UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE RIBEIRÃO PRETO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA RESTAURADORA

**Avaliação da composição e da adesividade de
obturações dos canais radiculares**

Fernanda Plategher

Orientador: *Prof. Dr. Ricardo Gariba Silva*

Ribeirão Preto
2014

FERNANDA PLOTEGHER

**Avaliação da composição e da adesividade de
obturações dos canais radiculares**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do Título de Mestre em Odontologia, área de concentração Endodontia.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Gariba Silva

"Versão Corrigida"

Ribeirão Preto

2014

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

-Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto –

Plategher, Fernanda, 1989 - F586e Avaliação da composição e da adesividade
de obturações dos canais radiculares

**“Versão corrigida da Dissertação. A versão original se encontra
disponível na Unidade que se aloja o Programa”**

83 p: il color

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Gariba Silva.

Dissertação (mestrado) - Universidade de São Paulo, USP, Odontologia.
Ribeirão Preto, 2014.

1. Odontologia. 2. Materiais obturadores. 3. Técnicas Obturadoras.
4. Adesividade 5. Endodontia – Tratamento. I. Título.

CDD: 617.6

Este trabalho foi realizado no Laboratório de Pesquisas em Odontologia Restauradora da Universidade de São Paulo – USP.

Dedicatórias

A **DEUS**,

Pela luz da minha vida!

“Podemos acreditar que tudo que a vida nos oferecerá no futuro é repetir o que fizemos ontem e hoje. Mas, se prestarmos atenção, vamos nos dar conta de que nenhum dia é igual a outro. Cada manhã traz uma benção escondida; uma benção que só serve para esse dia e que não se pode guardar nem desaproveitar.

Se não usamos este milagre hoje, ele vai se perder. Este milagre está nos detalhes do cotidiano; é preciso viver cada minuto porque ali encontramos a saída de nossas confusões, a alegria de nossos bons momentos, a pista correta para a decisão que tomaremos. Nunca podemos deixar que cada dia pareça igual ao anterior porque todos os dias são diferentes, porque estamos em constante processo de mudança.”

Paulo Coelho

Aos meus amados pais:

Telma e Sílvio,

Faltam palavras para descrever a minha enorme gratidão a vocês. Obrigada por sempre acreditarem em meu potencial, por mostrarem que a vida é muito mais interessante quando alcançamos todos os sonhos, realizações profissional, moral, ética e sobretudo por me ensinarem a humildade como o primordial de um coração amoroso. Mas o muito obrigada direciona-se a todo incentivo. Sem vocês, não estaria aqui.

Aos meus amados irmãos:

Flavia e Lucas,

Que muito me deram força, apoio e incentivo quando expressavam suas admirações e curiosidades a respeito das minhas atividades nesta honrosa batalha.

Desculpem-me pelos momentos de ausência durante esta trajetória!

Vocês são a razão de minha vida... ***amo todos vocês!***

Ao meu anjo da guarda;

Vô Orlando,

O seu orgulho me incentivou a chegar ao fim dessa etapa; infelizmente não o terei aqui presente para celebrarmos essa grande conquista, porém o meu coração sempre estará ao seu lado. O meu amor sincero pelo senhor, anjo da minha vida.

Agradecimentos

Ao meu orientador **Prof. Dr. Ricardo Gariba Silva**, deixo aqui registrada a minha gratidão, desde o início quando sacrificou suas atividades para orientar, mostrar, ensinar e tomar decisões; por sempre me incentivar a continuar, que iríamos vencer essa batalha. A partir de então, professor, o senhor irá fazer parte da minha história de vida e da minha formação profissional. Agradeço de todo o coração por tudo que me ensinou e me ajudou. Que Deus o abençoe!

Ao Coordenador do curso de pós-graduação da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto - FORP, **Prof. Dr. Manoel Damião de Sousa Neto**, agradeço pela maneira como conduziu todo o curso, sempre passando seus conhecimentos didáticos de maneira simples porém com bastante embasamento científico. Seu exemplo de profissionalismo, professor, ficará guardado para sempre comigo. Que Deus continue sempre lhe abençoando e guiando todos os seus caminhos. Obrigada por tudo!

Aos professores do curso de Pós-Graduação em Odontologia Restauradora na área de Endodontia da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto (FORP/USP), **Prof. Dr. Manoel Damião de Sousa Neto, Prof. Dr. Antonio Miranda da Cruz Filho, Prof. Dr. Ricardo Gariba Silva, Prof. Dr. Luiz Pascoal Vansan, Prof. Dr. Jesus Djalma Pécora, Prof. Dr. Sílvio Rocha Corrêa Silva, Profª. Dra. Simone Cecilio Hallak Regalo, Prof. Dr. Paulo Cesar Saquy**, pelas aulas, pelos ensinamentos transmitidos com dedicação e profissionalismo.

A **Profª. Dra. Aline Evangelista de Souza Gabriel**, pela brilhante orientação, imensa disposição em me ajudar e ensinamento concedidos. Que Deus continue sempre lhe abençoando e guiando os seus caminhos. Muito Obrigada!

Ao **Doutorando Ricardo Machado**, que com toda a sua boa vontade e simplicidade, prontificou-se a ajudar na execução experimental e na formatação deste trabalho. Sou eternamente grata a cada auxílio e estímulo; tenho você como um grande amigo.

A **Doutoranda Graziela Bianchi Leoni**, pelo companheirismo, incentivos, e por sempre me auxiliar com seu conhecimento admirável, uma gratidão imensa pela sua amizade.

Ao prezados alunos do curso de pós-graduação da USP, em especial **Jardel Francisco Mazzi Chaves**, pela incansável ajuda na realização da parte experimental desse estudo.

Aos meus amigos: A vida nos surpreende a cada pessoa que passa em nossas vidas, posso dizer que sou uma pessoa completa nas amizades que passaram e as que perduram por muitos anos. Minha eterna gratidão por cada palavra de incentivo.

Aos funcionários do Departamento de Odontologia Restauradora da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto (FORP/USP), **Carlos Feitosa dos Santos. Luiza Godoi Pitol, Rosangela Angelini e Reginaldo Santana**, pela atenção depositada, demonstração de carinho e amizade.

Por fim, aos funcionários das clínicas e laboratórios da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto (FORP/USP), **Roberta da Silva, Silvia Helena Fabris F. Campos, Roni Eder Turati, e Fred Augusto Batista Faria**, pelo convívio harmonioso, atenção, carinho. Muito Obrigada!

Resumo

PLOTEGHER, F. **Avaliação da composição e da adesividade de obturações dos canais radiculares**. 2014. 83 p. Dissertação (mestrado) – Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2014.

O objetivo do presente estudo *in vitro* foi avaliar a área ocupada pela guta-percha e cimento, bem como a resistência de união em canais radiculares obturados por diferentes técnicas. Quarenta incisivos centrais superiores foram preparados com instrumentos rotatórios de NiTi até o diâmetro cirúrgico #70.02, e distribuídos em quatro grupos de acordo com a técnica utilizada para obturação dos canais (n=10): GI – Schilder Modificada, GII – Cone Único, GIII – Thermafil e GIV – Híbrida de Tagger. Os canais foram obturados com o cimento AH Plus misturado ao corante Rodamina. Feitas as obturações, realizou-se a remoção coronária e as raízes foram seccionadas no sentido horizontal, obtendo-se 3 fatias (2mm de espessura): cervical, médio e apical. Após o preparo, as fatias foram submetidas à mensuração da área total do canal radicular e da área de guta-percha, por meio de objetiva Plan S 1.0 X acoplada à câmera digital e do *software* Axiovision 4.8. A área do cimento obturador foi determinada pela fórmula $\text{Área do canal} = \text{Área guta-percha} + \text{Área cimento} + \text{Área espaços vazios}$. A resistência de união foi avaliada pelo teste de *push-out* e as falhas foram observadas em microscópio digital. Os dados foram analisados por Análise de Variância a dois critérios e teste Tukey HSD ($p < 0,05$). Verificou-se diferença estatisticamente significativa para técnica obturadora ($p < 0,05$). Não houve diferença estatisticamente significativa nos terços e para interação dos fatores ($p > 0,05$). Os canais obturados pelas técnicas Thermafil e Schilder Modificada proporcionaram maiores áreas de guta-percha, diferindo estatisticamente dos obturados pelas técnicas de Cone único e Híbrida de Tagger ($p < 0,05$). Na análise da área preenchida pelo cimento, verificou-se que nos espécimes obturados pelas técnicas Thermafil e Schilder Modificada houve menor área ocupada pelo cimento, diferindo dos obturados pelas técnicas Híbrida de Tagger e Cone Único ($p < 0,05$). Na análise da resistência de união, houve diferença significativa para técnica obturadora, terços e para a interação dos fatores ($p < 0,05$). Os canais obturados pela técnica Híbrida de Tagger apresentaram maior valor de resistência de união, diferentes dos obturados pelas técnicas Cone Único, Schilder Modificada e Thermafil ($p < 0,05$). Houve diferença estatisticamente significativa entre os terços ($p < 0,05$), sendo que o terço apical apresentou o maior valor de resistência de união. Os espécimes obturados pela técnica Híbrida de Tagger tiveram no terço apical a maior resistência de união, diferentes das demais técnicas e terços ($p < 0,05$). Falhas adesivas foram mais frequentes em todos os grupos. Pode-se concluir que a maior área ocupada pela guta-percha e a menor área ocupada pelo cimento foram encontrados nos espécimes obturados com as técnicas Schilder Modificada e Thermafil. O maior valor de resistência de união foi encontrado nos canais obturados pela técnica Híbrida de Tagger, especialmente no terço apical.

Abstract

PLOTEGHER, F. **Evaluation of composition and bond strength of root canal fillings**. 2014. 83 p. Dissertação (mestrado) – Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2014.

The purpose of this *in vitro* study was to evaluate the area of gutta-percha and sealer, as well as the bond strength in root canals using different techniques. Forty maxillary central incisors were instrumented with NiTi rotary instruments to the working length to #70.02, and distributed in four groups according to the obturation technique (n=10): GI - Schilder's Modified, GII – Single Cone, GIII - Thermafil and GIV - Tagger's Hybrid. The roots canals were filled with AH Plus sealer mixed with Rhodamine's dye. Subsequently, the coronary portion was removed, and the roots were sectioned horizontally, resulting in 3 slices (2 mm thickness): cervical, medium and apical. The slices were subjected to measurement of the total roots canal's area and gutta-percha's area, through objective Plan S 1.0 X coupled to the digital camera and Axiovision 4.8 software. The sealers area was determined by the formula: roots canal's area = gutta-percha's area + sealers area + voids area. Bond strength was evaluated by push-out test, and the failures were analyzed in digital microscope. The results were analyzed by two-way ANOVA and Tukey HSD test ($p < 0.05$). It has been found a significant difference for techniques ($p < 0.05$). There was no significant difference in thirds and interaction of factors ($p > 0.05$). Root's canal filled by Thermafil and Schilder's Modified had higher gutta-percha's area than Single Cone and Tagger's Hybrid techniques ($p < 0.05$). The analysis of the sealers area, showed that the specimens filled by Thermafil and Schilder's Modified had smaller sealers area, differing from Tagger's Hybrid and Single Cone techniques ($p < 0.05$). The results of bond strength, showed significant difference for techniques, thirds and the interaction of factors ($p < 0.05$). Roots canals filled by Tagger's hybrid had higher bond strength than Single Cone, Schilder's Modified and Thermafil techniques ($p < 0.05$). There was significant difference between thirds ($p < 0.05$), and the apical third showed the highest bond strengths value. The specimens filled by Tagger's Hybrid in the apical third had the highest bond strength, different from the other techniques and thirds ($p < 0.05$). Adhesive failures were more frequent in all groups. It was concluded that the highest area of gutta-percha and the smallest sealers area were found in roots canals filled with Schilder's Modified and Thermafil techniques. The highest bond strength occurred in roots canals filled by Tagger's Hybrid technique, especially in the apical third.

