas ou da pasta misturada que ainda não tenha tomado presa, com a pele ou a mucosa oral. Após o contacto accidental, lavar e enxaguar com muita água.

Utilizar luvas e óculos de protecção.

INTERACÇÕES COM OUTROS MATERIAIS DENTÁRIOS

Não se conhecem.

tâneo no sentido anti-horário.

Mergulhar a ponta desinfectada e seca no AH Plus e com movimentos de bombeamento, empurrar lentamente o material para o interior do canal. Podem ser utilizados métodos de condensação lateral ou vertical ou mais cones de guta. Nestes casos, aplicar apenas uma pequena camada de AH Plus.

Remoção da obturação do canal radicular

Se o AH Plus for utilizado conjuntamente com cones de guta, as obturações de canal podem ser removidas utilizando as técnicas convencionais de remoção da guta.

Tempo de trabalho

O tempo mínimo de trabalho é de 4 horas a 23 °C².

* Eliminar qualquer água remanescente na cavidade antes de aplicar o contacto com a pasta por endurecer.
- Em casos individuais, foram relatadas reacções alérgicas locais e sistémicas.

INSTRUÇÕES PASSO A PASSO

Preparação do canal radicular

Antes da aplicação do AH Plus, preparar, limpar e secar os canais radiculares a serem preenchidos, utilizando técnicas correntes de endodontia.

Tempo de presa

O tempo mínimo de presa é de 8 horas a 37 °C².

LIMPEZA DOS INSTRUMENTOS

As espátulas, vidros de mistura e demais instrumentos devem ser limpos imediatamente após a sua utilização, com álcool ou acetona.

ARMAZENAMENTO

Armazenar à temperatura ambiente. Manter os tubos de resina bem fechados.

NÚMERO DE LOTE E VALIDADE

O número de lote deve ser sempre mencionado em toda

² De acordo com a norma ISO 6876:1986 (E).

PRECAUÇÕES

Nota: Em determinadas condições de armazenamento, a Pasta B do AH Plus pode-se separar ligeiramente. Está demonstrado que este processo não afecta de forma adversa o desempenho do produto misturado.

Cuidado: Não trocar as tampas dos tubos. A tampa colorida pertence ao tubo colorido e a tampa branca pertence ao tubo branco.

¹ A proporção de mistura por peso é de 1 g de Pasta A para 1,16 g de Pasta B.

a correspondência que exija a identificação do produto. Não utilizar após o final da validade.

Patente No.: US 217998; EP 0673637

Se desejar mais informação, é favor contactar:

Fabricante:
DENTSPLY DeTrey GmbH
De-Trey-Str. 1
78467 Konstanz
ALEMANHA
Tel. +49 (0) 75 31 5 83-0

Aplicar o AH Plus misturado nos pontos entre os cones de Léntulo. Evitar a formação de bolhas de ar no material e o enchimento excessivo do canal, através do avanço muito lento da espiral Léntulo em direcção ao apex. Retirar o Léntulo muito lentamente com este a trabalhar ainda a velocidade bastante reduzida.

Em alternativa, o AH Plus pode ser aplicado utilizando limas de endodontia. Utilizar uma lima de endodontia do tamanho do último instrumento utilizado durante o preparo do canal radicular. Aplicar o AH Plus com um movimento de impactação da lima, rodando-a em simu-

Distribuidor:

DENTSPLY DeTrey Sàrl
Baar Office
Oberdorfstrasse 11
6342 Baar
SUIÇA
Tel. +41 (0) 41 7 66 20 66

© DENTSPLY DeTrey 2002-03-01