



Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”

Faculdade de Odontologia de Araraquara

Curso de Pós-Graduação em Odontologia – Nível Mestrado

**ANÁLISE DA TERMOPLASTICIDADE E ADESIVIDADE DA GUTA-
PERCHA E RESILON**

GERALDINE FACCIO DA SILVEIRA

Araraquara

2010

Universidade Estadual Paulista

“Júlio de Mesquita Filho”

Campus Araraquara

GERALDINE FACCIO DA SILVEIRA

**ANÁLISE DA TERMOPLASTICIDADE E ADESIVIDADE DA GUTA-
PERCHA E RESILON**

Dissertação de Mestrado
apresentada ao Programa de Pós-
Graduação em Odontologia – Área
de Endodontia, da Faculdade de
Odontologia de Araraquara, da
Universidade Estadual Paulista para
obtenção do título de Mestre em
Odontologia.

Orientador: Prof. Dr. Mário Tanomaru Filho

Araraquara

2010

Silveira, Geraldine Faccio da

Análise da termoplasticidade e adesividade da gutapercha e resilon / Geraldine Faccio da Silveira.– Araraquara: [s.n.], 2010.

73 f. ; 30 cm.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Odontologia

Orientador : Prof. Dr. Mário Tanomaru Filho

1. Polímeros 2. Materiais dentários 3. Adesividade
4. Obturação do canal radicular 5. Endodontia I. Título

Ficha catalográfica elaborada pela Bibliotecária Marley C. Chiusoli Montagnoli, CRB-8/5646

Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação da Faculdade de Odontologia de Araraquara / UNESP

GERALDINE FACCIO DA SILVEIRA

**ANÁLISE DA TERMOPLASTICIDADE E ADESIVIDADE DA GUTA-
PERCHA E RESILON**

COMISSAO JULGADORA

DISSERTAÇÃO PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE

Presidente e Orientador: Prof. Dr. Mário Tanomaru Filho

2º Examinador: Prof. Dr. José Maurício dos Santos Nunes Reis

3º Examinador: Prof. Dr. Yara T. C. Silva Sousa

Araraquara, 31 de março de 2010.

DADOS CURRICULARES

Geraldine Faccio da Silveira

NASCIMENTO: 08.08.1981 – RIBEIRÃO PRETO/SP

FILIAÇÃO: José João da Silveira

Regina Stela Faccio da Silveira

2001-2007 – Curso de Graduação

Faculdade de Odontologia de Araraquara da Universidade Estadual
Paulista “Júlio de Mesquita Filho”

DEDICATÓRIA

À **Deus**, criador supremo do Universo e da Vida com seus infinitos detalhes.

Aos meus pais, **José João e Regina Stela**, responsáveis pela minha formação. Obrigada por tudo, por me ensinarem a importância do estudo e principalmente pelo amor incondicional. Amo vocês!

Aos meus irmãos, **Tatiana e Rodrigo**, que me mostraram que a persistência no estudo leva ao sucesso muito antes do que imaginamos.

Ao meu querido sobrinho **Guilherme**, que me relembra todos os dias que a vida é feita da magia e da alegria das descobertas.

A eles dedico este trabalho.

AGRADECIMENTOS

Ao **Prof. Dr. Mário Tanomaru Filho**, agradeço pela confiança depositada em minha pessoa desde a Iniciação Científica, apostando na minha capacidade no desenvolvimento destes projetos e sonhos. Obrigada por sua dedicação durante todos os anos de convivência, que muito contribuíram para o meu crescimento científico, intelectual e pessoal.

A **Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP**, na pessoa do seu Reitor, **Prof. Dr. Herman Jacobus Cornelis Voorwald**, e Diretor, **Prof. Dr. José Claudio Martins Segalla** pela oportunidade de realização do curso Mestrado em Odontologia.

A **Prof.^a Dr.^a Juliane Maria Guerreiro Tanomaru**, pela atenção e apoio durante todo processo de desenvolvimento deste trabalho.

A todos os professores da Disciplina de Endodontia, **Prof. Dr. Idomeo Bonetti Filho**, **Prof. Dr. Fábio Luiz Camargo V. Berbert**, **Prof. Dr. Roberto Miranda Esberard**, **Prof. Renato de Toledo Leonardo** que, com a arte de ensinar, me passaram a paixão pela Endodontia.

Ao **Prof. Dr. Luiz Geraldo Vaz**, pela sua contribuição inestimável para a execução dos Ensaios Mecânicos.

Ao **Prof. Dr. José Maurício S. N. Reis**, por toda dedicação, disponibilidade e conhecimentos compartilhados.

A **Prof.^a Dr.^a Ana Maria Minarelli Gaspar** e ao **Prof. Dr. José Wanderley Menani**, orientadores dos meus primeiros passos na vida acadêmica e pesquisa.

Ao meu amigo **Santiago Massi**, pela presença constante, apoio, incentivo e paciência nos momentos que precisei. Obrigada!

A amiga sempre fiel **Paula Nakazone**, por todos estes anos de amizade e presença constante.

As amigas, **Renata, Roberta e Regina** pela amizade, cumplicidade e conselhos em todos os momentos da minha vida durante a pós-graduação. Apreendi muito com vocês.

Aos pós-graduandos: **Naiana, Carolina, Norberto, Rodrigo, Arnaldo, Sérgio, Guilherme, Loise, Érica, Adriana, Ana Livia e Ana Carolina** pelo convívio agradável e aprendizado.

A **Mara**, da seção de pós-graduação, pela disponibilidade, alegria e competência.

Aos **funcionários** do Curso de Odontologia da Faculdade de Odontologia de Araraquara pelo respeito e ajuda durante este período.

À **FAPESP**, pelo apoio financeiro concedido por meio da bolsa de Mestrado que tornou possível a realização deste trabalho.

Agradeço especialmente a minha grande mestra **Dr.^a Regina Stela Faccio da Silveira**, que tenho o prazer de tê-la como mãe, que me ensinou não apenas que o estudo é o melhor caminho a ser trilhado como também que a dedicação e a paixão na ciência da Odontologia são ingredientes para a felicidade e sucesso na profissão. Minha eterna gratidão!

SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIATURAS	09
RESUMO.....	10
ABSTRACT.....	12
INTRODUÇÃO.....	14
CAPÍTULO 1.....	19
CAPÍTULO 2.....	34
CAPÍTULO 3.....	49
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	62
CONCLUSÃO.....	65
REFERÊNCIAS.....	67

Lista de Abreviaturas

°C - grau Celcius

g - grama

kg - kilograma

UDMA - uretano de dimetacrilato

N - Newton

mm - milímetros

mm² - milímetros quadrados

MPa - MegaPascal

mL - mililitro

mm/min - milímetro por minuto

h – hora

ANOVA – Análise de variância

Silveira, GF. Análise da termoplasticidade da guta-percha e Resilon e resistência de união a diferentes cimentos endodônticos [Dissertação de Mestrado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2010.

RESUMO

Objetivo: Analisar a termoplasticidade da guta-percha e Resilon®, submetidos à diferentes condições de testes de termoplastificação, bem como resistência de união dos mesmos à diferentes cimentos endodônticos. **Metodologia:** Para os testes de termoplasticidade, corpos-de-prova foram confeccionados com dimensões padronizadas dos seguintes materiais: guta percha convencional (GCO); guta percha termoplástica (GTP) e cones Resilon® (RE). Após 24 h, os corpos-de-prova foram submetidos às temperaturas de 50 °C, 60 °C ou 70 °C por 60 segundos conforme o grupo avaliado. Em seguida, receberam uma carga compressiva de 1,0; 3,0 ou 5,0 kg. As imagens dos corpos de prova antes e após os testes foram digitalizadas e analisadas. A capacidade de plastificação dos materiais foi determinada pela diferença das áreas final e inicial dos corpos-de-prova. Para teste de resistência de união, os corpos-de-prova foram confeccionados com dimensões padronizadas para cada material sólido testado: guta-percha convencional (GCO), guta-percha termoplastica (GTP), Resilon® (RE) e Obtura II® (OBT). Os cimentos, AH Plus® (AHP), Endofill (EF), Sealer 26 (S26) e Epiphany SE® (ESE), foram inseridos em cilindros de alumínio dotados de alça lateral nos quais foram conectados os discos padronizados de cada material. Foi realizado o teste de tração em Máquina de Ensaio Mecânicos Emic DL 2000. Desta forma, dois estudos foram realizados. Na primeira

análise os espécimes foram divididos em 12 grupos: grupo 1 (GCO + AHP); grupo 2 (GCO + EF); grupo 3 (GCO + S26); grupo 4 (GCO + ESE); grupo 5 (GTP + AHP); grupo 6 (GTP + EF); grupo 7 (GTP + S26); grupo 8 (GTP + ESE); grupo 9 (RE + AHP); grupo 10 (RE + EF); grupo 11 (RE + S26) e grupo 12 (RE + ESE). A segunda análise correspondeu à avaliação da resistência de união das associações: grupo 1 (OBT + AHP); grupo 2 (OBT + ESE); grupo 3 (RE + AHP) e grupo 4 (RE + ESE). Os dados (mm^2/MPa) foram submetidos à Análise de Variância e ao teste de Tukey ambos com nível de significância de 5%. **Resultados:** Os resultados demonstraram maior valor de termoplasticidade para o RE em todas as cargas aplicadas na temperatura de 70 °C e com 5 kg em 60 °C ($p<0,05$). Dentre os cones de guta-percha, a GTP apresentou maior termoplasticidade com 3 e 5 kg em 60 e 70 °C ($p<0,05$). Após teste de tração pode-se observar que o maior valor de resistência de união ocorreu para o grupo RE/ESE (3.51 ± 0.29), seguido dos grupos GTP/AH Plus (1.70 ± 0.43), para o primeiro estudo e Obtura II/AH Plus (2.29 ± 0.32), para o segundo estudo. **Conclusões:** Conclui-se a temperatura de 70 °C e massa de 5 kg são parâmetros indicados para análise de termoplasticidade de cones de guta-percha e Resilon®. Ainda, o Sistema Resilon/Epiphany SE® apresenta maior resistência de união em comparação às associações avaliadas.

Palavras-chave: Polímeros, materiais dentários, adesividade, obturação do canal radicular, endodontia.

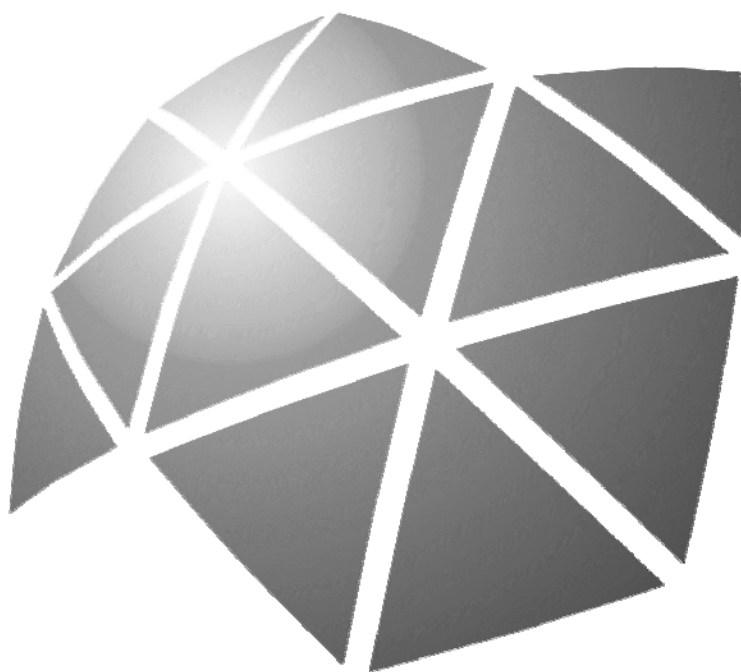
Silveira, GF. Analysis of thermoplasticity and bond strength of gutta-percha and Resilon [Dissertação de Mestrado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2010.

ABSTRACT

Aim: The aim of the study was to evaluate the thermoplasticity and bond strength properties of conventional and thermoplastic gutta-percha and Resilon. **Methodology:** To thermoplasticity test, specimens with standardized dimensions were fabricated from the materials: conventional and thermoplastic Endopoints gutta-percha, and Resilon. After 24 h, the specimens were placed in water at 50°, 60° or 70 °C for 60 seconds and thereafter positioned between two glass slabs. Each set was compressed by a 1,0; 3,0 or 5,0-kg weight. Digital images of the specimens before and after compression were obtained and analyzed. The thermoplasticity of each material was confirmed by the difference between final and initial areas of each sample. To the analyze of conventional, thermoplastic gutta-percha and Resilon, disks were prepared with standardized dimension: convencional gutta-percha (GCO), thermoplastic gutta-percha (GTP), Resilon (RE) and Obutra II (OBT). The root canal sealers: AH Plus (AHP), Endofill zinc oxide and eugenol sealer (EF), Sealer 26 epoxy.resin sealer (S26), and Epiphany SE methacrylate-based sealer (ESE) were inserted in to metallic rings .The metallic rings were positioned over the core material disks and after set of the sealers the specimens were subjected to tensile bond strength testing using a mechanical testing machine (0.5 mm/min). The ultimate tensile bond strength was expressed in MPa. The first analysis, 12 groups were made:

group 1 (GCO + AHP); group 2 (GCO + EF); group 3 (GCO + S26); group 4 (GCO + ESE); group 5 (GTP + AHP); group 6 (GTP + EF); group 7 (GTP + S26); group 8 (GTP + ESE); group 9 (RE + AHP); group 10 (RE + EF); group 11 (RE + S26) and group 12 (RE + ESE). For the second analysis, 4 groups were evaluated: group 1 (OBT + AHP); group 2 (OBT + ESE); group 3 (RE + AHP) e group 4 (RE + ESE). All data were statistically analyzed by ANOVA ($P < 0.05$) and Tukey's test at 5% significance level. **Results:** Resilon had the highest thermoplasticity means ($p < 0.05$). Among the gutta-percha cones, termoplastic presented the highest thermoplasticity means and differed significantly from the other commercial brands ($p < 0.05$). After tensile bond strength test, the results showed that highest bond strength was produced by RE/ESE group (3.51 ± 0.29), for the first studies and ObturaII/AH Plus (2.29 ± 0.32), for the second studies ($p \leq 0.05$). **Conclusion:** The 70 °C temperature and 5kg mass are the indicated parameters for the thermoplastification test of gutta percha and Resilon cones. The Resilon/Epiphany SE[®] system presents higher adhesive strength than the other evaluated associations.