Sumário

SUMÁRIO

Introdução.....	1
Proposição.....	11
Material e Métodos.....	15
Resultados.....	35
Discussão.....	47
Conclusão.....	59
Referências Bibliográficas.....	63
Anexo.....	79

Introdução

A obturação tridimensional do canal radicular impede a entrada de micro-organismos e suas toxinas para os tecidos periapicais e promove o sucesso terapêutico a longo prazo (ARDIZZONI et al., 2013). Diversos materiais e técnicas foram lançados e avaliados com o intuito de melhorar o selamento proporcionado pela obturação dos canais radiculares (SHANTIAEE et al., 2011), embora as pesquisas mostrem que nenhum deles seja capaz de promover o tão almejado selamento hermético tridimensional (GULSAHI et al., 2007).

A guta-percha por apresentar propriedades físicas favoráveis ao tratamento obturador endodôntico, que incluem a sua biocompatibilidade, estabilidade dimensional, plasticidade, compactabilidade, radiopacidade e sua fácil introdução e remoção quando necessário (DEITCH et al., 2002; LEA et al., 2005; MINER; BERZINS; BABCALL, 2006; GULSAHI et al., 2007; JAMES et al., 2007), permite sua utilização em variadas técnicas de obturação (ANBU et al., 2010), tais como, por exemplo: condensação lateral (LC), compactação vertical aquecida (WVC), e os sistemas de injeção de guta-percha termoplastificada. No entanto, essas técnicas apresentam algumas desvantagens, tais como a falta de homogeneidade da massa obturadora, alta percentagem de cimento endodôntico no terço apical, má adaptação às paredes do canal radicular e extrusão apical (DE-DEUS et al., 2006).

A técnica de condensação lateral, introduzida por Callahan, em 1914, consiste em selecionar um cone principal que ocupe todo o comprimento de trabalho, associado a cones acessórios posicionados lateralmente a ele, com o objetivo de selar os canais previamente instrumentados. Trata-se da técnica mais difundida e utilizada, principalmente pela sua simplicidade de execução e baixo custo. No entanto, apresenta como desvantagem a incapacidade em replicar a superfície interna do canal radicular (DE DEUS et al., 2006), que resulta em

obturações deficientes (SILVER et al., 1999; GULSAHI et al., 2007), presença de espaços vazios, fusão incompleta dos cones de guta-percha e falta de adaptação da superfície (NASERI et al., 2013).

A ampla utilização dos instrumentos rotatórios estimulou os fabricantes a oferecerem cones de guta-percha correspondentes ao diâmetro dos instrumentos (SCHÄFER et al., 2013). A instrumentação rotatória possibilita o uso de cone único associado a um cimento endodôntico como técnica de obturação, proporcionando vedação do canal radicular sem a exigência de cones acessórios (NAGAS et al., 2009; TASDEMIR et al., 2009). Segundo WU et al. (2003), a massa obturadora resultante dessa técnica apresenta valor mais expressivo de cimento em relação a guta-percha, resultando em limitações como: presença de espaços vazios, infiltração de fluidos e falta de adaptação da superfície do canal radicular (ORSTAVIK et al., 1982; TRONSTAD et al.; 1988).

Devido à dificuldade em promover o selamento tridimensional (NASERI et al. 2013) por expressarem massa obturadora com maior quantidade de cimento e má adaptação à parede dentinária do canal radicular, foram introduzidas técnicas que utilizam o princípio da guta-percha aquecida, a saber: McSpadden, Thermafil e a termoinjeção de guta-percha (TANOMARU-FILHO et al. 2011).

Em 1967, Schilder fez menção pela primeira vez à utilização efetiva da força hidráulica aplicada em sentido vertical para a condensação de um cone principal no interior do canal radicular preparado, que seria forçado vertical e lateralmente contra as paredes do canal radicular, para potencializar a adaptação do material sólido associado à uma fina camada de cimento obturador (fase *downpacking*). Nessa

proposta inicial, o preenchimento dos terços cervical e médio era feito como pequenos fragmentos de guta-percha aquecida (*repacking*) (YILMAZ et al., 2009).

Em 1978, Johnson introduziu a técnica de obturação endodôntica tridimensional que apresentava como principal vantagem a não utilização de cones principais. Utilizava-se um instrumento endodôntico atuando como carregador metálico de guta-percha e cimento introduzidos de uma só vez, de modo a se fazer o preenchimento tridimensional e imediato do canal previamente instrumentado. Posteriormente, a técnica foi aperfeiçoada pelo desenvolvimento de carregadores plásticos envoltos de guta-percha termoaquecidos em dispositivo próprio lançado no mercado com o nome de Thermafil (DE DEUS et al., 2012).

Em 1980, McSpadden introduziu a técnica de compactação termomecânica, em que o calor desenvolvido pela rotação de um instrumento em contato com a guta-percha promovia a sua plastificação e posterior compactação. A partir dos mesmos princípios, TAGGER et al. (1984) introduziram a técnica híbrida de obturação dos canais radiculares, na qual, inicialmente, preconizava-se a realização da condensação lateral convencional e, posteriormente, usava-se um termocompactador.

Posteriormente, introduziram-se no mercado os sistemas de obturação que utilizavam a guta-percha termoinjetável (TANAMARU-FILHO et al., 2012). Um deles é o sistema Denjoy, que consiste no emprego de bastões de guta-percha aquecidos em uma pistola injetora a temperatura pré-estabelecida.

No entanto, mesmo considerando todo esse processo evolutivo descrito, os padrões de qualidade do preenchimento do sistema de canais radiculares não se encontram próximos do ideal (WOLF et al., 2014).

DE-DEUS et al. (2008) avaliaram a capacidade de preenchimento do canal radicular de 3 técnicas obturadoras termoplastificadas, ou seja, McSpadden, Condensação Vertical Aquecida e Thermafil, comumente usadas e concluíram que, levando em consideração que nenhuma das três técnicas testadas foi capaz de preencher adequadamente canais radiculares ovais, deve-se utilizar a mais simples e que possui melhor custo/benefício. Nesse contexto, mesmo sendo considerado como a parte frágil da obturação, cada vez mais o cimento endodôntico assume papel relevante, pois grandes volumes desse material ainda podem ser facilmente encontrados, independente da técnica utilizada (WU et al., 2001; DE-DEUS et al., 2006).

Segundo SIQUEIRA et al. (2000), um cimento endodôntico ideal deve apresentar, entre outras propriedades, baixa viscosidade e um bom escoamento para preencher da forma mais eficiente possível as irregularidades do canal radicular, os espaços existentes entre os cones de guta-percha e as paredes dentinárias e promover o efetivo selamento dos túbulos dentinários. Para ZHOU et al. (2013), o bom escoamento é capaz de potencializar a capacidade de descontaminação do canal radicular, pois permite o alcance de áreas profundas dentro dos túbulos dentinários, irregularidades e ramificações. Esse preenchimento das irregularidades associado ao poder antimicrobiano dos cimentos, minimiza a presença de microorganismos, os quais prevalecem pela limitação da instrumentação convencional (INHATA et al., 2011). Dessa forma, a utilização de cimentos endodônticos que possuem atividade antimicrobiana e bom escoamento pode também auxiliar no controle microbiano do sistema de canais radiculares.

O cimento endodôntico apresenta um papel importante na obtenção do selamento hermético (WEIS et al., 2004), por promover o preenchimento das

irregularidades e aumentar a adaptação da guta-percha, a qual não possui aderência à dentina da parede do canal radicular (CHANDRASEKHAR et al., 2011). A incapacidade de adesão da guta-percha à dentina induz falhas no selamento (KAYA et al., 2008) e assim, torna-se imperioso o uso de um selador para promover a sua união à parede do canal radicular.

A adesividade resulta de um processo em que duas superfícies de composições moleculares diferentes são unidas por forças químicas, físicas ou mecânicas (BALDISSERA et al., 2012). A adesão do cimento endodôntico é definida como a sua capacidade em aderir às paredes do canal radicular, unir os cones de guta-percha, e promover a união guta-percha e parede do canal, o que a torna um fator relevante para a integridade da obturação (BALDISERRA et al., 2012).

Um fator importante a considerar no preparo biomecânico do canal radicular é a presença da camada de *smear* (ALFREDO et al., 2008), responsável em reduzir a adesão dos cimentos endodônticos por meio de uma interface entre a massa obturadora e as paredes dentinárias (WHITE et al., 1984; KENNEDY et al., 1986). Mediante isso, o uso do ácido etilenodiaminotetracético 17 % (EDTA) previamente à obturação permite melhor aderência ao material obturador, por apresentar capacidade em remover a camada de *smear* (BABB et al., 2009).

Entretanto, o cimento presente na massa obturadora deve ser mínimo quando comparado a guta-percha (GILHOLLY et al., 2000; GILHOLLY et al., 2000), pelo fato do cimento apresentar maior solubilidade e instabilidade dimensional quando comparado à guta-percha (DE-DEUS et al., 2006). Consequentemente, o resultado ideal da obturação endodôntica é obtido ao maximizar de guta-percha e minimizar o

cimento endodôntico (NAJAR et al., 2003), decorrente da circunstância de o cimento representar a porção frágil da obturação (WU et al., 2011).

Dentre os vários cimentos endodônticos utilizados atualmente, no que se relaciona as propriedades físico-químicas, o AH Plus é considerado o padrão ouro em virtude de suas várias características e propriedades comprovadamente superiores (VERSIANI et al., 2006), capacidade de selamento apical, biocompatibilidade (OK et al., 2013) e melhor capacidade adesiva (HARAGUSHIKU et al., 2010).

A adesão do material obturador às paredes dentinárias, em uma situação estática, reduz a presença de espaços vazios e consequentemente a percolação de fluidos na interface (HARAGUSHIKU et al., 2010); e em situação dinâmica induz a resistência da massa obturadora ao deslocamento (SALEH et al., 2003). O rompimento da vedação estabelecida é uma preocupação primordial. Essa interrupção pode ocorrer devido ao estresse mecânico causado pela flexão do dente (BABB et al., 2009). Devido a isso, as propriedades mecânicas da interface entre a dentina e o cimento são fatores importantes a considerar (SOUSA NETO et al., 2005). O teste *push-out* proporciona melhor avaliação da resistência de união quando comparados ao teste de cisalhamento, pelo fato de induzir a ruptura em paralelo à interface de dentina – cimento (DRUMMOND et al., 1996).

A avaliação qualitativa e comparativa entre as técnicas de obturação é importante para determinar a eficiência de cada técnica em alcançar o selamento hermético (NASERI et al., 2013). Os métodos de avaliação atuais baseiam-se em infiltração de corante (SCOTT et al., 1992), análises microscópicas (OZAWA et al., 2009), análise da penetração bacteriana (CARRATU et al., 2002), técnicas de

filtração de fluidos (POMMEL et al., 2001) e microtomografia computadorizada (NASERI et al., 2013)

A análise microscópica por meio da secção transversal trata-se de um dos métodos utilizados para avaliar a qualidade da obturação endodôntica, tanto do canal radicular como de canais laterais e acessórios (FAREA et al., 2010). Essas são muitas vezes preferidas por se tratar de um método simples, e permitem a detecção de falhas na obturação por meio da mensuração da percentagem da área ocupada pelo cimento endodôntico e guta-percha, bem como a percentagem ocupada por espaços vazios, usando um software de análise de imagem (OZAWA et al., 2009).

Visto isto, torna-se importante analisar a resistência de união da massa obturadora às paredes do canal radicular, bem como a área ocupada pela guta-percha e cimento endodôntico, como indicador indireto da qualidade da massa obturadora dos canais radiculares obtidas a partir de diferentes técnicas, na tentativa de se conhecer aquela que melhor represente a obtenção da qualidade e eficiência dessa etapa operatória.

Proposição

O objetivo do presente estudo foi avaliar obturações dos canais radiculares efetuadas com o AH Plus como cimento obturador, mediante a utilização das técnicas obturadoras de Schilder Modificada, Cone Único, Thermafil e Híbrida de Tagger, em relação aos seguintes aspectos:

1. Área ocupada pela guta-percha e pelo cimento na massa obturadora;
2. Resistência de união do material obturador às paredes do canal radicular;
 - 2.1. Tipo de falhas ocorridas após a realização do teste de resistência de união dos materiais analisados.

Material e Métodos

1. Seleção da amostra

Após aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa, da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo (CEP/FORP-USP), foram selecionados 40 incisivos centrais superiores humanos previamente conservados em solução de timol a 0,1%, analisados em lupa estereoscópica em aumento de 4X (Illuminated Magnifying Glass, Tokyo, Japão) e radiografados nos sentidos vestibulo-lingual e méso-distal para comprovação de canais únicos, retos, ausência de tratamento endodôntico prévio, calcificações, forame apical totalmente formado, ausência de trincas e imperfeições. Previamente à realização da pesquisa, eles foram lavados em água corrente por 24 horas, higienizados com curetas periodontais (Hu-Friedy, Rio de Janeiro, Brasil), jato de bicarbonato de sódio (Profi Neo, Dabi Atlante, Ribeirão Preto, Brasil) e imersos em água destilada até o momento do uso.

2. Preparo Biomecânico

O acesso à câmara pulpar foi realizado por meio de broca esférica número 3 (FKG São Paulo, SP, Brasil) acionada em alta rotação (Dabi Atlante, Ribeirão Preto. SP, Brasil). Após a retirada completa do teto, realizou-se a divergência das paredes com broca tronco cônica diamantada Endo Z (Dentsply – Maillefer, Ballaigues, Suíça) em alta rotação (Dabi Atlante, Ribeirão Preto. SP, Brasil) e a remoção do ombro palatino por meio das brocas LAXxes #20,06, #35.06 e #45.06 (Dentsply – Maillefer, Ballaigues, Suíça) acopladas em micromotor de baixa rotação (Dabi Atlante, Ribeirão Preto. SP, Brasil).

As entradas dos canais radiculares e os terços cervicais foram preparados pelos instrumentos rotatórios S2 e S1 (Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Suíça)

acionados por contra-ângulo redutor 16:1 (300 rpm e 1.0 N/cm) componente do motor elétrico X Smart (Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Suíça). A determinação do comprimento de trabalho permitiu a padronização do diâmetro anatômico por meio da inserção de lima tipo K #30 (Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Suíça) até a saída foraminal subtraindo-se 1 mm desta medida. O preparo biomecânico dos canais radiculares foi realizado com os instrumentos rotatórios F2, F3, F4 e F5, pelos instrumentos 55.02, 60.02 (K3) por meio do contra-ângulo redutor 16:1 (300 rpm e 1.0 N/cm) componente do motor elétrico X Smart (Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Suíça), e concluiu-se manualmente utilizando lima tipo Kerr #70 (Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Suíça). A cada troca de instrumento, foram utilizados 2 mL de hipoclorito de sódio a 1% para irrigação. Após a instrumentação, os canais foram preenchidos com EDTA a 17% por 3 minutos e a irrigação final foi realizada com 10 mL de água destilada e deionizada. Posteriormente, os canais foram secos com cones de papel absorvente correspondentes ao diâmetro cirúrgico (Dentsply – Maillefer, Petrópolis, Brasil).

3. Divisão dos grupos experimentais

Os espécimes foram distribuídos aleatoriamente em quatro grupos (n=10) de acordo com a técnica de obturação, sendo elas: Técnica de Schilder Modificada, Cone Único, Thermafil e Híbrida de Tagger.

3.1. Seleção do cone principal

Foram selecionados cones de guta-percha beta (Dentsply- Maillefer, Ballaigues, Suíça) de conicidade correspondente ao diâmetro cirúrgico #70.02. A

seleção do cone principal de guta-percha constituiu-se em três testes clássicos, sendo eles: visual, tátil e radiográfico. O teste visual permitiu a verificação do cone principal em percorrer todo o comprimento de trabalho, seguiu-se então com o teste tátil que averiguou-se o seu travamento, e concluiu-se com a análise radiográfica do cone principal no comprimento de trabalho do canal radicular.

3.2. Grupo I: Obturação pela Técnica de Schilder Modificada

Após a seleção do cone principal, o cimento AH Plus (Dentsply – Maillefer, Ballaigues, Suíça) foi espatulado e posteriormente misturado a Rodamina, a qual foi introduzida por meio de microbrush (FKG São Paulo, SP, Brasil). Posteriormente, o cone principal pré-selecionado foi envolto por este e levado ao canal seguido de compressão vertical com pontas aquecedoras pré-selecionadas (Denjoy Co. dental - China) mantendo-se somente os 4 mm apicais. Posteriormente, os dois terços cervicais foram preenchidos com a guta-percha Beta termo-injetável.

Concluído o selamento, os espécimes foram submetidos ao controle radiográfico nos sentidos vestibulo-palatino e méso-distal, com o intuito de aferir o percurso do material obturador no comprimento de trabalho, presença de falhas e preenchimento homogêneo, avaliando a qualidade da obturação.

3.3. Grupo II: Obturação pela Técnica de Cone Único

Previamente a obturação, realizou-se a seleção do cone principal correspondente ao último instrumento utilizado no comprimento de trabalho, equivalente ao diâmetro cirúrgico do espécime. Após a eleição do cone baseada nos três testes clássicos para esta finalidade (visual – observação do cone percorrendo

todo o comprimento de trabalho/ tátil – travamento no comprimento de trabalho/ radiográfico – análise radiográfica do comprimento de obturação), o cimento AH Plus (Dentsply – Maillefer, Ballaigues, Suíça) foi espatulado e misturado à Rodamina. Posteriormente, o cone principal pré-selecionado foi envolto por esse corante e levado ao canal seguido de compressão vertical com condensador de Paiva número 3.

Concluído o selamento, os espécimes foram submetidos ao controle radiográfico nos sentidos vestibulo-palatino e méso-distal com o intuito de aferir o percurso do material obturador no comprimento de trabalho, presença de falhas e preenchimento homogêneo, avaliando a qualidade da obturação.

3.3. Grupo III: Obturação pela Técnica Termafil

Após a seleção prévia do carreador, o cimento AH Plus (Dentsply – Maillefer, Ballaigues, Suíça) foi espatulado, misturado a Rodamina e introduzido no canal radicular com auxílio de uma lima Kerr #30 (Dentsply – Maillefer, Ballaigues, Suíça) no comprimento de trabalho. Em seguida, o carreador de guta percha pré-selecionado foi levado ao dispositivo Thermaprep Plus para o seu aquecimento, e posteriormente introduzido no canal radicular em movimento único até o comprimento de trabalho, tendo a sua porção coronal seccionada por meio de uma broca esférica número 3 (FKG, São Paulo, SP, Brasil).

Concluído o selamento, os espécimes foram submetidos ao controle radiográfico nos sentidos vestibulo-palatino e méso-distal com o intuito de aferir o percurso do material obturador no comprimento de trabalho, presença de falhas e preenchimento homogêneo, avaliando a qualidade da obturação.

3.4. Grupo IV: Obturação pela Técnica Híbrida de Tagger

Após a seleção do cone principal, o cimento AH Plus (Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Suíça) foi espatulado e misturado à Rodamina. Posteriormente, o cone principal pré-selecionado foi envolto por este corante e levado ao canal. Realizou-se a condensação lateral com espaçadores digitais C (Dentsply – Meillefer, Ballaigues, Suíça) e cones acessórios B8 (Roeko – Hanel, Suíça). A termoplastificação da guta percha se deu pelo uso de um condensador de McSpadden #70, percorrido até o terço médio do canal radicular (Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Suíça), acionado em contra-ângulo em baixa rotação (Dabi Atlante, Ribeirão Preto, SP, Brasil). A condensação vertical foi executada com auxílio de um condensador de Paiva número 3 (Duflex, S.S. White 100, Rio de Janeiro, Brasil).

Concluído o selamento, os espécimes foram submetidos ao controle radiográfico nos sentidos vestibulo-lingual e méso-distal, com o intuito de aferir o percurso do material obturador no comprimento de trabalho, presença de falhas e preenchimento homogêneo, avaliando a qualidade da obturação.

4. Secção dos espécimes

Após a obturação dos espécimes, estes foram fixados em pequenos blocos de madeira com godiva de baixa fusão para remoção coronal no intuito de facilitar a confecção das fatias para futura análise e obter comprimentos padronizados de 15mm. Para isto, foi utilizado um disco de corte diamantado ($\varnothing$ 127 mm x 0,4 mm x 12,7 mm – Buehler, Ltd. Lake Bluff, NY, EUA), acoplado a uma cortadora de precisão automática (Isomet 4000, Buehler, Ltd. Lake Bluff, NY, EUA), à velocidade de 5

mm/min, rotação de 4000 rpm e farta irrigação com água (Figura 1). Feita a padronização, os espécimes foram armazenados em estufa com 37°C e 100% de umidade relativa por 72 horas.

Figura 1. Instrumentos utilizados para a padronização e secção coronal; (A) cortadora de precisão automática (Isomet 4000, Buehler, Ltd. Lake Bluff, NY, USA). (B) Momento da remoção coronária.

5. Análise da massa obturadora do canal radicular

5.1. Cálculo das áreas avaliadas: guta-percha e cimento

De acordo com os grupos em análise, os espécimes foram incluídos em moldes de resina cristal para a realização dos cortes transversais. O primeiro ponto de corte foi estabelecido a 3 mm da porção cervical dos espécimes e os cortes seguintes foram realizados subsequente em direção apical. Após 5 cortes, a secção cervical e apical foram descartadas, restando assim, 3 fatias por espécime, sendo essas identificadas pelas letras C (cervical), M (médio) e A (apical). À medida que os cortes eram realizados, as fatias recebiam pequenas marcas com caneta esferográfica objetivando a diferenciação das faces cervicais e apicais.

Em seguida, as faces cervicais das fatias que seriam submetidas à análise receberam acabamento e polimento metalográfico. Estas foram levadas à uma máquina de polimento (Abramin, Struers, Dinamarca), onde foram utilizadas lixas

d'água de granulometria 400, 600 e 1200 em formato de disco e diâmetro de 320 mm. Após esse procedimento, as amostras foram polidas com óxido de alumínio em suspensão de 0,3 e 0.05 μm (Arotec, Brasil), aplicado com disco aveludado de 200 mm (Supra, Arotec, Brasil).

5.2. Quantificação da área do canal radicular

Com o objetivo de se obterem imagens destinadas à medição da área total do dente e do canal radicular, foi utilizada uma lupa estereoscópica (Discovery V8, Carl Zeiss, Alemanha) com objetiva Plan S 1.0x, acoplada à uma câmera digital (AxioCam ICc1, Carl Zeiss, Alemanha).

Para captura da área total da raiz, utilizou-se *zoom* de 1x com resolução espacial de 0,0045 mm/pixel, ou 2x com resolução espacial de 0,0036mm/pixel, e para a captura da área correspondente ao canal radicular, zoom de 5x resultando em resolução espacial de 0,0014 mm/pixel. Dessa forma, foram adquiridas 2 imagens por terço de cada espécime, gerando o total de 240 imagens, que foram armazenadas digitalmente em formato TIFF.

5.3. Área ocupada pela guta-percha e pelo cimento endodôntico

A mensuração da área total do canal radicular e a área total da guta-percha foi realizada por meio do Software Axiovision 4.8. O protocolo do programa iniciou-se com a calibração de nova escala para a mensuração das imagens capturadas. Ao abrir a imagem no Software, gerou-se uma nova escala ao selecionar o ícone *scalings* e informar nova calibração; em seguida, o método de escala

selecionado trata-se do *single distance* (Figura 2). Padronizada a escala, realizou-se um segmento de reta no tamanho exato da escala presente na imagem, e em seguida, direcionou-se o mesmo valor para a distância e se conclui a calibração da escala.

Figura 2. Imagem relatando o Software Axiovision 4.8, onde (A) ferramenta *Scalings* utilizada para iniciar a calibração de uma nova escala; (B) o ícone *new* para informar nova calibração; (C) seleção do método de escala *single distance*.