Keywords: Polymers, dental materials, adhesiveness, root canal obturation, endodontics.



INTRODUÇÃO

INTRODUÇÃO

A obturação dos canais radiculares visa o preenchimento e selamento do sistema de canais radiculares (Leal⁸, 2005), sendo que a falha na execução desta fase poderá implicar no insucesso da terapia endodôntica (Sleder et al.¹⁵, 1991).

Os objetivos da obturação incluem a ação seladora antimicrobiana, impedindo a passagem de microrganismos; ação seladora com objetivo de evitar espaços vazios; e a biológica, preservando os tecidos apicais e periapicais ou mesmo estimulando o processo de reparo tecidual.

A obturação dos canais radiculares é usualmente realizada pela associação da guta-percha com um cimento endodôntico. Desde que a guta-percha foi introduzida como material obturador de canais radiculares, esta é a substância mais utilizada na Endodontia até a atualidade (Deus et al.², 2009). O material apresenta facilidade de emprego, custo reduzido e é bem tolerado pelos tecidos periapicais. Apresenta radiopacidade, não sendo solubilizada pelos fluidos orgânicos, além de estabilidade dimensional e fácil remoção nos casos de retratamento. A guta-percha é uma substância vegetal extraída sob forma de látex de árvores da família das sapotáceas (*Mimusops balata* *Minisopd hiberi*). Após a purificação da matéria prima, são acrescidas várias substâncias com o objetivo de melhorar suas propriedades físico-químicas e mecânicas, principalmente a dureza, radiopacidade, flexibilidade e estabilidade. Dentre essas substâncias pode ser citado o óxido de zinco, o carbonato de cálcio, o sulfato de bário, o sulfato de estônio e o óleo de cravo.

A guta-percha participa da composição dos cones em uma proporção de 20% aproximadamente, estando o óxido de

zinco em 60 a 75% e os demais elementos em proporções menores que variam de 1,5 a 15%. Essas diferentes proporções podem alterar as propriedades deste material (Gurgel-Filho et al.⁴, 2003; Maniglia-Ferreira et al.⁹, 2008; Marciano et al.¹⁰, 1992).

Os cones de resina denominados Resilon[®] (Resilon Research LLC, Madison, CT) atualmente também denominados cones do Sistema RealSeal (SybronEndo – Wellington CT – E.U.A) “contem” um polímero sintético, apresentando em sua fórmula, vidro bioativo, oxicleto de bismuto, sulfato de bário, “etc”. São utilizados com um cimento resinoso, o Epiphany SE (Pentron Clinical Technologies, Wallingford, CT, USA). De acordo com alguns estudos, os polímeros do Resilon proporcionam ao material propriedades termoplásticas que permitem sua utilização nas técnicas que dependem da termoplastificação do material (Shipper et al.¹⁴, 2004; Tay et al.¹⁷, 2005).

Muitas técnicas de obturação são realizadas baseadas na propriedade de termoplastificação da gutapercha, incluindo a técnica termomecânica, condensação vertical da gutapercha aquecida e técnicas termo-injetáveis. As técnicas de obturação termoinjetáveis, como o Sistema Obtura II, utilizam injeção de gutapercha aquecida, visando o selamento tridimensional do sistema de canais radiculares. A gutapercha para o Sistema Obtura é usada em bastão, sendo injetada nos canais radiculares após aquecimento. A técnica tem demonstrado boa habilidade de selamento e bom preenchimento de canais laterais simulados em dentes humanos extraídos (Karabucak et al.⁵, 2008; Kaya et al.⁶, 2007).

Nenhuma metodologia específica para o teste da termoplastificação da gutapercha foi descrita. Um método de

análise de materiais obturadores foi proposto por Tanomaru-Filho et al.¹⁶, 2007, estudando a termoplasticidade de diferentes tipos de guta-percha e dos cones Resilon®. A avaliação foi realizada em corpos de prova submetidos à temperatura de 70 °C e compressão com 5 kg de massa. Os autores citam o método como uma adaptação da especificação ADA nº 57 para cimentos endodônticos (ISO 6876:2002 – Materiais dentários de obturação de canais radiculares). No entanto, também relatam que são necessárias informações complementares quanto à temperatura ideal e intensidade de compressão a ser usada para análise da termoplastificação dos diferentes materiais à base de guta-percha ou Resilon. Torna-se oportuna a análise da propriedade de plastificação dos diferentes tipos e marcas comerciais de cones de guta-percha e dos cones Resilon®; segundo diferentes condições de análise, variando-se as temperaturas de plastificação e massa para compressão, contribuindo para o estabelecimento de normas para avaliação desta propriedade.

Os cimentos obturadores podem ser classificados em: resinosos, à base de óxido de zinco eugenol, silicone, cimentos que contêm hidróxido de cálcio e cimentos à base de ionômero de vidro. O primeiro cimento à base de resina epóxi foi preconizado por Schroeder¹³, 1954, que propôs um cimento obturador à base de bisfenol A, apresentando boas propriedades físico-químicas, incluindo adesão à dentina. 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®.

O AH Plus® é um cimento com propriedades físico-químicas satisfatórias, adequadas propriedades biológicas, baixa solubilidade e desintegração, ação antimicrobiana e adesividade satisfatória (Eldeniz et al.³, 2005; Kayaoglu et

al.⁷, 2005; Schafer et al.¹², 2003; Willershausen et al.¹⁹, 2000).

Os cones de guta-percha mantêm uma união química fraca com os cimentos endodônticos. Com o intuito de melhorar esta união foi desenvolvido o cimento Epiphany[®] (Pentron Clinical Technologies, Wallingford, CT, USA) composto 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. A associação do cimento Epiphany[®] com os cones Resilon[®], ou RealSeal[®], visa a formação de um “monobloco” que se adere às paredes da dentina. Shipper et al.¹⁴, 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. A capacidade dos cones de Resilon[®] em reagir com o cimento Epiphany[®] formando um composto único de material obturador tem sido demonstrada (Oliveira et al.¹¹, 2006, Shipper et al.¹⁴, 2004; Teixeira et al.¹⁸, 2004) assim como questionada em outros estudos (Deus et al.², 2009; Gesi et al.⁴, 2005; Tay et al.¹⁷, 2005). Atualmente o cimento denominado Epiphany SE é preconizado sem a necessidade da aplicação de Primer nas paredes dos canais radiculares previamente à obturação. Dessa forma, torna-se importante a avaliar a união da guta-percha e Resilon[®] a diferentes cimentos endodônticos.

Assim, torna-se oportuna a análise da resistência de união de cones de guta-percha, dos cones sintéticos Resilon[®] e da guta-percha Obtura II[®] frente a diferentes cimentos obturadores, incluindo o cimento Epiphany SE.

Efeito da temperatura e carga de compressão sobre a
termoplasticidade da guta-percha e Resilon



CAPÍTULO 1

O Artigo será submetido ao International Endodontics Journal

CAPÍTULO 1

Efeito da temperatura e carga de compressão sobre a termoplasticidade da guta-percha e Resilon®

RESUMO

Objetivo: Analisar a termoplasticidade da guta-percha e Resilon®, em diferentes condições de temperatura em compressão. **Metodologia:** Foram confeccionados 270 corpos de prova com dimensões padronizadas de 10 mm de diâmetro por 1,5 mm de espessura, dos seguintes materiais: guta percha convencional (GCO); guta percha termoplástica (GTP) e cones Resilon® (RE). Depois de 24 horas, os corpos de prova foram subdivididos e colocados em água em temperatura de 50 °C, 60 °C ou 70 °C por 60 segundos. Em seguida, foram posicionados entre 2 placas de vidro e cargas compressivas de 1,0; 3,0 ou 5,0 kg foram aplicadas sobre as amostras. As imagens dos corpos-de-prova antes e após o teste foram digitalizadas e analisadas em software de imagens para determinação da área. A capacidade de plastificação dos materiais foi determinada pela diferença das áreas final e inicial dos espécimes. Os dados obtidos foram submetidos à Análise de Variância e teste SNK, com 5% de significância. **Resultados:** Os dados demonstraram maior valor de plastificação para o RE em todas as massas de compressão na temperatura de 70 °C e com 5 kg a 60 °C ($p < 0,05$). Dentre os cones de guta-percha, a GTP apresentou maior plastificação com 3 e 5 kg em 60 e 70 °C ($p < 0,05$). A GCO apresentou maior plastificação somente aos 70 °C e carga de 5,0 kg. **Conclusão:** Conclui-se que os cones de guta-percha e o Resilon requerem temperaturas e massas diferentes para avaliação da termoplasticidade. Para todos os materiais, a

maior plastificação ocorreu na temperatura de 70 °C e massa de 5 kg, sendo estes parâmetros sugeridos para uso no método de avaliação de materiais endodônticos termoplásticos.

Palavras-chave: materiais dentais, guta-percha, polímeros, Resilon, materiais obturadores endodônticos.

INTRODUÇÃO

O objetivo fundamental da obturação dos canais radiculares é o preenchimento e selamento do sistema de canais radiculares (Schilder et. al 1974). A obturação dos canais radiculares é usualmente realizada pela associação da guta-percha com um cimento endodôntico.

Em algumas técnicas de obturação são utilizados cones de guta-percha frios, enquanto em outros métodos a guta-percha é aquecida e compactada (Tagger et al 1984, Wu et al. 2001). Várias técnicas de obturação envolvendo o uso de guta-percha termoplástica têm sido destacadas pela efetividade em obturações de anatomias irregulares do canal radicular ou canais laterais (Wu et al. 2001, Tagger et al 1984, Dulac et al. 1999, Bowman et al. 2001).

O Resilon[®] (Resilon Research LLC, Madison, CT) é um material obturador do sistema de canais radiculares à base de polímero sintético termoplástico. De acordo com alguns estudos, os polímeros do Resilon proporcionam ao material propriedades termoplásticas (Shipper et al. 2004, Tay et al. 2005) que permitem sua utilização nas técnicas que dependem da termoplasticidade do material.

Assim, muitas técnicas de obturação dos canais radiculares dependem da propriedade termoplástica da guta-

percha ou Resilon, tornando o conhecimento desta propriedade relevante para melhor utilização em diferentes técnicas que utilizam a guta-percha aquecida e plastificada.

Nenhuma metodologia específica para o teste da termoplasticidade da guta-percha foi descrita. Um método de análise de materiais obturadores foi proposto por Tanomaru-Filho et al., em 2007a, estudando a termoplasticidade de diferentes tipos de guta-percha e dos cones Resilon®. A avaliação foi realizada em corpos de prova submetidos à temperatura de 70 °C e compressão com 5 kg de massa. Os autores citam o método como uma adaptação da especificação ADA nº 57 para cimentos endodônticos. No entanto, também relatam que são necessárias informações complementares quanto à temperatura ideal e intensidade de compressão a ser usada para análise da termoplasticidade dos diferentes materiais à base de guta-percha ou Resilon.

Este estudo visa analisar a propriedade de plastificação térmica da guta-percha e dos cones Resilon®, sob diferentes condições de temperatura e compressão, contribuindo para o estabelecimento de parâmetros que possam ser utilizados para avaliação dessa propriedade.

MATERIAIS E MÉTODOS

Amostra:

Foram confeccionados 270 corpos de prova, 90 para cada material: guta-percha convencional (Endpoints Indústria E Comércio Ltda. Paraiba do Sul- RJ, Brasil), guta-percha termoplástica (Endpoints Indústria E Comércio Ltda. Paraiba do Sul- RJ) e Resilon® (Pentron Clinical Technologies,

Wallingford, PT, USA). Os espécimes apresentavam medida padronizada de 10 mm de diâmetro por 1,5 mm de espessura. Os corpos-de-prova com 10,0 mm de diâmetro por 1,5 mm de espessura foram confeccionados e aleatoriamente divididos em 3 grupos: A, B e C, de acordo com a temperatura utilizada (50, 60 e 70 °C). Cada grupo foi novamente dividido aleatoriamente em 3 subgrupos (n=10): 1, 3 e 5, de acordo com a massa compressiva utilizada para o teste, 1 kg, 3 kg ou 5 kg, respectivamente.