Selecionou-se a escala criada e se iniciou a mensuração da área do canal radicular ocupada pela guta-percha e pelo cimento endodôntico. Ao delinear a imagem, e o Software revelava valor expressivo da área pesquisada (Figura 3).

Figura 3. Imagem relatando o Software Axiovision 4.8, onde (A) trata-se do segmento de reta no tamanho exato da escala presente na imagem após a padronização; (B) demonstrando a mensuração da área do canal radicular e da guta-percha por meio do delineamento.

5.4. Área total do canal radicular

Por meio do Axiovision, foi possível a determinação das áreas totais do canal radicular obtidas em mm², assim sendo a soma total da área ocupada pela guta-percha, pelo cimento endodôntico e espaços vazios.

5.5. Cálculo das áreas em porcentagens

Obtida as áreas do canal radicular, da guta-percha e do cimento endodôntico, prosseguiu-se com o cálculo desses valores em porcentagem por meio de um cálculo simples:

- $\text{Área \% guta-percha} = \frac{\text{Área Guta-Percha}}{\text{Área Canal}} \times 100$, e
- $\text{Área \% cimento} = \frac{\text{Área Cimento}}{\text{Área Canal}} \times 100$.

6. Resistência adesiva do material obturador ao canal radicular

Os corpos-de-prova dos três terços (cervical, médio e apical) foram removidos manualmente dos discos de resina cristal, e em movimentos curtos e delicados para não haver interferência da massa obturadora, e submetidos ao teste.

6.1. Teste de cisalhamento por extrusão (*Push Out*)

Os espécimes para o ensaio de cisalhamento por extrusão foram fixados a uma base metálica de aço inoxidável contendo um orifício de 2,5 mm de diâmetro na região central, acoplado na porção inferior da máquina de ensaio universal Instron, Modelo 4444 (Instron, Canton, MA, EUA) (Figura 4). O corpo-de-prova foi posicionado em cima do orifício da base metálica com sua face cervical voltada para baixo. Uma haste metálica, com ponta ativa de 0.6 mm, fixada na porção superior da máquina universal, e posicionada sobre o material obturador foi acionada com velocidade de cruzeta de 0,5mm/min, até seu deslocamento. A força necessária para seu deslocamento foi obtida em QuiloNewtons (KN).

Figura 4. (A) Máquina de ensaio universal instron modelo 4444; (B) Hastes metálicas com ponta ativa com diâmetros de 0,6mm, 0,4mm e 0,25mm (esquerda para direita) utilizadas no teste *push-out* nos *slices* referente aos terços cervical, médio e apical, respectivamente; (D) Haste metálica com ponta ativa 0,25mm posicionada sobre o material obturador de um *slice* do terço apical.

Para isso, a área do material obturador foi calculada individualmente em cada corte, sendo esta utilizada para calcular a resistência de união. A força necessária para o deslocamento do material obturador foi transformada em Newtons (N) e convertida para Megapascal (Mpa) pela divisão da área lateral do material

obturador. Para o cálculo exato da área lateral aderida, a altura de cada espécime foi mensurada com auxílio de um paquímetro digital (Tesa, Suíça) e a área da adesão foi calculada pela fórmula da área lateral de tronco cone (S_L).

$$S_L = \pi(R + r)\sqrt{h^2 + (R - r)^2}$$

Nessa fórmula, S_L corresponde à área lateral da guta-percha; R é a medida do raio do material obturador em sua porção coronal; r é a medida do raio do material obturador em sua porção apical; e h é a espessura do espécime. A partir desses dados, calculou-se a resistência da união (RU), em Mpa, pela fórmula ($RU=F/S_L$), onde F é a força necessária para o deslocamento da guta-percha e S_L , a área lateral da guta-percha em mm^2 .

6.2. Análise das falhas ocorridas após o teste

Para a análise fractográfica, os *slices* foram submetidos a criterioso exame visual com microscópio digital Insize® ISM-PM200S acoplado a um computador presente no Laboratório de Endodontia do Departamento de Odontologia Restauradora da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, em aumentos de 50x. As falhas observadas foram determinadas em percentuais e classificadas em um dos 5 subtipos descritos: a) adesiva a dentina: se o material obturador deslocou-se da dentina; b) adesiva ao material obturador: se a guta-percha deslocou-se do cimento endodôntico; c) mista: quando a guta-percha deslocou-se tanto do cimento endodôntico quanto da dentina; d) coesiva da dentina: houve fraturas na dentina; e) coesiva de cimento: quando houve fraturas no cimento endodôntico (Figura 5).

Figura 5. Imagens representativas dos tipos de falhas observadas (setas) após o teste de resistência de união: (A) adesiva na dentina; (b) adesiva no material obturador; (C) coesiva da dentina mista; (D) mista; (E) coesiva do cimento. C= cimento obturador; D= dentina; G=guta-percha; V+ carreador plástico do sistema Thermanfil.

7. Análise estatística dos dados

Os dados de ambos os testes foram submetidos aos testes de Kolmogorov-Smirnov e Levene para verificação da distribuição amostral.

Como as amostras apresentaram distribuição normal e homogênea, aplicou-se o teste paramétrico de Análise de Variância a dois critérios (técnicas obturadoras x terços radiculares). O teste de Tukey HSD foi utilizado para comparação múltiplas entre os grupos. O nível de significância foi estabelecido em 5%.

O *Software* estatístico utilizado foi BioEstat® 5.0 (Universidade Federal do Pará, Belém-PA, Brasil).

Resultados

1. Análise da obturação

1.1. Porcentual de guta-percha na massa obturadora

A Análise de Variância demonstrou diferença estatisticamente significativa entre as técnicas obturadoras ($p < 0,05$). Não houve diferença estatisticamente significativa para o fator terço do canal radicular ($p > 0,05$), bem como para a interação técnica e terço ($p > 0,05$).

O teste de Tukey HSD evidenciou que os canais obturados pelas técnicas Schilder Modificada e Thermafil proporcionaram maior porcentual de guta-percha na massa obturadora quando comparadas aos obturados pelas técnicas Cone Único e Híbrida de Tagger ($p < 0,05$), os quais não apresentaram diferença estatisticamente significativa entre si ($p > 0,05$) (Tabela 1).

Tabela 1. Média $\pm$ desvio padrão da área porcentual de guta-percha presente do canal radicular dos dentes obturados pelas quatro diferentes técnicas.

Técnicas Obturadoras	
	Média $\pm$ DP
Schilder	40,10 $\pm$ 4,94 a
Cone Único	29,03 $\pm$ 8,47 b
Thermafil	41,74 $\pm$ 4,42 a
Tagger	32,04 $\pm$ 7,44 b

*Letras diferentes indicam diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$)

A Tabela 2 evidencia a ausência de diferença estatisticamente significativa para o fator terços do canal radicular.

Tabela 2. Média $\pm$ desvio padrão da área porcentual de guta-percha nos terços cervical, médio e apical, obturados pelas quatro diferentes técnicas.

Terços	
	Média $\pm$ DP
Cervical	35,72 $\pm$ 10,67 a
Médio	36,47 $\pm$ 7,24 a
Apical	35,00 $\pm$ 6,87 a

*Letras iguais indicam semelhança estatística ($p>0,05$)

1.2. Porcentual de cimento obturador na massa obturadora

A análise da variância demonstrou diferença estatisticamente significativa entre as técnicas obturadoras ($p<0,05$). Não houve diferença estatisticamente significativa para o fator terço do canal radicular ($p>0,05$), bem como a interação dos fatores ($p>0,05$).

O teste Tukey HSD evidenciou que os espécimes obturados pelas técnicas Cone Único e Híbrida de Tagger apresentaram maior valor porcentual de cimento quando comparados aos obturados pelas técnicas Schilder Modificada e Thermafil ($p<0,05$), e essas não apresentaram diferença estatisticamente significativa entre si ($p>0,05$) (Tabela 3).

Tabela 3. Média $\pm$ desvio padrão da área porcentual de guta-percha presente do canal radicular dos dentes obturados pelas quatro diferentes técnicas.

Técnicas Obturadoras	
	Média $\pm$ DP
Cone Único	20,96 $\pm$ 8,47 a
Schilder	9,89 $\pm$ 4,94 b
Thermafil	8,26 $\pm$ 4,42 b
Tagger	17,95 $\pm$ 7,44 a

*Letras diferentes indicam diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$)

A Tabela 4 evidencia a ausência de diferença estatisticamente significativa para os terços do canal radicular analisados.

Tabela 4. Média $\pm$ desvio padrão da área porcentual do cimento nos terços cervical, médio e apical, obturados pelas quatro diferentes técnicas.

Terços	
	Média $\pm$ DP
Cervical	14,27 $\pm$ 10,67 a
Médio	13,53 $\pm$ 7,24 a
Apical	15,00 $\pm$ 6,87 a

*Letras iguais indicam semelhança estatística ($p > 0,05$)

Para fins de ilustração, na Figura 13 estão dispostas as imagens bidimensionais representativas da área de guta-percha e do cimento no terço cervical das diferentes técnicas.

Verifica-se a área de guta-percha relativamente menor considerando a área do cimento endodôntico, nos espécimes obturados pelas técnicas Cone Único e Híbrida de Tagger (Figuras 13 A e 13 B), e maior área de guta-percha em relação à área de cimento nos canais obturados pelas técnicas Thermafil e Schilder Modificada (Figura 13 C e 13 D).

Figura 13. Imagens bidimensionais do terço cervical das técnicas obturadoras: (A) Cone Único, evidenciando espaços vazios (seta), maior área de cimento (c) em relação a área de guta-percha (G); (B) Híbrida de Tagger retratando maior área de cimento (c) em relação a área de guta-percha (G); (C) Thermafil em que (v) trata-se do dispositivo carreador de guta-percha, demonstrando maior área de guta-percha (G) comparada a área de cimento (c) e (D) Schilder Modificada retratando maior área de guta-percha (G) e menor área de cimento (c).

2. Avaliação da resistência de união ao cisalhamento por extrusão

A Análise de Variância a dois fatores evidenciou que os valores da resistência de união foram estatisticamente significantes para as técnicas obturadoras ($p < 0,05$), terços ($p < 0,05$) e a interação deles ($p < 0,05$).

O teste de Tukey HSD demonstrou haver diferença estatisticamente significativa entre os espécimes obturados pela técnica Híbrida de Tagger e aos obturados pelas demais técnicas, ao revelar valores de resistência de união maiores ($p < 0,05$). Entretanto, não houve diferença estatisticamente significativa entre os canais obturados pelas técnicas Schilder Modificada e Thermafil ($p > 0,05$), que apresentaram valores de resistência de união significativamente menores (Tabela 5).

Tabela 5. Média e desvio padrão da RU obtidos em Mpa nos três terços do canal radicular das quatro diferentes técnicas obturadoras.

Técnicas Obturadoras	
	Média $\pm$ DP
Tagger	1,231 $\pm$ 0,373 a
Cone Único	0,813 $\pm$ 0,485 b
Thermafil	0,549 $\pm$ 0,377 c
Schilder	0,483 $\pm$ 0,225 c

*Letras diferentes indicam diferença estatisticamente significativa ($P < 0,05$). Valor crítico de Tukey: 0,1705

Na análise dos terços, observou-se diferença estatisticamente significativa entre todos os terços ($p < 0,05$), e tem-se que a resistência de união ao cisalhamento dos materiais obturadores foi significativamente maior no terço apical (Tabela 6).

Tabela 6. Média e desvio padrão da RU obtidos em Mpa em cada terço do canal radicular das quatro diferentes técnicas obturadoras.

Técnicas Obturadoras	
	Média ± DP
Cervical	0,435 ± 0,222 c
Médio	0,717 ± 0,484 b
Apical	1,154 ± 0,319 a

*Letras diferentes indicam diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$). Valor crítico de Tukey: 0,1344

Em relação à análise da interação dos fatores, os espécimes obturados pela técnica Híbrida de Tagger apresentou diferença estatisticamente significativa em relação aos espécimes obturados pelas demais técnicas em seus três terços ($p < 0,05$). Os canais obturados pelas técnicas Schilder Modificada e Thermafil apresentaram valores inferiores de resistência de união, os quais não apresentaram diferença estatisticamente significativa entre si ($p > 0,05$) quando comparados aos terços médio e apical. O valor mínimo da resistência de união ocorreu no terço cervical quando se utilizou a técnica obturadora Thermafil (Tabela 7).

Tabela 7. Média e desvio padrão da RU ao cisalhamento por extrusão (*push-out*) obtidos em Mpa em cada terço do canal radicular interagindo com cada técnica obturadora; Schilder, Cone único, Thermafil e Tagger.

Terços x Técnica Obturadora				
	Schilder Média ± DP	Cone Único Média ± DP	Thermafil Média ± DP	Tagger Média ± DP
Cervical	0,204 ± 0,126 Bc	0,263 ± 0,132 Bc	0,158 ± 0,385 Bd	1,167 ± 0,209 Ab
Médio	0,434 ± 0,142 Cc	1,018 ± 0,378 Bb	0,245 ± 0,120 Cc	1,174 ± 0,414 Ab
Apical	1,011 ± 0,197 Cb	1,158 ± 0,291 Bb	1,048 ± 0,180 Cb	1,402 ± 0,428 Ab

* Diferentes letras maiúsculas sobrescritas na mesma coluna indicam diferença estatisticamente significativa entre as técnicas, enquanto diferentes letras minúsculas indicam diferença estatisticamente significativa entre os terços ($p < 0,05$).

[illegible]

Discussão

A obturação ideal do canal radicular é alcançada quando cimento e cone de guta-percha formam uma massa uniforme, aderida quimicamente entre si e à parede do canal radicular (JAINAEN et al., 2007). Assim sendo, quando obturado o canal de forma tridimensional, há o impedimento da instalação e proliferação de microrganismos (ARDIZZONI et al., 2013), evita-se a ocorrência da percolação e da microinfiltração de exsudatos periapicais para o interior do espaço dos canais, previne-se a reinfecção e se cria ambiente biológico favorável para a cura (ARI et al., 2010).

Schilder, em (1967), sugeriu que o material de obturação do canal radicular ideal deve ser bem adaptado às paredes dentinárias do canal radicular e às suas irregularidades, e que todo o comprimento do canal seja densamente compactado com uma massa homogênea de guta-percha. Assim, o resultado ideal de uma obturação endodôntica é obtido ao maximizar a quantidade de guta-percha e minimizar o espaço a ser ocupado pelo cimento obturador (SOUZA et al., 2009), já que a este atribui a infiltração e as falhas na obturação ao longo prazo (WU et al., 2011). Dessa forma, técnicas obturadoras que aumentassem a presença da guta-percha na massa obturadora final dos canais radiculares deveriam ser encorajadas, e se traduziriam em obturações de melhor qualidade. Assim sendo, são realizados estudos que têm por objetivo avaliar a presença de guta-percha e cimento endodôntico (SILVA-FILHO et al., 2013) na massa obturadora, como no presente caso, até mesmo como indicador da quantidade de obturações bem compactadas.

Embora o selamento apical seja importante, o selamento incompleto no terço cervical é suficiente para a contaminação de bactérias e fluidos, e compromete o prognóstico da terapêutica (KOÇAK et al., 2009). Devido a isso, esse estudo

quantificou a área de gutapercha e cimento nos três terços, e ao comparar os três terços entre si não houve diferença estatística entre eles.

Dentes anteriores superiores foram escolhidos, devido ao seu grande diâmetro do canal, de modo a permitir a presença de maior quantidade de material obturador (JAMES et al., 2007), o que possibilita notar todas as variações. As coroas foram deixadas intactas para o preparo biomecânico em cada dente, simulando as condições clínicas e aumentando assim a validade dos resultados. As condições da cavidade oral também foram simuladas, armazenando as amostras em estufa a 37°C e 100% umidade (MANICARDI et al., 2011).

A gutapercha tem sido o material de escolha para obturação do canal há quase 150 anos e é bem aceito pela comunidade acadêmica como o material de obturação padrão (JAMES et al., 2007). A porcentagem da área gutapercha vem sendo usada como uma medida de qualidade da obturação (GOUND et al., 2001; JARRET et al., 2004; SOUZA et al., 2009). Segundo SOUZA et al. (2009), em termos gerais, as técnicas de compactação de gutapercha são preferíveis, pois maximizam a quantidade gutapercha, resultando numa fina camada de cimento nas paredes dos canais radiculares.

O auxílio de microscópio óptico para análise da composição da massa obturadora é um dos métodos utilizados para avaliar a qualidade da obturação endodôntica por meio da quantificação da porcentagem de gutapercha e cimento endodôntico ali presentes, tanto do canal radicular como de canais laterais e acessórios (JARRET et al., 2004; OZAWA et al., 2009; MARCIANO et al., 2011). O preparo para análise em microscópio óptico é essencial com o polimento dos

espécimes a fim de proporcionar um plano sem interferências na observação (DEUS et al., 2006).

Foram utilizadas neste estudo as técnicas de obturação Schilder Modificada, Cone Único, Thermafil e Híbrida de Tagger no intuito de verificar a área de guta-percha e de cimento endodôntico nos três terços das obturações. A técnica do Cone Único pode acelerar o processo de obturação, e a pressão aplicada nas paredes do canal radicular é minimizada (TASDEMIR et al., 2009). No entanto, o presente estudo demonstrou que essa técnica apresentou maior porcentagem de área ocupada pelo cimento endodôntico em relação às técnicas Schilder Modificada e Thermafil, evidenciando a deficiência da obturação (WU et al., 2011) e a limitação do selamento hermético (NASERI et al., 2013). Esse fato pode ser explicado pela utilização de um único cone de guta-percha, cuja conicidade não coincide com aquela das paredes dos canais manipulados com o uso de instrumentos rotatórios, recaindo sobre o cimento a função de preencher o canal radicular e unir o cone obturador às paredes dentinárias (SIQUEIRA-JÚNIOR et al., 1993; GILHOLLY et al., 2001), da mesma forma como encontrado por Marciano et al. (2010).

Em busca de obturação mais homogênea e que moldasse a configuração interna dos canais radiculares, foram introduzidas técnicas de obturação que utilizam o princípio da guta-percha aquecida. A técnica Híbrida de Tagger por ser entre as de termoplastificação mais empregadas (MICLELOTTO et al., 2010), foi incluída no presente estudo, já que tem como justificativa de seu emprego clínico o melhor preenchimento do sistema de canais radiculares quando comparada a técnica de condensação lateral (MARCIANO et al., 2010). No entanto, o presente estudo demonstrou na técnica Híbrida de Tagger maior porcentual da área preenchida pelo

cimento em relação à guta-percha, diferindo estatisticamente as técnicas Schilder Modificada e Thermafil, e semelhante a do Cone Único.

Em geral, as técnicas termoplastificadoras de guta-percha formam uma massa não homogênea ao difundir a guta-percha com o cimento, contendo no interior um aspecto fibroso (LEONARDO et al., 2009). Os resultados nesse estudo diferem dos que mostram maior porcentagem de guta-percha quando comparada a técnica Cone Único nos terços cervical e médio (SOUZA et al., 2009). Provavelmente, a diferença entre esses resultados podem estar relacionados com a variação de metodologia de avaliação. Entretanto, ao usar a técnica de Híbrida de Tagger, a superfície interna do canal radicular preparada não pode ser moldada e é normalmente preenchida pelo cimento em todo comprimento de trabalho (MARCIANO et al., 2010), além disso, outra explicação provável se deve ao fato de que, provavelmente, o procedimento de plastificação não seja tão eficiente, ou a cinemática dos compactadores, que funcionam como pistões impulsionadores da guta-percha para o ápice, não permitam o refluxo do cimento obturador, que resta apreendido na massa.

O presente estudo demonstrou as técnicas Schilder Modificada e Thermafil produziram massa obturadora com maior quantidade de guta-percha e menores valores percentuais da área ocupada pelo cimento endodôntico, o que coincide com outros estudos (GILHOLLY et al., 2000; WEIS et al., 2004; DE-DEUS et al., 2007; NASERI et al., 2013).

A termo-injeção de guta-percha gera maior fluidez e viscosidade ao material, assim, possibilita a realização do molde da superfície interna do canal, aumentando a quantidade de guta-percha na massa obturadora, resultando em melhor

capacidade de vedação e adaptação as paredes dentinárias do canal radicular (LEONARDO et al., 2009). A massa obturadora proveniente do Thermafil promove vedação eficiente quando comparada à Condensação Lateral (DE-DEUS et al., 2006), Cone Único (GILHOOLY et al., 2001) e Híbrida de Tagger (GILHOOLY et al., 2000), por apresentar a guta-percha na fase alfa-aquecida durante o processo de obturação. Esse tipo de guta-percha é dotada de características específicas: alta radiopacidade, excelente viscosidade e fluidez, e maior aderência. Essas características são obtidas por meio de um processo que atualiza sua matriz molecular, tornando-se mais equilibrada em termos químicos e modificando suas propriedades físicas (DE-DEUS et al., 2006).

No entanto, Fan et al. (2000) apontaram o extravasamento de material obturador como grande desvantagem das técnicas obturadoras com guta-percha aquecida. O presente estudo não evidenciou a ocorrência do extravasamento do material obturador nas técnicas obturadoras de guta-percha aquecida, devido a introdução de quantidade mínima de cimento para essas técnicas.

Em relação ao cimento endodôntico, as técnicas Cone Único e Híbrida de Tagger apresentaram maiores valores percentuais da área ocupada pelo material, o que é possível quando se analisa a técnica do Cone Único, tendo em vista a diferença de conicidade entre o cone de guta-percha e as paredes do canal manipuladas com uso de instrumentos rotatórios, de modo a gerar espaço que é ocupado pelo cimento obturador. Porém, como já discutido o resultado em relação à técnica Híbrida de Tagger, por se valer do aquecimento da guta-percha, é até certo ponto, surpreendente, e, se deve provavelmente aos fatos já discutidos, de apreensão do cimento na massa obturadora.

Na primeira parte do estudo, as técnicas obturadoras Thermafil e Schilder Modificada demonstraram melhor preenchimento do espaço do canal radicular, por apresentarem maiores valores percentuais da área ocupada pela guta-percha e menor quantidade de cimento. Entretanto, esse preenchimento não foi proporcional aos valores de resistência de união por apresentaram menor valor. Esse resultado pode ser justificado pela menor presença de cimento e pelo fato da guta-percha, ao ser plastificada e compactada, tende a se misturar com o cimento endodôntico e formar massa não uniforme que, quando resfriada, se contrai e desloca o cimento, que resulta em lacunas que fragilizam a interface adesiva. Além disso, estudos anteriores comprovaram que as técnicas obturadoras de termo-aquecimento e termo-injeção de guta-percha sem uso do cimento endodôntico resultaram em maior valor da resistência de união quando comparadas essas técnicas associadas ao cimento AH Plus. Nessa situação, a termoplastificação da guta-percha pode acelerar a polimerização do cimento resinoso, reduzindo sua viscosidade, dificultando seu escoamento, e conseqüentemente, sua adaptação às paredes do canal, resultando em menor resistência de união (TAY et al., 2005. KAYA et al., 2008).

Outra explicação para esse resultado pode estar relacionada à quantidade de cimento utilizado, uma vez que esta técnica prevê a utilização de espessura mínima de cimento em razão dos riscos de extravasamento (KEÇECI et al., 2005; NASERI et al., 2013).

O teste *push-out* é considerado na Odontologia como o método mais adequado para avaliar a adesividade dos materiais obturadores (GESI et al., 2005; UNGOR et al., 2006; KAYA et al., 2008; TEIXEIRA et al., 2009; COSTA et al., 2010;

PANE et al., 2011). O material obturador toma o formato do conduto radicular ao ser colocado no interior do canal, e possibilita que a fratura ocorra paralelamente à interface dentina/material obturador, e assim promove imbricação semelhante à que ocorre no interior do canal radicular obturado, simulando melhor a condição clínica (SOUSA-NETO et al., 2005; PANE et al., 2011). Para o presente teste, foi utilizada velocidade de cruzeta de 0,5 mm/min (TAGGER et al., 2003; DIAS et al., 2009) em corpos de prova de 2,0 mm de espessura ($\pm 0,2$ mm) de cada terço radicular (PANE et al., 2011), seguindo a análise da interface adesiva em microscópico, trata-se de um método simples, e permite a detecção de falhas na obturação (OZAWA et al., 2009).