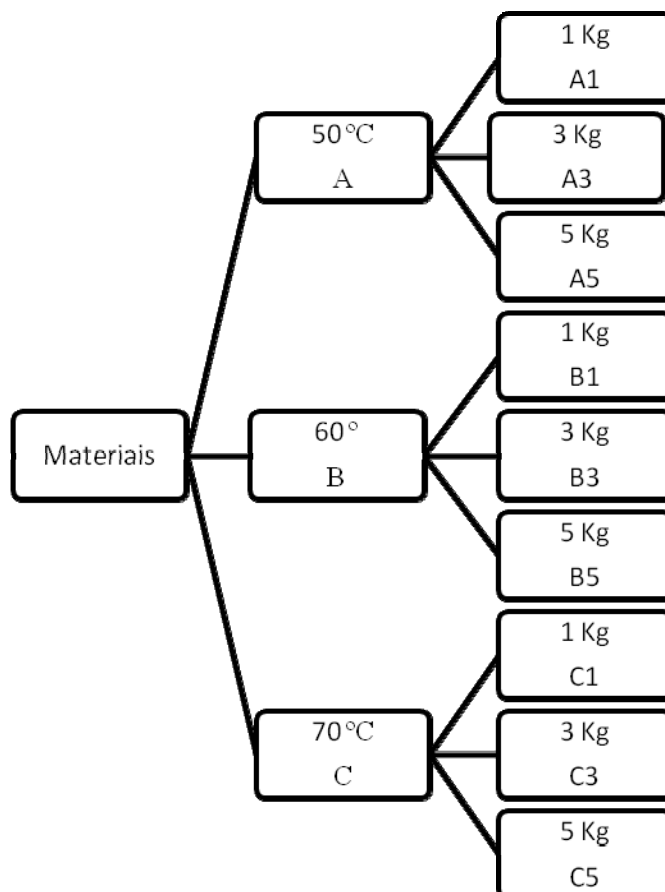


Figura 1. – Esquema representativo do modelo experimental do teste de termoplasticidade.

As amostras dos materiais foram aquecidas a 70 °C por 60 segundos, utilizando um aparelho de aquecimento termocontrolado (Righetto e Cia., Campinas, SP, Brasil). Os

materiais aquecidos foram então colocados no interior de anéis padronizados com dimensões acima mencionadas e, em seguida, foram pressionados entre duas placas de vidro sob força constante e controlada de 5,0 N por 1 minuto. Em seguida, os corpos-de-prova foram removidos de seus moldes. Após remoção do excesso do material, suas dimensões foram checadas utilizando um paquímetro digital. Os espécimes foram mantidos à temperatura entre $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ por 24 h. A imagem inicial de cada corpo-de-prova foi obtida por meio de máquina fotográfica digital. Em seguida, os corpos-de-prova foram recolocados no aquecedor por 1 minuto em uma das 3 diferentes temperaturas (50, 60 e $70\text{ }^{\circ}\text{C}$), de acordo com as divisões dos grupos.

Decorrido esse período, o corpo de prova foi posicionado entre duas placas de vidro, sendo colocada sobre a placa superior uma massa de 1, 3 ou 5 kg, por 2 minutos, conforme estabelecido nos sub-grupos. O corpo-de-prova obtido após compressão foi fotografado para análise. As imagens obtidas foram processadas no programa Adobe Photoshop 6.0 (Adobe Systems Inc, San Jose, CA) e importadas para o programa Image Tool (UTHSCSA Image Tool for Windows version 3.0, San Antonio, TX, USA) para mensuração da área inicial e final (em mm^2) de cada corpo-de-prova. A medida de plastificação foi calculada da seguinte forma:

$\text{Medida de plasticidade} = \text{Área final em mm}^2 \text{ (após aplicação da carga)} - \text{Área original do corpo de prova (antes da aplicação da carga)}$
--

Análise dos resultados

Os resultados foram tabulados e submetidos ao teste de normalidade e análise de variância ($\alpha = 0,05$) foi empregada para avaliar o efeito dos três fatores de variação (material, temperatura e carga de compressão e da interação entre eles sobre a variável termoplasticidade.

Complementando a análise de variância a três critérios, o teste de Student-Newman-Keuls (SNK), também em nível de 5,0% de significância, foi utilizado.

RESULTADOS

As médias e desvios padrão das diferenças entre área final e inicial para a guta-percha convencional, guta-percha termoplástica e Resilon[®] estão demonstrados na Tabela 1. De modo geral, as maiores médias de plastificação ocorreram quando os materiais foram submetidos à compressão com 5 kg e temperatura de 70 °C, com diferença estatística significativa em relação aos demais subgrupos ($p < 0,05$).

Para a guta-percha termoplástica e Resilon, a aplicação de massa de 5 kg a 60 °C, além de 3 kg a 70 °C também resultou em maiores valores de plasticidade em relação aos demais subgrupos ($p < 0,05$).

Tabela 1 – Valores de média (mm²) e desvios-padrão (±) de termoplasticidade nas diferentes condições experimentais

	Temperatura	1 kg	3 kg	5 kg
Resilon	50°C	2,277 (0,52) A ^a	2,121 (0,58) A ^a	2,390 (1,00) A ^a
	60°C	5,201 (0,57) A ^a	11,013 (1,89) A ^{ab}	133,926 (9,39) B ^e
	70°C	155,166 (17,86) A ^c	224,313 (27,83) B ^e	321,821 (35,75) C ^f
GCO	50°C	2,546 (0,86) A ^a	2,618 (0,61) A ^a	2,469 (0,58) A ^a
	60°C	5,343 (1,42) A ^a	8,475 (1,21) A ^{ab}	14,526 (1,65) A ^a
	70°C	7,311 (1,42) A ^a	18,663 (0,75) A ^{bc}	76,843 (4,98) B ^c
GTP	50°C	5,209 (1,40) A ^a	5,118 (0,91) A ^{ab}	6,258 (1,22) A ^a
	60°C	15,824 (1,91) A ^{ab}	26,981 (2,32) A ^c	55,074 (2,86) B ^b
	70°C	21,223 (1,76) A ^b	45,575 (2,79) B ^d	98,788 (11,69) C ^d

Letras maiúsculas iguais, no sentido horizontal, e letras minúsculas iguais, no sentido vertical, indicam valores de médias estatisticamente semelhantes entre si ($p>0,05$).

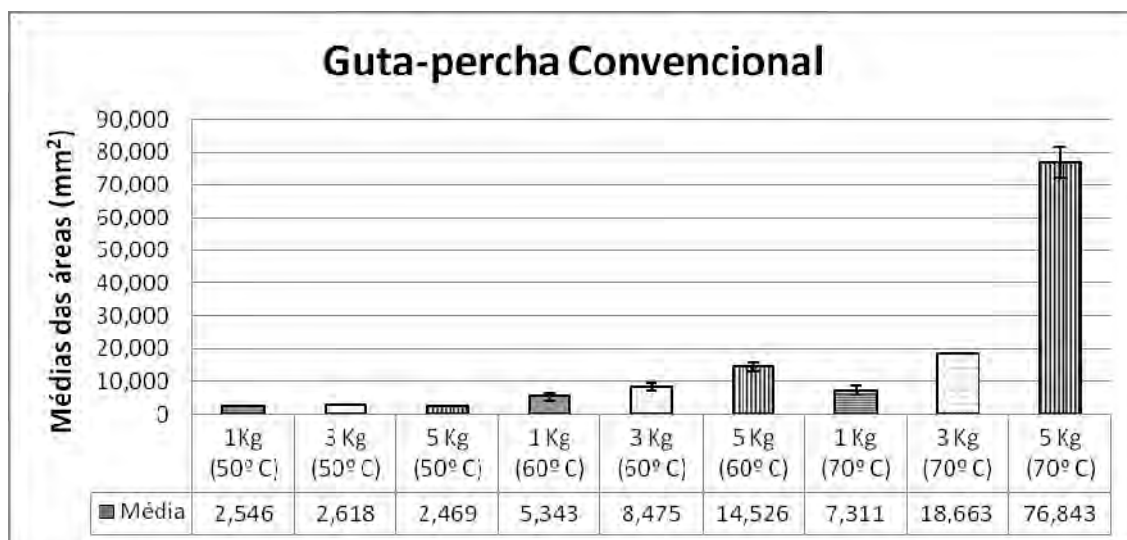


Figura 2 – Médias (mm²) para as diferenças entre área inicial e final para cada temperatura e massa para o grupo gutta-percha convencional.

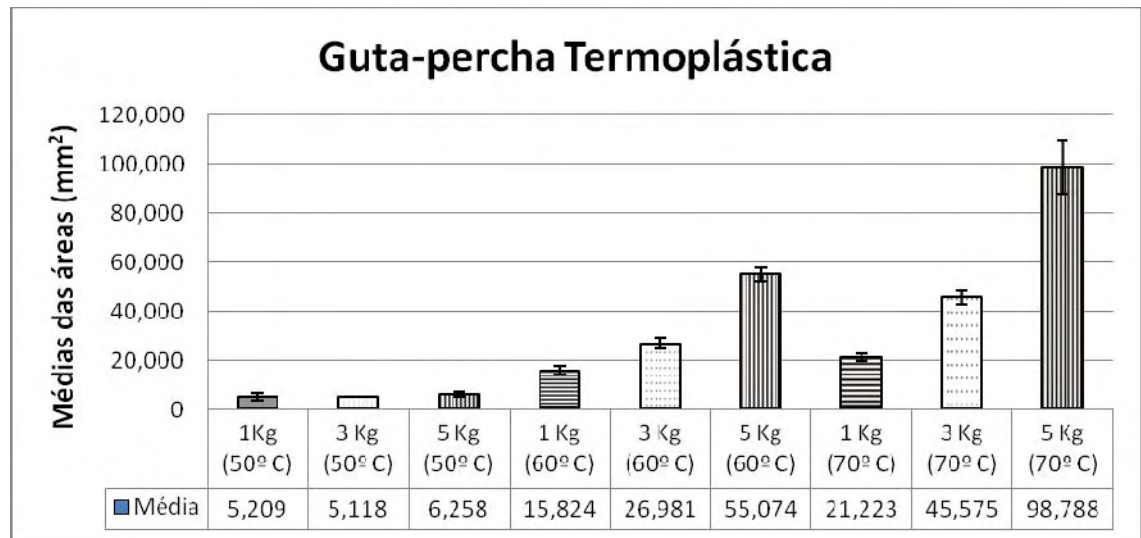


Figura 3 – Médias (mm^2) para as diferenças entre área inicial e final para cada temperatura e massa para o grupo guta-percha termoplástica.

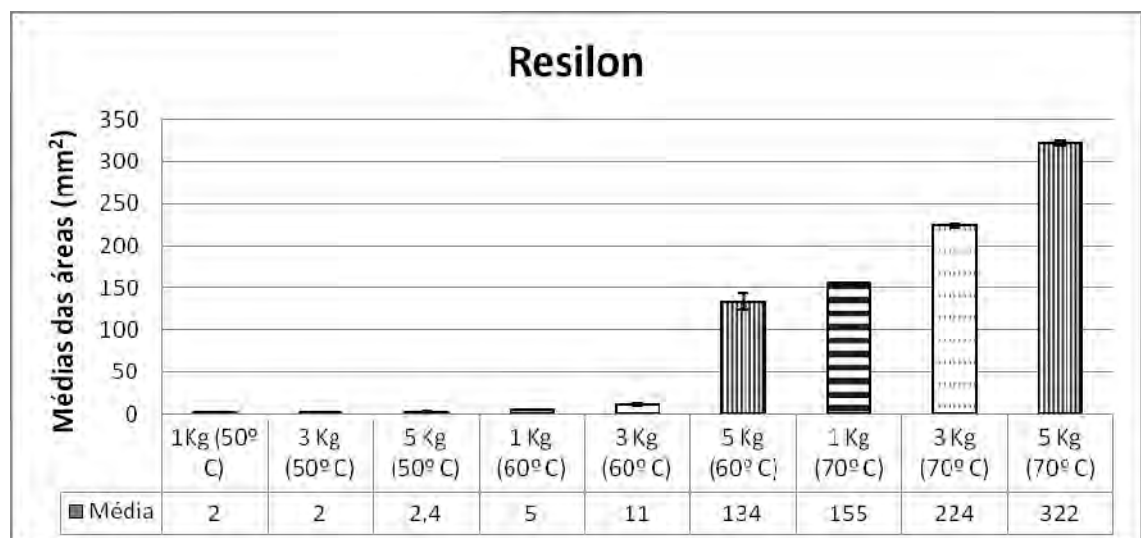


Figura 4 – Médias (mm^2) para as diferenças entre área inicial e final para cada temperatura e massa para o grupo Resilon®.

DISCUSSÃO

A termoplasticidade da guta-percha e Resilon foi analisada em estudos prévios por método semelhante ao do presente estudo, quando foram usados os parâmetros de temperatura a 70⁰C e compressão com 5 Kg (Tanomaru-Filho et al 2007a, Tanomaru-Filho et al 2007b). A capacidade de plastificação dos materiais é avaliada indiretamente por meio da plasticidade obtida a partir da diferença da área final e inicial dos corpos-de-prova após teste de compressão na temperatura determinada. O presente estudo foi idealizado a partir do questionamento se menores temperaturas (50 e 60°C) e cargas compressivas (1 e 3 Kg) poderiam promover resultados significativos nos materiais obturadores. Desta forma, critérios mais definidos podem ser estabelecidos para o método de avaliação da propriedade de termoplasticidade com diferentes materiais.

Considerando-se que não existe nenhuma norma específica da ADA para avaliara a termoplasticidade dos materiais obturadores, os resultados deste estudo sugerem que materiais sólidos podem ser analisados por meio do método em estudo. Sob temperatura de 70⁰C e compressão com 5 Kg, os diferentes materiais apresentaram alterações de área significativas, possibilitando comparação entre os mesmos.