No presente estudo, os espécimes obturados pela técnica obturadora Híbrida de Tagger apresentaram resistência de união significativamente maior do que aqueles obturados pelas técnicas Cone Único, Thermafil e Schilder Modificada. Os achados da literatura em relação à superfície da massa obturadora proveniente da técnica Híbrida de Tagger evidenciam a formação de massa não homogênea e pouco compactada, contendo interiormente entrelaçado fibroso, o que sugere que a gutapercha plastificada adentra ao cimento e forma estrutura não uniforme, e o seu resfriamento induz ao deslocamento do selador, deixando crateras que contribuem para enfraquecer a interface adesiva (CARNEIRO et al., 2012). Desse modo, pode-se afirmar que a adesividade está mais relacionada ao tipo cimento endodôntico do que propriamente à técnica obturadora (REF). O cimento AH Plus penetra melhor nas micro irregularidades devido ao seu escoamento (VERSIANI et al., 2006; BORGES et al., 2012) e ao elevado tempo de polimerização. Essas propriedades, juntamente a quantidade significativa da área preenchida pelo cimento nessas técnicas,

provavelmente promoveram maior resistência de união ao cisalhamento nas técnicas obturadoras Híbrida de Tagger, seguida de Cone Único, como estudos anteriores (SOUSA-NETO et al., 2005).

O presente estudo demonstrou maior valor da resistência de união no terço apical em todas as técnicas obturadoras, o que pode ser explicado pela melhor qualidade do preparo biomecânico associado à presença do cimento em valor mais expressivo nessa porção (MANICARDI et al., 2011), fato este que não ocorreu neste estudo. Em contrapartida, alguns autores relacionam a força de adesão com a densidade dos túbulos dentinários, sendo assim a maior força de adesão ocorre no terço cervical em razão da alta densidade dos túbulos (MALLMANN et al., 2005), o que efetivamente, não ocorreu aqui.

A quantidade excessiva de cimento endodôntico pode influenciar negativamente na sua capacidade adesiva. Entretanto, estudos anteriores comprovaram que esse fator, juntamente com a expansão volumétrica intrínseca, contribui para a maior resistência de união do cimento endodôntico à base de resina-epóxi, o AH Plus (PATIL et al., 2013). Esses maiores valores de resistência de união foram confirmados pela maior frequência de falhas do tipo mista nas técnicas Híbrida de Tagger e Cone Único, observadas após o deslocamento do material obturador. Enquanto que os canais obturados pela técnica Thermafil houve predomínio de falhas adesivas ao material obturador, nos obturados pela técnica de Schilder Modificada revelou-se predominância de falhas adesivas à dentina. Esses resultados estão comprovados na literatura em que foi identificada maior incidência de falhas mistas e adesivas quando se utiliza o cimento AH Plus, em que as técnicas com

maiores espessuras de cimento apontam esses tipos de falhas (ANDRADE-JÚNIOR et al., 2013).

Novos estudos, com inovações tecnológicas devem ser realizados com o intuito de se pesquisarem as técnicas obturados e materiais obturadores já existentes, e outros novos, de modo a melhorar a eficiência dessa etapa operatória e obter melhores índices de sucesso clínico da terapia endodôntica.

Conclusão

Assim, com base na metodologia utilizada e nos resultados obtidos nesse estudo, é lícito concluir que:

1. Os canais obturados pelas técnicas Schilder Modificada e Thermafil apresentaram maior área ocupada pela guta-percha e menor área preenchida pelo cimento, independentemente do terço radicular. Os obturados pela técnica do Cone Único e Híbrida de Tagger revelaram maior quantidade de cimento;
2. Os canais obturados pela técnica Híbrida de Tagger apresentaram maior resistência de união da massa obturadora às paredes dentinárias, especialmente no terço apical;
 - 2.1 Houve predominância do tipo de falhas adesivas em todos os grupos avaliados.

Referências Bibliográficas

ALFREDO, E.; SILVA, S. R. C.; OCÓRIO, J. E.; SOUSA-NETO, M. D. BRUGNERA-JÚNIOR, A.; SILXA-SOUSA, Y. T. C. Bond strenght of AH Plus and Epiphany sealers on root dentine irradiated with 980 nm diode laser. **International Endodontic Journal**, v. 41, n. 9, p. 733-740, 2008.

ANBU, R.; NANDINI, S., VELMURUGAN, N. Volumetric analysis of root filling using spiral computed tomography: na in vitro study. **International Endodontic Journal**, v. 43, n.1, p. 64-68, 2010.

ANDRADE-JÚNIOR, C. V.; KAWAGOE, S. T.; ALMEIDA, J. F. A.; GOMES, B. P. F. A.; ZAIA, A. A.; FERRAZ, C. C. R. Bond strength to radicular dentin and sealing ability of AH Plus in combination with a bonding agent. **Acta Odontologica Scandinavica**, v. 71, n. 5, p. 1200-1205, 2013.

ARDIZZONI, A.; GENERALI, L.; RIGHI, E.; BASCHIERI, M. C.; CAVANI, F.; MANDA, L.; LUGLI, E.; MIGLIARE, L.; BLASI, E.; NEGLIA, R. G. Differencial efficacy of endodontic obturations procedures: ex vivo study. **Odontology**, 2013. (*in press*)

ARI, H.; BELLI, S.; GUNES, B. Sealing ability of hybrid root seal (MetaSEAL) in conjuction with different obturation techniques. **Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology and Endodontics**, v. 108, n. 6, p. 113-116, 2010.

BABB, B. R.; LOUSHINE, R. J.; BRYAN, T. E.; AMES, J. M.; CAUSEY, M. S.; KIM, J.; KIM, Y. K.; WELLER, R. N.; PASHLEY, D. H.; TAY, F. R. Bonding self-adhesive (self-etching) root canal sealers to radicular dentin. **Journal of Endodontics**, v. 35, n. 4, p. 578-582, 2009.

BALDISSERA, R.; ROSA, R. Q.; WAGNER, M. H.; KUGA, M. C.; GRECCA, F. S.; BODANEZI, A.; FRASCA, L. C. F; SÓ, M. V. R. Adhesion of real seal to human root dentin treated with different solutions. **Brazilian Dental Journal**, v. 23, n. 5, p. 521-526, 2012.

BORGES, R. P.; SOUSA-NETO, M. D.; VERSIANI, M. A.; RACHED-JÚNIOR, F. A.; DE-DEUS, G.; MIRANDA, C. E.; PÉCOR, J. D. Changes in the surface of four calcium silicate-containing endodontic materials and an epoxy resin-based sealer after a solubility test. **International Endodontic Journal**, v. 45, n. 5, p. 419-428, 2012.

BOUSSETTA, F.; BAL, S.; ROMEAS, A.; BOIVIN, G.; MAGLOIRE, H.; FARGE, P. In vitro evaluation of apical microleakage following canal filling with a coated carrier system compared with lateral and thermomechanical Gutta-Percha condensation techniques. **International Endodontic Journal**, v. 36, n. 5, p. 367-371, 2003.

BROSCO, V. H.; BERNARDELI, N.; TORRES, S. S.; CONSOLARO, A.; BRAMANTE, C.; MORAES, I. G.; GARCIA, R. B. Bacterial leakage in root canal obtured by diferente techniques. Part 1: microbiologic evaluation. **Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology Oral radiology Endodontology**, v.105, n. 1, p. 48-53, 2008.

CAMÕES, I. C. G.; VICTOR, F. L.; GOMES, C. C.; FREITAS, L. F.; PINTO, S. S. Comparative Study Between Two Root Canal Filling Techniques: Lateral Condensation X Tagger's Hybrid Techniquer. **Pesquisa Brasileira Odontopediatria Clinica Integrada**, v. 7, n. 3, p. 217-222, 2007.

CARNEIRO, S. M. B. S.; SOUSA-NETO, M. D.; RACHED-JÚNIOR, F. A.; MIRANDA, C. E. S.; SILVA, S. R. C.; SILVA-SOUSA, Y.T.C. Push-out strength of root fillings with or without thermomechanical compaction. **International Endodontic Journal**, v. 45, n. 9, p. 821-828, 2012.

CHANDRASEKHAR, V.; MORISHETTY, P. K.; METLA, S. L; RAIU, R. V. Expansion of gutta-percha in contact with various concentrations of zinc oxide-eugenol sealer: a three-dimensional volumetric study. **Journal of Endodontics**, v. 37, n. 5, p. 697-700, 2011.

CONRADO, L. L. A.; MUNIN, E.; FROIS, I. M.; ZANGARO, R. A. Root Apex sealling with diferente filling materials photopolymerized with fiber optic- delivered argon laser light. **Lasers Medical Science**, v. 19, n. 2, p. 95-99, 2004.

COSTA, J. A.; RACHED-JÚNIOR, F. A.; SOUZA-GABRIEL, A. E.; SILVA-SOUSA, Y. T.; SOUSA-NETO, M. D. Push-out strength of methacrylate resin-based sealers to root canal walls. **International Endodontic Journal**, v. 43, n. 8, p. 898-706, 2010.

DE DEUS, G.; BARINO, B.; MARINS, J.; MAGALHAES, K.; THUANNE, E.; KFIR, A. Self-adjusting file cleanning-shapping irrigation system optimizes the filling of oval shaped canals with thermoplasticized gutta-percha. **Journal of Endodontic**, v. 38, n. 6, p. 846-849, 2012.

DE DEUS, G.; GURGEL-FILHO, E. D.; MAGALHÃES, K. M.; COUTINHO-FILHO, T. A laboratory analysis of gutta-percha-filled área obtained using Thermafil, System B and lateral condensation. **International Endodontic Journal**, v. 39, n. 5, p. 378-383, 2006.

DE-DEUS, G.; MANIGLIA-FERREIRA, C. M.; GURGEL-FILHO, E. D.; PACIORNIK, S.; MACHADO, A. C. R.; COUTINHO-FILHO, T. Comparison of the percentage of gutta-percha-filled area obtained by Thermafil and System B. **Australian Endodontic Journal**, v. 33, n. 2, p. 55-61, 2007.

DE-DEUS, G.; REIS, C.; BEZNOS, D.; ABRANCHES, A. M. G.; COUTINHO-FILHO, T.; PACIRONIK, S. Limited ability of three commonly used thermoplasticized gutta-percha techniques in filling oval-shaped canals. **Journal of Endodontics**, v. 34, n. 11, p. 1401-1045, 2008.

DIAS, L. L.; GIOVANI, A. R.; SILVA-SOUSA, Y. T.; VANSAN, L. P.; ALFREDO, E.; SOUSA-NETO, M. D.; PAULINO, S. M. E Effect of eugenol-based endodontic sealer on the adhesion of intraradicular posts cemented after different periods. **Journal of Applied Oral Science**, v. 17, n. 6, p. 579-583, 2009.

DRUMMOND, J. L.; SAKAGUCHI, R. L.; RACEAN, D. C.; WOZNY, J.; STEINBERG, A. D. Testing mode and surface treatment effects on dentin bonding. **Journal of Biomedical Material**, v. 32, n. 4, p. 533-541, 1996.

EID, A. A.; NIKONOV, S. Y.; LOONEY, S. W.; DIDATO, A.; NIU, L.; LEVIN, M. D.; RUEGGEBERG, F. A.; PASHLEY, D. H.; WATANABW, I.; TAY, F. R. In vitro biocompatibility evaluation of a root canal filling material that expands on water sorption. **Journal of Endodontics**, v. 39, n. 7, p. 883-888, 2013.

EL- MA'AITA, A. M.; QUALTROUGH, A. J. E.; WATTS, D. C. A micro-computed tomography evaluation of mineral trioxide aggregate root canal fillings. **Journal of Endodontics**, v. 38, n. 5, p. 670-672, 2012.

ELSAYED, R. O.; ABU-BAKR, N. H.; IBRAHIM, Y. E. Quality of root canal treatment performed by undergraduate dental students at the university of Khartoum, Sudan. **Australian Endodontic Journal**, v. 37, n. 2, p. 56-60, 2011.

FAREA, M.; MASUDI, S.; BAKER, Z. W. Apical microleakage evaluation of System B compared with cold lateral technique: *in vitro* study. **Australian Endodontic Journal**, v. 36, n. 2, p. 48-53, 2010.

GENCOĞLU, N.; GARIP, Y.; BAS, M.; SAMANI, S. Comparison of different gutta-percha root filling techniques: Thermafil, Quick-fill, System B, and lateral condensation. **Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology and Endodics**, v. 93, n. 3, p. 333-336, 2002.

GESI, A.; RAFFAELLI, O.; GORACCI, C.; PASHLEY, D.; TAY, F. R.; FERRARI, M. Interfacial strength of Resilon and gutta-percha to intraradicular dentin. **Journal of Endodontics**, v. 31, n. 11, p. 808-813, 2005.

GILHOOLY, R. M.; HAYES, S. J.; BRYANT, S. T.; DUMMER, P. M. H. Comparison of cold lateral condensation and a warm multiphase gutta-percha technique for

obturing curved root canals. **International Endodontic Journal**, v. 33, n. 5, p. 415-410, 2000.

GILHOOLY, R. M; HAYES, S. J.; BRYANT, S. T.; DUMMER, P. M. H. Comparison of lateral condensation and thermomechanically compacted warm alpha-phase gutta-percha with a single cone for obturating curved root canals. **Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology and Endodontics**, v. 91, n. 1, p. 89-94, 2001.

GOPIKRISHNA, V.; PARABESWAREN, A. Coronal sealing ability of three sectional obturation techniques- SimpliFill, Thermafill and warm vertical compaction- compared with cold lateral condensation and post space preparation. **Australian Endodontic Journal**, v. 32, n. 3, p. 95-100, 2006.

GORDON, M. P. J.; LOVE, R. M.; CHANDLER, N. P. An evaluation of .06 tapered gutta-percha cones for filling of .06 taper prepared curved root canals. **International Endodontic Journal**, v. 38, n. 2, p 87-96, 2005.

GOUND, T. G.; RIEHM, R. J.; ODGAARD, E. C.; MAKKAUWY, H. Effect of spreader and accessory cone size on density of obturation using conventional or mechanical lateral condensation. **Journal of Endodontics**, v. 27, n. 5, p. 358-361, 2001.

GULSAHI, K.; CHERELI, Z. C.; KARANAER, T.; DAGLI, F. T. Sealer area associated with cold lateral condensation of gutta-percha and warm coated carrier filling systems on canals prepared with various rotary NITI systems. **International Endodontic Journal**, v. 40, n. 4, p.275-281, 2007.

HAMMAD, M.; QUALTROUGH, A.; SILIKAS, N. Evaluation of root canal obturations: a three-dimensional in vitro study. **Journal of Endodontics**, v. 35, n. 4, p. 541-544, 2009.

HARAGUSHIKU, G. A.; SOUSA-NETO, M. D.; SILVA-SOUSA, Y. T. C.; ALFREDO, E.; SILVA, S. C.; SILVA, R. G. Adhesion of endodontic sealers to human Root dentine submitted to different surface treatments. **Photomedicine and Laser Surgery**, v. 28, n. 3, p. 405-410, 2010.

JAINAEN, A., PALAMARA, J. E. A., MESSER, H. H. Push-out bond strengths of the dentine-sealer interface with and without a main cone. **International Endodontic Journal**, v. 40, n. 11, p. 882-890, 2007.

JAMES, B. L.; BROWN, C. R., LEGAN, J.J., MOORE, B. K.; VAIL, M. M. An in vitro evaluation of the contents of root canals obturated with gutta percha and AH-26 sealer or resilon and epiphany sealer. **Journal of Endodontics**, v.33, n.11, p.1359-1363, 2007.

JARRET, I. S.; MARX, D.; COVERY, D.; KARMAZIN, M.; LAVIN, M.; GOUND, T. Percentage of canals filled in apical cross sections an in vitro study of seven obturation techniques. **International Endodontic Journal**, v. 37, n. 6, p. 392-398, 2004.

KAYA, B. U.; KEÇECİ, A. D.; ORHAN, H. BELLI, S. Micropush-out bond strengths of gutta-percha versus thermoplastic synthetic polymer-based systems – an ex vivo study. **International Endodontic Journal**, v. 41, n. 3, p. 211-218, 2008.

KEÇECİ, A. D.; UNAL, G. C.; SEN, B. H. Comparison of cold lateral compaction and continuous wave of obturation techniques following manual or rotary instrumentation. **International Endodontic Journal**. v. 38, n. 6, p. 381-388, 2005.

KOÇAK, M. M.; YAMAN, S. D. Comparison of apical and coronal sealing in canal having tapered cones prepared with a rotary NiTi system and stainless steel instruments. **Journal of Oral Science**, v. 5, n. 1, p. 103-107, 2009.

LEONARDO, M. V.; GOTO, E. H.; TORRES, C. R.; BORGES, A. B.; CARVALHO, C. A.; BARCELLOS, D. C. Assessment of the apical seal of root canals using different filling techniques. **Journal of Oral Science**, v. 51, n. 4, p. 593-599, 2009.

LIMKANGWALMONGKOL, S.; BURTSCHER, P.; ABBOTT, P. V.; SANDLER, A. B.; BISHOP, B. M. A comparative study of the apical leakage of four root canal sealers and laterally condensed gutta-percha. **Journal of Endodontics**, v. 17, n. 10, p. 495-499, 1991.

MALAGNINO, V. A.; ROSSI-FEDELE, G.; PASSARIELLO, P.; CANULLO, L. 'Simultaneous' technique' and a hybrid Microseal/PacMac obturation. **Dental Update**, v. 38, n. 7, p. 477-478, 2011.

MALLMANN, A.; JAQUES, L. B.; VALANDRO, L. F.; MATHIAS, P.; MUENCH, A. Microtensile bond strength of light- and self-cured adhesive systems to intraradicular dentin using a translucent fiber post. **Operative Dentistry**, v. 30, n. 4, p. 500-506.

MANICARD, C. A.; VERSIANI, M. A.; SAQUY, P. C.; PÉCOR, J. D.; SOUSA-NETO, M. D. Influence of Filling Materials on the Bonding Interface of Thin-walled Roots Reinforced with Resin and Quartz Fiber Posts. **Journal of Endodontics**, v. 37, n. 4, p. 531-537, 2011.

MARCIANO, M. A.; BRAMIANTE, C. M.; DUARTE, M. A.; DELGADO, R. J.; ORDINOLA-ZAPATA, R.; GARCIA, R. B. Evaluation of single root canals filled using the lateral compaction, tagger's hybrid, microseal and guttaflow techniques. **Brazilian Dental Journal**, v. 21, n. 5, p. 411-415, 2010.

MARCIANO, M. A.; GUIMARÃES, B. M.; ORDINOLA-ZAPATA, R.; BREMANTE, C. M.; CAVENAGO, B. C.; GARCIA, R. B.; BERNARDINELLI, N.; ANDRADE, F. B.; MORAES, I. G.; DUARTE, M. A. Physical properties and interfacial adaptation of three epoxy resin-based sealers. **Journal of Endodontics**, v. 37, n. 10, p. 1417-1421, 2011.

METZGER, Z.; ZARY, R.; COHEN, R.; TAPEROVICH, E.; PAQUE, F. The quality of root canal preparations and root canal obturation in canals treated with rotary versus self-adjusting files: a three-dimensional micro-computed tomographic study. **Journal of Endodontics**, v. 36, n. 9, p. 1569-1573, 2010.

MICHAUD, R. A.; BURGESS, J.; BARFIELD, R. D.; CAKIR, D.; MCNEAL, S. F.; ELEAZER, P. D. Volumetric expansion of gutta-percha in contact with eugenol. **Journal of Endodontics**, v. 34, n. 12, p. 1528-1532, 2008.

MICLELOTTO, A. L. C.; MOURA-NETTO, C.; ARAKI, A. T.; AKISUE, E.; MOURA, A. A. M.; SYDNEY, G. B. In vitro analysis of thermocompaction time and gutta-percha type on quality of main canal and lateral canals filling. **Brazilian Dental Journal**, v. 24, n. 3, p. 290-295, 2010.

MORENO, J. O.; ALVES, F. R. F.; GONÇALVES, L. S.; MARTINEZ, A. M.; ROÇAS, I. N.; SIQUEIRA, A. F. Periradicular status and quality of root canal fillings and coronal restorations in an urban colombian population. **Journal of Endodontics**, v. 39, n. 5, p. 600-604, 2013.

MOURA, M. S.; GUEDES, O. A.; DE ALENCAR, A. H. G.; AZEVEDO, B. C.; ESTRELA, C. Influence of lenght of root canal obturation on apical periodontitis detevtec by periapical radiography and cone beam computed tomography. **Journal of Endodontics**, v. 35, n. 6, p. 805-809, 2009.

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

NASERI, M.; KANGARLOU, A.; KHAVID, A.; GOODINI, M. Evaluation of the quality of four root canal obturation techniques using micro-computed tomography. **Iranian Endodontic Journal**, v. 8, n. 3, p. 89-93, 2013

OK, E.; ERTAS, H.; SAYGILI, G.; GOK, T. Effect of photoactivated disinfection on bond strength of root canal filling. **Journal of Endodontics**, v. 39, n. 11, p. 1428-1430, 2013.

ØRSTAVIK, D. Weight loss endodontic sealers, cements and pastes in water. **Scandinavian journal of dental research**, v. 91, n. 4, p. 316-319, 1983.

OZAWA, T.; TAHA, N.; MESSER, H. A comparison of techniques for obturating oval-shaped root canals. **Dentist Material Journal**, v. 28, n. 3, p. 290-294, 2009.

OZOK, A. R.; VAN DER, S. L. W.; WU, M. K.; WESSELINK, P. R. Sealing ability of a new polydimethylsiloxane-based root canal filling material. **Journal of Endodontics**, v. 34, n. 2, p. 204-207, 2008.

PANE, E. S.; PALAMARA, J. E. A.; MESSER, H. H. Critical Evaluation of the Push-out Test for Root Canal Filling Materials. **Journal of Endodontics**, v. 39, n. 5, p. 669-673, 2013.

PATIL, A. A.; DODWAD, P. K.; PATIL, A. A. An in vitro comparison of bond strengths of Gutta-percha/AH Plus, Resilon/Epiphany self-etch and EndoREZ obturation system to intraradicular dentin using a push-out test design. **Journal of Conservative Dentistry**, v. 16, n. 3, p. 238-242, 2013.

PENG, L.; YE, L.; TAN, H.; ZHOU, X. Outcome of root canal obturation by warm gutta-percha versus cold lateral condensation: a meta- analysis. **Journal of Endodontics**, v. 33, n. 3, p. 106-109, 2007.

POMMEL, L.; CAMPS, J. Effects of pressure and measurement time on the fluid filtration ethod endodontics. **Journal of Endodontics**, v. 27, n. 4, p. 256-258, 2001.

RAFEEK, R. N.; SMITH, W. A.; MANKEE, M. S.; COLDERO, L. G. Radiographic evaluation of the technical quality of root canal fillings performed by dental students. **Australian Endodontic Journal**, v. 38, n. 4, p. 64-69, 2012.

RENGO, S. Evaluation of leakage of bacteria and endotoxins in theet treated endodontically by two diferente techniques. **Journal of Endodontics**, v. 28, n. 4, p. 272-275, 2002.

SALEH, I. M.; RUYTER, I. E.; HAAPASALO, P. M. P.; ØRSTAVIK, D. Adhesion of endodontic sealers scanning electron microscopy and energy dispersive spectroscopy. **Journal of Endodontics**, v. 29, n 9, p. 595–601, 2003.