Quando o teste é realizado no material aquecido, a relação entre temperatura (°C), carga (Kg) e deformação da área (mm²) foi observada. Embora os resultados demonstrem que o teste com 5 kg e 60 °C promova modificações de área significativas para os materiais analisados, os valores obtidos no teste com compressão de 5 kg e temperatura de 70 °C são maiores quando comparados aos demais subgrupos.

Os resultados demonstram propriedade termoplástica para os 3 materiais avaliados, sendo dois à base de guta-

percha e o Resilon®. Destaca-se o resultado obtido para o Resilon®, que demonstrou plastificação significativa aos 70⁰ C, mesmo em teste de compressão com menor intensidade (1 e 3 Kg).

O Resilon® (Resilon Research LLC, Madison, CT) consiste em material obturador de canal radicular à base de polímero sintético, com propriedades termoplásticas atribuídas à adição de policaprolactona. Miner et al. (2006) observaram que seu ponto de fusão é de aproximadamente 60 °C, semelhante ao da guta-percha. Os resultados do presente estudo sugerem que o Resilon®, pode ser alternativa à guta-percha em técnicas termoplásticas de obturação do sistema de canais radiculares. No trabalho realizado por Tanoraru-Filho et al 2007a , no qual foi avaliado a termoplasticidade de diferentes cones de guta-percha e Resilon® os autores observaram que o Resilon®(118.52± mm²) apresentou plastificação significativamente maior em relação as guta-perchas convencional (41.85± mm²) e termoplástica (71.73± mm²). Shipper et al. 2004, após obturação com Sistema Resilon/Epiphany® pela técnica de obturação termo injetável Obtura II, verificaram menor infiltração bacteriana em relação aos grupos obturados com guta-percha com a mesma técnica, sugerindo boa propriedade termoplástica para o material.

As propriedades termoplásticas da guta-percha dependem diretamente da sua composição, sendo mais evidente na sua forma pura que na versão industrializada (Kolokuris et al. 1992). Outros estudos também têm relatado que as quantidades de massa inorgânica adicionadas ao material bem como as alterações térmicas induzidas durante a fabricação dos cones podem alterar suas propriedades (Marciano et al. 1992, Combe et al. 2001, Gurgel-Filho et al. 2006).

Neste estudo, a guta-percha termoplástica foi superior a convencional em termos de termoplasticidade, o que pode sugerir a presença de maior quantidade de guta-percha na sua composição. Os resultados da análise química e radiográfica de cinco marcas comerciais da guta-percha mostraram grande variação nas quantidades de óxido de zinco (de $84.30 \pm 0.50\%$ a $66.50 \pm 0.50\%$) e guta-percha (de $14.5 \pm 0.70\%$ a $20.4 \pm 0.40\%$) (Gurgel-Filho et al. 2003). Em outro estudo envolvendo as mesmas marcas comerciais para avaliar suas termoplastificações e habilidade de preenchimento de canais laterais simulados, Gurgel Filho et al. 2006 verificaram que os cones com maiores porcentagens de guta-percha apresentaram melhores resultados.

Venturi et al. 2006, investigaram 3 marcas comerciais de guta-percha em canais acessórios em diferentes temperaturas e encontraram que ocorreu somente o escoamento de mais de 1,2 mm em temperaturas maiores que 60°C . Estes resultados justificam o melhor desempenho de plastificação da guta-percha na temperatura de 70°C .

Embora outros métodos de avaliação da termoplasticidade da guta-percha, como a obturação de canais laterais (Wu et al. 2001, Tagger et al 1984, Dulac et al. 1999, Bowman et al. 2001) permitam maior reprodução de condições clínicas, o método proposto neste estudo visa de forma simples, com alta reprodutibilidade, avaliar materiais termoplásticos, sem adição de fatores interferentes.

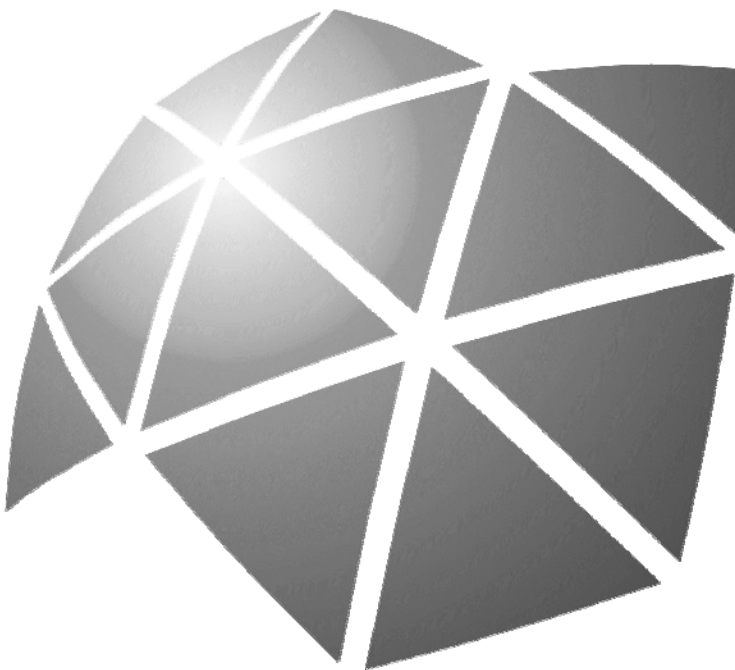
REFERENCIAS

1. Bowman C, Baumgartner JC (2002) Gutta-percha obturation of lateral grooves and depressions. *Journal of Endodontics* **28**,220-3.
2. Combe E C, Cohen B D, Cummings K (2001) Alpha- e Beta-forms of gutta-percha in products for root canal filling. *International Endodontics Journal* **34**,447–51.
3. Dulac KA, Nielsen CJ, Tomazic TJ, Ferrillo PJ Jr, Hatton JF (1999) Comparison of the obturation of lateral canals by six techniques. *Journal of Endodontics* **25**,376-80.
4. Gurgel-Filho ED, Andrade Feitosa JP, Teixeira FB, Monteiro de Paula RC, Araújo Silva JB, Souza Filho FJ (2003) Chemical and X-ray analyses of five brands of dental gutta-percha cone. *International Endodontics Journal* **36**,302-7.
5. Kolokuris I, Arvanitoyannis I, Blanshard JMV, Robinson C (1992) Thermal analysis of commercial gutta-percha using differential scanning colorimeter and dynamic mechanical thermal analysis. *Journal of Endodontics* **18**,4-9.
6. Maniglia-Ferreira C, Bonecker G, Silva JB Jr, de Paula RC, Feitosa JP, Souza-Filho FJ (2008) Degradation of trans-polyidoprene after root filling ith thermoplsticized techniques. *International Endodontics Journal* **41**,296-302.
7. Marciano J, Michailesco P, Charpentier E, Carrera LC, Abadie MJM (1992) Thermomechanical alalysis of dental gutta-percha. *Journal of Endodontics* **18**,263-70.
8. Michelotto A L, Sydney G B, Batista A, Alves da Silva JR J (2004) Avaliação da temperatura na superfície externa radicular quando da utilização de três sistemas obturadores com gutta-percha termoplastificada. *Jornal Brasileiro de Endodontia* **5**,99-107.

9. Miner M; Gerzins D; Barcall (2006) A comparison of thermal properties between gutta-percha and Synthetic Polymer based root canal filling mat (Resilon). *Journal of Endodontics* **32**,683-686.
10. Nagas E, Altundasar E, Seper A (2009) The effect of master point taper on bond strength and apical sealing ability of different root canal sealers. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* **107**, e61-e64.
11. Raina R, Loushiine RJ, Wellwe RN, Tay FR, Pashley DH (2007) Evaluation of the quality of apical seal in Resilon/Epiphany and gutta-percha/AH Plus – filled root canals by using a fluid filtration approach. *Journal Endodontics* **33**,944-947
12. Sant'Anna-Junior A, Tanomaru-Filho M, Duarte MAH, Reis JMSN, Guerreiro-Tanomaru JM. (2009) Temperature changes in gutta-percha and Resilon induced by a thermomechanical compaction technique. *Journal of Endodontics*. **35**,879-882.
13. Shipper G, Teixeira FB, Arnold RR, Trope M (2004) An evaluation of microbial leakage in roots filled with a thermoplastic synthetic polymer-based root canal filling material (Resilon). *Journal of Endodontics* **30**,341-7.
14. Schilder H, Goodman A, Aldrich W (1974) The thermomechanical properties of gutta-percha I. The compressibility of gutta-percha. *Oral Surgery* **37**,946-53.
15. Tagger M, Tamse A, Katz A, Korzen BH (1984) Evaluation of the apical seal produced by a hybrid root canal filling method, combining lateral condensation and thermatic compaction. *Journal of Endodontics* **10**,299-303.
16. Tagger M (1984) Use of thermo-mechanical compactors as an adjunct to lateral condensation. *Quintessence International Dental Digest* **15**, 27-30.
17. Tanomaru-Filho M, Silveira GF, Tanomaru JMG, Bier CAS. (2007^a)Evaluation of the thermoplasticity of different gutta-percha cones and Resilon. *Australian Endodontics Journal* **33**,23-6.

18. Tanomaru-Filho M, Tanomaru JMG, Bier CAS, Barros DB. (2007^b) Evaluation of the thermoplasticity of different gutta-percha cones and TC System. *Journal of Applied Oral Science* **15**,131-4.
19. Tay FR, Pashey DH, Williams MC et al. (2005) Susceptibility of a polycaprolactone-based root canal filling material to degradation. I. Alkaline hydrolysis. *Journal of Endodontics* **31**,593-8.
20. Venturi M, Di Lenarda R, Breschi L (2006) An ex vivo comparison of three different gutta-percha cones when compacted at different temperatures: rheological considerations in relation to the filling of lateral canals. *International Endodontics Journal* **39**,648-56.
21. Wu M- K, Kastáková A, Wesselink PR (2001) Quality of cold and warm gutta-percha fillings in mandibular premolars. *International Endodontics Journal* **34**,485-91.

Análise da resistência de união da guta-percha e Resilon® aos
diferentes cimentos endodônticos



CAPÍTULO 2

O Artigo será submetido ao Journal of Endodontics

CAPITULO 2

Análise da resistência de união da guta-percha e Resilon® a diferentes cimentos endodônticos

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar a resistência de união de três materiais obturadores sólidos de canais radiculares à diferentes cimentos endodônticos. Foram confeccionados 120 discos (6,0 X 2,5 mm), divididos em 3 grupos experimentais: guta-percha convencional (CGP), guta-percha termoplástica (TGP) e Resilon (RE). Os corpos-de-prova foram subdivididos aleatoriamente em 4 subgrupos de acordo com o cimento obturador a ser avaliado: AH Plus (AHP), cimento à base de óxido de zinco e eugenol - Endofill (EDF), cimento à base de resina epóxi - Sealer 26 (S26) e cimento à base de resina metacrilato - Epiphany SE (ESE). Cilindros metálicos (6,0 X 10,0 mm) preenchidos com cimento foram posicionados sobre o centro do disco de material obturador. A resistência de união foi avaliada por meio de teste de tração (0,5mm/min) em máquina de ensaios mecânicos. A resistência máxima à tração foi expressa em MPa. Os dados foram submetidos à ANOVA e Tukey, ambos com significância de 5%. Os discos de CGP produziram maiores valores de resistência de união para os cimentos ESE, S26 e AHP ($p < 0,05$). Para os discos de TGP, AHP apresentou o maior valor de resistência de união e EDF o menor ($P < 0,05$). Observando os corpos-de-prova de RE, o maior valor de resistência de união ocorreu com ESE e o menor com EDF ($P < 0,05$). Os diferentes materiais apresentaram diferentes valores de resistência de união em relação aos cimentos avaliados. O AH Plus e o Epiphany SE apresentaram maior união à guta-percha e ao Resilon, respectivamente.

Palavras chaves: Adesividade, guta-percha, Resilon, cimento endodôntico.

INTRODUÇÃO

A adesividade do material obturador é representada pela capacidade de união dos cones de guta-percha entre si e destes com as paredes dentinárias do canal radicular propiciando um meio cimentante (1). A introdução da tecnologia adesiva em endodontia tem conduzido ao desenvolvimento de materiais com esta propriedade a fim de promover redução da infiltração marginal apical e coronária (2).

Baseado nesse objetivo, o sistema de obturação Resilon® – Epiphany® (Pentron, Wallingford, CT, EUA) visa adesão entre o cimento endodôntico resinoso, o material sólido de obturação (Resilon) e as paredes dos canais radiculares. O Resilon é constituído por polímero sintético termoplástico, apresentando características similares à guta-percha. A capacidade dos cones de Resilon® em reagir com o cimento Epiphany® formando um único composto de material obturador tem sido demonstrada (3-5), assim como questionada em outros estudos (2,6,7). Atualmente o cimento denominado Epiphany SE é preconizado sem a necessidade da aplicação de Primer nas paredes dos canais radiculares previamente à obturação.

A uniao da guta-percha e Resilon aos cimentos endodônticos têm sido estudada. Souza-Neto et al., em 2008, avaliaram a resistência de união dos cimentos endodônticos associados aos cones de Resilon® e guta-percha, concluindo que a associação do cimento Epiphany® aos cones de guta-

percha favoreceu a adesividade às paredes do canal radicular (8). No entanto, De Deus et al. (7) observaram maior resistência de união do cimento AH Plus® à guta-percha que em comparação às associações Resilon/Epiphany® e Resilon/Epiphany SE®.

Alguns cones de guta-percha apresentam na composição maior quantidade de guta-percha, a fim de melhorar suas propriedades termoplásticas (9). Essas diferentes formulações de guta-percha poderiam influenciar suas propriedades adesivas. Dessa forma, o objetivo deste estudo consiste na avaliação da resistência de união da guta-percha e Resilon® aos diferentes cimentos endodônticos.