SCHÄFER, E.; KÖSTER, M.; BÜRKLEIN, S. Percentage of gutt-percha-filles areas in canals instrumented with nickel-titanium system and obturated with matching single cones. **Journal of Endodontics**, v. 39, n. 7, p. 924-928, 2013.

SCHILDER H. Filling of the root canal in three dimensions. **Dental Clinics of North America**, v. 11, p. 723-744, 1967.

SCOTT, A. C.; VIRE, D. E.; SWASON, R. An evolution of the Thermafill endodontic obturation technique. **Journal of Endodontics**, v. 18, n. 7, p. 340-343, 1992.

SHATIAEE, Y.; MAZIAR, F.; DIANAT, O.; MAHJOUR, F. Comparin microleakage in root canals obtured with nanosilver coated gutta-percha to standar gutta-percha by two diferente methods. **Iranian Endodontic Journal**, v. 6, n 4, p. 140-146, 2011.

SILVER, G .K.; LOVE, R. M.; PURTON, D. G. Comparison of two vertical condensation obturation techniques: Touch'n Heat modified and System B. **International Endodontic Journal**, v. 32, n. 4, p. 287-295, 1999.

SIQUEIRA-JÚNIOR, J. F. Análises "*in vitro*" do selamento de canais laterais artificiais pela técnica Híbrida de Tagger. **Odontologia Moderna**, v. 20, n. 1, p. 16-18, 1993.

SIQUEIRA, J. F.; RÔÇAS, I. N.; FAVIERI, A.; ABAD, E. C.; CASTRO, A. J.; GAHYVA, S. M. Bacterial leakage in coronally unsealed root canals obturated with 3 different techniques. **Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology and Endodontics**, v. 40, n. 5, p. 647-650, 2000.

SILVA-FILHO, J. M.; SOUZA-GABRIEL, A. E.; LEONI, G. B.; DE-BEM, S. H.; ALFREDO, E.; SILVA, R. G. Comparison of two techniques for selection of master gutta-percha cone using micro-computed tomography. **Brazilian Dental Journal**, v. 24, n. 4, p. 367-370, 2013.

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

SOUZA, E. M.; WU, M. K.; VAN DER SLUIS, L. W.; LEONARDO, R. T.; BONETTIFILHO, I.; WESSELINK, P. R. Effect of filling technique and root canal area on the percentage of gutta-percha in laterally compacted root filling. **International Endodontic Journal**, v. 42, n. 8, p. 719-726, 2009.

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

TANOMARU-FILHO, M.; PINTO, R. V. S.; BOSSO, R.; NASCIMENTO, C. A.; BERBET, F. L. C. V.; GUERREIRO-TANOMARU, J. M. Evaluation of the thermoplasticity of gutta-percha and resilon using the Obtura II System at different temperature settings. **International Endodontic Journal**, v. 44, n. 8, p. 764-768, 2011.

TANOMARU-FILHO, M.; TANOMARU-FILHO, M.; SANT'ANNA-JUNIOR, A.; BERBET, F. L. C. V.; BOSSO, R.; TANOMARU, J. M. G. Ability of gutta-percha and resilon to fill

simulated lateral canals by using the Obtura II System. **Journal of Endodontics**, v. 38, n. 5, p. 676-679, 2012.

TASDEMIR, T.; ER, K.; YILDIRIM, T.; BURUK, K.; ÇELİK, D.; CORA, S.; TAHAN, E.; TUNCEL, B.; SERPER, A. Comparison of the sealing ability of three filling techniques in canals shaped with two different rotary systems: a bacterial leakage study. **Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology and Endodontics**, v. 108, n. 3, p. 129-134, 2009.

TAY, F. R.; PASHLEY, D. H, Aggressiveness of contemporary self-etching systems. I: Depth of penetration beyond dentin smear layers. **Dental Materials**, v. 17, n. 4, p. 296-308, 2001.

TEIXEIRA, C. S.; ALFREDO, E.; THOME, L. H.; GARIBA-SILVA, R.; SILVA-SOUSA, Y. T.; SOUSA-NETO, M. D. Adhesion of an endodontic sealer to dentin and gutta-percha: shear and push-out bond strength measurements and SEM analysis. **Journal of Applied Oral Science**, v. 17, n. 2, p. 129-135, 2009.

TRONSTAD, L.; BARNETT, F.; FLAX, M. Solubility and biocompatibility of calcium hydroxide-containing root canal sealers. **Endodontics & Dental Traumatology**, v. 4, n. 4, p. 152-159, 1988.

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. **International Endodontic Journal**, v. 39, n. 8, p. 643-647, 2006.

VERÍSSIMO, D., VALE, M. S.; MONTEIRO, A. J. Comparison of apical leakage between canals filled with gutta-percha/AH Plus and the Resilon/Epiphany system, when submitted to two filling techniques. **Journal of Endodontics**, v. 33, n. 3, p. 291-294, 2007.

VERSIANI, M. A.; CARVALHO-JUNIOR, J. R.; PADILHA, M. I.; LACEY, S.; PASCON, E. A.; SOUSA-NETO, M. D. A comparative study of physicochemical properties of AH Plus and Epiphany root canal sealants. **International Endodontic Journal**, v.39, n. 6, p. 464-474, 2006.

WEIS, M. V.; PARASHOS, P.; MESSER, H. H. Effect of obturation technique on sealer cement thickness and dentinal tubule penetration. **International Endodontic Journal**, v. 37, n. 10, p. 653-663, 2004.

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

WOLCOTT, J.; HIMEL, V. T.; POWELL, W.; PENNEY, J. Effect of two obturation techniques on the filling of lateral canals and the main canal. **Journal of Endodontics**, v.23, n. 10, p.632-635, 1997.

WOLF, M.; KÜPPER, K.; REIMANN, S.; BOURAVEL, C.; FRENTZENOF, M. 3D analyses of interface voids in root canals filled with different sealer materials in combination with warm gutta-percha technique. **Clinical Oral Investigations**, v. 18, n. 1, 155-161, 2014.

WU, M. K.; VAN-DER-SLUIS, L. W. M; ARDILA, C. N.; WESSELINK, P. R.; Fluid movement along the coronal two-thirds of root fillings placed by three different gutta-percha techniques. **International Endodontic Journal**, v. 36, n. 8, p. 533-540, 2003.

WU, M. K.; WESSELINK, P. R. A primary observation on the preparation and obturation of oval canals. **International Endodontic Journal**, v. 34, n. 2, p. 137-141, 2001.

WU, D.; TANG, Z.; ZHANG, G.; LIU, W. The sealing ability of a new silicone-based root canal filling material (GutaFlow): an *in vitro* study using the percentage of gutta-percha- filled area. **Dental Materials Journal**, v. 30, n. 5, p. 569-575, 2011.

YLMAZ, Z.; TUNCEL, B.; OZDEMIR, H. O.; SERPER, A. Microleakage evaluation of roots filled with different obturation techniques and sealers. **Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology and Endodontics**, v. 108, n. 1, p. 124-128, 2009.

ZASLANSKY, P.; FRATZL, P.; RACK, A.; WESSELINK, P. R.; SHEMESH, H. Identification of root canal filling interfaces by microscopy and tomography methods. **International Endodontic Journal**, v. 44, n. 5, p. 395-401, 2011.

ZHOU, H. M.; SHEN, Y.; ZHENG, W.; LI, L.; ZHENG, Y. F.; HAAPASALO, M. Physical properties of 5 root canal sealers. **Journal of Endodontics**, v. 39, n. 10, p. 1281-1286, 2013.

Anexo

Anexo 1. Aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa.

FACULDADE DE
ODONTOLOGIA DE RIBEIRÃO
PRETO/ FORP/ USP

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Avaliação da qualidade de obturação utilizando quatro diferentes cimentos com técnica de condensação lateral ativa e passiva

Pesquisador: Vanessa Lessa Cavalcanti de Araújo

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 20872013.0.0000.5419

Instituição Proponente: Universidade de São Paulo

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 404.419

Data da Relatoria: 17/09/2013

Apresentação do Projeto:

Projeto apresentado de maneira clara e direta, com objetivos bem definidos, em sintonia com pesquisas na literatura informada. Para realização da pesquisa serão utilizados 64 dentes incisivos centrais superiores humanos, com o comprometimento do Banco de Dentes Humanos da FORP-USP.

Objetivo da Pesquisa:

Observar se o volume dos diferentes cimentos formarão uma película de espessura mínima, afim de que fique adjacente às paredes dos canais e não ocasione a formação de grandes espaços vazios após a solubilização dos cimentos, deixando favorável à recontaminação do sistema de canais radiculares.

O objetivo deste estudo in vitro será de comparar a quantidade de guta-percha e de cimento endodôntico, por meio da técnica de obturação da condensação lateral ativa e da passiva, no milímetro apical da obturação, utilizando quatro cimentos diferentes, sendo eles: o cimento Endofill, à base de óxido de zinco e eugenol, o Sealer 26 e o Sealapex, que contém hidróxido de cálcio e o AH Plus, que é um cimento resinoso.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Como benefício: Observe a efetividade do selamento no milímetro apical após a obturação,

Endereço: Avenida do Café s/nº

Bairro: Monte Alegre

CEP: 14.040-904

UF: SP

Município: RIBEIRÃO PRETO

Telefone: (16)3602-0251

Fax: (16)3602-4102

E-mail: cep@forp.usp.br

FACULDADE DE
ODONTOLOGIA DE RIBEIRÃO
PRETO/ FORP/ USP

Continuação do Parecer: 404.419

diminuindo assim, a infiltração apical e, consequentemente o insucesso endodôntico.
O trabalho não apresenta riscos previsíveis.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

O projeto apresenta-se bem fundamentado objetivando a comparação do volume de cimento e guta-percha dos diferentes grupos de cimentos e técnicas de obturação utilizadas. Nesse caso, se a amostra apresentar distribuição normal, será utilizado o teste ANOVA, seguido de teste de Tukey. O trabalho apresenta duas variáveis: o uso de quatro tipo de cimentos diferentes (Endofill, Sealer 26, Sealapex, AH Plus) e a utilização de duas técnicas de obturação (condensação lateral ativa e passiva).

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Apresentados adequadamente.

Recomendações:

Tempo verbal do resumo primeira linha: "O objetivo do presente estudo in vitro foi comparar..." O estudo será realizado e não foi.

Incluir o nome dos demais pesquisadores

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

O Pesquisador deverá atender as recomendações acima. Diante do exposto, O Comitê de Ética em Pesquisa do CEP/FORP manifesta-se por aguardar o atendimento às questões acima para emissão de seu parecer final. As pendências devem ser respondidas exclusivamente pelo pesquisador responsável no prazo de 60 dias, a partir da data de envio do parecer pelo CEP. Após este prazo o protocolo será arquivado. Solicita-se ainda que as respostas sejam enviadas de forma ordenada, conforme os itens das considerações deste parecer, indicando-se a localização das possíveis alterações deste parecer e também a localização das alterações no projeto.

Situação do Parecer:

Pendente

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Considerações Finais a critério do CEP:

Conforme deliberado na 152ª sessão.

Endereço: Avenida do Café s/nº

Bairro: Monte Alegre

CEP: 14.040-904

UF: SP

Município: RIBEIRÃO PRETO

Telefone: (16)3602-0251

Fax: (16)3602-4102

E-mail: cep@forp.usp.br

FACULDADE DE
ODONTOLOGIA DE RIBEIRÃO
PRETO/ FORP/ USP

Continuação do Parecer: 404.419

RIBEIRAO PRETO, 24 de Setembro de 2013

Assinador por:
JOSÉ TARCÍSIO LIMA FERREIRA
(Coordenador)

Endereço: Avenida do Café s/nº

Bairro: Monte Alegre

CEP: 14.040-904

UF: SP

Município: RIBEIRAO PRETO

Telefone: (16)3602-0251

Fax: (16)3602-4102

E-mail: cep@forp.usp.br