MATERIAIS E MÉTODOS

A análise da resistência de uniao foi realizada a partir das combinações entre os materiais guta percha convencional (CGP), guta-percha Termoplástica (TGP) e cones Resilon® (RE) e os seguintes cimentos endodônticos: AH Plus® (AHP), EndoFill® (EDF), Epiphany® self etch (ESE) e Sealer 26® (S26) (Tabela 1.).

Tabela 1–Procedência dos materiais sólidos de obturação e cimentos endodônticos

Material	Fabricante
CGP	Endpoints Indústria E Comércio Ltda. Paraíba do Sul- RJ, Brasil.
TGP	Endpoints Indústria E Comércio Ltda. Paraíba do Sul- RJ, Brasil.
RE	Pentron Clinical Technologies, Wallingford, PT, USA
AHP	Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland
EDF	Dentsply Indústria e Comércio Ltda., Petrópolis, RJ, Brasil.
S26	Dentsply Indústria e Comércio Ltda., Petrópolis, RJ, Brasil.
ESE	Pentron Clinical Technologies, Wallingford, PT, USA

Corpos de prova

Foram confeccionados 40 corpos de prova para cada material sólido. Para isso, os diferentes tipos de guta-percha e os cones Resilon[®] foram imersos em água aquecida a 70 °C por 60 segundos em aparelho plastificador de godiva (Righetto e Cia., Campinas, SP, Brasil).

Em seguida, o material foi colocado no interior de dispositivos cônicos de 6 mm de diâmetro superior, 10 mm de diâmetro inferior e 2.5 mm de altura, sendo prensado entre duas placas de vidro com força controlada e constante de 5,0 N, durante 1 minuto.

Após remoção do excesso de material, os corpos de prova foram divididos aleatoriamente em 4 subgrupos (n=10) determinados pelo cimento endodôntico a ser empregado durante o teste de resistência de união.

Em seguida os cilindros foram posicionados sobre o corpo-de-prova e unidos com cera.

Para o preparo do cimento AH Plus[®] foi utilizada proporção de partes iguais da pasta A e da pasta B. Para o cimento Endofill[®] foi utilizada proporção 1.0 g de pó/ 0.2 mL de líquido (10). O cimento Sealer 26 foi manipulado na proporção de 2.0 g de pó para 1.1 g de resina (11). O Epiphany[®] SE foi preparado de acordo com o fabricante. Os cimentos endodônticos, foram manipulados e levados ao interior de cilindros de alumínio com 10 mm de altura por 6 mm de diâmetro interno e com alça lateral móvel superior, até o completo preenchimento.

A cada camada (2,0 mm) de cimento Epiphany SE inserida no cilindro foi aplicada a luz halógena (Ultralux – Dabi Atlante, Ribeirão Preto, SP, Brasil) por 40 segundos para a fotopolimerização do material (12).

B. Teste de adesividade

Os corpos-de-prova foram colocados em estufa a 37 °C e umidade relativa de 95%, por um período de 48 horas. Em seguida, a alça móvel do cilindro foi acoplada à Máquina de Ensaio Mecânicos EMIC DL 2000 (EMIC Equipamentos e Sistemas de Ensaio LTDA, São José dos Pinhais, PR, Brasil) para a aplicação da força de tração com velocidade constante de 0.5 mm/min., até o desprendimento total do cilindro (Figura 1). O programa de controle utilizado foi o Tesc versão 3.04. A resistência máxima à tração necessária para o rompimento foi obtida em MPa.

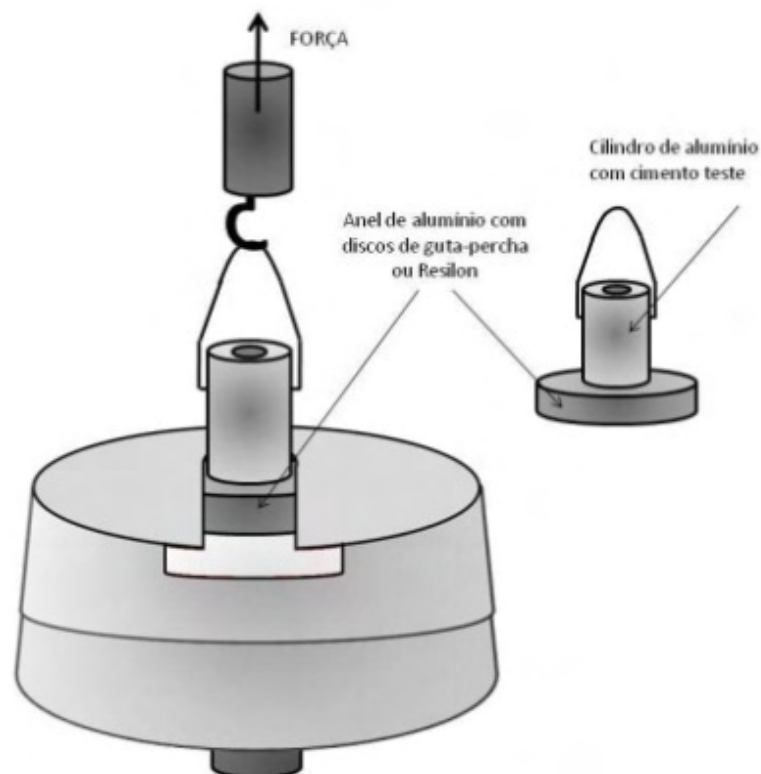


Figura 1 – Esquema representativo do ensaio mecânico de resistência de união.

Os resultados foram submetidos ao teste de normalidade para verificar a distribuição dos dados amostrais. Foi utilizada análise de variância, complementada pelo teste de Tukey, ambos com nível de significância de 5%, para comparação das médias duas a duas.

RESULTADOS

As médias e desvio padrão obtidas após o teste de tração dos diferentes grupos experimentais estão apresentados a seguir na Tabela 2.

Os resultados demonstraram que entre os grupos analisados a maior média de resistência de uniao corresponde à união do cone de Resilon® e o cimento Epiphany SE® ($P < 0.05$). As combinações CGP/ESSE, CGP/S26 e CGP/AHP produziram valores superiores de resistência de uniao ($p < 0,05$) em relação à combinação CGP/EDF. Para TGP, AHP apresentou o maior valor ($p < 0,05$) de resistência de uniao seguido por S26 e ESSE, que apresentaram valores estatisticamente semelhantes entre si ($p < 0,05$). Não houve diferença ($p < 0,05$) entre EDF e S26. Observando os corpos-de-prova de RE, o maior valor de resistência de união ocorreu com ESE e o menor com EDF ($P < 0,05$). Os menores valores de adesão ocorreram para o cimento Endofill ($P < 0.05$).

Tabela 2 – Médias (MPa) e desvios-padrão de resistência de uniao para as diferentes condições experimentais.

MATERIAL	CGP	TGP	RE
AH PLUS	1.60 ($\pm$ 0.45) A,a	1.70 ($\pm$ 0.43) A,a	1.50 ($\pm$ 0.54) B,a
ENDOFILL	0.63 ($\pm$ 0.11) B,a	0.64 ($\pm$ 0.20) C,a	0.27 ($\pm$ 0.15) C,b
SEALER 26	1.61 ($\pm$ 0.43) A,a	0.78 ($\pm$ 0.36) BC,b	1.38 ($\pm$ 0.31) B,a
EPIPHANY SE	1.34 ($\pm$ 0.57) A,b	1.04 ($\pm$ 0.09) B,b	3.51 ($\pm$ 0.29) A,a

Letras maiúsculas iguais, no sentido vertical, e letras minúsculas iguais, no sentido horizontal, indicam valores de médias estatisticamente semelhantes entre si ($P > 0.05$).

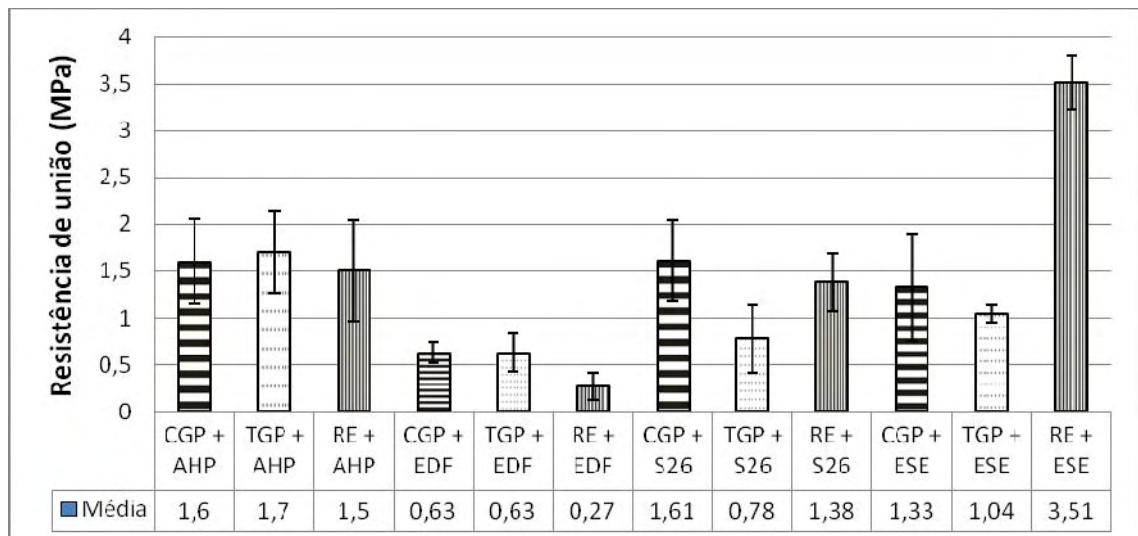


Figura 2 – Médias (MPa) para o teste de resistência de união por tração para gutta-percha e Resilon

DISCUSSÃO

O processo pelo qual duas superfícies de composições químicas diferentes se unem por força de atração, sejam elas físicas, químicas, ou mecânicas, é definido como adesão (13).

Os testes Push-out e de resistência de união ao cisalhamento têm sido usados como metodologias para a avaliação da adesão do cimento endodôntico à dentina e gutta-percha (14). Tendo em vista o objetivo de análise da adesividade dos materiais obturadores endodônticos sólidos (gutta-percha e Resilon) aos cimentos endodônticos, a metodologia utilizada no presente estudo possibilita o contato direto somente do material sólido e o cimento endodôntico, eliminando fatores interferentes.

Os resultados deste estudo demonstram dentre os cimentos avaliados maior adesividade para os cimentos Epiphany SE, AH Plus e Sealer 26 em relação ao cimento Endofill, à base de óxido de zinco e eugenol. Esses resultados concordam com Lee et al. (15) que avaliaram a adesão dos cimentos Kerr Pulp Canal Sealer, Sealapex, AH 26 e Ketac-Endo, sobre a superfície da guta-percha, observando que o cimento à base de resina epóxi, AH 26 apresenta maior adesão à guta-percha em relação ao cimento à base de óxido de zinco e eugenol. Os cimentos avaliados AH Plus e Sealer 26 também são à base de resina epóxi. Nossos resultados também estão de acordo com os encontrados por Skidmore et al. (16), no qual observou-se que a adesividade do sistema Resilon/Epiphany (1.51 ± 1.22 MPa) foi superior àquela da associação guta-percha/Kerr Pulp Canal Sealer (0.66 ± 0.39 MPa). Além disso, os resultados concordam com Tagger et al. (17) que analisaram a adesão à guta-percha dos cimentos CRCS, Apexit, PCS[®], Ketac-Endo[®], Bioseal[®], AH 26[®] e Sealer 26[®], observando que os cimentos resinosos Sealer 26 e AH 26 mostraram maior força adesiva à guta-percha. O cimento epóxi AH Plus demonstrou bons resultados de adesão à guta-percha, semelhantes aos resultados do presente estudo.

A capacidade de adesão dos cones de Resilon[®] em relação ao cimento Epiphany foi demonstrada em alguns estudos (3-5). Entretanto Gogos et al. (18) sugeriram que maior efetividade pode ser obtida pela combinação do Resilon com o cimento à base de resina epóxi ao invés do cimento Epiphany, após observarem maior adesividade entre Resilon e AH 26 em relação à associação Resilon e Epiphany.

Embora outros estudos tenham observado que a associação da guta-percha ao AH Plus promove melhor adesão quando comparada àquela do Resilon ao Epiphany

(19-21), destacamos que no presente estudo o cimento estudado foi o Epiphany SE. Esse material produziu maior força adesiva em relação ao Resilon em comparação à associação gutta-percha e AHPlus. Além disso, a metodologia estudada utilizou teste de tração, colocando em contato apenas o material sólido e o cimento endodôntico, diferente do que ocorreu nos demais estudos (19-21).

Considerando os materiais obturadores sólidos, o Resilon proporcionou o maior valor de adesão, em especial, quando associado ao Epiphany SE. Nossos resultados são diferentes dos observados por De Deus et al., que avaliaram a força de adesão produzida pelo Epiphany[®] e Epiphany SE[®] no canal radicular, incluindo a análise do cimento AH Plus[®] e gutta-percha. Esses autores encontraram maior adesão para a combinação da gutta-percha/ AH Plus. Entre os cimentos Epiphany e Epiphany SE, observaram que a versão autocondicionante produziu valores estatisticamente semelhantes em relação à convencional (7). Cabe ressaltar que os diferentes resultados podem estar relacionados à metodologia aplicada. No presente estudo, a metodologia para a análise da adesividade foi realizada por meio do teste de tração, colocando-se em contato direto os materiais avaliados. Em contrapartida, no estudo de De Deus et al. (7), a força de adesão dos materiais obturadores foi avaliada por meio de teste push-out, em relação à parede dentinária.

Os resultados deste estudo demonstram de forma geral adesividade do Resilon em relação à gutta-percha termoplástica foi superior nas associações com S26 e ESE. É importante ressaltar que a gutta-percha pode apresentar diferenças nas composições e conseqüentemente suas propriedades, tais como radiopacidade, solubilidade e a adesividade, podem ser influenciadas. Dessa forma, as

quantidades de massa inorgânica adicionadas ao material, bem como as alterações térmicas induzidas durante a fabricação dos cones podem afetar suas propriedades (22, 23, 09). A menor adesividade observada para a guta-percha termoplástica pode estar relacionada à maior plasticidade deste tipo de guta-percha. Essa guta-percha, visando melhora na propriedade de termoplastificação, apresenta maior quantidade de guta-percha na composição em relação à guta-percha convencional. Dessa forma, sua termoplasticidade é maior que na guta-percha convencional (24), sugerindo que a menor resistência mecânica poderia influenciar em sua adesividade em relação à guta-percha convencional. Contudo, que o Resilon, apesar de excelente termoplastificação (24) apresentou maior adesividade, possivelmente em função da união química de seus componentes resinosos.

Diferentes cimentos endodônticos apresentam comportamento adesivo diferenciado em relação à guta-percha e Resilon. Os maiores valores de união foram encontrados para união AH Plus/guta-percha e Epiphany SE/Resilon. A adesividade observada para a associação Resilon/Epiphany SE cria perspectivas promissoras para o seu uso em Endodontia.

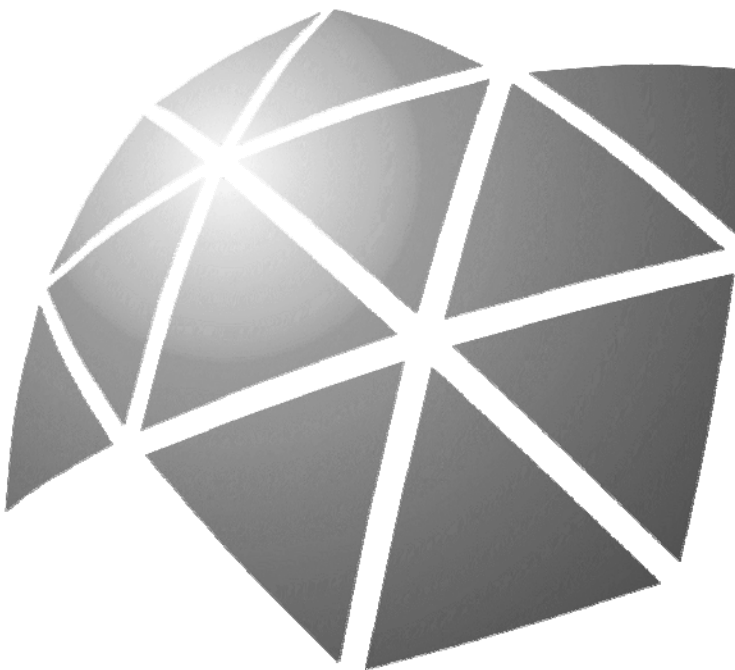
REFERÊNCIAS

1. Sousa-Neto MD, Coelho FI, Marchesan MA, Alfredo E, Silva-Sousa YTC. In vitro study of the adhesion of an epoxy based sealer to human dentine submitted to irradiation with Er:YAG and Nd: YAD lasers. *Int Endod J* 2005; 32:866-70.
2. Tay FR, Loushine RJ, Weller RN, Kimbrough WF, Pashley DH, Mark YF, Lai CN, Raina R, Williams MC. Ultrastructural evaluation of the apical seal in roots filled with a polycaprolactone – based root canal filling material. *J Endod* 2005; 31:514-9.
3. Teixeira FB, Teixeira EC, Thompson JY, Trope M. Fracture resistance of roots endodontically treated a new resin filling materials. *JADA* 2004; 135:646-52.
4. Shipper G, Orstavik D, Teixeira FB, Trope M. Na evaluation of microbial leakage in roots filled with a thermoplastic synthetic polymer-based root canal filling material (Resilon) *J Endod* 2004; 30:342-7.
5. De Oliveira DP, Barbizam JVB, Trope M, Teixeira FB. Comparison between gutta-percha and resilon removal using two different techniques in endodontic retreatment. *J Endod* 2006; 32:362-4.
6. Gesi A, Raffaelli O, Goracci C, Pashley DH, Tay FR, Ferrari M. Interfacial strength of Resilon and gutta-percha to intraradicular dentin. *J Endod* 2005; 31:809-13.
7. De-Deus G, Di Giorgi K, Fidel S, Fidel RAS, Paciornik S. Push-out bond strength of Resilon/Epiphany and Resilon/Epiphany self-etch to root dentin. *J Endod*. 2009; 35:1048-50.
8. Sousa-Neto MD, Rached Junior FA, Gariba-Silva R, Pécora JD, Silva-Souza YTC. Bond strength of endodontic sealers associated to resin and gutta-percha point. *ROBRAC* 2008; 17:22-31.

9. Gurgel-Filho ED, Andrade Feitosa JP, Teixeira FB, Monteiro de Paula RC, Araújo Silva JB, Souza Filho FJ. Chemical and X-ray analyses of five brands of dental gutta-percha cone. *Int Endod J* 2003; 36:302-7.
10. Sousa-Neto MD, Guimarães LF, Saquy PC, Pécora JD. Effect of different grades of gum rosins and hydrogenated resins on the solubility, disintegration, and dimensional alterations of Grossman cement. *J Endod* 1999; 25:477– 80.
11. Duarte MA, Demarchi AC, Giaxa MH, Kuga MC, Fraga SC, de Souza LC. Evaluation of pH and calcium ion release of three root canal sealers. *J Endod* 2000; 26:389-90
12. Nagas E, Altundasar E, Seper A. The effect of master point taper on bond strength and apical sealing ability of different root canal sealers. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2009; 107: 61-4.
13. Erickson RL. Surface interactions of dental adhesive materials. *Oper Dent*. 1992; 5:81-94.
14. Teixeira CS, Alfredo E, Thomé LHC, Gariba-Silva R, Silva-Sousa YTC, Sousa-Neto MD. Adhesion of endodontic sealer to dentin and gutta-percha shear and push-out bond strength measurements and SEM abalysis. *J Appl Oral Sci* 2009; 17:129-35.
15. Lee KW, Williams MC, Camps JJ, Pashley DH. Adhesion of endodontic sealers to dentin and gutta-percha. *J Endod* 2002; 28:684-8.
16. Skidmore LJ, Berzins DW, Bahcall JK. An in vitro comparison of the intraradicular dentin bond strength of Resilon and gutta-percha. *J Endod*. 2006; 32:963-6.

17. Tagger M, Tagger E, Tjan AH, Bakland LK. Shearing bond strength of endodontic sealers to gutta-percha. *J Endod* 2003; 29:191-3.
18. . Gogos C, Theodorou V, Economides N, Beltes P, Kolokouris I. Shear bond strength of AH-26 and Epiphany to composite resin and Resilon. *J Endod*. 2008; 34:1385-7.
19. Ungor M, Onay EO, 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*. 2006; 39:643-7.
20. Sly MM, Moore BK, Platt JA, Brown CE. Push-out bond strength of a new endodontic obturation system (Resilon/Epiphany). *J Endod*. 2007; 33:160-2.
21. Fisher MA, Berzins DW, Bahcall JK. An in vitro comparison of bond strength of various obturation materials to root canal dentin using a push-out test design. *J Endod*. 2007; 33:856-8.
22. Marciano J, Michailesco P, Charpentier E, Carrera LC, Abadie MJM. Thermomechanical alalysis of dental gutta-percha. *J Endod* 1992; 18:263-70.
23. Combe EC, Cohen BD, Cummings K. Alpha- e beta-forms of gutta-percha in products for root canal filling. *Int Endod J* 2001; 34:447-51.
24. Tanomaru-Filho M, Silveira GF, Tanomaru JMG, Bier CAS. Evaluation of the thermoplasticity of different gutta-percha cones and Resilon. *Australian J* 2007; 33:23-6.

Resistência de união da guta-percha Obtura II® e Resilon® aos cimentos AH Plus® e Epiphany SE®.



CAPÍTULO 3

O Artigo será submetido ao Journal of Endodontics

CAPÍTULO 3

Resistência de união da guta-percha Obtura II® e Resilon® aos cimentos AH Plus® e Epiphany SE®.

RESUMO

Objetivo: Analisar a adesividade da guta-percha do Sistema Obtura II® (OBT) e Resilon® (RE) em relação aos cimentos AH Plus® (AHP) e Epiphany SE® (ESE). **Metodologia:** Foram confeccionados 10 corpos-de-prova com dimensões padronizadas (6,0 mm de diâmetro por 2,5 mm de altura) para cada material sólido avaliado. Os cimentos foram inseridos em cilindros de alumínio (6,0mm de diâmetro por 10 mm de altura) posicionados sobre os discos de OBT ou RE. Dessa forma, os corpos-de-prova foram divididos em 4 grupos: grupo 1 (OBT + AHP); grupo 2 (OBT + ESE); grupo 3 (RE + AHP) e grupo 4 (RE + ESE). Foi realizado o ensaio mecânico de resistência de união por meio de tração aplicada em Máquina de Ensaio Mecânicos, na velocidade de 0,5 mm/min. **Resultados:** Os resultados obtidos (MPa) foram submetidos à ANOVA e Tukey ($\alpha=0,05$). Os materiais puderam ser agrupados de acordo com a seguinte desigualdade: Grupo 4 ($3,51\pm0,29$) > Grupo 1 ($2,29\pm0,32$) > Grupo3 ($1,50\pm0,54$) > Grupo2 ($0,73\pm0,18$) ($p<0,05$). **Conclusão:** o Sistema Resilon/Epiphany SE® apresenta maior resistência adesiva e os menores valores ocorrem para a associação Obtura/Epiphany SE.

Palavras chaves: AH Plus, Epiphany SE, Adesividade, Obtura II e Resilon.

INTRODUÇÃO

A associação guta-percha e cimento endodôntico tem sido o padrão nas técnicas de obturação dos canais radiculares (1-3). No entanto, tem sido demonstrada a falta de adesão da guta-percha aos cimentos endodônticos (4,5).

As técnicas de obturação termoinjetáveis, como o Sistema Obtura II, utilizam injeção de guta-percha aquecida, visando o selamento tridimensional do sistema de canais radiculares. A guta-percha para o Sistema Obtura é usada em bastão, sendo injetada nos canais radiculares após aquecimento. A técnica tem demonstrado boa capacidade de selamento e preenchimento de canais laterais simulados em dentes humanos extraídos (6,7).

A formação de um bloco único entre a guta-percha e o cimento endodôntico é dificultada pela falta de união entre os diferentes materiais (2,8,9). A propriedade de adesividade da guta-percha utilizada em técnicas de obturação termoinjetáveis tem sido pouco estudada.

A introdução do Resilon (Resilon Research LLC, Madison, CT, USA) como alternativa à guta-percha ocorreu com o objetivo de aumentar a adesão entre os materiais obturadores e destes à dentina (9,10). O Resilon é um polímero termoplástico indicado para uso em associação ao cimento resinoso Epiphany (Pentron Clinical Technologies, Wallingford, CT, USA). Atualmente, o cimento é usado sem necessidade prévia do primer, sendo denominado Epiphany SE. Além da guta-percha, tem sido proposta a utilização do Resilon para obturação termoinjetável pelo Sistema Obtura.

Dessa forma, diferentes associações de materiais obturadores podem ser usadas para o Sistema Obtura. Kececi

et al. (11) avaliaram as associações de guta-percha e Resilon com os cimentos endodônticos AH Plus e Epiphany, nas técnicas de obturação por condensação lateral, System B e Obtura II, demonstrando maior capacidade seladora para a associação Resilon/AH Plus/condensação lateral. Ureyen Kaya et al. (12) estudaram associações de materiais e técnicas semelhantes ao estudo anterior (11) para análise da força adesiva entre os materiais e as paredes do canal radicular, demonstrando que a associação Resilon/Epiphany apresentou menor adesão que a associação guta-percha/cimento endodôntico convencional. Cabe ressaltar que estes estudos (11,12) foram realizados com o cimento Epiphany, recentemente substituído pelo cimento autocondicionante Epiphany SE.

Assim, o objetivo desse estudo foi avaliar a adesividade da guta-percha do Sistema Obtura II® e Resilon® aos cimentos endodônticos AH Plus e Epiphany SE, por meio do ensaio mecânico de resistência de união à tração.

MATERIAIS E MÉTODOS

A análise de adesão foi realizada entre os materiais guta-percha Obtura II® regular (OBT, Obtura Corporation, Fenton, MO, USA) e Resilon (RE, Pentron Clinical Technologies, Wallingford, PT, USA) e os cimentos AH Plus® (AHP, Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) e Epiphany® Self Etch (ESE, Pentron Clinical Technologies, Wallingford, PT, USA).

Foram confeccionados 10 corpos-de-prova para cada grupo: OB/AHP, OB/ESE, RE/AHP, RE/ESE. Para a confecção dos corpos-de-prova, cones metálicos com 6 mm de diâmetro

superior, 10 mm de diâmetro inferior e 2,5 mm de altura foram preenchidos por guta-percha bastão Obtura II® ou Resilon. Para isso, estes materiais foram imersos em água na temperatura de 70°C por 60 segundos em aparelho plastificador de godiva (Righetto e Cia., Campinas, SP, Brasil). Em seguida, o material aquecido foi colocado no interior do cone metálico, proporcionando a obtenção de amostras nas medidas descritas, por meio da prensagem entre duas placas de vidro, com força constante de 5,0 N, durante 1 minuto. O excesso de material do escoado foi removido e suas dimensões constatadas.

Em seguida os cilindros foram posicionados sobre o corpo-de-prova e unidos com cera.

Os cimentos endodônticos estudados foram utilizados nas proporções segundo instruções dos fabricantes. Os materiais foram preparados em quantidades suficientes para o preenchimento dos cilindros de alumínio, com 10 mm de altura e 6,0 mm de diâmetro interno, que apresentavam alça lateral móvel de fio de aço inoxidável (Figura1).

Ensaio Mecânico de Resistência de união

Previamente à realização dos ensaios mecânicos, cada cilindro preenchido com o cimento a ser avaliado foi colocado em estufa a 37 °C e umidade relativa de 95%, por um período de 48 horas.

Em seguida, a alça móvel do cilindro foi conectada a Máquina de Ensaio Mecânicos EMIC DL 2000 (EMIC Equipamentos e Sistemas de Ensaio LTDA, São José dos Pinhais, PR, Brasil) para a aplicação de força de tração, com velocidade de 0.5 mm/min., até a ocorrência do desprendimento dos materiais (Figura 1).

A resistência máxima à tração necessária para o rompimento foi obtida em MegaPascal (MPa), sendo os dados submetidos à ANOVA e ao teste de Tukey, ambos com significância de 5%.

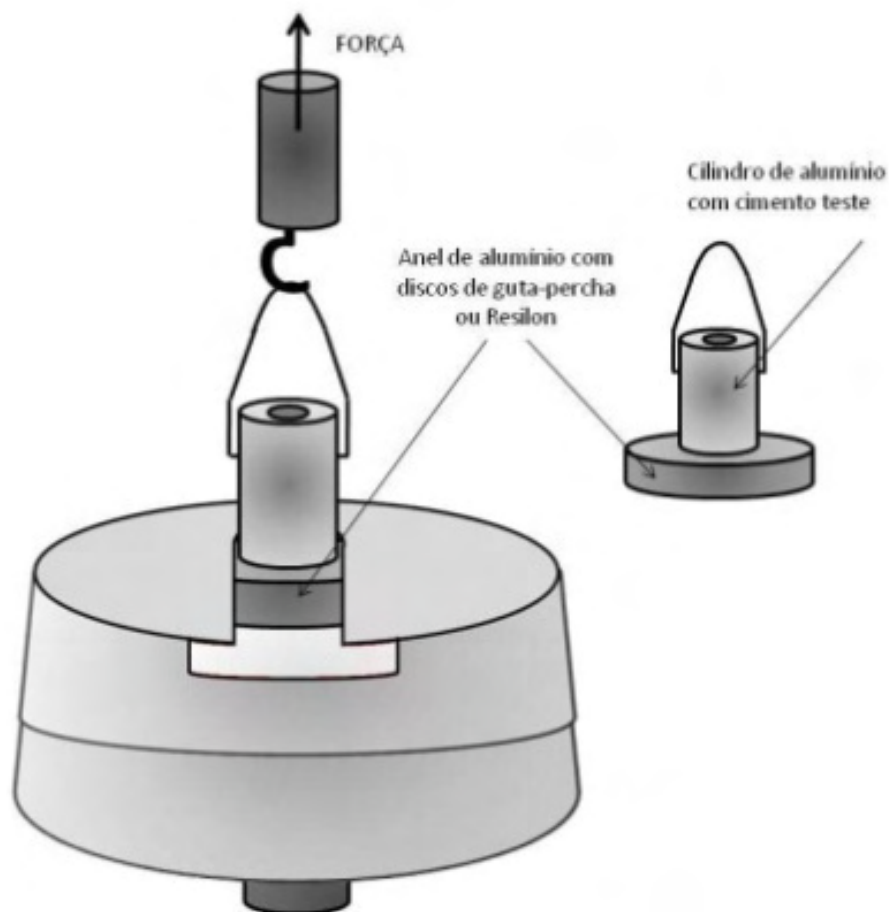


Figura 1. – Esquema representativo do teste de adesividade.

RESULTADOS

As médias e desvios-padrão obtidas após o teste de resistência de união à tração estão apresentados na Tabela 1.

A maior média da adesividade corresponde à união do Resilon® ao cimento Epiphany SE® ($p < 0,05$) em relação aos demais grupos avaliados. Em seguida, seguem os resultados da associação OBT/AHP e RE/AHP, respectivamente. A associação com menor valor de adesão foi a do Obtura II com o cimento Epiphany SE® ($p < 0,05$).

Tabela 1 – Médias e desvios-padrão (MPa) para a adesividade nas diferentes combinações entre materiais.

MATERIAIS	OBTURA II	RE
AH PLUS	2,29 ($\pm 0,32$) ^b	1,50 ($\pm 0,54$) ^c
EPIPHANY SE	0,73 ($\pm 0,18$) ^d	3,51 ($\pm 0,29$) ^a

Letras diferentes representam diferenças estatísticas significantes entre os grupos ($p \leq 0,05$).

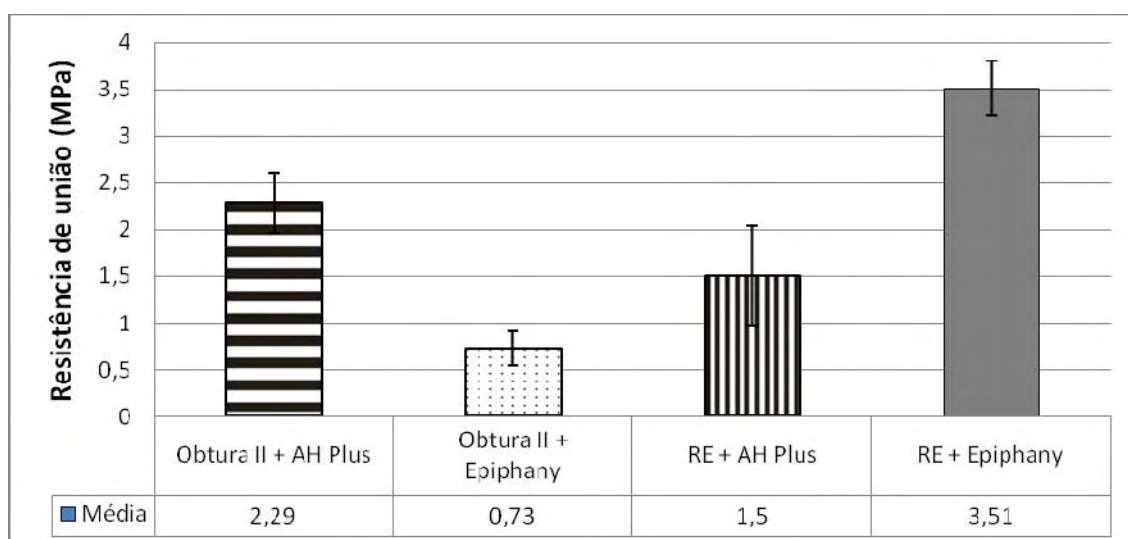


Figura 2 – Médias (MPa) e desvios-padrão de resistência de união à tração para Obtura II® e Resilon® associada a diferentes cimentos endodônticos. ($p < 0,05$).

DISCUSSÃO

A adesividade do material obturador significa a sua capacidade de união entre si e destes com as paredes dentinárias do canal radicular, propiciando um meio cimentante (13). O processo pelo qual duas superfícies de composições químicas diferentes se unem por força de atração, sejam elas físicas, químicas, ou mecânicas, é definido como adesão (14).

A guta-percha do sistema Obtura II utilizada neste estudo foi do tipo regular. Karabucak et al. (6) utilizaram a guta-percha Obtura flow, com maior capacidade de plastificação para avaliação da capacidade de preenchimento de canais laterais simulados.

Como alternativa ao uso da guta-percha no Sistema Obtura II tem sido proposto o Resilon, em função de propriedades termoplásticas (9,15). Tanomaru-Filho et al 2007 (16) avaliaram a termoplastificação de diferentes cones de guta-percha e Resilon®, observando que o Resilon® apresentou termoplastificação significativamente maior em relação às guta-perchas convencional e termoplástica.

Os resultados obtidos no presente estudo demonstram maior adesão para a associação Resilon/Epiphany SE®. Esse resultado sugere a ocorrência de união química entre eles, diferentemente do que ocorre com os outros materiais analisados. Skidmore et al. (17) observaram que a maior média para a adesividade foi para o sistema Resilon/Epiphany em relação à associação guta-percha/Kerr Pulp Canal Sealer.

Destaca-se que no presente estudo o cimento estudado foi o Epiphany SE, demonstrando na associação ao Resilon maior força adesiva que a associação guta-percha

Obtura/AHPlus. Poucos estudos relatam a capacidade de adesão do cimento Epiphany SE. Nossos resultados são diferentes daqueles observados por De Deus et al., que avaliaram por meio de push-out, a força de adesão produzida pelo Epiphany® e Epiphany SE® em relação à parede do canal radicular. Esses autores encontraram maior adesão para união da gutapercha/ AH Plus (7).

Com relação a gutapercha do Sistema Obtura, melhor adesão foi observada em associação ao AH Plus, embora com resultado inferior ao obtido pelo Resilon/Epiphany. Outros autores observaram que a gutapercha apresenta adesão satisfatória ao AH Plus, concordando com Ureyen et al.(12), que observaram que a força adesiva da associação da gutapercha/AH Plus foi superior quando comparada à associação Resilon/Epiphany. Além disso, Fisher et al. (18) observaram que a força adesiva dos cimentos à base de resina de metacrilato foram menores em relação aos canais obturados com gutapercha/AH Plus. Semelhantemente, Gesi et al. (19) compararam a força adesiva do Resilon/Epiphany e gutapercha/AH Plus e concluíram que a união do Resilon/Epiphany foi inferior à da gutapercha/AH Plus.

Fisher et al. (18), compararam a força adesiva do Resilon/Epiphany® com a gutapercha e diferentes cimentos, mostrando que a força de união da associação gutapercha/AH Plus® possui maiores valores que o sistema Resilon/Epiphany®. No entanto, no presente estudo foi utilizada a versão autocondicionante do cimento, denominada Epiphany SE.

Na sequência de resultados, observamos a associação Resilon/AH Plus. Resultados similares foram observados por Ungor et al. (20), no qual a associação Resilon/AH Plus

apresentou adesão inferior à combinação AH Plus/guta-percha.

A menor adesão foi observada para a associação Epiphany SE[®]/Obtura sugerindo que a melhor adesão do Epiphany SE[®]/Resilon[®] deve estar relacionada à adesão química entre os materiais, o que não ocorre entre o cimento e a guta-percha Obtura II[®]. Da mesma forma, Ureyen et al. (12) observaram menor valor de adesividade, utilizando o Sistema Obtura II, para a associação guta-percha/Epiphany quando comparada à combinação do sistema Resilon/Epiphany.

A associação Epiphany SE[®]/Resilon[®] apresenta maior adesividade em relação à outras associações, mostrando-se alternativa viável para o uso em Sistemas Termoplásticos como o Obtura II, por associar propriedades de termoplastificação e adesividade.

REFERÊNCIAS

1. Babb BR, Loushine RJ, Bryan TE, Ames JM. Bonding of self-adhesion (self-etching) root canal sealers to radicular dentin. *J Endod.* 2009; 35: 578-582.
2. De-Deus G, Di Giorgi K, Fidel S, Fidel RAS, Paciornik S. Push-out bond strength of Resilon/Epiphany and Resilon/Epiphany self-etch to root dentin. *J Endod.* 2009; 35:1048-50.
3. Onay EO, Ungor M, Ari H, Belli S, Ogus E. Push-out bond strength and SEM evaluation of new polymeric root canal fillings. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2009; 107:879-885.
4. Venturi M, Di Lenarda R, Breschi L. An ex vivo comparison of three different gutta-percha cones when compacted at different temperatures: rheological considerations in relation to the filling of lateral canals. *Int Endod J.* 2006; 39:648-56.
5. Vizgirda PJ, Liewehr FR, Patton WR, McPherson JC, Buxton TB. A comparison of laterally condensed gutta-percha, thermoplasticized gutta-percha, and mineral trioxide aggregate as root canal filling materials. *J Endod.* 2004; 30:103-6.
6. Karabucak B, Kim A, Chen V, Iqbal MK. The comparison of gutta-percha and Resilon penetration into lateral canals with different thermoplastic delivery systems. *J Endod.* 2008; 34:847-9.
7. Kaya BU, Kececi AD, Belli S. Evaluation of the sealing ability of gutta-percha and thermoplastic synthetic polymer-based systems along the root canals through the glucose penetration model. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2007; 104:66-73.
8. Saleh IM, Ruyter IE, Haapasalo PMP, Orstavik D. Adhesion of endodontic sealers: scanning electron microscopy and energy. *J Endod.* 2003; 29:595-601.
9. Shipper G, Orstavik D, Teixeira FB, Trope M. Na evaluation of microbial leakage in roots filled with a thermoplastic synthetic polymer-based root canal filling material (Resilon) *J Endod.* 2004; 30:342-7.

10. Teixeira FB, Teixeira EC, Thompson JY, Trope M. Fracture resistance of roots endodontically treated with a new resin filling material. *JADA*. 2004; 135:646-52.
11. Kececi AD, Kaya BU, Belli S. Corono-apical leakage of various root filling materials using two different penetration models--a 3-month study. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater*. 2010; 92:261-7.
12. Ureyen Kaya B, Keçeci AD, Orhan H, Belli S. Micropush-out bond strengths of gutta-percha versus thermoplastic synthetic polymer-based systems - an ex vivo study. *Int Endod J*. 2008; 41:211-8.
13. Sousa-Neto MD, Coelho FI, Marchesan MA, Alfredo E, Silva-Sousa YTC. In vitro study of the adhesion of an epoxy based sealer to human dentine submitted to irradiation with Er:YAG and Nd: YAG lasers. *Int Endod J*. 2005; 32:866-70.
14. Erickson RL. Surface interactions of dental adhesive materials. *Oper. Dent*. 1992; 5:81-94.
15. Tay FR, Loushine RJ, Weller RN, Kimbrough WF, Pashley DH, Mark YF, Lai CN, Raina R, Williams MC. Ultrastructural evaluation of the apical seal in roots filled with a polycaprolactone – based root canal filling material. *J Endod*. 2005; 31:514-9.
16. Tanomaru-Filho M, Silveira GF, Tanomaru JMG, Bier CAS. Evaluation of the thermoplasticity of different gutta-percha cones and Resilon. *Australian J*. 2007; 33:23-6.
17. Skidmore LJ, Berzins DW, Bahcall JK. An in vitro comparison of the intraradicular dentin bond strength of Resilon and gutta-percha. *J Endod*. 2006; 32:963-6.
18. Fisher MA, Berzins DW, Bahcall JK. An in vitro comparison of bond strength of various obturation materials to root canal dentin using a push-out test design. *J Endod*. 2007; 33:856-8.
19. Gesi A, Raffaelli O, Goracci C, Pashley DH, Tay FR, Ferrari M. Interfacial strength of Resilon and gutta-percha to intraradicular dentin. *J Endod*. 2005; 31:809-13.

20. Ungor M, Onay EO, 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*. 2006; 39:643-7.



CONSIDERAÇÕES FINAIS

CONSIDERAÇÕES FINAIS

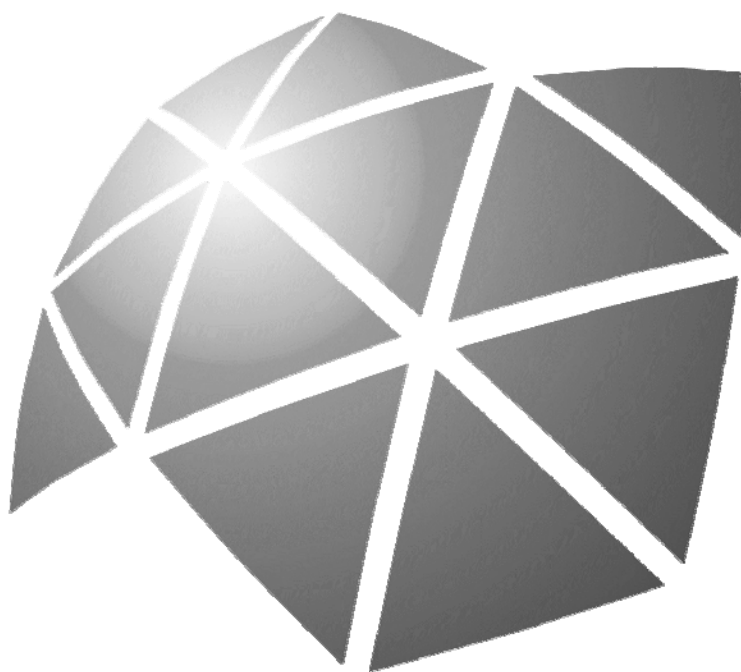
Muitas das técnicas de obturação relatadas na literatura são realizadas baseadas na propriedade de termoplastificação da guta-percha. Dessa forma, o conhecimento desta propriedade por meio de testes de fácil execução e reprodução torna-se importante.

Os resultados obtidos no estudo de termoplastificação dos materiais à base de guta-percha ou Resilon demonstraram diferenças significativas em função da variação de carga aplicada e temperatura para os diferentes materiais. Dessa forma, a aplicação de carga de 5,0 kg a uma temperatura de 70 °C proporcionou alterações mais significativas para todos os materiais, sendo a mais indicada para este tipo de teste em função da possibilidade de diferenciação de materiais com características diferentes de plastificação. Embora o Resilon tenha apresentado plastificação significativamente maior que os outros materiais à base de guta-percha, em parâmetros menores de temperatura e carga, a guta-percha demonstrou maior plastificação somente a 70 °C sob carga de 5,0 Kg. Estes dados contribuem para determinação de parâmetros que possibilitam testes de plastificação térmica de materiais obturadores com adequada possibilidade de diferenciação entre eles.

Quanto à adesividade de quatro cimentos (AH Plus, Endofill, Sealer 26 e Epiphany SE) à três tipos de materiais obturadores sólidos (guta-percha convencional, guta-percha termoplástica e Resilon), observamos que a associação Epiphany SE/Resilon apresenta melhor resistência de união. Os resultados com Epiphany SE, sobretudo em relação ao Resilon demonstram excelente adesão comparativamente à outras associações. Não são relatados estudos usando esta metodologia de resistência à tração para o Epiphany SE. A perspectiva de adesão entre o material sólido e cimento endodôntico parece ser novamente favorecida pela união química que deve ocorrer na associação Epiphany SE/Resilon.

Os cones de guta-percha e resinosos também podem ser apresentados em forma de bastão para serem aplicados no canal radicular pelo sistema de injeção termoplastificada. Esses materiais (guta-percha do Sistema Obtura II e Resilon) tiveram sua adesividade com os cimentos AH Plus e Epiphany SE avaliadas. Mais uma vez, a associação Resilon/Epiphany SE apresentou maiores valores de adesividade, seguida pela combinação Obtura/AH Plus. Nesse caso, a indicação da associação Resilon/Epiphany SE pode ser reforçada pelos aspectos de termoplastificação do Resilon e da adesividade entre esses materiais.

Os resultados deste estudo podem contribuir com o uso racional de técnicas e materiais obturadores a partir do conhecimento de suas propriedades. Contudo, essas propriedades devem ser confirmadas por outros estudos que possam associar as condições de utilização no sistema de canais radiculares, visando a utilização dos mesmos em condições semelhantes à de emprego clínico.

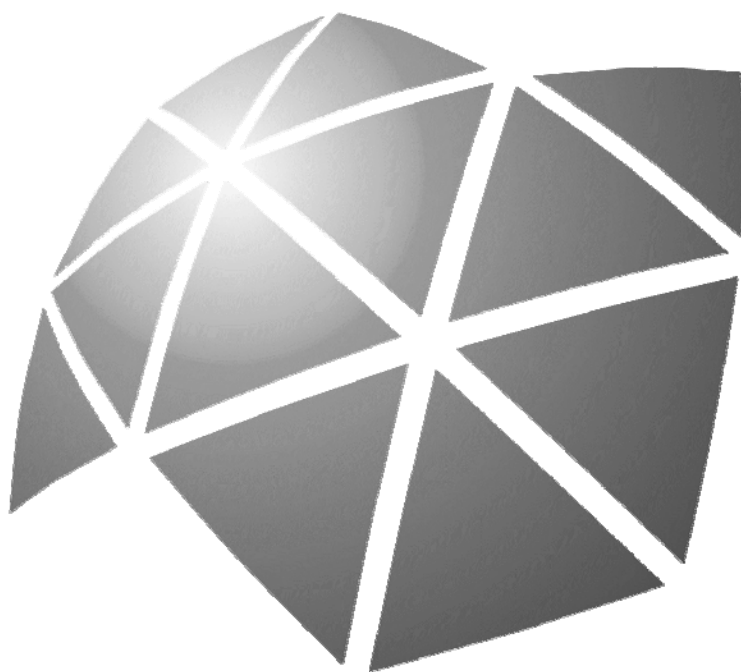


CONCLUSÃO

CONCLUSÃO

Considerando a metodologia empregada e os resultados obtidos nestes experimentos, podemos concluir que:

- Os cones de guta-percha e o Resilon requerem temperaturas e cargas diferentes para avaliação da termoplasticidade. Para todos os materiais a maior plastificação ocorreu na temperatura de 70 °C e massa de 5 kg, sendo esses parâmetros sugeridos para uso no método de avaliação da plasticidade materiais endodônticos.
- Materiais diferentes apresentam diferentes forças adesivas em relação aos cimentos. ESE apresenta maior adesão ao Resilon. A adesividade observada para essa associação cria boas perspectivas para o seu uso em Endodontia.
- De maneira geral, as diferentes combinações com Endofill produziram os menores valores de resistência de união.
- A associação do cimento Epiphany SE® e Resilon® apresenta maior adesividade em relação às outras associações, mostrando-se alternativa viável para o uso em Sistema Termoplásticos como o Obtura II, por associar termoplasticidade e adesividade.



REFERÊNCIAS

REFERÊNCIAS*

1. Deus QD de. Endodontia. 5 ed. Rio de Janeiro: Medsi; 1992. 695 p.
2. Deus G de, Di Giorgi K, Fidel S, Fidel RAS, Paciornik S. Push-out bond strength of Resilon/Epiphany and Resilon/Epiphany self-etch to root dentin. J Endod. 2009; 35: 1048-50.
3. Eldeniz AU, Erdemir A, Belli S. Shear bond strength of three resin based sealers to dentin with and without the smear layer. J Endod. 2005; 31: 293-6.
4. Gesi A, Raffaelli O, Goracci C, Pashley DH, Tay FR, Ferrari M. Interfacial strength of Resilon and gutta-percha to intraradicular dentin. J Endod. 2005; 31: 809-13.
5. Gurgel-Filho ED, Andrade FJP, Teixeira FB, Monteiro PRC, Araújo SJB, Souza Filho FJ. Chemical and X-ray analyses of five brands of dental gutta-percha cone. Int Endod J. 2003; 36: 302-7.
6. Karabucak B, Kim A, Chen V, Iqbal MK. The comparison of gutta-percha and Resilon penetration into lateral canals with different thermoplastic delivery systems. J Endod. 2008; 34: 847-9.
7. Kaya BU, Kececi AD, Belli S. Evaluation of the sealing ability of gutta-percha and thermoplastic synthetic polymer-based systems along the root canals through the glucose penetration model. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2007; 104: 66-73.
8. Kayaoglu G, Erten H, Alaçam T, Orstavik D. Short-term antibacterial activity of root canal sealers towaras Enterococcus faecalis. Int Endod J. 2005; 38: 483-8.

9. Patel JM. Obtenção dos canais radiculares definitivos

*De acordo com o estilo Vancouver. Disponível no site:

http://www.nlm.nih.gov/bsd/uniform_requirements.html

MR. Endodontia: Tratamento de canais radiculares.

- Princípios técnicos e biológicos. São Paulo: Artes Médicas; 2005. p.1049-62.
10. Maniglia-Ferreira C, Bonecker G, Silva Jr JB, Paula RC, Feitosa JP, Souza-Filho FJ. Degradation of trans-polyisoprene after root filling with thermoplasticized techniques. *Int Endod J*. 2008; 41: 296-302.
 11. Marciano J, Michalesco P, Charpentier E, Carrera LC, Abadie MJM. Thermomechanical analysis of dental gutta-percha. *J Endod*. 1992; 18: 263-70.
 12. Oliveira DP de, Barbizam JVB, Trope M, Teixeira FB. Comparison between gutta-percha and resilon removal using two different techniques in endodontic retreatment. *J Endod*. 2006; 32: 362-4.
 13. Schafer E, Zandbiglari T. Solubility of root-canal sealers in water and artificial saliva. *Int Endod J*. 2003; 36: 660-9.
 14. Schroeder A. The impermeability of root canal filling material and first demonstration of new root filling materials. *SSO Schweiz Monatsschr Zahnheilkd*. 1954; 64: 921-31.
 15. Shipper G, Orstavik D, Teixeira FB, Trope M. An evaluation of microbial leakage in roots filled with a thermoplastic synthetic polymer-based root canal filling material (Resilon). *J Endod*. 2004; 30: 342-7.
 16. Sleder FS, Ludlow MO, Bohacek JR. Long-term sealing ability of a calcium hydroxide sealer. *J Endod*. 1991; 17: 541-3.
 17. Tanomaru-Filho M, Silveira GF, Tanomaru JMG, Bier CAS. Evaluation of the thermoplasticity of different gutta-percha cones and Resilon. *Australian Endod J*. 2007; 33: 23-6.
 18. Tay FR, Pashey DH, Williams MC, Raina R, Loushine RJ, Weller RN et al. Susceptibility of a polycaprolactone-based root canal filling material to degradation. I. Alkaline hydrolysis. *J Endod*. 2005; 31: 593-8.
 19. Teixeira FB, Teixeira EC, Thompson JY, Trope M. Fracture resistance of roots endodontically treated with new resin filling materials. *J Am Dent Assoc*. 2004; 135: 646-52.

20. Willershausen B, Marroquin BB, Schafer D, Schulze R. Cytotoxicity of root canal filling materials to three different human cell lines. J Endod. 2000; 26: 703-7.

Autorizo a reprodução deste trabalho
(Direitos de publicação reservado ao autor)

Araraquara, 31 de março de 2007.

GERALDINE FACCIO DA SILVEIRA